



**COMUNE di CAVRIGLIA**  
**(Provincia di Arezzo)**

APPROVAZIONE DEL PROGETTO DI RIGENERAZIONE CULTURALE, SOCIALE ED ECONOMICA DELL'ANTICO BORGO DI CASTELNUOVO IN AVANE, CAVRIGLIA, CON CONTESTUALE **VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE** REDATTA AI SENSI DELLA L.R. 65/2014, CON LE MODALITÀ DI CUI ALLA L.R. 12/2022. “RIGENERAZIONE CULTURALE, SOCIALE ED ECONOMICA DELL'ANTICO BORGO DI CASTELNUOVO IN AVANE” (CUP: G37B220001180006), FINANZIATO DALL'UE NELL'AMBITO DEL PNRR MISSIONE 1, COMPONENTE 3, MISURA 2, INTERVENTO 2.1, LINEA A

o o o

**Relazione geologico tecnica di fattibilità**  
(ex DPGR n. 5/R/2020 e L.R. n. 41/2018)

**Consulenti:**

**Prof. Geol. Eros Aiello**

**Dott. Geol. Gabriele Grandini**

**Giugno 2024**

## 1. PREMESSA

### 1.1 Gli Strumenti Urbanistici del Comune di Cavriglia

- Il Comune di Cavriglia è dotato di Piano Strutturale approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 66 del 29.11.2000, in seguito modificato con "Variante di aggiornamento della disciplina delle trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi del territorio del Regolamento Urbanistico e variante di minima entità Piano Strutturale" approvata con Delib. C.C. n. 9 del 03.04.2014, e ulteriore con Del. del Consiglio Comunale n. 11 del 27/04/2018 "Sottozona F1A2\_P di approvazione di modifica del quadro conoscitivo del Piano Strutturale".
- È inoltre dotato di Regolamento Urbanistico approvato con Delib. C.C. n. 50 del 23.12.2003, poi interessato da Variante Generale approvata definitivamente con Delibera di Consiglio Comunale n.80 del 09.11.2007. A seguito della decadenza quinquennale delle previsioni del RU è stata elaborata una variante che ha comportato una revisione delle previsioni decadute "Variante di aggiornamento della disciplina delle trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi del territorio del regolamento urbanistico e variante di minima entità al Piano Strutturale", approvata con Delibera di Consiglio Comunale n. 9 del 03/04/2014, con pubblicazione sul B.U.R.T. del 07/05/2014.
- Con Del. G.C. n. 262 del 30/12/2019 è stato avviato il procedimento per la formazione del Piano Strutturale Intercomunale congiuntamente al Comune di San Giovanni Valdarno, applicando la pianificazione di area vasta quale strumento per promuovere politiche di riqualificazione, valorizzazione e sviluppo delle funzioni territoriali, lavorando ad una scala di progetto di piano adeguata rispetto a scelte di pianificazione che producano effetti al di là dei singoli confini comunali. Nel novero di tali attività risultano già nella disponibilità dei comuni il quadro conoscitivo in materia geologica (redatto ai sensi del DPGR n. 5/R/2020) i cui termalismi cartografici risultano estesi alle porzioni di territorio della ex miniera di Santa Barbara (proprietà Enel) areali non trattati nel vigente strumento urbanistico (PS del Comune di Cavriglia) e l'elaborazione dello Studio di Microzonazione Sismica di 2° livello al fine di aggiornare il quadro conoscitivo sul territorio comunale, ai sensi del comma B.6.5 dell'Allegato A al DPGR n. 5/R/2020. Si farà pertanto riferimento a tali tematismi cartografici nello sviluppo della presente trattazione.

La presente trattazione riguarda il *“progetto di rigenerazione e rifunzionalizzazione dell'antico Borgo di Castelnuovo in Avane”*, individuato dal Ministero della Cultura e dalla Regione Toscana come aggiudicatario di un finanziamento di 20 milioni di euro per la sua rigenerazione culturale, sociale ed economica (finanziato dall'Unione Europea -Next Generation EU- nell'ambito del PNRR Missione 1, Componente 3, Misura 2, Intervento 2.1, Linea di intervento A), **che determina una Variante al R.U. vigente** con l'individuazione di un ambito di intervento *“REC1\_Area di recupero e riqualificazione Borgo di Castelnuovo in Avane”* e la corrispondente disciplina attuativa, con scheda norma all'art. 33 lett. g) delle NTA.

In conformità alle disposizioni della L.R. 12/22, la Variante in oggetto si configura come **contestuale all'approvazione del progetto finanziato da PNRR.**

### 1.2 Note di carattere storico sul complesso territoriale d'interesse

La valle d'Avane è stata investita alla metà del 1800 dalle trasformazioni territoriali portate dalla coltivazione della lignite, avviata nelle zone di affioramento del materiale in piccole cave a cielo aperto e successivamente indirizzata e ampiamente sviluppata seguendo il banco sottoterra con un sistema di gallerie, spinte fino a 120 mt di profondità. Questa attività si è protratta fino agli anni '60 ed ha completamente trasformato la morfologia e le realtà insediative dell'area interessata. Emblematico il caso di Castelnuovo in Avane, poi Castelnuovo dei Sabbioni, demolito negli sviluppi a valle dell'antico centro e ricostruito ex novo a monte dello stesso.

Negli anni '70 Castelnuovo con lo svilupparsi dell'attività mineraria, si è completamente spopolato, poiché l'escavazione ai piedi della collina ha prodotto movimenti franosi che hanno interessato larga parte dell'abitato. Enel ha quindi dato corso alla demolizione di gran parte dell'abitato, la cui stabilità risultava ormai definitivamente compromessa.

Enel ha inoltre proceduto alla acquisizione di tutti gli immobili che costituivano il borgo, con l'intento di procedere alla demolizione anche per la restante parte degli edifici, non interessati dagli esiti del movimento franoso. Tra gli ultimi edifici ad essere acquistati da Enel ci sono la chiesa e la canonica, il cui acquisto risale all'anno 1981.

Il Comune di Cavriglia successivamente si è opposto alle demolizioni delle porzioni del borgo che si trovavano su parti ancora stabili, auspicandone il recupero e la valorizzazione del patrimonio.

Enel, di concerto con il Ministero dell'Industria, Corpo delle Miniere, e con il Comune di Cavriglia, ha quindi dato corso ad una dettagliata campagna di indagini volta ad accertare le effettive condizioni di stabilità di almeno una parte dell'edificato per il quale non si era ancora proceduto alla demolizione.

Tale campagna di indagini, conclusasi nell'anno 1994, ha consentito di individuare una parte dell'abitato ancora stabile, per la quale successivamente il Corpo delle Miniere ha disposto la deperimetrazione dall'area mineraria. Alla citata deperimetrazione, nell'anno 2003, è seguita la completa acquisizione del borgo da parte del Comune che, nei successivi anni, ha avviato varie attività tese alla riqualificazione, rifunzionalizzazione e valorizzazione del patrimonio storico artistico.

In particolare, nel 2004 il Comune ha approvato un Piano di Recupero perseguendo l'ipotesi di una rinascita del luogo attraverso il recupero a fini turistico ricettivi. Successivamente il Comune ha provveduto a realizzare una nuova viabilità di accesso al borgo, in luogo di quella che era stata cancellata dai lavori della escavazione mineraria, ed a recuperare direttamente con il contributo della Regione Toscana, la porzione alta del complesso per realizzare un museo ed un centro di documentazione mineraria, sempre al fine della salvaguardia e valorizzazione del centro storico preservato.

Nel 2022 l'antico borgo di Castelnuovo in Avane è stato individuato dal Ministero della Cultura e dalla Regione Toscana come il borgo aggiudicatario di un finanziamento di 20 milioni di euro per la sua rigenerazione culturale, sociale ed economica, finanziato dall'Unione Europea – NEXT GENERATION EU – nell'ambito del PNRR Missione 1, Componente 3, Misura 2, Intervento 2.1, Linea d'intervento A.

### **1.3 Progetto di rigenerazione antico Borgo di Castelnuovo in Avane**

Il progetto preliminare di riqualificazione del Borgo, che accompagna la variante allo strumento urbanistico vigente, si sviluppa da un'analisi dello stato dei luoghi, valutando il degrado dell'abitato semidiruto e in parte diruto.

Viene proposto un recupero degli immobili secondo interventi regolati dallo stato di conservazione e comunque coerenti con le tutele storico paesaggistiche che li caratterizzano.

Allo stesso tempo è previsto il recupero e la realizzazione di infrastrutture, implementando servizi e opere di urbanizzazione primaria e secondaria, come la localizzazione di nuovi parcheggi e parchi pubblici, così come volumi tecnici per l'accessibilità totale degli spazi pubblici.

La strategia progettuale di sostenibilità dell'intervento è fondata sull'accoglienza di attività che generino attrattività e la rinascita della vita nel borgo con destinazioni previste come il turismo, il commercio, attività di servizio legate alle arti, alla cultura capaci di attrarre l'interesse e rideterminare la centralità del luogo.

### **1.4 Variante al Regolamento Urbanistico**

La Variante allo strumento di pianificazione urbanistica risulta necessaria per rendere possibili le azioni di rifunzionalizzazione del borgo.

Attualmente la normativa del RU disciplina gli interventi nell'area attraverso una disciplina trasferita nelle NTA del RU da un Piano di Recupero risalente ai primi anni 2000, quando lo stato dei luoghi e degli immobili rendeva ancora possibile incentrare l'intervento di riqualificazione su opere di risanamento conservativo e restauro. Nel tempo, infatti, le mancate azioni manutentive hanno accelerato i crolli e il degrado dell'intero nucleo fino alle condizioni di degrado attuali, che oggi richiedono una rivalutazione degli interventi necessari al loro recupero dell'intero agglomerato. È stato pertanto necessario individuare un

ambito progettuale con una nuova disciplina a guida degli interventi in base alle condizioni degli immobili e dei loro caratteri da salvaguardare.

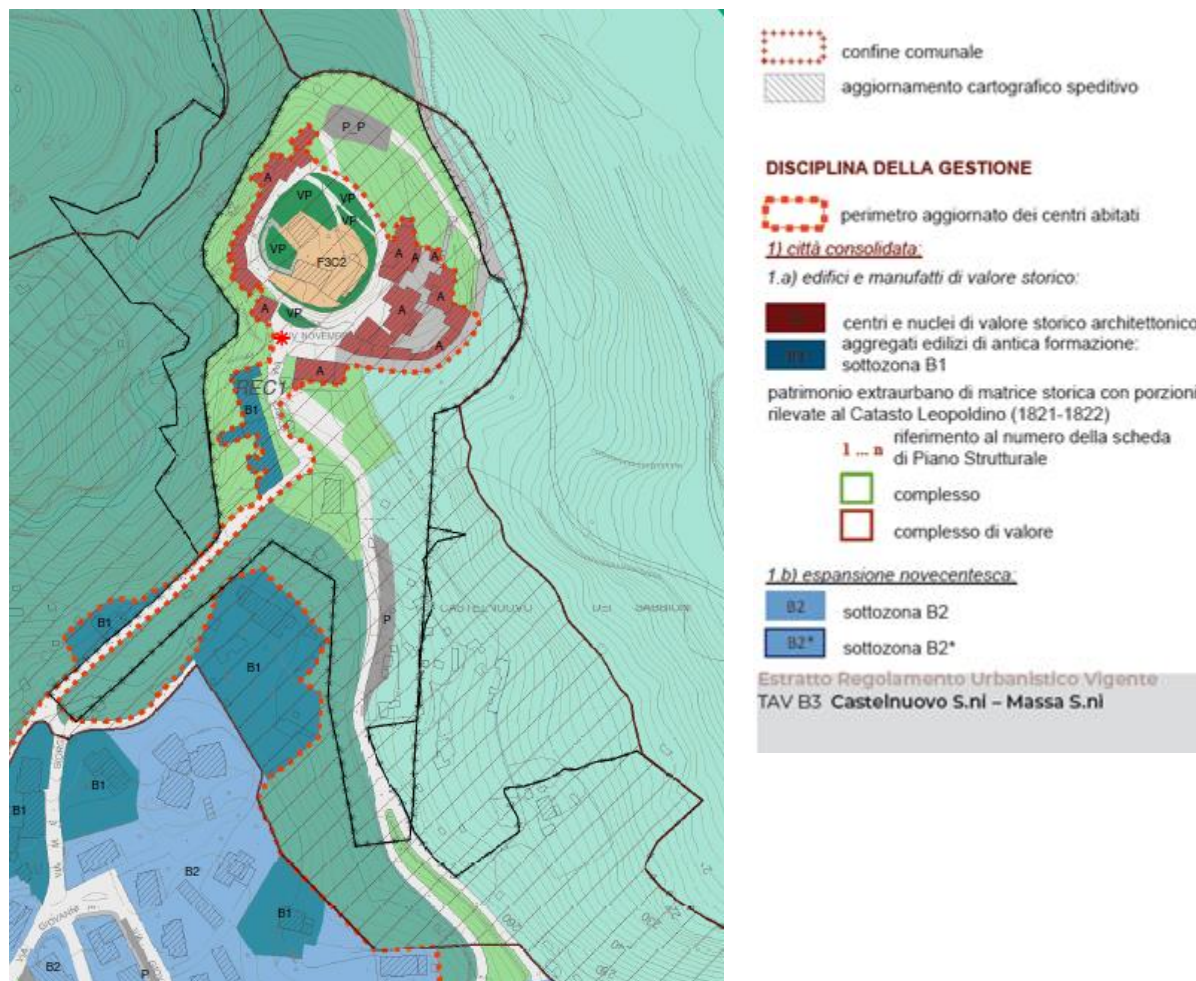
La Variante interviene a modificare la disciplina dell'ambito "REC1" contenuta all'interno dell'art. 33, delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente, "Ambiti di Recupero e di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente" lett. g), Titolo IV "Riqualificazione degli insediamenti esistenti", accompagnata dalla individuazione dell'ambito di intervento nelle tav. B3 e A4.

La norma viene rielaborata, ai fini della rivitalizzazione e rinascita del Borgo, stabilendo gli obiettivi dell'azione di trasformazione, gli interventi ammessi e le modalità di intervento, perseguendo la logica della valorizzazione e riorganizzazione funzionale dell'intero impianto urbano, anche attraverso destinazioni e funzioni tese a creare condizioni di attrattività ed inclusione.

Il progetto di rigenerazione culturale, sociale ed economica dell'antico borgo di Castelnuovo in Arne fa parte degli investimenti finanziati con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Al fine di consentire tempestivamente realizzazione degli interventi previsti dalle previsioni del PNRR, qualora questi incidano sull'assetto del territorio, comportando variazioni agli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica, la Regione Toscana è intervenuta con uno snellimento delle tempistiche che caratterizzano le ordinarie procedure amministrative legate al governo del territorio, introducendo la L.R. n. 12/22 come modificato dalla L.R. 23 del 05/07/2022. L'approvazione del progetto con contestuale variante al RU di cui all'oggetto procede pertanto ai sensi del comma 1 della L.R. 12/22.

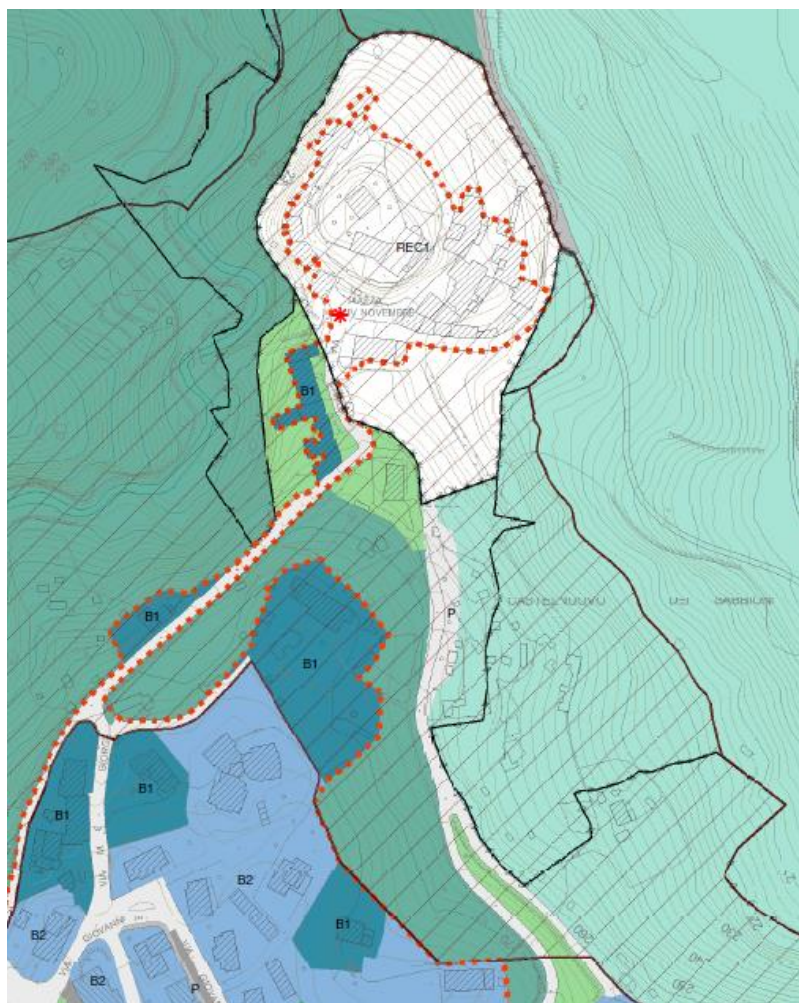
Il Regolamento Urbanistico vigente ha pianificato l'area in coerenza con il PS, recuperando l'ambito e la disciplina già prodotta nel Piano di Recupero, riproponendola fra gli interventi diretti riferiti alla gestione degli insediamenti esistenti, alla Sezione II delle NTA, nell' art. 33 lett. g) "REC1-(Vecchio Borgo di Castelnuovo dei Sabbioni), allo stesso tempo rafforzando la realtà del centro storico individuando una zonizzazione complessiva da DM. n. 1444/68 come zona A, comprensiva dell'area a museo e auditorium (zona F2C1).





La presente Variante, partendo dalle previsioni sopra dette e approvate dal Comune di Caviglia nel 2014, intende rivedere e confermare un ambito REC1, riprofilando il perimetro sull'opera oggetto di finanziamento PNRR, come previsto dall'art.1 comma 5 della L.R. 12/2022, introducendo una **modifica all'art. 33 lett. g) delle NTA** per un recupero complessivo, che, **confermando il restauro e risanamento conservativo per gli immobili sottoposti a tutela dei Beni Culturali-D.Lgs. 42/2004- Parte Seconda, prevede, per edifici completamente pericolanti, diruti o semidiruti, la possibilità di valutare, categorie di intervento maggiormente invasive come la demolizione e ricostruzione**, anche per poter rispondere alla normativa di adeguamento sismico.

La normativa del nuovo ambito REC1 rimanda ad interventi diretti e trattandosi della realizzazione di un'opera pubblica, l'atto comunale con il quale il progetto esecutivo risulta approvato, avrà i medesimi effetti del Permesso a Costruire.



*Planimetria di stato modificato di cui alla variante allo SU in oggetto*

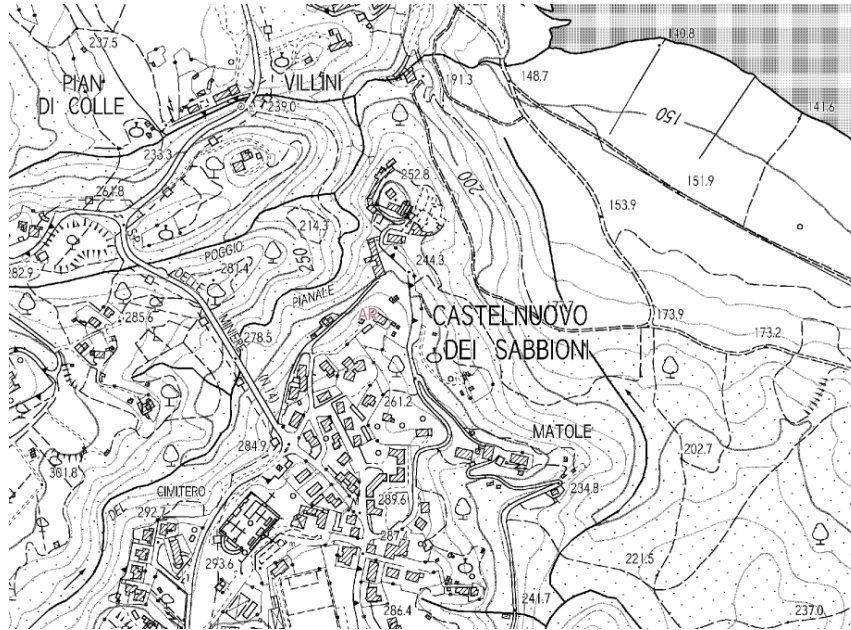
Viene previsto di:

- ampliare l'elenco delle destinazioni ammesse con corrispondenti categorie funzionali, al fine di creare condizioni di attrattività ed inclusione;
- realizzare opere di urbanizzazione primaria, con della di viabilità di accesso e mobilità realizzazione di parcheggi, percorsi panoramici e la realizzazione di spazi da cui godere di visuali di particolare valenza paesaggistica ed ambientale;
- realizzare strutture e volumi tecnici con percorsi in quota utili a rendere accessibile il borgo superando le difficoltà poste dalla conformazione morfologica dell'area di intervento.

## 2. CONTESTO TERRITORIALE e UBICAZIONE dell'AREA di INTERVENTO

Il borgo di Castelnuovo in Avane è ubicato nel territorio del Comune di Caviglia, in prossimità del nuovo abitato di Castelnuovo dei Sabbioni, che è una delle principali frazioni del Comune, ed è attualmente raggiungibile da una viabilità comunale che lo collega alla frazione stessa.

La frazione di Castelnuovo dei Sabbioni, a sua volta, è posta lungo la Strada Provinciale n. 14 delle Miniere, che collega gli abitati della parte nord del territorio comunale con la Strada Regionale n. 69, l'asse viario che attraversa tutto il fondovalle del Valdarno Superiore e che collega i principali centri del Valdarno ai due caselli autostradali (A1) di Valdarno e Incisa Reggello. Il borgo dista quindi 15 km dal casello Valdarno, con un tempo di percorrenza media di 20 minuti.



*Estratto cartografico CTR Regione Toscana (scala 1:5.500)*

Il borgo si trova al margine sud ovest del bacino di escavazione della miniera di Castelnuovo dei Sabbioni, il più ampio per dimensioni dei tre che costituiscono l'area mineraria di Santa Barbara (gli altri sono Allori e San Donato), quasi a costituire una propaggine dei Monti del Chianti affacciata sul nuovo territorio che la miniera restituisce alla comunità.

L'ambito di intervento risulta adiacente ed in più parti integrato al Piano di Recupero ambientale della miniera di Santa Barbara, già approvato con Decreto VIA n. 938 del 29/07/2009 e successiva Autorizzazione con Decreto della Regione Toscana, Settore Miniere ed Energia della Regione Toscana, n. 416 del 09/02/2010, con valutazione delle prescrizioni da parte dell'Osservatorio ambientale, appositamente istituito, concluso nel 2022 e con successivo nulla osta rilasciato da Regione Toscana Settore Miniere.

Il borgo costituisce di fatto un balcone sul lago e sul territorio contermini, un luogo privilegiato di osservazione dell'area mineraria e dell'intero Valdarno Superiore, con alle spalle i Monti del Chianti e di fronte la catena del Pratomagno. Ad oggi lo stato del borgo ha comunque esercitato un richiamo per la sua posizione paesaggistica e per la suggestione del luogo.

Il borgo si presenta come un agglomerato compatto, posto in posizione sommitale, su una collinetta che domina la sottostante zona ex mineraria di Santa Barbara. L'attuale consistenza dell'edificato è di circa 80 unità immobiliari, in conseguenza della demolizione di buona parte del paese effettuata da Enel negli anni '70, dopo averlo acquistato edificio per edificio.



Successivamente, ad attività mineraria conclusa, Enel ha messo in atto una serie di verifiche e di monitoraggi in esito ai quali è stato possibile dichiarare la completa stabilità dell'edificato rimasto e in suo svincolo dall'area mineraria, con la successiva totale cessione al Comune di Caviglia, avvenuta nell'anno 2003.



*Immagine zenitale dell'area del Borgo di Avane e della vallata sottostante (Lago di Santa Barbara e Centrale Enel)*

Il borgo presenta una parte sommitale, corrispondente alla rocca medievale, ove sorgevano la chiesa parrocchiale, la canonica e un edificio residenziale privato.





*Vista della porzione sommitale del borgo – ripresa da sud*

Sul lato ovest si trova una serie di edifici che fronteggiano una strada, posta ai piedi della rocca, mentre sul lato est si trova un agglomerato più consistente, delimitato ad ovest da una strada (posta anch'essa ai piedi della rocca) e ad est dalla vecchia viabilità di accesso da valle al borgo, oggi dismessa.



*Vista sulla porzione occidentale del borgo*





*Vista sulla porzione est del borgo*

A sud, arrivando al borgo, si trova sulla sinistra un complesso residenziale costituito da edifici in linea nonché due edifici isolati ai piedi della rocca, uno a destra e uno a sinistra, a delimitare la piazzetta dove il 4 luglio 1944 avvenne l'eccidio nazista.



*Vista del borgo da sud*





*Immagine satellitare con evidenziato (in coloritura rossa) l'antico Borgo di Avane*

Nel particolare che segue si indicano dettagli di riferimento per l'area dell'antico Borgo di Avane con evidenza (in coloritura rossa) degli edifici già restaurati allo stato attuale o per cui siano già in corso attività di restauro.



*Visualizzazione degli edifici per cui siano già stati effettuati interventi di restauro o con attività in corso di esecuzione.  
1) Auditorium e Museo Mine, 2) La Palazzina, 3) Casa della Memoria, 4) Casa Andrea del Sarto*



### 3. LO STATO ATTUALE e LO STATO DI PROGETTO

Allo stato attuale gli edifici che costituiscono il Borgo, ad eccezione di quelli per i quali si è già proceduto all'esecuzione di interventi di recupero edilizio, presentano condizioni di degrado molto accentuato e diffuso, sia in corrispondenza degli elementi esterni dell'involucro edilizio (muri perimetrali, coperture, ecc.) che degli elementi interni, per quanto visibili (setti divisorii e solai); si rimanda all'elaborato di documentazione fotografica PFTE-SF-G-5.1-R\_0 e di analisi del degrado PFTE-SF-G-5.6-R\_1 (facenti parte della documentazione di progetto).

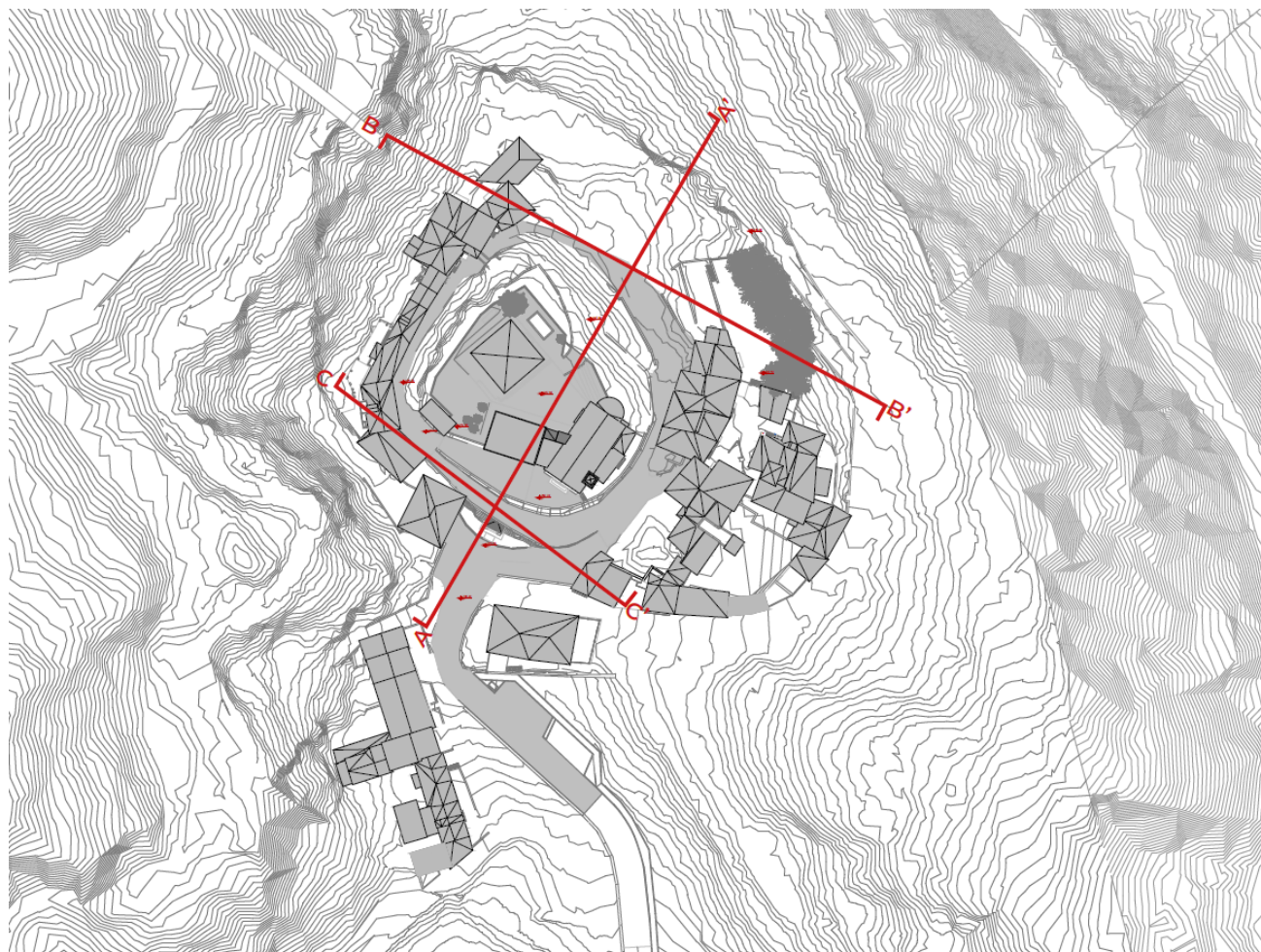
Successivamente alla concessione del finanziamento da parte del MIC è stato riscontrato un aggravamento diffuso delle condizioni di ammaloramento di tutti gli edifici esistenti, con interessamento profondo e generalizzato delle finiture e degli elementi architettonici, nonché degli elementi strutturali verticali ed orizzontali e delle coperture.

Sono diversi gli edifici crollati totalmente o parzialmente diruti, come indicato negli elaborati di progetto, e la restante parte degli edifici risultano in precarie condizioni statiche, rendendo impossibile l'approfondimento conoscitivo interno.



*Esempi dello stato di degrado e delle condizioni in cui versano allo stato attuale porzioni del Borgo*



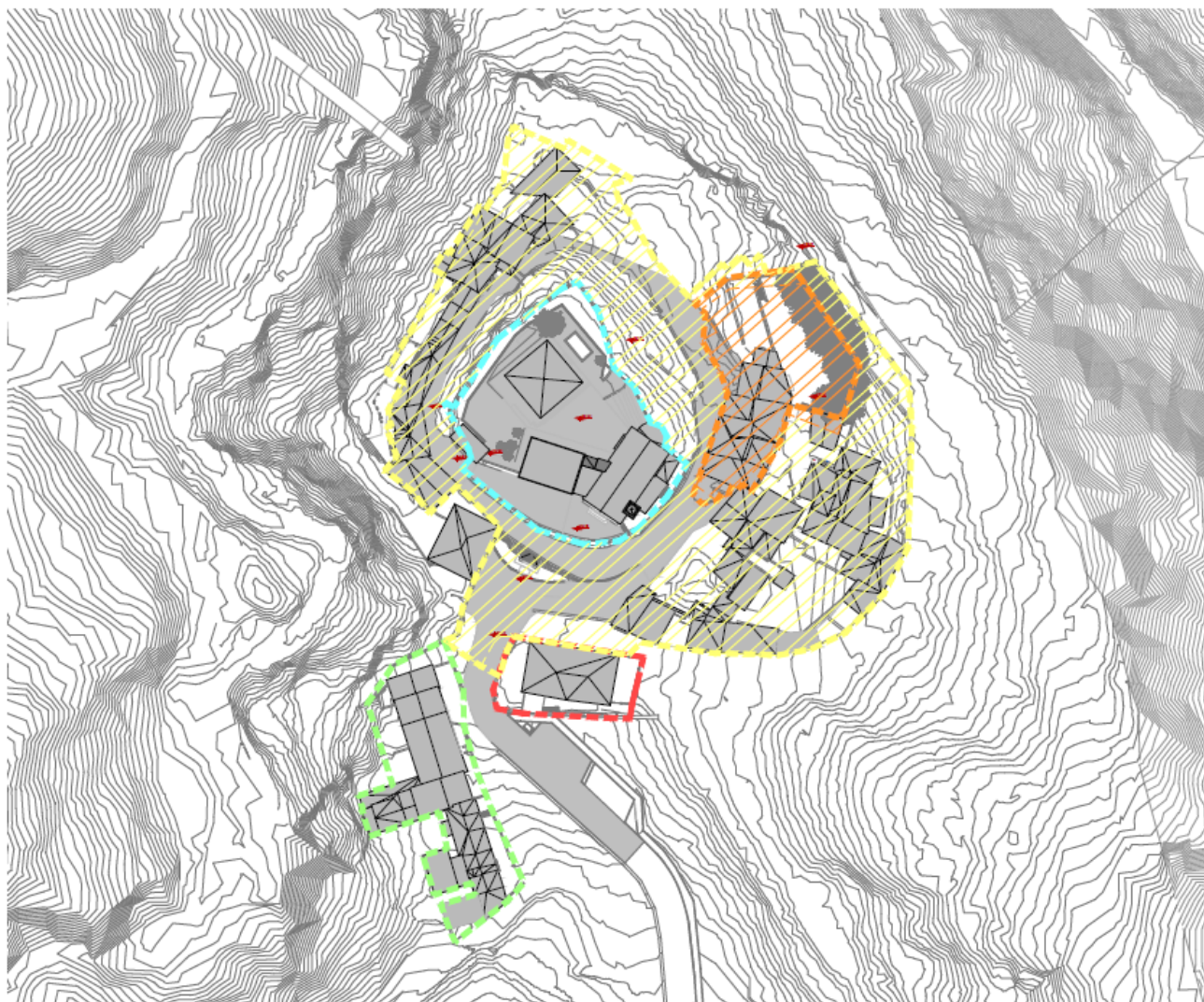


*Rilievo dell'area di interesse redatto per la progettazione del caso*

Il progetto di recupero del borgo di Castelnuovo D'Avane rappresenta una componente fondamentale all'interno della più ampia strategia di riqualificazione del territorio ex minerario, che il Comune ha progressivamente implementato nel corso degli anni. In sintesi, il progetto di riqualificazione del borgo di Castelnuovo dei D'Avane mira a promuovere uno sviluppo sostenibile e integrato del territorio, attraverso un'azione sinergica tra le diverse componenti socioeconomiche e ambientali, al fine di garantire un futuro più prospero e di qualità per le comunità locali e per le generazioni future.

Gli interventi ipotizzati nel presente PFTE comprendono i lotti 2A, 2B e 4 la cui estensione planimetrica è rappresentata nella raffigurazione che segue.

# PLANIMETRIA RILIEVO CON PERIMETRO D'INTERVENTO E LOTTI DI PERTINENZA



-  LOTTO FUNZIONALE 1
-  LOTTO FUNZIONALE 2A
-  LOTTO FUNZIONALE 2B
-  LOTTO 3
-  LOTTO 4

*Distribuzione areale dei lotti di intervento*

Tema centrale è rappresentato dalla mobilità generale e da un'idea sostenibile di utilizzo futuro del borgo.

Si propone la realizzazione di due piccoli parcheggi di scambio e movimentazione a ridosso del borgo, che permettano solo soste limitate per residenti, scarico merci, utilizzo per sosta di mezzi di soccorso: P a valle della Casa Andrea del Sarto e P1 sul lato nord che affaccia sulla vallata sottostante (vedi rappresentazione nel master plan di progetto).



## INDIVIDUAZIONE INTERVENTO E SCHEMATIZZAZIONE DEI VINCOLI PRESENTI-

PRESENTE NEL DOCUMENTO DI INDIRIZZO ALLA PROGETTAZIONE DA BANDO DI GARA



o o o o o VINCOLO PAESAGGISTICO DI CUI ALL'ART. 142, COMMA 1 DEL D.LGS. 42/2004 - COMMA B) E C)

■ AREA NON OGGETTO DI INTERVENTO

■ VERIFICA DI INTERESSE CULTURALE DI CUI ALL'ART. 12 DEL D.LGS 42/2004

■ AREA RECUPERO RIQUALIFICAZIONE (ART.33 RE)

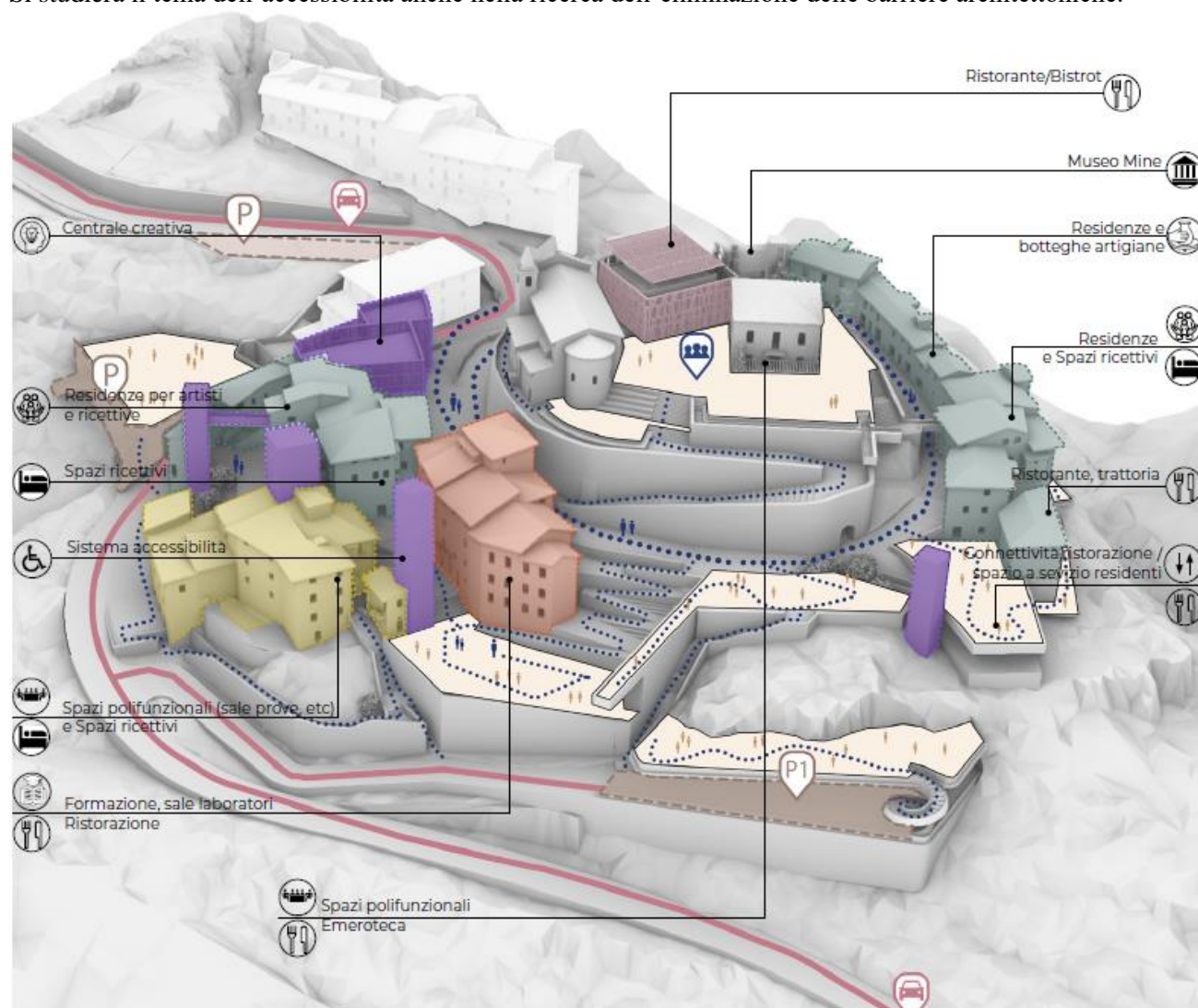
● ● ● ● ● IMMOBILI TUTELATI AI SENSI DELL'ART. 10, COMMA 1 DEL D.LGS. 42/2004, MEDIANTE PROVVEDIMENTO DI TUTELA DELLA DIREZIONE REGIONALE PER I BENI CULTURALI E PAESAGGISTICI DELLA TOSCANA N. 395/2009 - PROT. 13040 DEL 15/10/2009

*Rappresentazione spaziale dei vincoli sovraordinati*

Il primo intervento previsto riguarderà il lotto 2B dove verrà ricreato un sistema di percorsi interni al borgo necessari a creare una movimentazione diversificata a sostegno delle varie e diverse funzioni previste.

A livello edificatorio si ipotizza un sostanziale mantenimento delle murature esterne esistenti per gli edifici che lo permettono, parziali demolizioni in alcuni in pessimo stato di degrado e nuove edificazioni in

sostituzione di edifici ormai crollati anche nel non rispetto della sagoma.  
Si studierà il tema dell'accessibilità anche nella ricerca dell'eliminazione delle barriere architettoniche.



## LEGENDA

- ..... PERCORSO PRINCIPALE
- ..... PERCORSI PEDONALI
- VIABILITÀ CARRABILE

- BELVEDERE
- EDIFICI DA DEMOLIRE E RICOSTRUIRE (anche non nel rispetto della sagoma)
- EDIFICI DA RISTRUTTURARE
- PARCHEGGI ESISTENTI
- PARCHEGGI NUOVI DI SCAMBIO
- EDIFICI NUOVA COSTRUZIONE (anche non nel rispetto della sagoma)
- INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI
- EDIFICIO VINCOLATO

*Masterplan del progetto di recupero del Borgo*

Le nuove funzioni, pensate per il lotto 2B e 2A saranno legate a spazi ricettivi; foresterie; diversificati sistemi di ristorazione e accoglienza (trattorie, locande, bistrot); residenze, laboratori artigiani e studi; gallerie d'arte, spazi polifunzionali, luoghi di produzione e creazione musicale e artistica (sale registrazione, sale prove, spazio sound sfera, spazi di esibizione e studio); residenze per gli stessi artisti; social housing; edifici per la formazione artistica, la produzione e il sostegno di innovazione.

Un nuovo percorso anulare al borgo, una delle prime priorità di intervento nel lotto 2B, sarà realizzato in affaccio sull'area "crepaccio" così carica, anche lei, di profonda memoria evocativa per l'intero borgo.

Nel primo lotto 2B di intervento si realizzeranno, sempre in maniera prioritaria, i percorsi di collegamento alla piazza sommitale sul lato lago, con a costruzione anche di contrafforti funzionali al sostegno del terreno e di un sistema di piazze a quote diversificate, luoghi per un visone nuova del territorio circostante. Un nuovo sistema di percorsi e di movimentazione nel borgo sarà la chiave fondamentale di lettura dell'intero progetto.

A seguire il lotto 2A. Progetto dell'edificio vincolato dell'ex asilo, dove si prevedono di inserire alcune "funzioni formative", legate alla memoria dello stesso, e in stretto contatto con le nuove attività artistiche presenti nel borgo e che verranno nel tempo implementate.



#### 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI

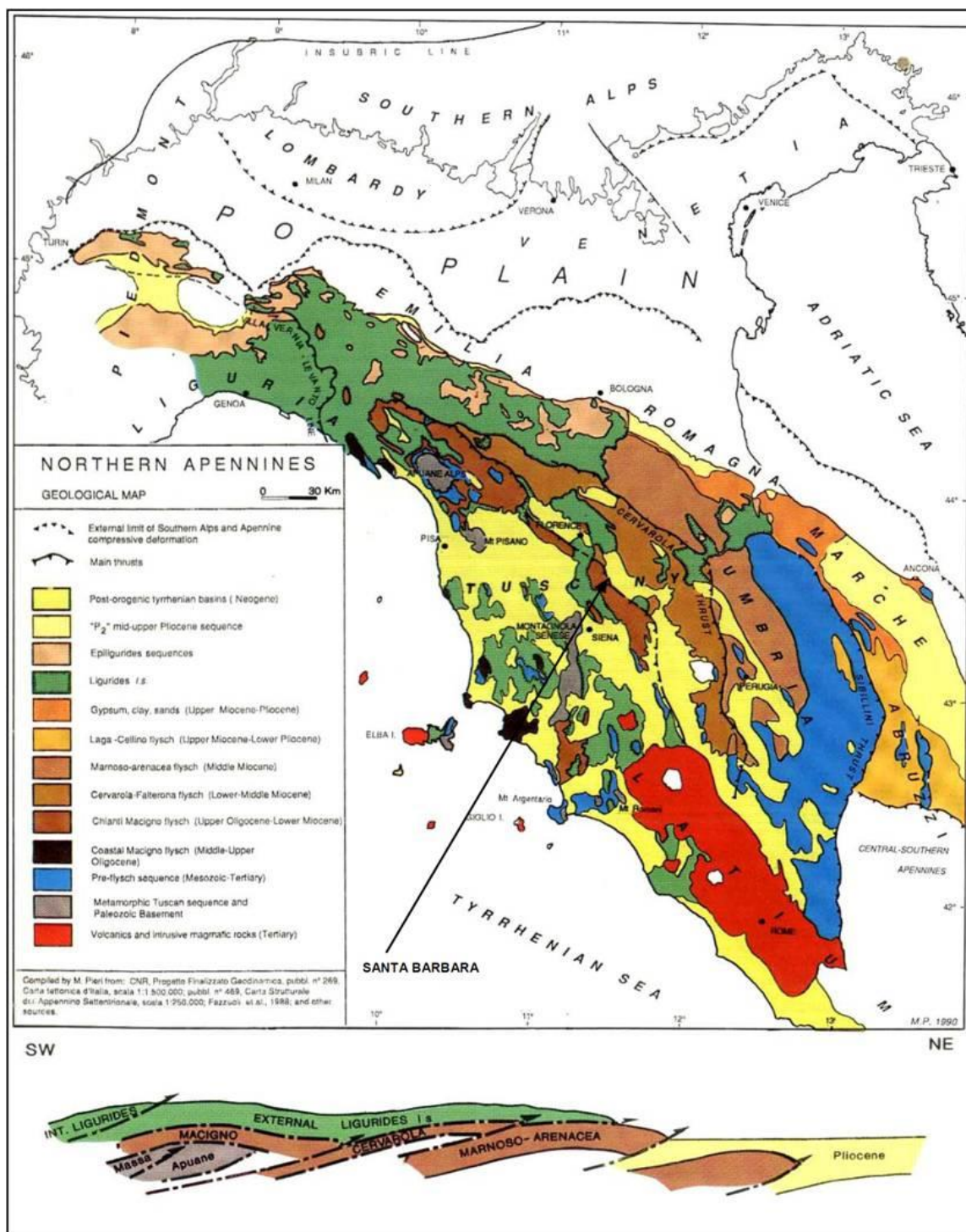
Dal punto di vista geologico, l'area dell'intervento si trova in posizione marginale del bacino plio-quadernario del Valdarno superiore che rappresenta uno dei principali bacini intermontani dell'Appennino settentrionale. Questo ha una forma allungata in direzione nordovest - sudest (direzione strutturale "appenninica") per circa 30 km di lunghezza complessiva e circa 15 km di ampiezza ed è delimitato dai rilievi strutturali corrispondenti alla dorsale del Pratomagno a nordest e dei Monti del Chianti a sudovest.

Verso sudest e nordovest è delimitato da soglie tettoniche trasversali che lo separano dagli attigui bacini di Arezzo-Val di Chiana e Firenze – Prato - Pistoia (soglia di Incisa – Rignano) rispettivamente corrispondenti a loro volta a due lineamenti trasversali principali noti in letteratura come Linea Piombino – Faenza e Linea Follonica Val Marecchia.

L'asse di drenaggio principale è costituita dal fiume Arno che scorre longitudinalmente (da sudest verso nordovest) per tutta la lunghezza del bacino ricevendo le acque degli affluenti provenienti dalle dorsali perimetrali.

Il bacino del Valdarno superiore si inquadra come una depressione tettonica (graben) nel contesto della strutturazione recente dell'Appennino settentrionale, una catena orogenica costituita da un impilamento di unità tettoniche sovrascorse l'una sull'altra (Boccaletti et al., 1999; Principi & Treves, 1984 ) a seguito di movimenti compressivi che, a partire dal Cretaceo Inferiore, hanno portato alla chiusura, da ovest verso est, dell'Oceano Ligure-Piemontese (Abbate et al., 1986) secondo un modello di margine continentale attivo prima e collisionale poi.

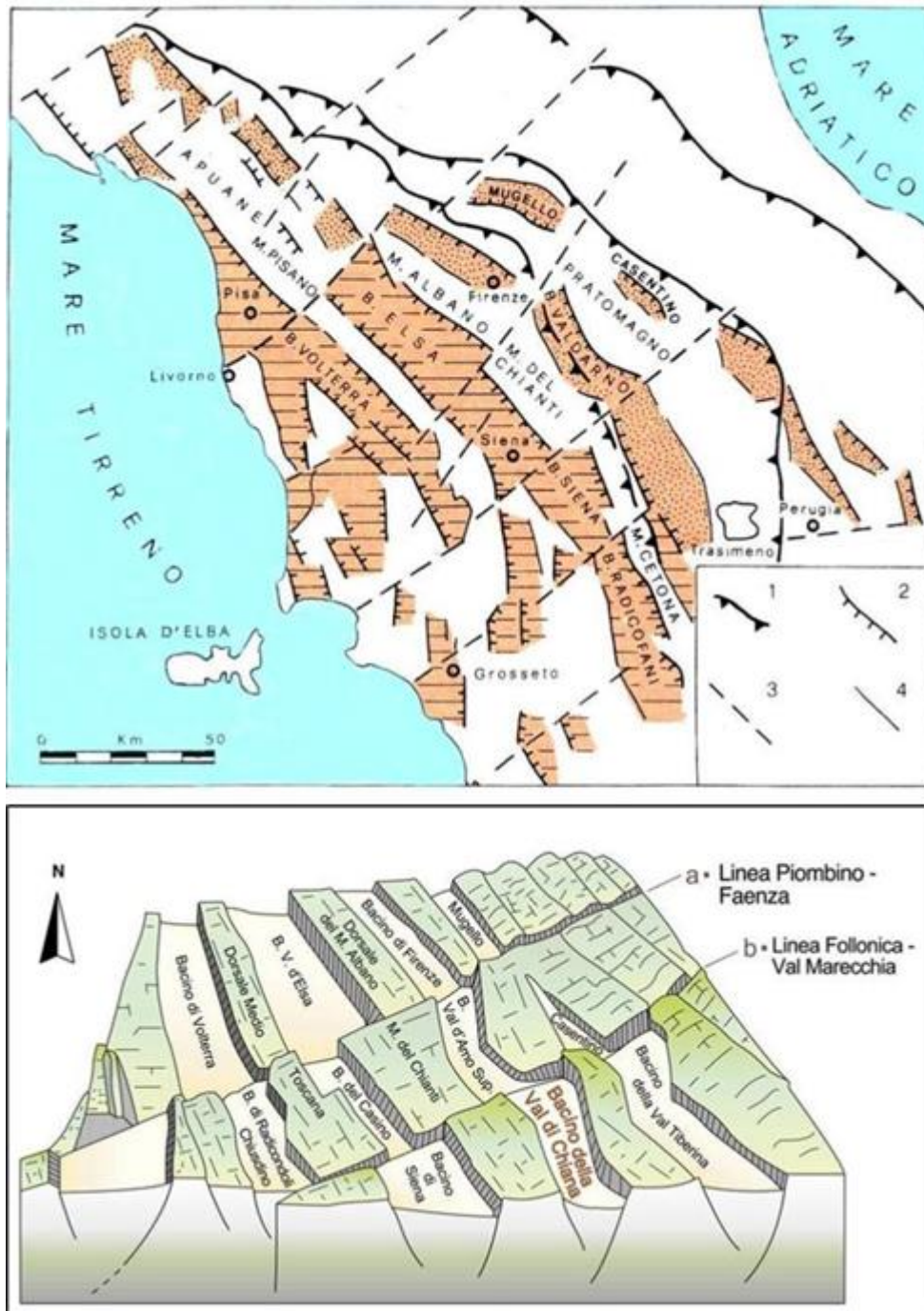
Secondo l'interpretazione classica, dal Tortoniano superiore la fase compressiva si spostò verso l'area umbro-romagnola, mentre nell'area toscana iniziarono movimenti distensivi legati all'apertura del Tirreno che, da occidente verso oriente, si manifestarono con la formazione di ampi bacini di tipo graben e semigraben allungati in direzione nordovest - sudest (Merla, 1951; Boccaletti & Guazzone, 1972; Elter et al., 1975; Boccaletti et al., 1980; Bartolini et al., 1982; Boccaletti et al., 1990; Patacca et al., 1990; Bossio et al., 1998; Martini & Sagri, 1993, Sagri et al., 2004).



*Schema geologico dell'Appennino settentrionale e sezione geologica schematica. Il riquadro nero mostra l'ubicazione approssimativa dell'area mineraria di Santa Barbara.*

Tali bacini, progressivamente riempiti da sedimenti marini o continentali, hanno il loro depocentro sul lato ad est, in corrispondenza di sistemi di faglie normali, a direzione appenninica (nordovest - sudest) e immergenti verso ovest, che tagliano le precedenti superfici di accavallamento ed il cui rigetto supera per la maggior parte dei casi i mille metri (Martini & Sagri, 1993). Sul margine opposto dei bacini sono presenti in alcuni casi sistemi di faglie antitetiche minori, mentre i limiti meridionali e settentrionali coincidono spesso con soglie

definite da linee tettoniche ortogonali alle strutture distensive e che ne interrompono la continuità (Bernini et al., 1990; Bossio et al., 1993).



*Bacini estensionali dell'Appennino Settentrionale dal Miocene superiore al Pleistocene. Figura in alto - Rigato: Bacini centrali (Miocene Superiore – Pliocene Inferiore); Puntinato: Bacini periferici (Pliocene – Pleistocene). 1=Thrust principali; 2=Faglie normali principali; 3=allineamenti tettonici trasversali; 4=faglie normali secondarie (da Bossio et al., 1992). – Il riquadro rosso indica l'area mineraria.*

*La figura in basso mostra l'assetto morfotettonico della strutturazione ad horst e graben ed evidenzia i due lineamenti trasversali che delimitano il Valdarno superiore: la linea Piombino – Faenza (a) e la linea Follonica – Val Marecchia (b).*

Il movimento differenziale delle faglie principali rispetto a quelle secondarie ha portato spesso ad una inclinazione dei depositi di riempimento, solitamente verso est; inoltre, i depositi di riempimento dei bacini presentano eventi erosivi a scala regionale e discordanze angolari, associate all'evoluzione tettonica plio-quadernaria dell'Appennino settentrionale (Bossio et al., 1998; Sagri et al., 1994). I bacini intermontani "periferici" (Martini & Sagri 1993) iniziarono a formarsi nel Pliocene Superiore, tra questi quello del Valdarno superiore (Sagri, 1991; Sagri & Magi, 1992).

In tempi recenti, analisi strutturali effettuate sulle successioni sedimentarie di riempimento dei bacini (Boccaletti et al., 1995; 1996) hanno portato ad individuare l'esistenza di alcuni eventi tettonici a carattere compressivo, riconosciuti su scala regionale, correlabili secondo alcuni Autori alla genesi delle discontinuità e superfici d'erosione che interessano le successioni di riempimento dei bacini e che hanno portato alla definizione di 5 unità a limiti inconformi (UBSU, Unconformity Bounded Stratigraphic Unit). Tali episodi di deformazione, a carattere compressivo, alternati al regime distensivo, sarebbero da collegarsi (Bernini et al., 1990; Boccaletti et al., 1991, 1994; 1995; 1996; Bonini & Sani, 2002) con le fasi di avanzamento dei principali thrust sul fronte esterno della catena e sono stati collocati nel Messiniano, nel Pliocene Inferiore, nel Pliocene Superiore e al passaggio tra Pleistocene Inferiore e Pleistocene medio. Sulla base di questa interpretazione la formazione di alcuni bacini sarebbe da attribuirsi all'attività di thrust profondi, in un generale regime tettonico compressivo (Bernini et al., 1990; Boccaletti et al., 1995; 1996; Bonini & Sani, 2002), mentre le faglie normali sono da considerarsi come l'effetto di "accomodamenti" minori all'attività dei thrust.

Con particolare riferimento al Valdarno superiore, la letteratura geologica presenta una generale uniformità di interpretazioni riguardo alle tre fasi tettoniche che hanno generato il bacino, la prima pliocenica e le altre due pleistoceniche (Cipriani et al., 1977; Sagri, 1991; Ghinassi et al., 2004), e che hanno lasciato testimonianze nella geometria dei depositi di riempimento dello stesso. Ad ogni fase tettonica corrisponde la sedimentazione di un ciclo (indicato come "sintema") di ambiente fluvio-lacustre che si dispone in discordanza angolare sui sedimenti del ciclo precedente. La prima di queste fasi va ad individuare due bacini ristretti a direzione appenninica ubicati nelle zone di Santa Barbara e Palazzolo. I sedimenti riferibili a questi due bacini sono gli unici affioranti ma le risultanze dei sondaggi condotti durante il lungo periodo di attività mineraria lasciano ipotizzare la presenza di altri bacini, sepolti sotto i depositi più recenti, e sede di deposizione di lignite (es. area di Ricasoli). In queste depressioni, nel corso del Pliocene medio, si deposero i sedimenti riferiti al Sintema di Castelnuovo, inizialmente caratterizzati da conglomerati e sabbie di ambiente fluviali e di conoide (Conglomerati e Sabbie di Spedalino, CSS) e poi costituiti da una potente successione di limi e argille ricche in materia organica (Argille di Meleto, AME) depositi in una fase di forte subsidenza del bacino che diviene sede di una torbiera prima e di un bacino lacustre poi. Il lago pliocenico viene progressivamente colmato dai depositi sabbiosi riferibili ad un sistema deltizio progradante (Sabbie di San Donato, SDD) che chiudono questo primo ciclo sedimentario e vanno incontro ad una fase di emersione che porta allo sviluppo di un'ampia superficie erosiva.

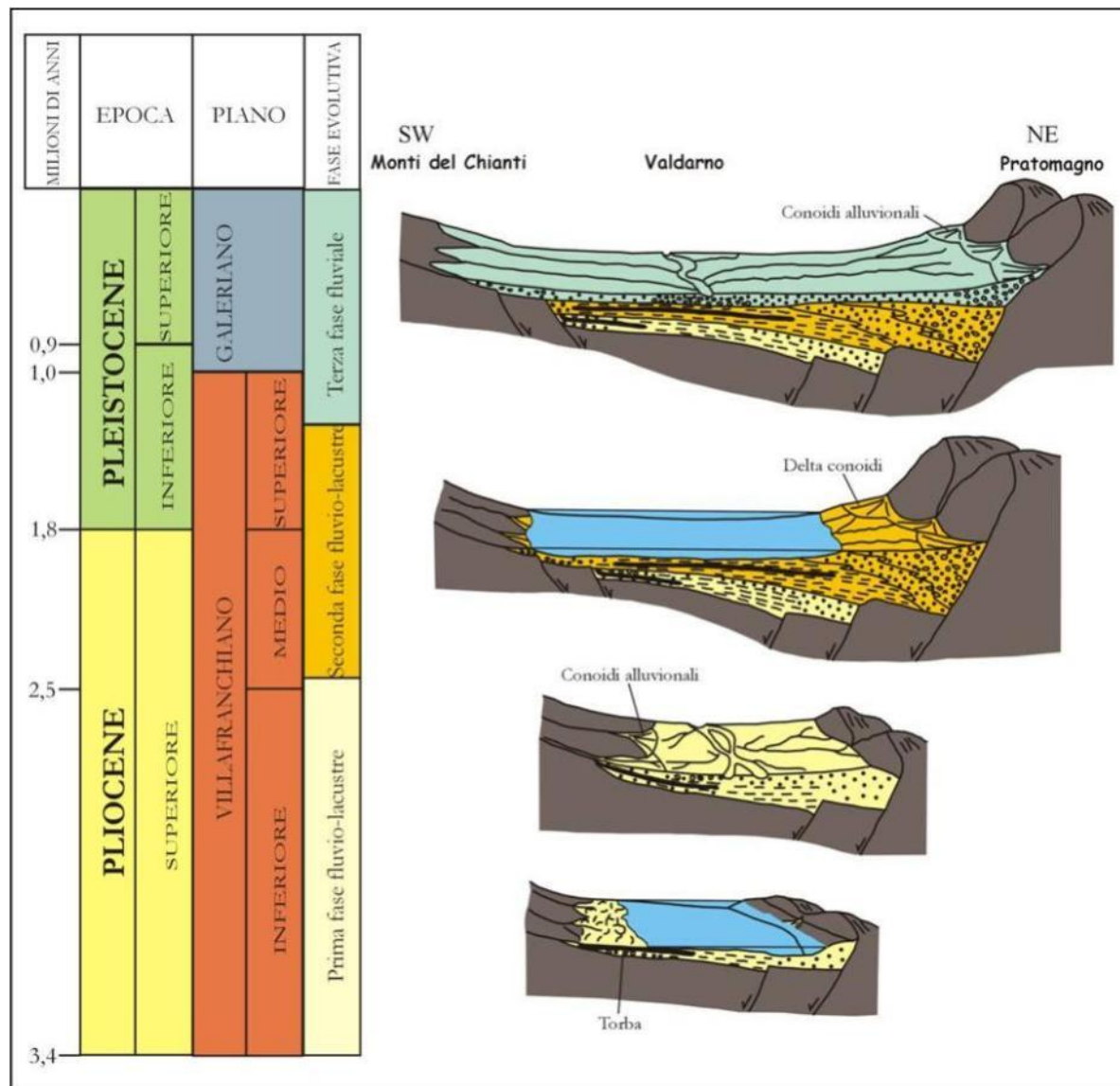
Con la ripresa della sedimentazione, a partire dal Pliocene terminale e per tutto il Pleistocene inferiore, si ha la deposizione di una successione di ambiente fluvio-lacustre e di delta-conoide (Sintema di Montevarchi). Il terzo ed ultimo evento tettonico, databile al Pleistocene medio, porta alla deposizione dei depositi che costituiscono il Sintema di Monticello-Ciuffenna, riferibili allo sviluppo di un vasto sistema fluviale (Paleo-Arno) e di importanti apparati di conoide alluvionale, soprattutto sul lato nordorientale dove venivano alimentati dai corsi d'acqua provenienti dal Pratomagno (Billi et al., 1991). Circa 15.000 anni fa l'incisione fluviale delle soglie di Incisa e Rignano determina l'arresto del ciclo di deposizione dando inizio ad un'intensa attività erosiva.

Una efficace rappresentazione degli eventi tettonico-deposizionali e della successione dei cicli sedimentari nel Valdarno Superiore è fornita da Bossio et al. (1992) che schematizzano la distribuzione dei paleo-ambienti nel contesto della tettonica distensiva plio-quadernaria.

Interpretazioni alternative circa la genesi del bacino valdarnese sono state avanzate a partire dagli anni '90 a seguito di analisi strutturali effettuate su alcune successioni di riempimento di bacini intermontani che hanno evidenziato l'esistenza di eventi tettonici a carattere compressivo riconosciuti a scala regionale e correlabili alle discontinuità che definiscono i diversi sintemi (UBSU, Unconformity Bounded Stratigraphic Units, Boccaletti et al., 1995, , 1996). La tettonica compressiva è connessa con l'avanzamento dei principali thrusts



sul fronte esterno della catena e presenta i momenti di massima attività nel Messiniano, nel Pliocene inferiore, nel Pliocene superiore ed al passaggio Plio-Pleistocene (Bernini et al., 1990; Boccaletti et al., 1991, 1994, 1995, 1996; Bonini & Sani, 2002). L'attività dei thrusts principali si contestualizza in un regime di tettonica compressiva dove le faglie normali, osservabili in affioramento e riconosciute attraverso indagini, rappresentano l'effetto di movimenti secondari di accomodamento locale.



*Evoluzione del bacino fluvio-lacustre del Valdarno Superiore del Pliocene superiore al Pleistocene superiore (da Bossio et al., 1992, modificata).*

Rispetto agli schemi precedenti, che fanno chiaro riferimento alla genesi del bacino valdarnese per effetto della tettonica distensiva configurandolo come un graben asimmetrico nel contesto dei Bacini Neogenici Periferici dell'Appennino settentrionale, nelle figure da 8 a 11 a si riporta il quadro di riferimento e le principali fasi descritte da Boccaletti et al. (1995, 1996) e Bonini (1999) secondo un modello evolutivo che inquadra il bacino valdarnese in un contesto di tettonica compressiva. Nelle figure si evidenzia le osservazioni degli Autori in merito alle deformazioni mesoscopiche a carattere compressivo (pieghe e faglie inverse) ed alle ampie pieghe con vergenza N-NE e direzione parallela al margine del bacino

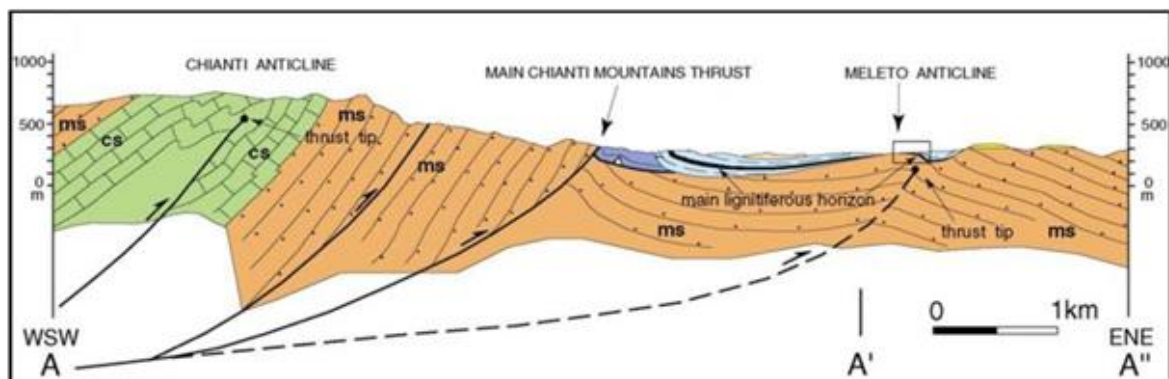


Figura 8 - Quadro di riferimento del modello compressivo per la formazione del bacino del Valdarno Superiore (da Bonini, 1999).

Le fasi deformative individuate dagli Autori sulla base delle evidenze geologiche sono tre e corrispondono, nei tempi e nelle rispettive successioni sedimentarie, a quelle precedentemente descritte. La prima fase vede l'impostazione del bacino nella depressione morfologico-strutturale impostata lungo l'accavallamento di due unità tettoniche corrispondenti alla Falda Toscana ad ovest ed all'Unità Falterona-Cervarola ad est.

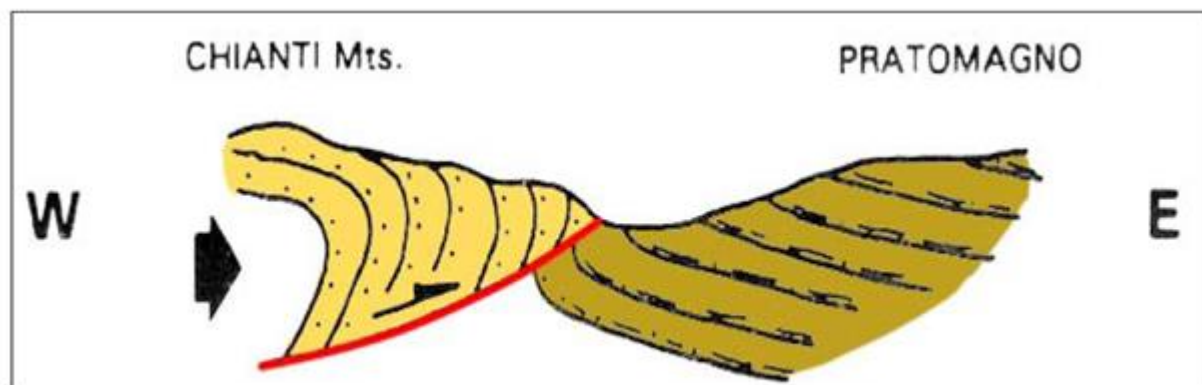


Figura 9 - Prima fase deformativa compressiva del Pliocene medio (da Boccaletti et al., 1996).

L'assetto molto inclinato della stratificazione dei depositi pliocenici (Argille di Meleto in particolare) presso il margine sudoccidentale del bacino e la generale geometria a sinforme di questi, è legata al sollevamento del margine stesso durante il Pliocene superiore per effetto dell'attivazione del thrust basale (seconda fase deformativa) che determina la deformazione dei depositi del I Ciclo e la formazione dell'ampia superficie erosiva di tetto.

Tale episodio deformativo trova riscontro con l'evento a scala regionale del Pliocene superiore descritto da Bernini et al., 1990; Boccaletti et al., 1991, 1994, 1995, 1996; Bonini & Sani, 2002 e che ha interessato ampie porzioni dell'Appennino settentrionale.

Un terzo episodio compressivo, collocato al limite Pleistocene inferiore-Pleistocene medio e riconosciuto a scala regionale, determina un ampliamento del bacino e la deposizione dei sedimenti del terzo ciclo (Sintema di Monticello-Ciuffenna) in lieve discordanza sui precedenti. In questa fase la sedimentazione appare tuttavia controllata dall'attività delle faglie dirette del Pratomagno.



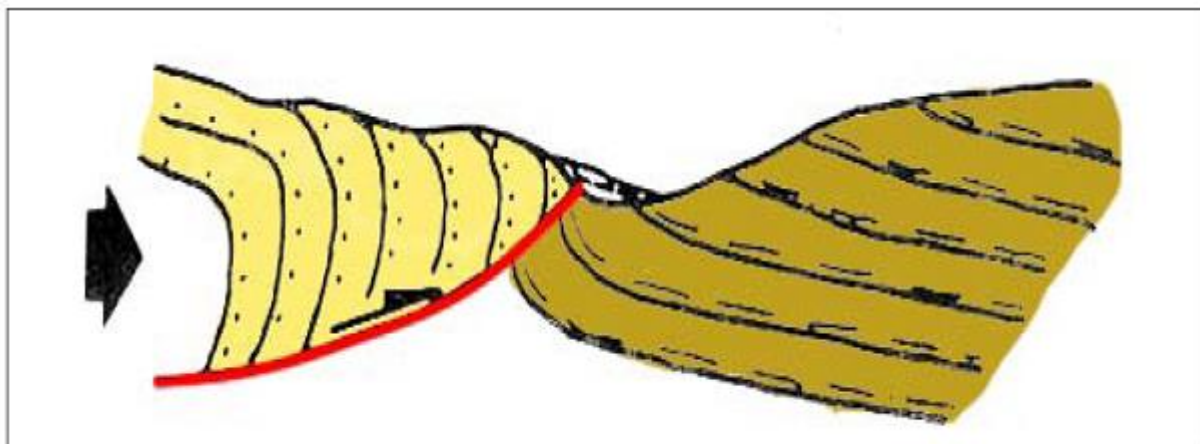


Figura 10 - Seconda fase deformativa compressiva del Pliocene superiore (da Boccaletti et al., 1996).

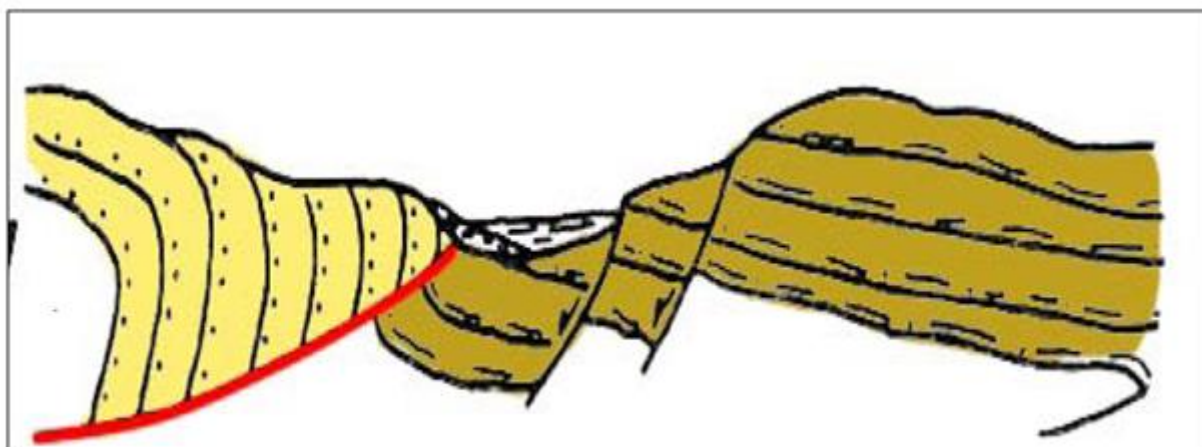


Figura 11 - Terza fase deformativa del Pleistocene inferiore-medio (da Boccaletti et al., 1996).

Una sintesi dei modelli strutturali del bacino è fornita da Ghinassi & Sagri (2013).

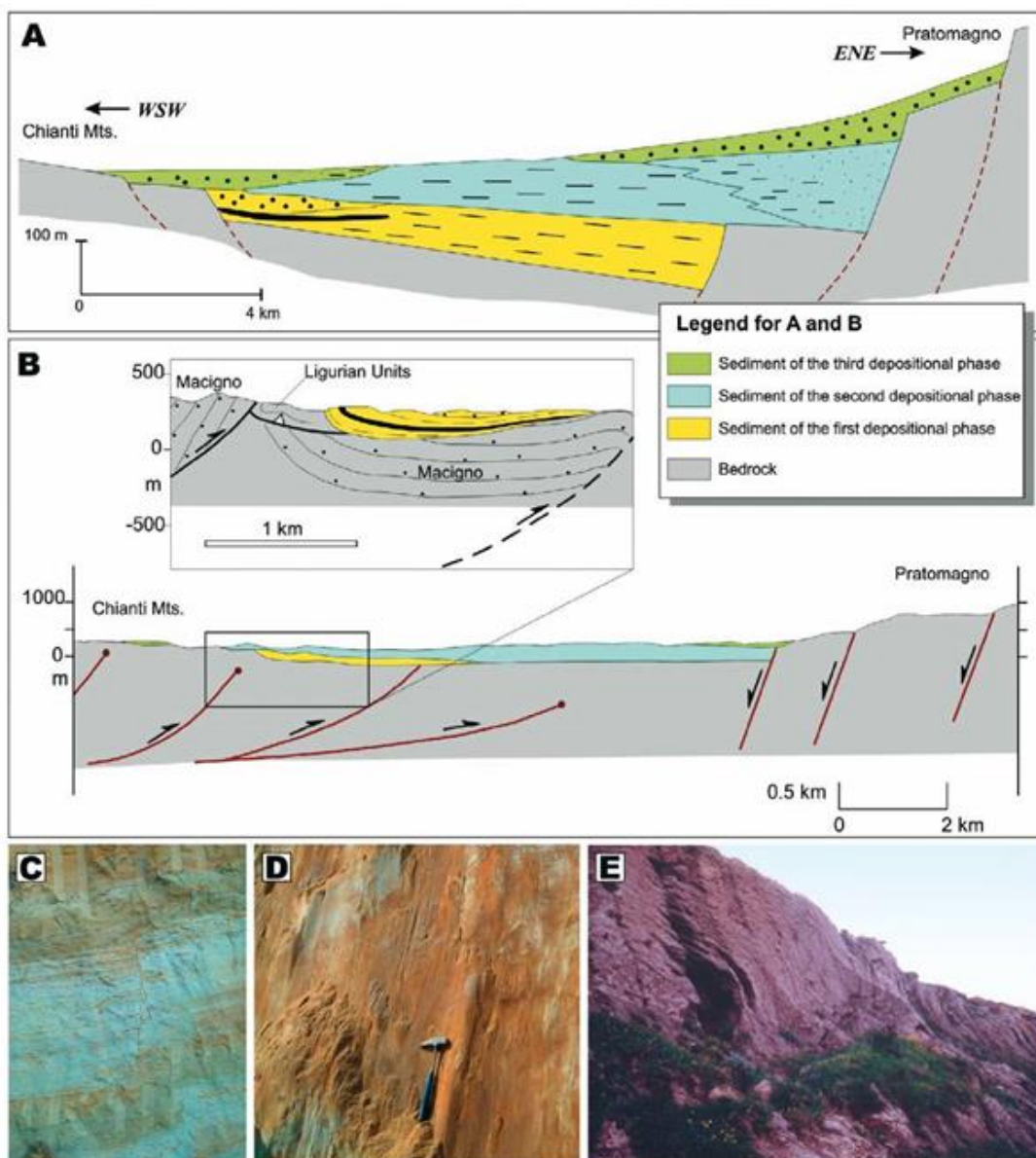


Figura 12 – Modelli strutturali di sviluppo del bacino del Valdarno superiore: (A) modello strutturale classico con semigraben (Martini & Sagri, 1993) con Master fault ubicata al fronte della dorsale del Pratomagno; (B) modello di Bonini (1999) che associa le deformazioni dei depositi di riempimento del bacino lungo il margine SO ad un regime tettonico compressivo; (C) faglie normali sin-sedimentarie nelle sabbie fluviali ed eoliche affioranti nei dintorni di S. Giovanni Valdarno; (D) strie lungo uno specchio di faglia diretta che disloca le sabbie fluviali ed eoliche mostrate nel quadro C; (E) pieghe che interessano i depositi lacustri nell'area di Santa Barbara.

Le rocce che costituiscono la catena, nonché il substrato della successione plio-quadernaria, si sono sedimentate nei domini paleogeografici comprendenti l'Oceano Ligure-Piemontese (Dominio Ligure), il margine continentale africano (Dominio Toscano e Umbro-Marchigiano) ed una fascia di transizione interposta tra questi (Dominio Sub-Ligure). L'Oceano Ligure-Piemontese si è aperto a seguito della fase di rifting del Triassico superiore ed è stato suturato nell'Eocene medio. La chiusura si è sviluppata secondo un modello geodinamico di margine attivo, con la crosta oceanica subdotta sotto il Blocco Sardo-Corso e vergenza orientale delle strutture (Principi & Treves, 1984).

Le unità tettoniche coinvolte nella deformazione della catena e che si ritrovano affioranti nell'area del Chianti - Valdarno Superiore - Pratomagno sono le Unità Toscane (Falda Toscana, Unità Falterona - Cervarola, riferibili al Dominio Toscano) e le Unità Liguri (Unità Morello, afferente al Dominio Ligure Esterno). In

questa porzione di Appennino settentrionale affiorano estesamente terreni riferibili alle unità Subliguri ed Epiliguri, nonché le Unità Romagnole del margine esterno della catena, ciascuna di queste inquadrabile nel contesto dei Domini paleogeografici ed occupante oggi una precisa posizione nella pila strutturale orogenica. In Figura 13 è mostrato l'inquadramento geologico regionale riportato nel Foglio CARG 276-Figline Valdarno (di cui mostra l'ingombro) della Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (ISPRA, in stampa). Si può osservare la distribuzione areale delle unità sopra descritte in un'ampia porzione della Toscana orientale.

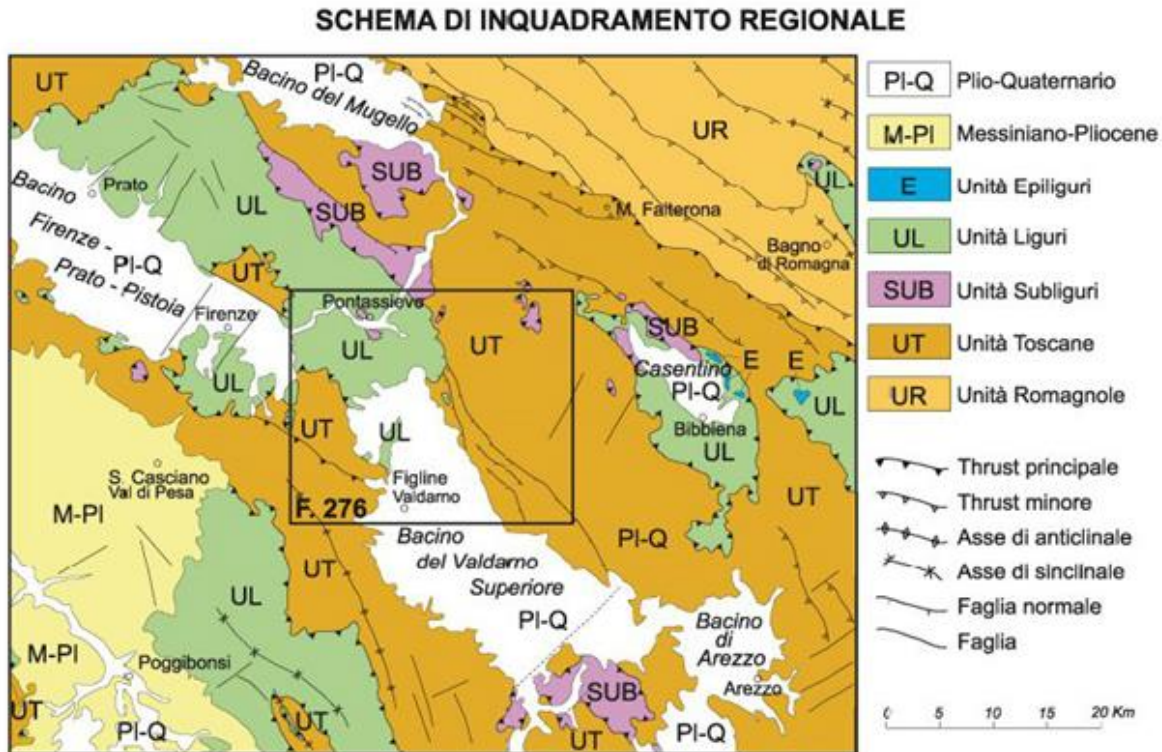


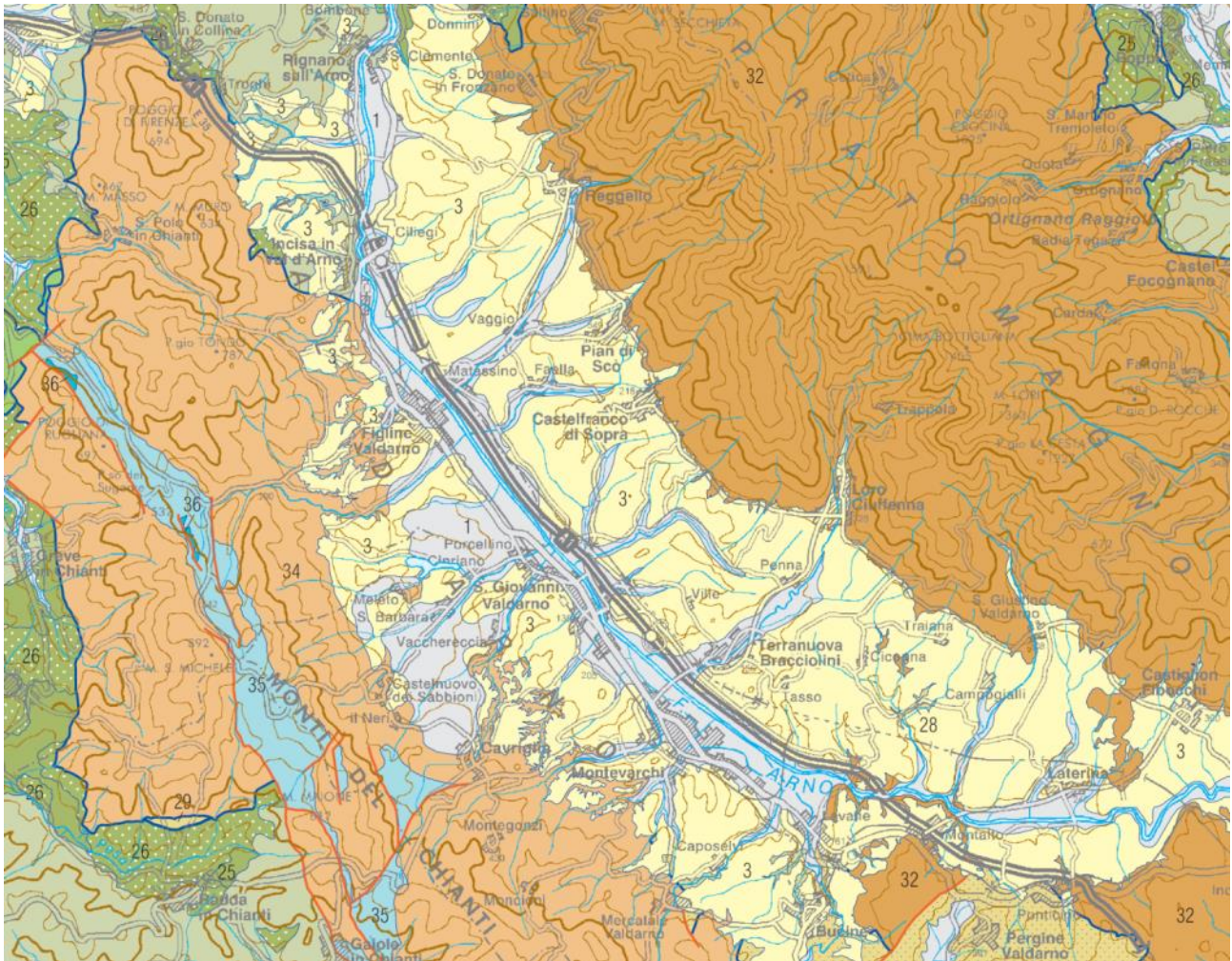
Figura 13 - Schema di inquadramento regionale riportato nel Foglio CARG 276-Figline Valdarno della Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (ISPRA, in stampa). Il riquadro rosso indica l'area di studio del presente lavoro.

La Falda Toscana è presente sui Monti del Chianti con i suoi termini giurassici e cretacei in limitati affioramenti nei pressi di Cintoia ed a sud dell'abitato di Dudda (36), mentre la successione cretaceo-terziaria della Scaglia Toscana (Argilliti di Brolio, Marne del Sugame, Argilliti di Dudda, Calcareni di Montegrossi ed Argilliti di Cintoia, 35) caratterizza la gran parte del crinale. È la formazione del Macigno (Oligocene sup. – Miocene inf., 34) che costituisce però la maggior parte del massiccio chiantigiano, estendendosi sia sul fianco occidentale dello stesso, sia sul versante valdarnese dove forma il margine sudoccidentale del bacino plio-quaternario stesso. Il margine nordorientale del bacino è invece definito dalle formazioni torbiditiche mioceniche dell'Unità Falterona – Cervarola (Arenarie del Falterona, 32) che costituiscono il massiccio del Pratomagno.

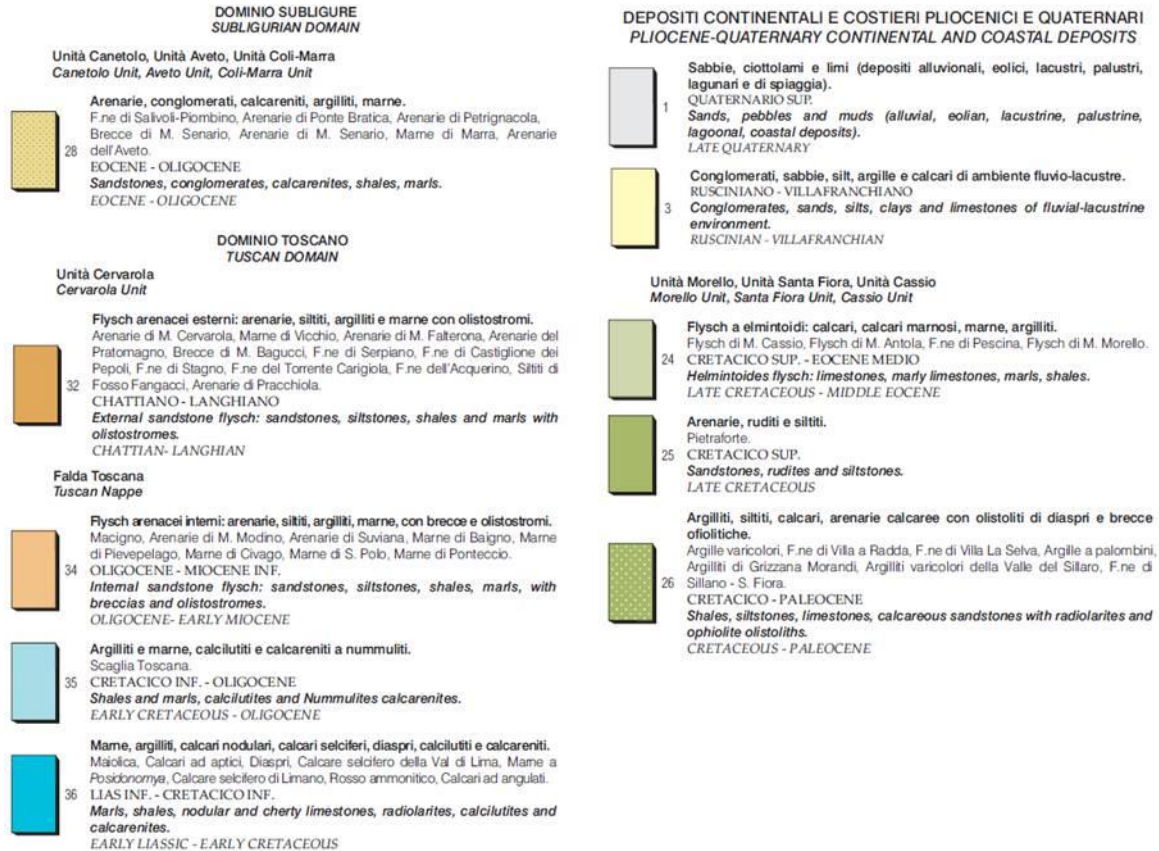
La Falda Toscana è presente sui Monti del Chianti con i suoi termini giurassici e cretacei in limitati affioramenti nei pressi di Cintoia ed a sud dell'abitato di Dudda (36), mentre la successione cretaceo-terziaria della Scaglia Toscana (Argilliti di Brolio, Marne del Sugame, Argilliti di Dudda, Calcareni di Montegrossi ed Argilliti di Cintoia, 35) caratterizza la gran parte del crinale. È la formazione del Macigno (Oligocene sup. – Miocene inf., 34) che costituisce però la maggior parte del massiccio chiantigiano, estendendosi sia sul fianco occidentale dello stesso, sia sul versante valdarnese dove forma il margine sudoccidentale del bacino plio-quaternario stesso. Il margine nordorientale del bacino è invece definito



dalle formazioni torbiditiche mioceniche dell'Unità Falterona – Cervarola (Arenarie del Falterona, 32) che costituiscono il massiccio del Pratomagno.



*Carta Geologica della Toscana a scala 1:250.000 (Carmignani, Conti, Cornamusini, 2012), stralcio relativo all'area del Valdarno Superiore (figura non in scala). Il riquadro rosso indica l'area di studio del presente lavoro.*



*Legenda della Carta Geologica della Toscana a scala 1:250.000.*

La Falda Toscana e le unità del substrato pre-neogenico, lungo la dorsale chiantigiana, costituiscono tre principali elementi strutturali descritti in Cornamusini et al. (2012) e così riassumibili: (i) una anticlinale a scala chilometrica (Anticlinale del Chianti) interessata da più generazioni di faglie dirette ed inverse, al cui nucleo affiorano terreni attribuibili alla Scaglia Toscana e, in misura minore, alla successione mesozoica toscana; (ii) una struttura anticlinalica di secondo ordine (Anticlinale di Grimoli) anch'essa caratterizzata dalla presenza della Scaglia Toscana a nucleo; (iii) un sistema di thrust imbricati che coinvolgono la Scaglia Toscana portandola a sovrascorrere sul Macigno ed indicata o come "Albola-Grimoli Thrust Complex". Tale struttura è interpretata da altri Autori come il fianco di una piega rovesciata e complicata dalla presenza di faglie dirette.

L'Anticlinale del Chianti si presenta come una struttura fortemente asimmetrica, con direzione assiale nord nordovest – sud sudest debolmente inclinata verso sud, per cui i termini più antichi affiorano nel settore settentrionale della catena. Il fianco occidentale della struttura principale ha un involucro planare e debole (verso ovest - sudovest), mentre ad oriente, sul fianco che affaccia verso il Valdarno, si rilevano situazioni complesse con sistemi di pieghe minori est vergenti e settori strutturalmente identificabili per differenti caratteristiche strutturali, delimitati da transversal fault zone (Cornamusini et al., 2012; Pascucci et al., 2007). La porzione di catena chiantigiana che ricade nell'area di studio appartiene al dominio strutturale di Castiglioni – Massa Sabbioni caratterizzato da un fitto sistema di pieghe parassite recumbent.

L'analisi della letteratura geologica specifica ed i sopralluoghi effettuati su affioramenti significativi, hanno permesso di sintetizzare l'evoluzione tettonica della catena chiantigiana nelle seguenti fasi:

- Fase pre-nappe (Ds): in questa fase il bacino di avanfossa è interessato da un sistema sin sedimentario di faglie che ne complica la morfologia condizionando la distribuzione delle facies della Scaglia Toscana. Lineamenti attribuibili a tale fase non sono ad oggi riconoscibili con certezza in campagna ma possono essere dedotti dall'analisi stratigrafica e sedimentologica dei membri della Scaglia Toscana che presentano brusche variazioni latero-verticali e livelli caotici riferibili a porzioni

prossimali di flussi gravitativi. Considerando l'età dei depositi interessati, l'evento Ds può essere riferito all'Eocene – Oligocene inferiore.

- Fase sin-nappe (D1/D1a/D1b): durante questa fase si realizza la strutturazione dell'avanfossa nordappenninica ove si depositano le torbide silicoclastiche che costituiranno la Formazione del Macigno, datata all'Oligocene/Miocene basale. L'evento tettonico principale consiste nel sovrascorrimento delle Unità Liguri sul Dominio Toscano ed il successivo detachment delle Unità Toscane a costituire la Falda Toscana, interessata dalle strutture compressive precoci della fase D1a e tardive della fase D1b. Le strutture attribuibili a questa fase sembrano risentire del condizionamento imposto dalla precedente fase Ds e talora sono interpretate come riattivazioni delle stesse (Cornamusini et al., 2012). In assenza di elementi utili alla datazione di questa fase, si fa riferimento alla precedente fase Ds (pre-nappe) ed alla fase post-nappe, inquadrando l'intervallo utile per la fase D1 tra l'Aquitano superiore ed il Langhiano inferiore (Carmignani et al., 1995; Bossio et al., 1998).
- Fase post-nappe (D2/D2a/D2b): la tettonica estensionale ed il collasso dell'orogene appenninico caratterizzano questa fase evolutiva dell'Appennino Settentrionale (Carmignani & Kligfield, 1990). I lineamenti trasversali della fase Ds, riattivati in questa fase come faglie trascorrenti e/o trasversali, condizionano l'estensione e la sedimentazione nei bacini intermontani almeno durante le fasi plioceniche (Lazzarotto & Liotta, 1991). Considerando l'età e le caratteristiche strutturali delle unità di riempimento dei bacini postcollisionali e con particolare riferimento al caso del Valdarno Superiore, possono essere evidenziati tre eventi tettonici principali nella fase post-nappe. Il primo (D2) con caratteristiche di tettonica estensiva prevalente, riferibile al Miocene superiore/Pliocene superiore (Carmignani et al., 1994); il secondo (D2a) del Pleistocene inferiore vede l'attivazione di faglie a prevalente componente trascorrente destra (Lazzarotto & Liotta, 1991) ed infine un episodio di uplifting (D2b) datato al Pleistocene medio/superiore (Albianelli et al., 1995).

#### **4.1 Stratigrafia della successione fluvio lacustre del Valdarno Superiore**

Il contesto geologico e stratigrafico del Valdarno superiore è caratterizzato in primo luogo dall'esistenza di due gruppi di rocce e sedimenti separati da una superficie di discordanza di primo ordine e che costituiscono rispettivamente le rocce riferibili ai domini paleogeografici descritti in precedenza e coinvolte nelle deformazioni dell'orogene appenninico (Unità Toscane, Unità Liguri) ed i depositi autoctoni sedimentati nel bacino intermontano durante il Plio-Quaternario. Della successione fluvio-lacustre del Valdarno superiore è necessario approfondire gli aspetti stratigrafici, trattandosi di una complessa alternanza di depositi con diverse caratteristiche litologiche e sedimentologiche in virtù degli svariati sub-ambienti di sedimentazione e dei rapporti tra tettonica e clima.

Come detto, la successione fluvio-lacustre del Valdarno superiore, spesso oltre 500 m, si sviluppa in tre fasi successive separate fra loro da discordanze angolari e superfici di erosione estese su tutto il bacino.

Numerosi schemi stratigrafici, prodotti da vari Autori in tempi successivi (Azzaroli & Lazzeri, 1977, Bossio et al., 1992; Albianelli et al., 1995, ecc.) descrivono le relazioni tra i depositi dei diversi sintemi ed all'interno di ogni sintema, trovando numerosi elementi di uniformità interpretativa che permettono di desumere gli elementi principali dell'architettura deposizionale.

La successione fluvio-lacustre del Valdarno superiore è suddivisa formalmente nei tre sintemi già menzionati: il Sintema di Castelnuovo, il Sintema di Montevarchi ed il Sintema di Monticello Ciuffenna, a partire dal più antico.



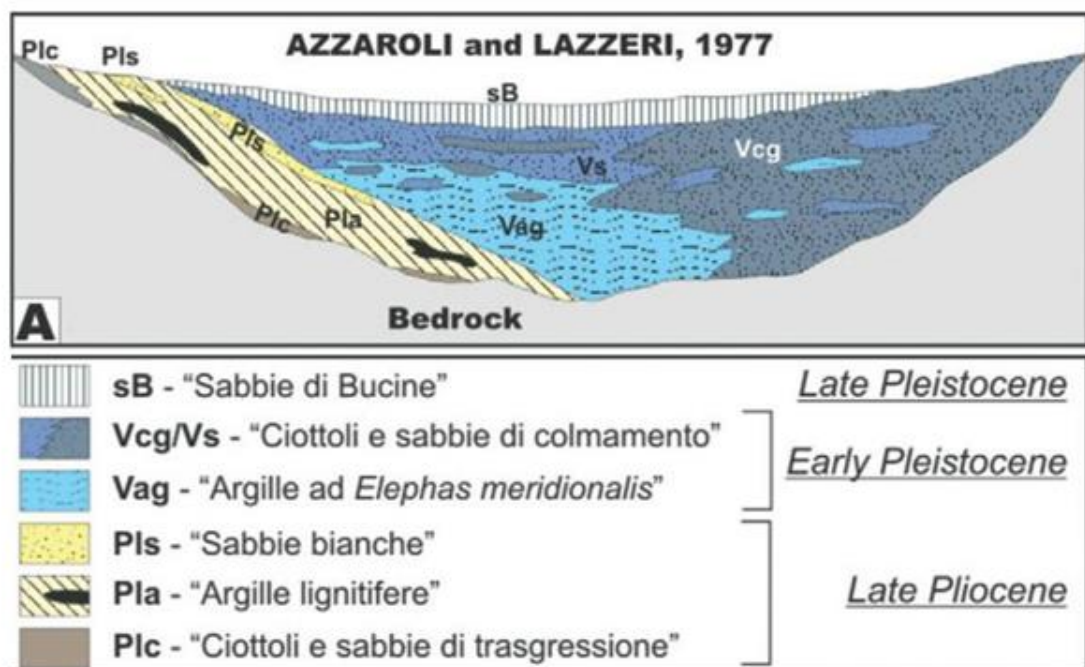


Figura 16 - Stratigrafia dei depositi di riempimento del bacino del Valdarno superiore (Azzaroli & Lazzeri, 1977).

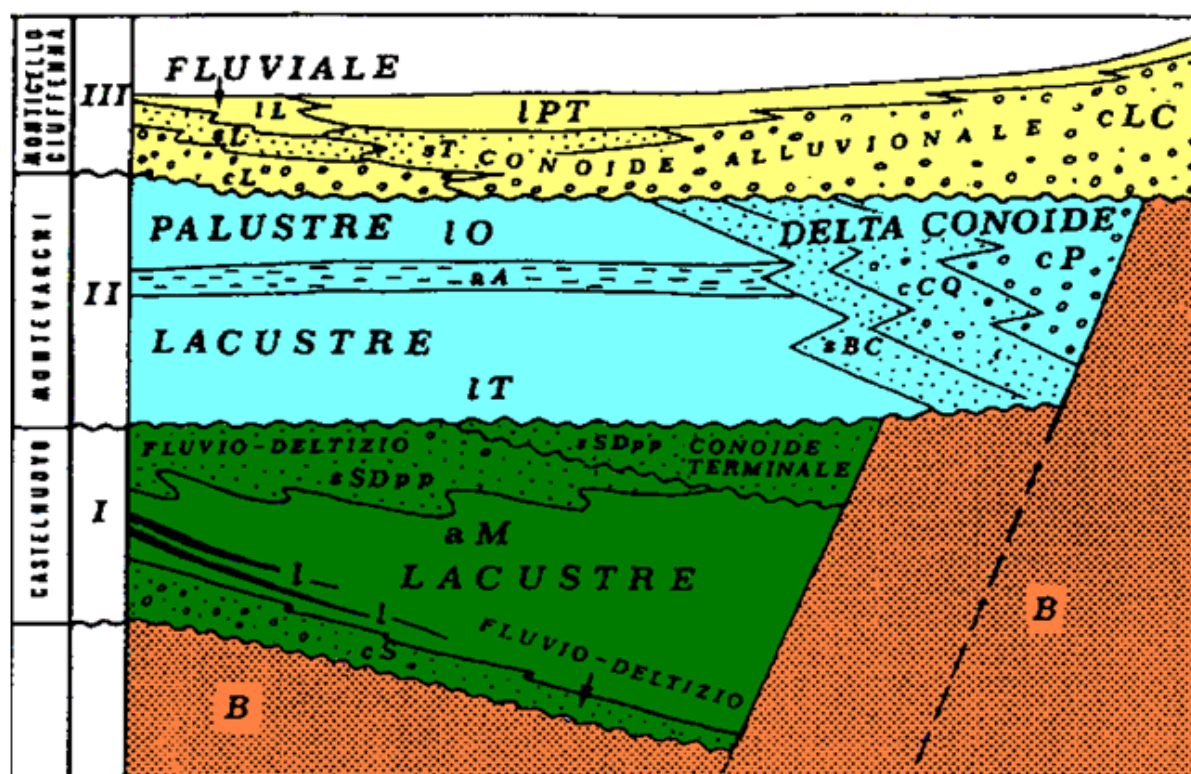


Figura 17 - Schema della successione stratigrafica del Valdarno Superiore (da Bossio et al., 1992. Spiegazione delle sigle: **B**: Bedrock (Arenarie del Macigno e del Falterona-Cervarola); **cS**: Conglomerati e Sabbie di Spedalino; **aM**: Argille di Meleto; **I**: Lignite; **sSDpp**: Sabbie di San Donato; **IT**: Limi di Terranova; **aA**: Argille del Torrente Ascione; **IO**: Limi del Torrente Oreno; **sBC**: Sabbie di Borro Cave; **cCQ**: Conglomerati di Casa la Querce; **cP**: Ciottolami della Penna; **cL**: Conglomerati di Laterina; **cLC**: Ciottolami di Loro Ciuffenna; **sT**: Sabbie del Tasso; **sL**: Sabbie di Levane; **IPT**: Limi di Pian di Tegna; **IL**: Limi di Latereto.

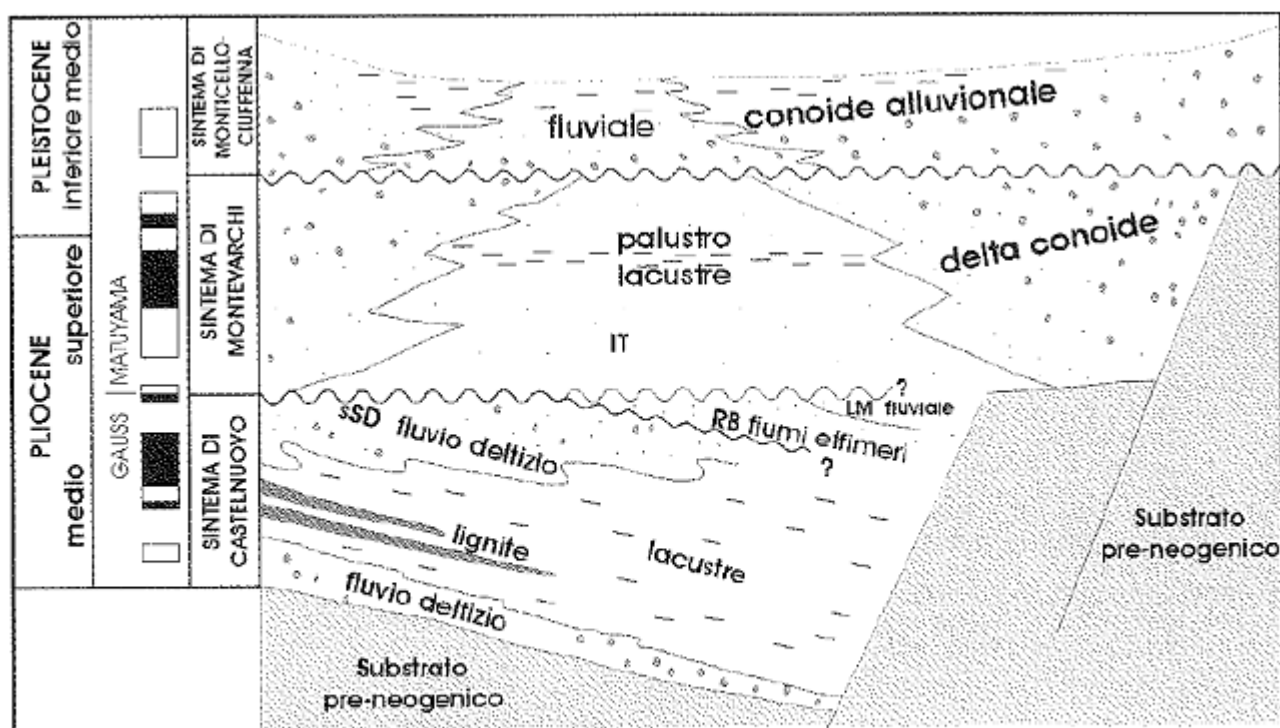


Figura 18 - Schema della successione stratigrafica del Valdarno Superiore (da Albanelli et al., 1995).  
 Spiegazione delle sigle: **SSD**: Sabbie di San Donato; **RB**: Sabbie della Rena Bianca; **LM**: Sabbie e limi di Montecarlo; **IT**: Limi di Terranuova.

# **SUCCESSIONE DEL BACINO DEL VALDARNO SUPERIORE** **SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI**

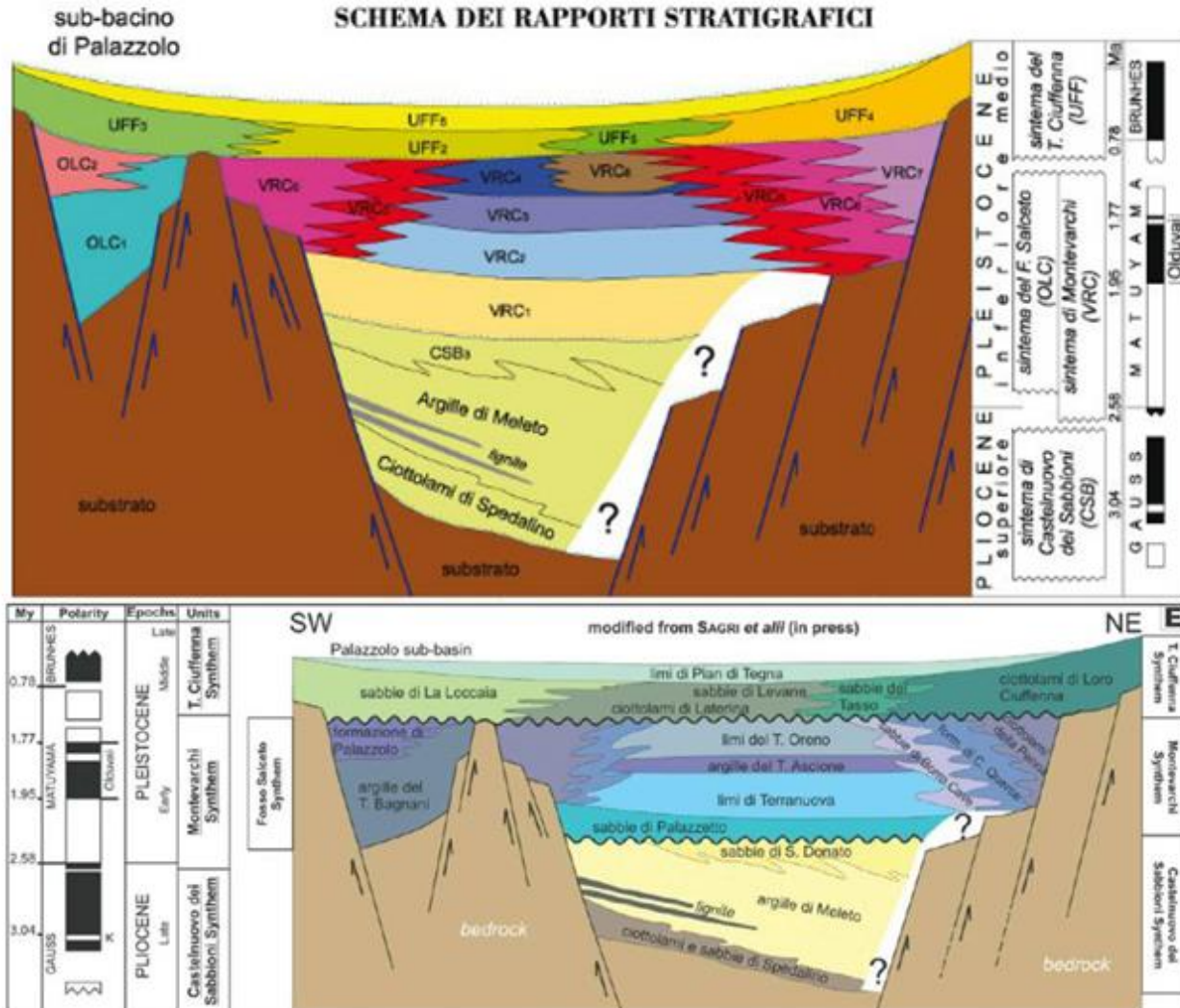


Figura 19 - Schema stratigrafico della successione fluvio-lacustre del Valdarno Superiore proposto nel Foglio CARG 276-Figline Valdarno (Carta Geologica d'Italia a scala 1:50.000, in stampa). Spiegazione delle sigle:  
**CSB3:** sabbie di San Donato; **VRC1:** sabbie di Palazzetto; **VRC2:** limi di Terranuova; **VRC3:** argille del T. Ascione; **VRC4:** limi del T. Oreno; **VRC5:** sabbie di Borro Cave; **VRC6:** ciottolami e sabbie di Casa La Querce; **VRC7:** Ciottolami della Penna; **OLC1:** Argille del T. Bagnani; **OLC2:** formazione di Palazzolo; **UFF2:** sabbie di Levane; **UFF3:** sabbie di La Loccaia; **UFF4:** ciottolami di Loro Ciuffenna; **UFF6:** limi di Pian di Tegna.

Una rappresentazione completa ed efficace dell'architettura stratigrafica e sedimentologica della successione fluvio-lacustre del Valdarno superiore e dei rapporti intercorrenti tra le diverse unità è restituita da Fidolini et al. (2013).



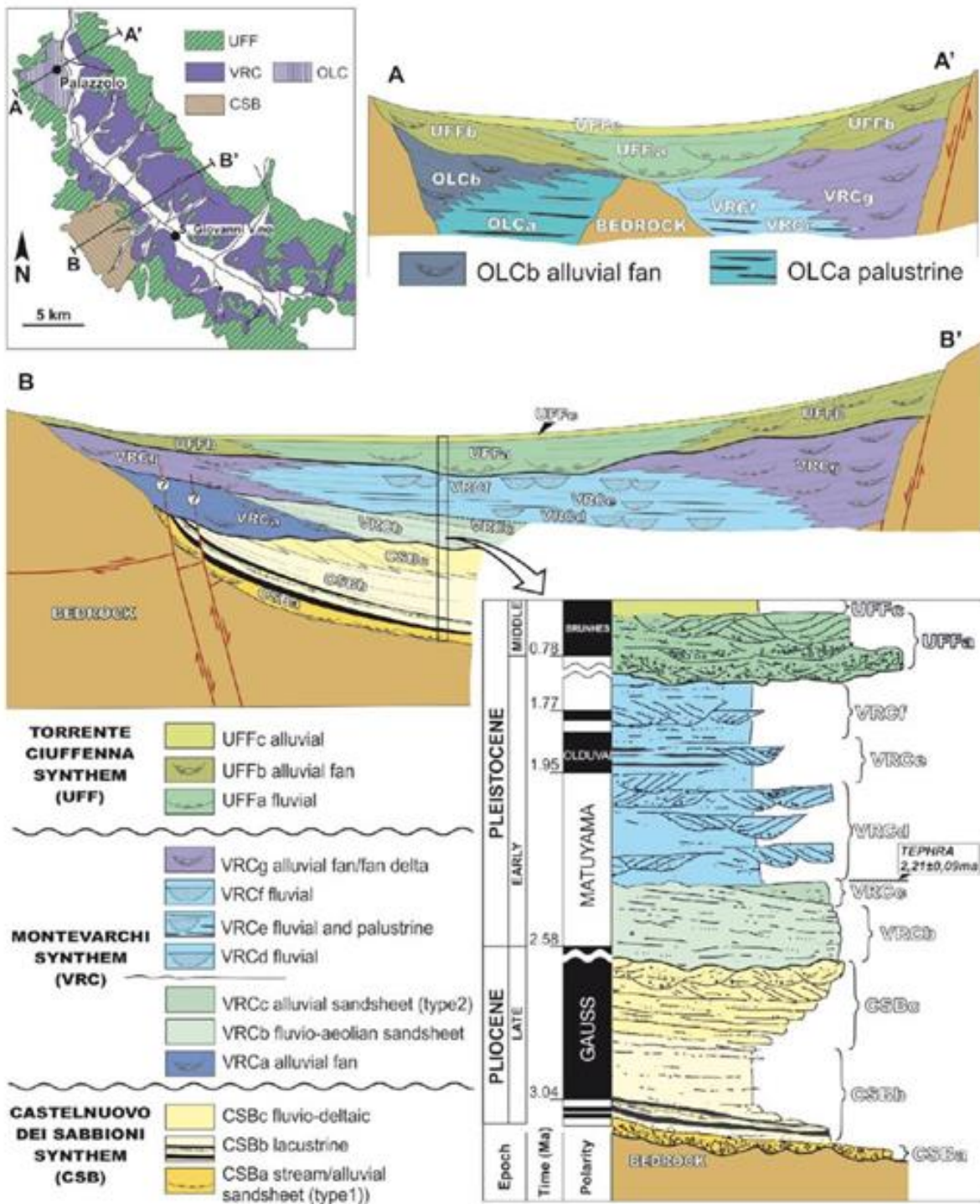


Figura 20 - Schema stratigrafico del Valdarno superiore e del sottobacino di Palazzolo. La calibrazione paleomagnetica mostrata nel riquadro in basso è riferita ad una sezione composta, misurata la porzione assiale del bacino. Le faglie dirette rappresentate nel lato occidentale del bacino dislocano i depositi del sintema di Castelnuovo dei Sabbioni, ma la relazione di queste con i depositi del sintema di Montevarchi e del sintema di Monticello Ciuffenna non sono chiaramente definite (da Fidolini et al., 2013).

Il primo sintema (Sintema di Castelnuovo) copre l'intervallo che va dal Pliocene medio-superiore al Pliocene terminale. I sedimenti che compongono questo sintema sono (dal più antico al più recente): Ciottolami e Sabbie di Spedalino (CSS, ambiente di conoide alluvionale), le Argille di Meleto (AME, ambiente palustre / lacustre con episodi di torbiera) e le Sabbie di San Donato (SSD, ambiente di delta slope / mouth bar).

L'unità dei Ciottolami e Sabbie di Spedalino è costituita da ciottolami massicci, con clasti di Macigno arrotondati di dimensioni fino a 60 cm in abbondante matrice sabbiosa. Verso il tetto le sabbie diventano preponderanti e mostrano frequenti geometrie canalizzate, di dimensioni plurimetriche (fino a 20 m di larghezza per 3-5 m di profondità) con ciottolami embriciati alla base passanti a sabbie grossolane con laminazione incrociata. Questa unità si è deposta durante lo stadio iniziale di evoluzione del bacino in facies di conoide alluvionale. Il passaggio alle Argille di Meleto è graduale e marcato da lenti e livelletti di lignite. Le Argille di Meleto, alla base, sono costituite da sabbie fini limi argillosi in strati tabulari spessi 5-30 cm. Ogni strato è costituito da una porzione basale sabbiosa fine con laminazioni incrociate e da una porzione di limi argillosi massicci scarsamente bioturbati, ricchi in resti vegetali. Frequenti lenti e noduli di siderite.

Il banco di lignite xiloide, intercalato alla base delle Argille di Meleto, è spesso 15 m e presenta localmente resti di tronchi d'albero con le radici in posizione originaria. Verso l'alto passa alle argille limose attraverso un'alternanza di straterelli argillosi e torbosi troncati localmente da lenti di sabbie canalizzate. Da questi giacimenti proviene la famosa fauna a *Tapirus arvernensis* ed *Ursus minimus* riferibile all'Unità Faunistica Triversa del Villafranchiano inferiore (Azzaroli, 1970; Azzaroli & Lazzeri, 1977; Borselli et al., 1981; Azzaroli et al., 1982; De Giuli, 1982). Analisi polliniche hanno messo in evidenza un'associazione di clima caldo e umido, favorevole allo sviluppo forestale e palustre (Marcucci, 1970).

La porzione medio-superiore delle Argille di Meleto è costituita da limi argillosi massicci o stratificati in banchi di 2-6 m con intercalati strati di sabbie medio-fini gradate, con laminazione piano parallela o convoluta, dello spessore di 10-200 cm. Queste sabbie, ricche in resti fossili vegetali, sono il risultato di sospensioni torbide immesse durante episodi di piena nelle acque del lago dai torrenti che scendevano dai Monti del Chianti. Nel complesso le Argille di Meleto hanno uno spessore di 100-150 m (Bossio et al., 1993) e passano gradualmente, attraverso un contatto sfumato e concordante, alle Sabbie di San Donato. Queste sono costituite da sabbie quarzose feldspatiche grigio chiare in strati tabulari di 50-150 cm con laminazioni incrociate o piano parallele. Sono frequenti i resti vegetali, talora concentrati in livelli contenenti radici, e gli orizzonti ad ossidi di Ferro e Manganese che indicano processi pedogenetici in atto durante la deposizione. L'ambiente deposizionale è quello di un sistema deltizio progradante e fluviale di piana d'erosione, con paleo-correnti a direzione assiale (NW-SE) in un contesto climatico subtropicale arido con episodi di precipitazioni intense e concentrate che mobilitavano grandi quantità di materiale clastico. Lo spessore complessivo dell'unità è stimato in 50-270 m (Bossio et al., 1993).

Segue un periodo di erosione / non deposizione in cui avviene un deciso tilt verso est dei sedimenti del Sintema di Castelnuovo, sui quali si vanno poi a depositare i depositi che formano il Sintema di Montevarchi (Pleistocene inferiore). Questi testimoniano l'ampliamento della fossa valdarnese che, anziché occupare solo il territorio limitrofo all'attuale abitato di Santa Barbara, assume una fisiografia simile a quella attuale. Si imposta un ambiente francamente lacustre in progressivo interrimento con deposizione di sedimenti fini al centro del bacino e di depositi di conoide ai lati dell'invaso. I sedimenti che compongono questo sintema (che presentano sempre giacitura sub-orizzontale) sono in ordine stratigrafico: la Formazione delle Sabbie di Palazzetto con intercalati alcuni orizzonti di sabbie silicee bianche di origine eolica (Sabbie della Rena Bianca, Ghinassi et al., 2004, RB), al centro del bacino i Limi di Terranova (ambiente di bacino lacustre distale), le Argille del Torrente Ascione (ambiente palustre) e la Formazione del Torrente Oreno (ambiente prima lacustre poi di transizione fra lacustre e palustre con episodi fluviali, a testimonianza dell'avanzamento delle conoidi laterali verso il centro del bacino). Lateralmente si vanno a depositare invece sedimenti decisamente più grossolani, ovvero le Sabbie di Borro Cave, i Ciottolami di Casa la Querce ed i Ciottolami della Penna, una serie di depositi da sabbiosi a ciottolosi di conoide alluvionale in avanzamento.





*Figura 21 - Fronte di scavo che porta in affioramento le Sabbie di San Donato, le Sabbie di Palazzetto con il livello di Rena Bianca, e i Limi di Terranuova (circa 2 km SW San Giovanni Valdarno, fronte di scavo non più esistente).*

Le Sabbie di Palazzetto sono depositi alluvionali a granulometria da fine a medio-grossolana, massivi o laminati, in strati tabulari con base debolmente erosiva, di spessore da centimetrino e decimetrico. Le sabbie, di colore bruno chiare o giallastre, talora arrossate, presentano locali intercalazioni sottili di limi sabbioso-argillosi grigi e lenti di ghiaie ad elementi arenacei e silicei, per uno spessore totale dell'unità di 30-35 m.

Lo schema stratigrafico di Albianelli et al. (1995) mostra un'interpretazione che pone una superficie erosiva (e talora una lieve discordanza angolare) tra le sabbie della Rena Bianca ed i sovrastanti Limi di Terranuova nelle zone marginali del bacino. Verso il centro, al contatto tra le due unità, è presente invece un livello di sabbie (Sabbie e limi di Montecarlo), alimentato in prevalenza da nordovest, che mostra un passaggio graduale ai Limi di Terranuova. Le caratteristiche del passaggio tra i Limi di Terranuova e le unità sottostanti variano spazialmente risultando localmente in continuità deposizionale e altrove, ai margini del bacino, caratterizzate da una superficie di discontinuità che assume il ruolo di progressive unconformity (Ghinassi & Magi, 2004).

I Limi di Terranuova occupano la porzione centrale del bacino e sono costituiti da limi argilloso-sabbiosi grigi e argille grigio azzurrognole intensamente bioturbate di ambiente lacustre e/o palustre con apporti fluviali in occasione delle piene da SW. Sono frequenti, specie nelle porzioni laterali del bacino, intercalazioni di sabbie grigie o giallastre in strati e lenti di spessore da decimetrico a metrico e lenti di ghiaie ad elementi arenacei con paleosuoli. Lo spessore totale è di 25-30 m.

Nella porzione centrale del bacino l'ambiente evolve in un'ampia palude dove si sedimentano argille, argille limose e sabbie argillose massicce, bioturbate e pedogenizzate, di colore grigio o verdastro contenenti abbondanti frammenti vegetali (Argille del T. Ascione). Le argille talora si presentano torbose, di colore nerastro e con livelli a lignite; sempre presenti intercalazioni sabbiose e sabbioso-ghiaiose di spessore da decimetrico a metrico talora arrossate per alterazione. Lo spessore è di 15-20 m. L'unità che chiude, nella parte centrale del bacino, la successione del sintema di Montevarchi, è costituita dai Limi del T. Oreno, costituiti da limi grigi e grigio-azzurrognoli spesso intensamente bioturbati, talora argillosi o sabbiosi, riferibili ad un ambiente fluvio-lacustre. Sono frequenti le intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie o giallastre, talora arrossate, in strati tabulari o lentiformi di spessore da decimetrico a metrico ed i banchi di

argille grigio-azzurrognole, mentre sporadiche risultano le lenti di ciottolami ad elementi arenacei con paleosuoli associati. Lo spessore massimo è di circa 15 m.

Nelle porzioni marginali del bacino si instaurano ambienti di conoide alluvionale e delta-conoide che costruiscono complessi apparati di transizione ai depositi lacustro-palustri e sistemi progradanti tipicamente zonati in senso orizzontale. Partendo dalle zone apicali e prossimali di tali apparati troviamo i depositi più grossolani (Ciottolami della Penna), costituiti da ciottolami con elementi di dimensione massima di oltre 1 metro, etero metrici, molto alterati, di colore ocraceo o bruno-rossastro, ricchi in matrice sabbioso-limosa e organizzati in strati tabulari massicci spessi 1-3 metri, amalgamati, con base debolmente erosiva. Procedendo verso il bacino si trovano i Ciottolami di Casa La Querce, che caratterizzano la porzione intermedia delle conoidi o delta/conoidi. Si tratta di ciottolami bruno-rossastri ad elementi arenacei di dimensioni massime di 30 cm e sabbie limose giallastre. I ciottolami si presentano da moderatamente e bene assortiti, ben arrotondati, organizzati in strati tabulari e lentiformi, massicci o clinostratificati, con base debolmente erosiva. Sono presenti intercalazioni di sabbie limose giallastre massicce o con clinostratificazione grossolana, in strati spessi fino a 3 m frequentemente pedogenizzati. Questa unità mostra uno spessore massimo di circa 40 m. I depositi distali delle conoidi e delta/conoidi, subaerei o di transizione agli ambienti palustro-lacustri sono costituiti dalle Sabbie di Borro Cave, costituite da sabbie e sabbie limose giallastre in strati prevalentemente tabulari, di spessore da decimetrico a metrico, massicce o con laminazione piano-parallela. Presenti limi sabbiosi e/o argillosi grigi o grigio-giallastri massicci con indizi di pedogenesi ed intercalazioni di lenti di ciottolami ad elementi arenacei spessi da 1 a 3 metri, con base erosiva. Lo spessore massimo è di 30 m circa.

Segue un nuovo periodo di erosione / non deposizione prima della terza fase durante la quale si depositano i sedimenti del Sintema di Monticello-Ciuffenna (Pleistocene medio). Questo presenta giaciture orizzontali o comunque inclinate di pochi gradi, ed è costituito dai sedimenti prettamente fluviali del paleo-Arno, nonché dai sedimenti delle conoidi sub-aeree ai lati del bacino. Dal basso verso l'alto si assiste inoltre alla progressiva disattivazione dei sistemi di approvvigionamento dei sedimenti. Le unità presenti sono: i Ciottolami di Laterina e di Loro Ciuffenna, le Sabbie di Levane, del Tasso e le Sabbie di La Loccaia, i Limi di Pian di Tegna e di Latereto. La deposizione continua fino a circa 150.000 anni fa, quando l'erosione delle soglie rocciose a nord del bacino (di Incisa e Rignano) dà inizio ad una intensa fase erosiva.





*Figura 22 - Una "balza" in prossimità di Terranuova Bracciolini, porta in affioramento i depositi di palustro-lacustri (Limi di Terranuova) e di conoide distale ed intermedia (Sabbie di Borro Cave e Ciottolami di Casa La Querce) del sintema di Montevarchi. Nella porzione più alta della balza si vedono i Conglomerati di Loro Ciuffenna appartenenti al sintema di Monticello-Ciuffenna (Pleistocene medio).*

Anche i depositi del sintema di Monticello-Ciuffenna mostrano la tipica organizzazione dei sistemi di conoide passanti, verso il centro della valle, a depositi tipicamente di piana fluviale. I primi sono rappresentati, sul versante nordorientale, dai Ciottolami di Loro Ciuffenna, costituiti da elementi arenacei grossolani (fino ad 1 metro di diametro) da moderatamente a ben arrotondati, di colore bruno o rossastro, eterometrici, ricchi in matrice sabbioso-limosa. Il deposito si presenta massivo o grossolanamente gradato, con stratificazione poco evidente e locali intercalazioni di sabbie limose giallastre, per uno spessore totale massimo di 30-35 m. I depositi di conoide intermedia e distale sono costituiti dalle Sabbie del Tasso, sabbie quarzoso-feldspatiche medio-grossolane con laminazione incrociata concava, mal classate, di colore da bruno-giallastro a grigio-giallastro, talora fortemente arrossate per alterazione. Sono presenti locali intercalazioni lentiformi di ghiaie e ciottolami minuti ad elementi arenacei, e di limi grigi e argille talora torbose nerastre. Lo spessore totale massimo è di 15m. Sul lato ovest del bacino, il minore sollevamento della catena del Chianti determina sistemi a più bassa energia, con apporti prevalentemente sabbiosi e pendenze meno acclivi. I depositi delle conoidi alluvionali occidentali sono rappresentati dalle Sabbie di La Loccaia, costituite da 20 metri di depositi sabbiosi e ghiaiosi di colore bruno o giallastro, con clasti arenacei di diametro massimo fino a 15 cm, in strati lentiformi a base erosiva di spessore da pochi decimetri a circa 2 metri, massicci o con grossolane lamine inclinate. Sono frequenti le intercalazioni di limi sabbiosi bruno-rossastri pedogenizzati.

Nella porzione di bacino dominata dai processi fluviali di fondovalle (depositi alluvionali s.s.) si ritrovano i sedimenti di alveo del paleo-Arno, costituiti dai Ciottolami di Laterina, le Sabbie di Levane ed i Limi di Latereto e Pian di Tegna.

I Ciottolami di Laterina sono formati in prevalenza da ciottoli calcarei di "alberese" (Formazione di M. Morello) e di calcari a briozoi de La Verna che indicano chiaramente una provenienza casentinese. Nei Ciottolami di Laterina sono stati riconosciuti tre cicli deposizionali di secondo ordine, separati fra loro da superfici erosive. Il primo ciclo è costituito da ciottolami grossolani e massicci, talvolta con stratificazione incrociata concava, eterometrici e con abbondante matrice sabbiosa. Il secondo ciclo è rappresentato da ciottolami ben cerniti di dimensioni medie, ben embriciati, e spesso organizzati in lamine piano-parallele

inclinate di circa  $10^\circ$  che indicano una accrezione laterale in canali a bassa sinuosità. Lenti e livelli di sabbie grossolane sono localmente intercalati nei ciottolami. Il terzo ciclo è costituito da ciottolami medio-fini ben selezionati, molto appiattiti e ben embriciati, organizzati in lamine piano-parallele orizzontali o inclinate al massimo di  $5^\circ$ . Verso l'alto e lateralmente per fenomeni di eteropia, si trovano le Sabbie di Levane, costituite da sabbie fluviali quarzoso feldspatiche da medie a grossolane, con laminazione incrociata concava ben sviluppata, di colore giallo chiaro o grigiastro, con lenti e tasche di ciottoli silicei e arenacei, ed intercalazioni di livelli limosi grigio chiari. Lo spessore di questi depositi è di 10-15 m.



*Figura 23 - Ciottolami di Laterina e Sabbie di Levane in un fronte di cava oggi scomparso, a nord di Levane.*

La successione di Monticello-Ciuffenna si chiude verso l'alto con i Limi di Latereto e Pian di Tegna, depositi limoso-argilloso-sabbiosi di piana alluvionale pedogenizzati, di colore bruno o rossastro con abbondanti ed estese screziature grigie o biancastre; frequenti intercalazioni di sabbie più o meno limose, talora ghiaiose e lenti di ciottolami ed elementi arenacei, da moderatamente a molto alterati. Sono presenti anche locali livelli di argille e argille torbose. Lo spessore massimo è di 15 metri.

In Fig. 24 è fornita un'ulteriore rappresentazione della successione sedimentaria di riempimento (Ielpi, 2011) del bacino fluvio-lacustre del Valdarno Superiore con indicati gli ambienti di sedimentazione e le correlazioni crono e magneto-stratigrafiche.



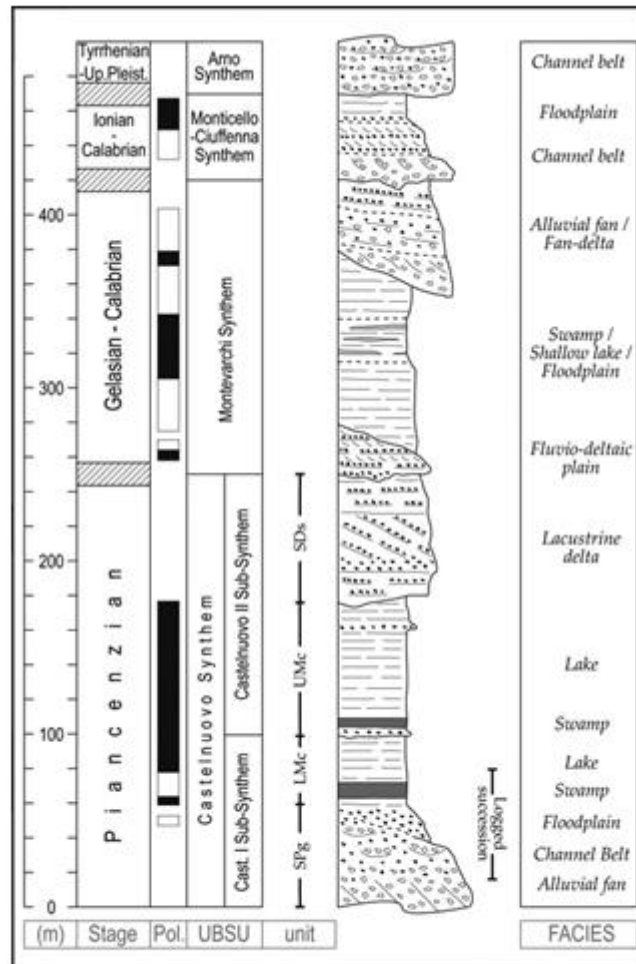


Figura 24 - Colonna stratigrafica schematica della successione di riempimento del bacino fluvio lacustre del Valdarno Superiore: *SPg*: Conglomerati di Spedalino; *LMc*: Argille di Meleto, litofacies limoso-sabbiosa basale; *UMc*: Argille di Meleto, litofacies limoso-argillosa tipica; *SDs*: Sabbie di San Donato (da Ielpi, 2011).

## 4.2 Inquadramento territoriale in relazione alla trascorsa attività mineraria

Il Borgo di Castelnuovo sorge su uno sperone di arenaria con quota sommitale posta a 250 m slm e la cui forma è nettamente definita dalla profonda incisione del borro Pianale che lo delimita a nord e ad ovest e dalla scarpata dello scavo minerario sul lato orientale.

A sud il promontorio si connette con l'altopiano di Castelnuovo dei Sabbioni, un ripiano morfologico impostato alla quota di 275-300 m slm che rappresenta una morfologia relitta delle fasi fluvio-lacustri plio-pleistoceniche corrispondente all'antico livello di base dell'erosione fluviale e sul quale si conservano lembi di sabbie di conoide provenienti dai Monti del Chianti (Sabbie di La Loccaia, Sintema di Monticello – Ciuffenna).

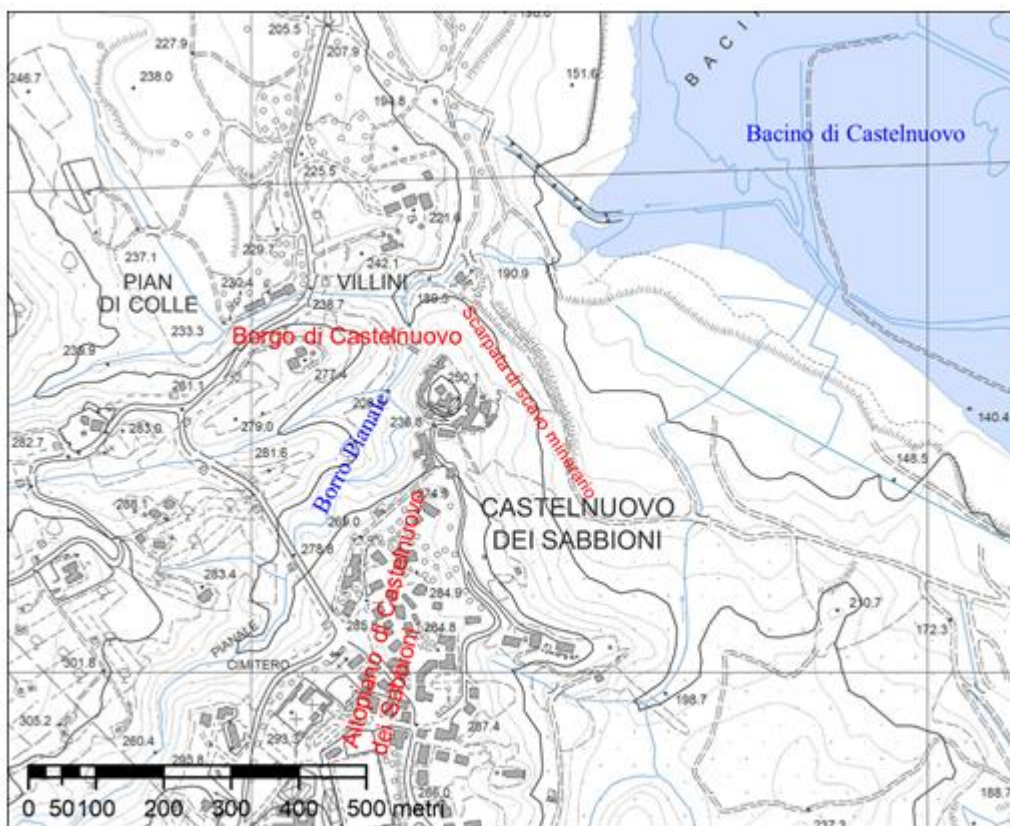


Figura 25 - Elementi del territorio nell'area del Borgo di Castelnuovo.

Verso ovest l'altopiano, che di fatto rappresenta un terrazzo orografico sospeso, si raccorda con le pendici dei Monti del Chianti costituiti da versanti di faglia che definiscono il sistema a horst e graben che è il motivo strutturale dominante del Valdarno superiore.

L'attuale configurazione del territorio su cui sorge il borgo e, più in generale, del Lotto A della miniera di Santa Barbara, è il risultato delle attività di escavazione per l'estrazione della lignite iniziate nel 1955 nella parte meridionale del giacimento e terminate nel 1983 e, in seguito, delle attività di ripristino dei siti di estrazione attraverso il colmamento parziale del cavo minerario di Castelnuovo con terreno di riporto proveniente dagli scavi nelle aree limitrofe che è stato accumulato fino a quote comprese fra 125 m s.l.m. (punto più profondo del lago di Castelnuovo) e circa 200 m s.l.m., con le più ampie zone di accumulo che si collocano tra 140 e 160 m s.l.m..

Il massimo spessore dei terreni di riporto è raggiunto al di sotto delle acque del bacino di Castelnuovo e corrisponde a circa 110 metri.

Inizialmente il bacino fu creato con la funzione di serbatoio di accumulo dell'acqua di raffreddamento della centrale termoelettrica policom bustibile di S. Barbara ma, nel 1993, essendo variati i programmi relativi al tipo di impianto per la produzione di energia elettrica, non risultò più necessario realizzare un serbatoio di accumulo dell'acqua di raffreddamento e l'attenzione si rivolse al riassetto ambientale del comprensorio minerario, anche attraverso la realizzazione di un lago nel vuoto residuo del cavo minerario di Castelnuovo.

Si è proceduto pertanto con i riempimenti, via via che si disponeva di materiali di risulta delle lavorazioni minerarie ancora in corso, con il fine principale di stabilizzare i versanti perimetrali del cavo Castelnuovo secondo le prescrizioni di legge e del Corpo delle Miniere.

Nell'ambito del territorio del Lotto A, che si sviluppa per lo più attorno al Lago di Castelnuovo, le aree perimetrali del lago sono storicamente suddivise in zone, ciascuna delle quali può essere considerata "omogenea" per caratteristiche dei terreni, situazione stratigrafica, tipo dei movimenti franosi avvenuti durante la coltivazione del giacimento di lignite. Tali zone sono mostrate nella planimetria seguente, tratta da

Esu & D'Elia, 1996 – Il Lago Castelnuovo ed il suo emissario (Relazione Geotecnica - Riassetto idrografico del Comprensorio Minerario S. Barbara, ENEL).

L'area del Borgo di Castelnuovo rientra nell'area definita "Zona Castelnuovo" di cui si riportano le notizie storiche tratte dalla suddetta Relazione geotecnica:

*- Zona Castelnuovo: il versante nordest del rilievo arenaceo su cui sorge Castelnuovo dei Sabbioni è stato interessato, nel corso della storia mineraria, da importanti modificazioni idrauliche e geomorfologiche. In origine, l'abitato di Castelnuovo si sviluppava anche sui terreni lacustri in zona pianeggiante, ad est del contatto con le arenarie; in epoche successive questa porzione di abitato fu gradualmente demolita. Le coltivazioni minerarie nelle zone prospicienti il colle di Castelnuovo, si sono sviluppate in due fasi. Nella prima, risalente ai primi anni 60, il ciglio della scarpata di scavo fu spinto fino a un'altezza di circa 750 m dal contatto tra arenarie e terreni lacustri. In questa fase gli scavi minerari raggiunsero la profondità di circa 50 m rispetto all'originario piano compagna e comportarono lo sgombero del vecchio nucleo abitato della Dispensa, mentre non interessarono in alcun modo la parte dell'abitato di Castelnuovo posta sull'unghia del deposito lacustre in prossimità del contatto con l'arenaria. Nel 1973, con la ripresa delle coltivazioni minerarie in zona Castelnuovo, il ciglio delle scarpate di cava fu portato ad una distanza di circa 200 m dal contatto lacustre-prelacustre e cominciarono a manifestarsi i primi franamenti della scarpata est di Castelnuovo tra il Vecchio Borgo e Le Matole. Gli eventi franosi occorsi e le condizioni di stabilità del versante sono trattati in apposito capitolo della presente relazione. Si evidenzia che questa zona è stata interessata dalle deviazioni dei fossi Percussente-Bicchieraie e del Borro Valli, provenienti dalla parte sud dell'abitato di Castelnuovo, allo scopo di allontanare le acque dall'area dei principali scavi e, in seguito, dalla realizzazione del tunnel di 545 metri di lunghezza che conduce le acque del Fosso Percussente verso l'impluvio del Borro Pianale passando al di sotto del promontorio di Le Matole – Castelnuovo dei Sabbioni.*

Le modificazioni idrauliche e morfologiche a cui si fa riferimento si concretizzano prevalentemente tra il 1955 e i primi anni 70, periodo di maggior attività della miniera in questa zona del bacino estrattivo.

La prima carta topografica dell'area risale al 1955 e descrive il paesaggio naturale e urbano prima delle modificazioni.

I poligoni disegnati con il colore arancio a contorno rosso rappresentano gli edifici ancora oggi esistenti, mentre tutti gli altri sono stati demoliti. Il numero 1 indica il Borgo di Castelnuovo allo stato attuale, il numero 3 indica un edificio adibito a distributore di carburante oggi in stato ruderale e destinato all'abbattimento che nel 1955 non esisteva ed è stato realizzato nei primi anni 60 come mostrato dalle cartografie successive. La viabilità esistente corrisponde alla traccia rosa (numero 2) mentre la Strada Provinciale vecchia che da Castelnuovo scendeva in direzione Muccheria non esiste più. La linea marrone indica la posizione dell'attuale scarpata mineraria che degrada verso nordest. Si tenga quindi presente che tutti gli edifici e le morfologie del paesaggio a destra di questa linea sono stati totalmente modificati.



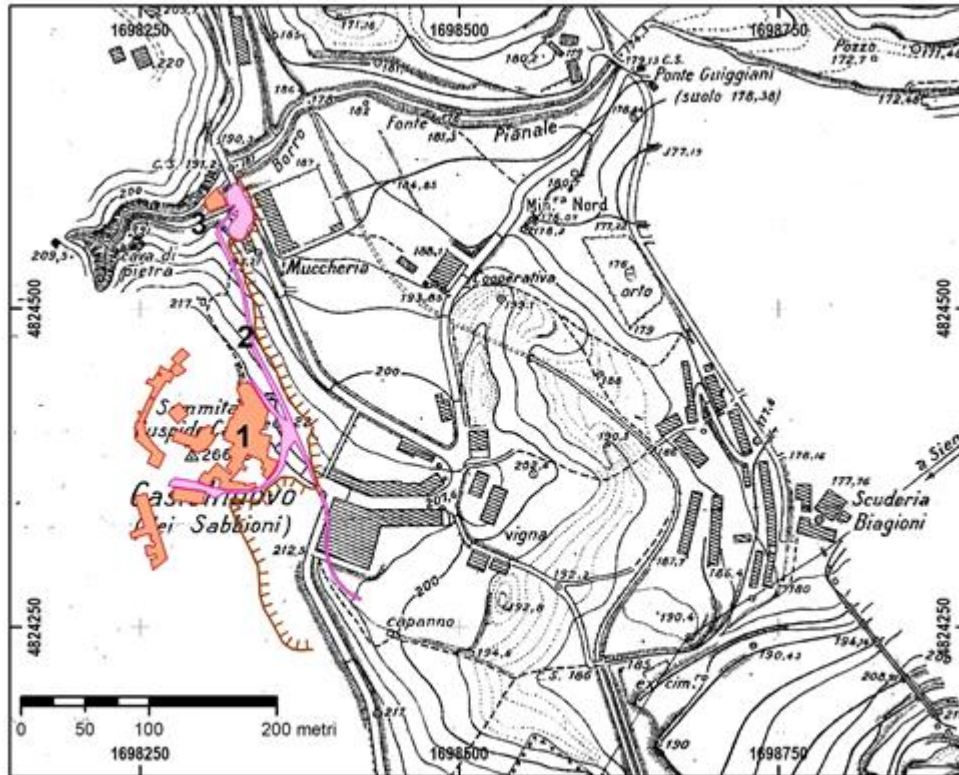


Figura 26 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnuovo nel 1955 con sovrasegni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava allo stato odierno.

Nel 1960 la situazione morfologica non è mutata in modo significativo. Si osservano nuovi edifici sorti lungo la Strada provinciale, tra i quali il distributore di carburante indicato con il n. 3 e ancora oggi esistente in forma ruderale.

Compare, invece, un'importante opera idraulica, realizzata fra il 1957 e il 1959, consistente in un canale che intercetta a monte (fuori dalla carta in direzione sud) i corsi d'acqua Percussente e Bicchieraie facendoli confluire nel borro Pianale subito a nord di Le Muccherie. L'obiettivo di questa opera è quello di distogliere i deflussi idrici dei due borri dal cavo minerario (verso nordest) e indirizzarli verso altre direzioni di deflusso. Il borro Pianale riceve, pertanto, un importante contributo idraulico per gestire il quale viene creata un'opera di canalizzazione con sfioratore e canale deviatorio in corrispondenza della confluenza con il nuovo canale Percussente Bicchieraie.

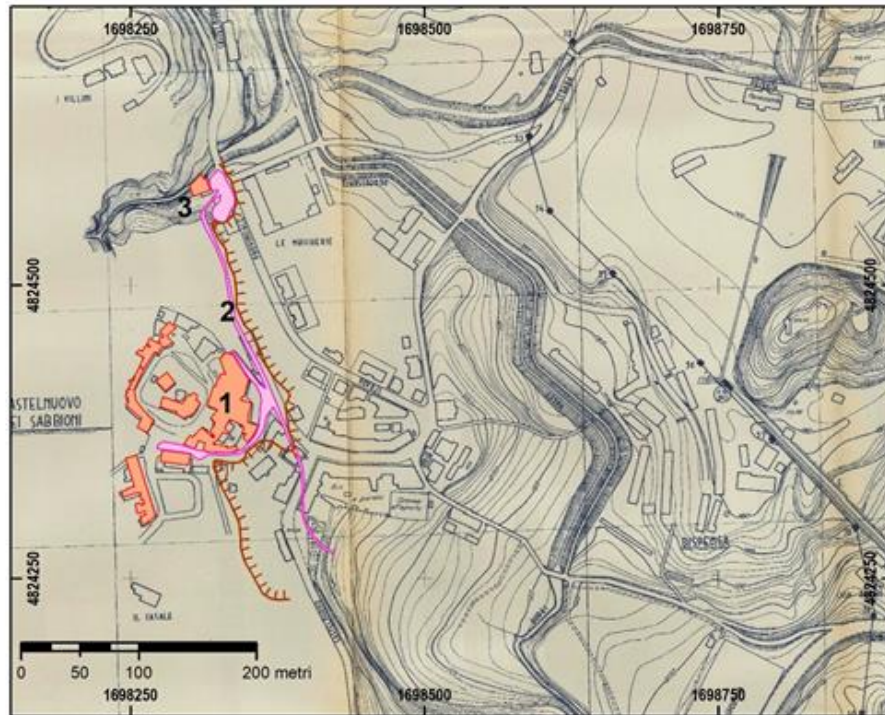


Figura 27 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnovo nel 1960 con sovrasegni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava allo stato odierno.

La situazione rimane immutata fino al 1963.

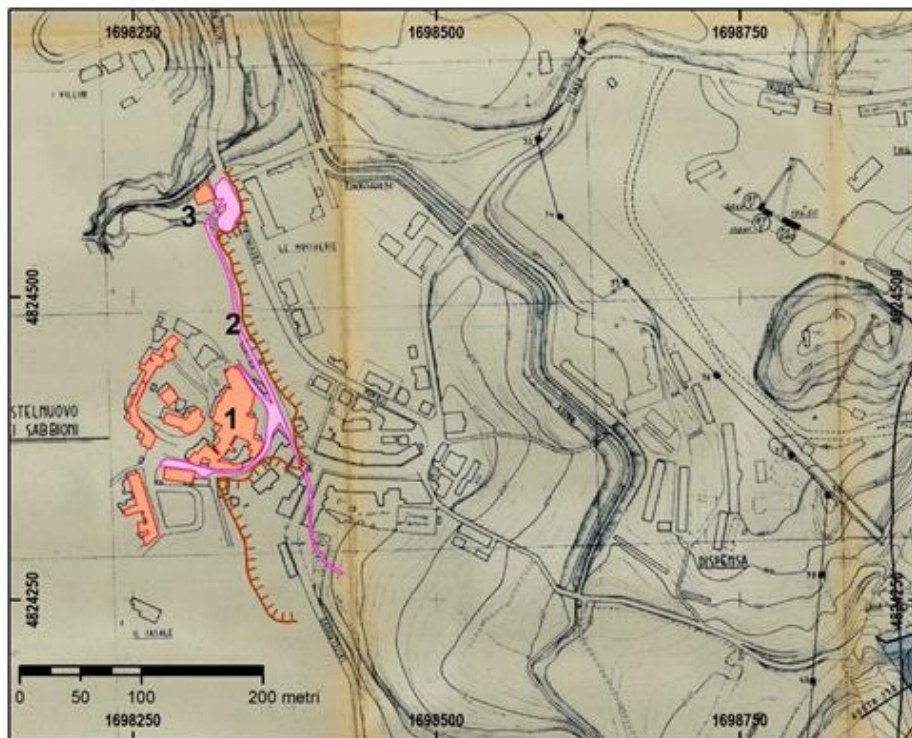


Figura 28 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnovo nel 1963 con sovrasegni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava allo stato odierno.



Nei 10 anni successivi la situazione muta radicalmente avvicinandosi allo stato attuale. Nel 1974 la Strada Provinciale di Castelnuovo non esiste più e il colle, la porzione di abitato che si sviluppava attorno alla strada, ed il canale Percussente Bicchieraie non esistono più.

Il canale Percussente Bicchieraie viene eliminato e sostituito con una galleria idraulica di circa 545 m di lunghezza che, intercettando sempre i deflussi dei borri suddetti, conferisce le acque nel Pianale in un punto ubicato a monte rispetto alla vecchia confluenza, circa alla quota di 215 m slm. Questa nuova imponente opera scavata nella roccia a profondità massima di 60 m da p.c. è realizzata contestualmente ad uno sbarramento lungo il borro Pianale (n. 4 di Fig. 29 e 30) e ad una nuova deviazione del Pianale stesso mostrata nella Fig. 29 e 30.

I terreni pliocenici che formavano le colline al raccordo con le arenarie sono stati completamente asportati e conferiti nelle discariche e, al posto di questi, viene creata una scarpata che sfrutta la giacitura delle arenarie impostandosi sostanzialmente su un piano di strato e simulando una superficie strutturale. Il cavo di Castelnuovo si trova nel momento di massimo approfondimento e la morfologia dei versanti di scavo degrada verso nordest fino alla quota minima del fondo cavo posta a circa 40 m slm. È presente ancora qualche edificio appena fuori da Borgo e nell'area di Le Muccherie che presto verrà abbattuto arrivando alla configurazione attuale.

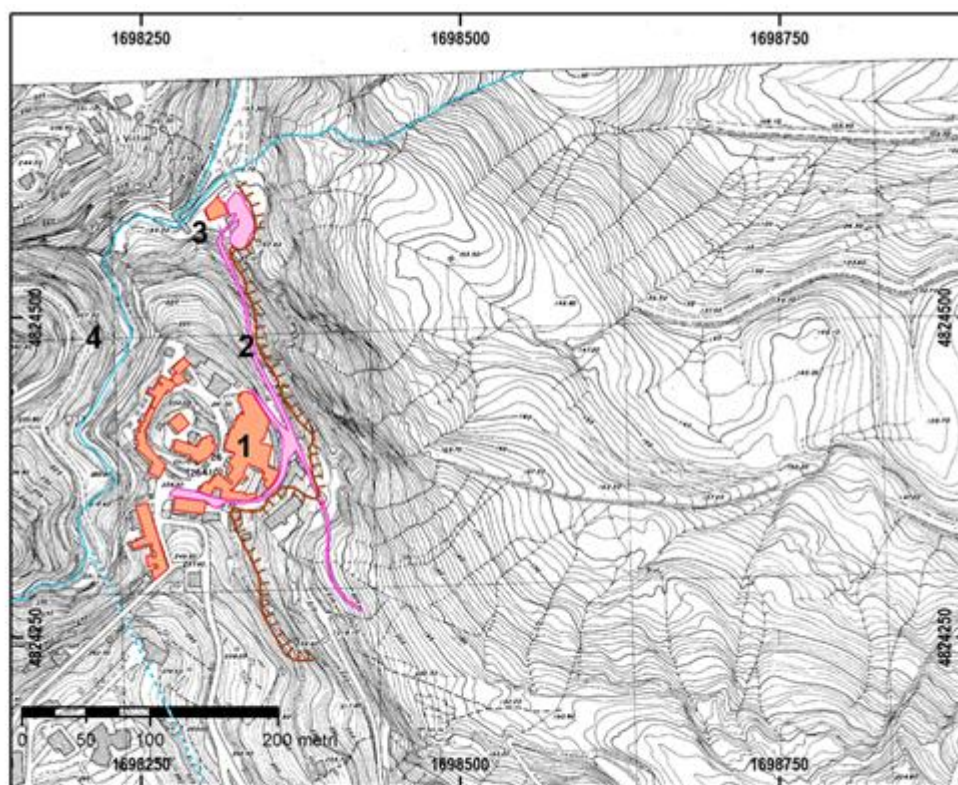


Figura 29 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnuovo nel 1974 con sovrasegni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava allo stato odierno.



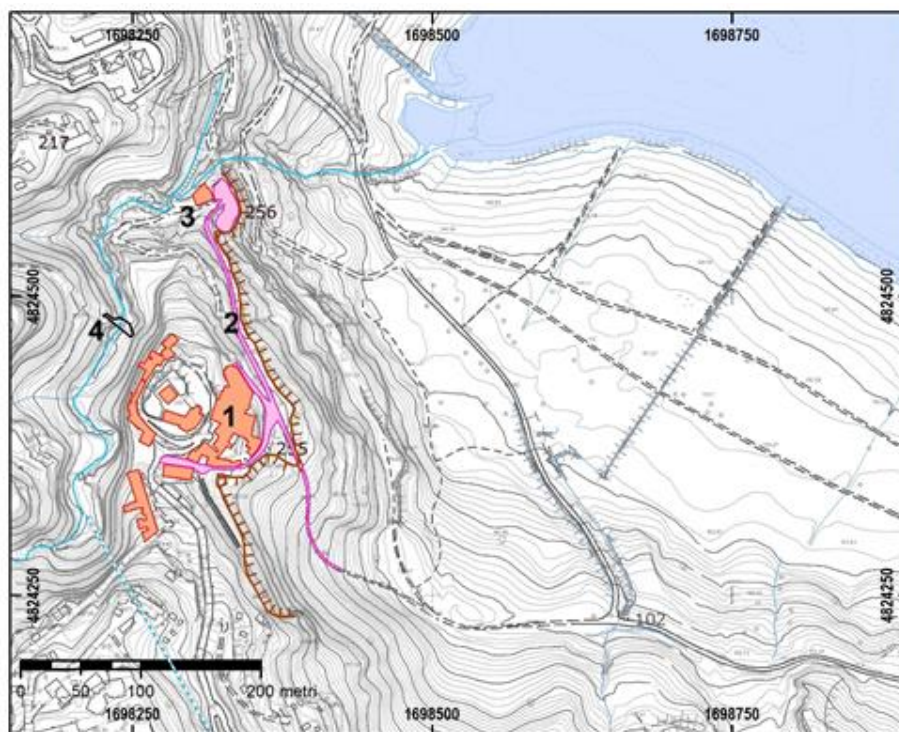


Figura 30 - Carta topografica dell'area del Borgo di Castelnuovo allo stato attuale (Rilievo CGT, 2020) con sovrapposizioni indicanti gli edifici, la viabilità e la scarpata di cava.

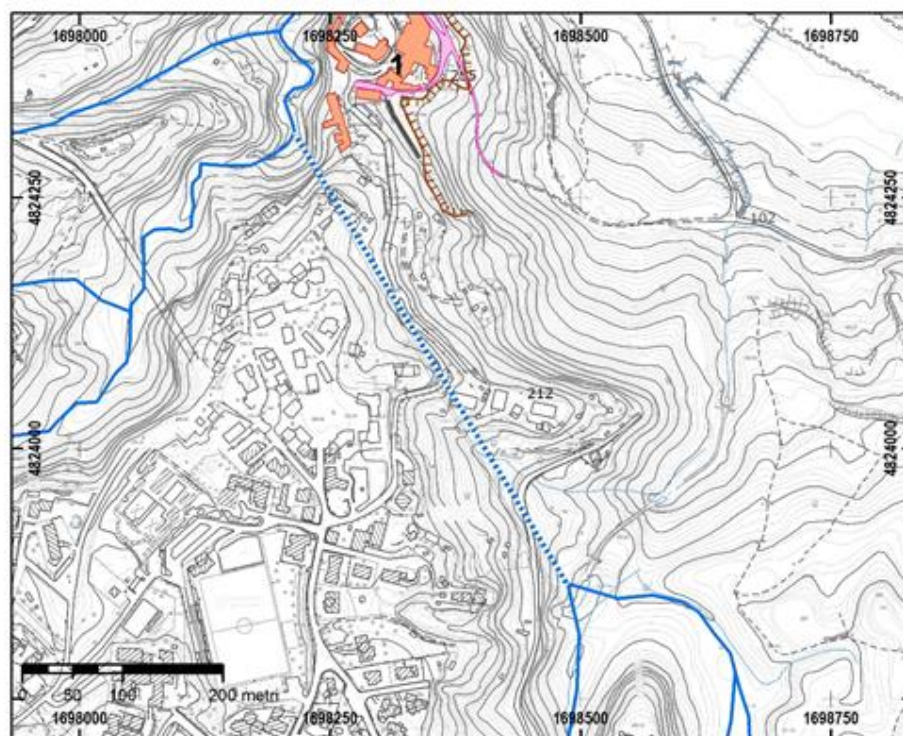


Figura 31 - L'area di Castelnuovo dei Sabbioni e andamento dell'idrografia con evidenziata la galleria delle Bicchieraie che intercetta i borri Percussente e Bicchieraie.



#### 4.3 Assetto stratigrafico e geologia di dettaglio desumibile da trascorse attività svolte sull'area

L'area del Borgo di Castelnuovo si colloca al limite tra i due fogli della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 n. 113 e 114.



Figura 32 - Composizione dei Fogli 113 e 114 attorno all'area mineraria. In rosso l'area di studio.

Il foglio mostra chiaramente che la zona di interesse si colloca in una posizione di transizione tra il substrato pre-neogenico e i depositi fluvio-lacustri del bacino plio-quadernario.

I documenti di maggiore rilevanza che trattano degli aspetti geologici dell'area di Castelnuovo e che sono stati presi a riferimento nel presente lavoro consistono in:

1. Carta Geologica Prof. G. Merla, anno 1964;
2. ENEL: Carta Geologica della zona Pian di Colle – Corti Vecchie, scala:2.000, anno 1977;
3. ENEL: Carta Geologica del Bacino Lignifero di Santa Barbara, scala:25.000, anno 1988;
4. ENEL: "Il Lago Castelnuovo e il suo emissario", Relazione geotecnica e carte allegate, Maggio 1996 (Esu & D'Elia);
5. ENEL: "Attività di ricerca applicata sui problemi geotecnici e geominerari nella miniera di Santa Barbara", Giugno 1994 (Esu & D'Elia);
6. ENEL: "Attività di ricerca applicata sui problemi geotecnici, idrogeologici e geomorfologici mirati al recupero ambientale del comprensorio minerario di Santa Barbara", Luglio 1996 (Esu & D'Elia);

7. ENEL: "Attività di ricerca applicata sui problemi geotecnici, idrogeologici e geomorfologici mirati alla realizzazione del bacino idrico di Castelnuovo", Settembre 1997 (Esu & D'Elia);
8. CARTA GEOLOGICA REGIONALE, Sezione 287020, scala 1:10.000;
9. CARTA GEOLOGICA REGIONALE, Sezione 287060, scala 1:10.000;
10. Attività di supporto scientifico, tecnico e consulenza nel campo geologico presso il sito minerario di Santa Barbara (AR) – Università degli Studi di Firenze, Giugno 2011;
11. Studio ed approfondimento dell'assetto geologico e geomorfologico dell'area mineraria di Santa Barbara (AR) – CGT Spinoff – Università degli Studi di Siena, Settembre 2012.

Gli schemi più completi per la descrizione geologica e stratigrafica dell'area sono quelli allegati ai documenti 4-5-6-7 e 10.

Si può osservare che tutto il margine occidentale del cavo minerario è occupato dalle arenarie torbiditiche oligo-mioceniche appartenenti alla Formazione del Macigno, che affiora poco a sud della località Bomba e fino a Castelnuovo dei Sabbioni, sempre con giacitura della stratificazione immergente verso NE di 30-50°.

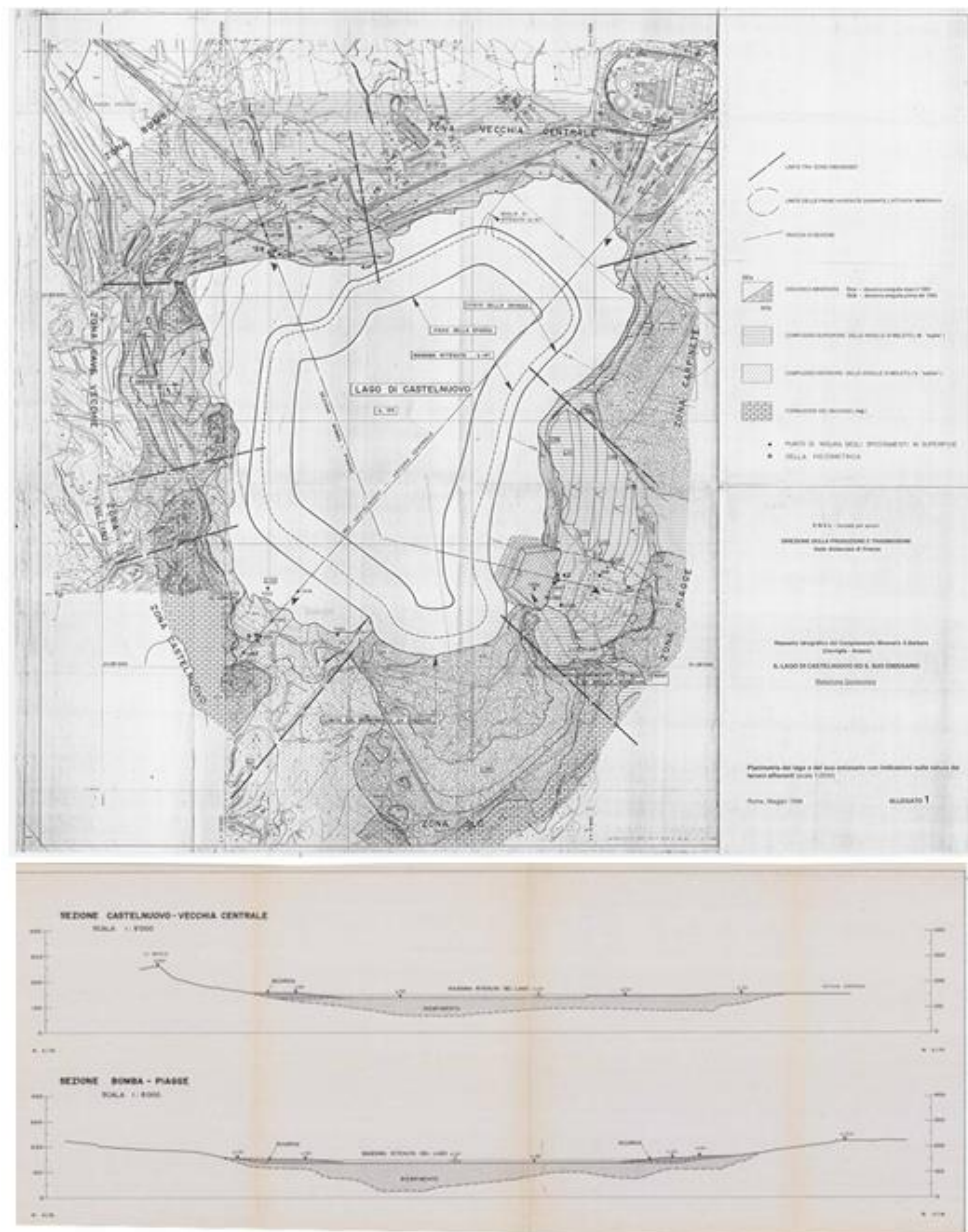


Figura 33 - Schema geologico e sezioni attraverso il Lotto A (da "Il Lago Castelnuovo e il suo emissario" – Relazione Geotecnica, Esu & D'Elia, 1996).



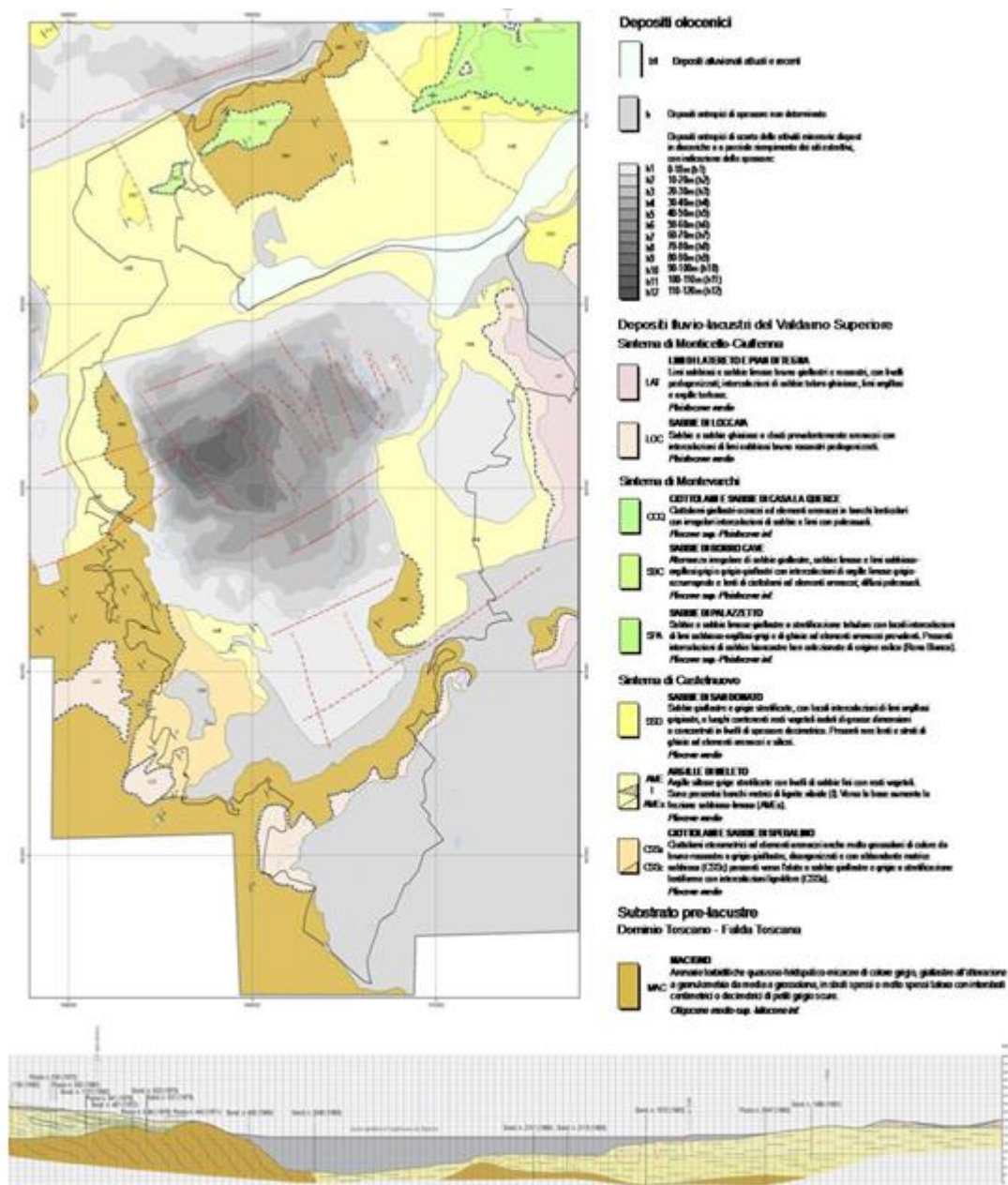


Figura 34 - Schema geologico del Lotto A e sezione geologica desunta dalla carta Geologica a scala 1:10.000 (Tav. 2A dello "Studio e approfondimento dell'assetto geologico e geomorfologico dell'area mineraria di Santa Barbara (AR)" – CGT Spinoff – Università degli Studi di Siena, Settembre 2012. Il cerchio rosso identifica il sito del Borgo di Castelnuovo.

I numerosi sondaggi e le indagini indirette eseguite nel corso delle attività minerarie hanno permesso di ricostruire con precisione l'architettura stratigrafica e l'assetto strutturale dell'area di Castelnuovo, con particolare riferimento alla complessa geometria del tetto del substrato pre-neogenico.

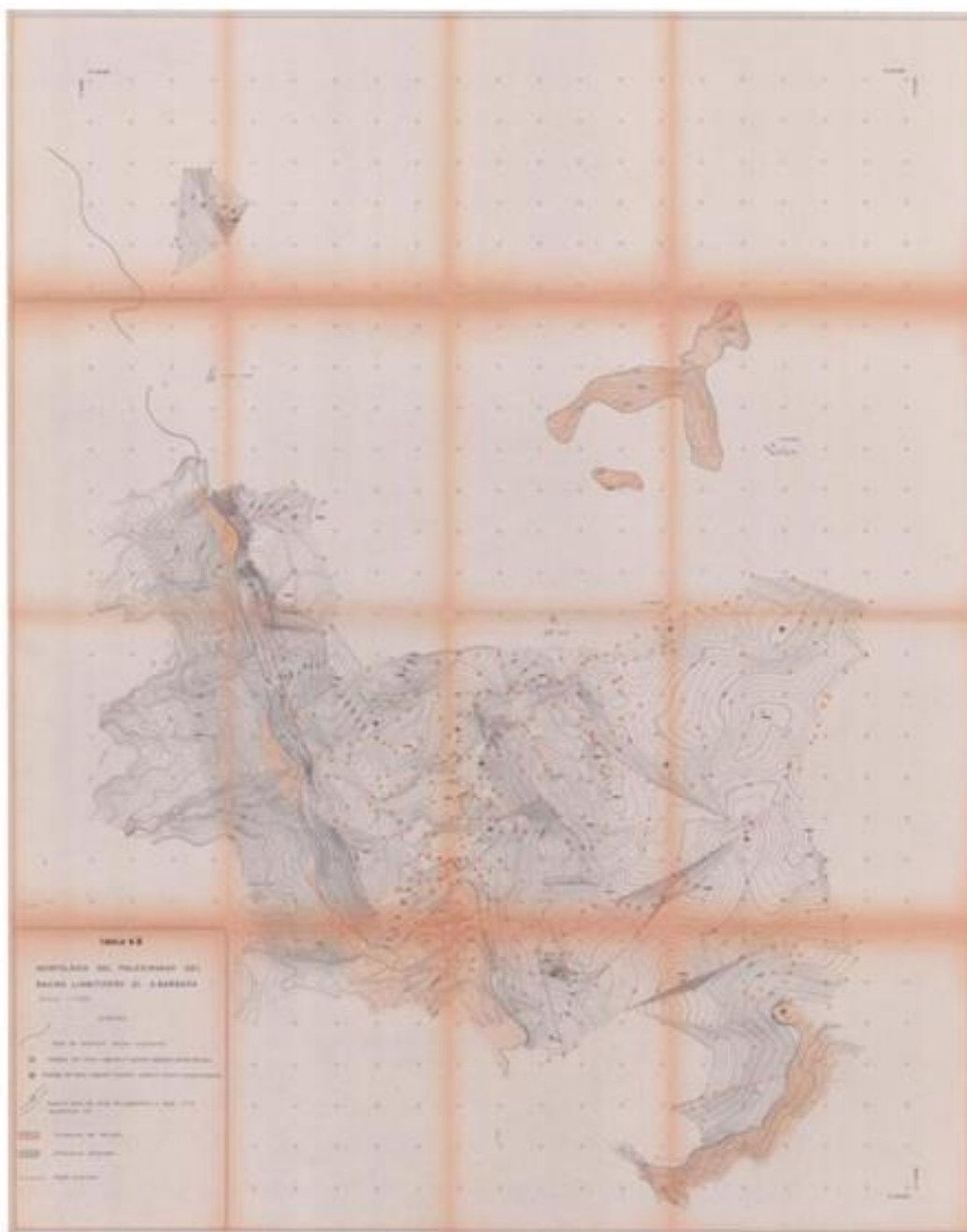


Figura 35 - Morfologia del paleoinvaso (Gullotto, 1982).

Nell'ambito dell'area degli interventi il substrato è costituito essenzialmente da arenarie della formazione del Macigno, le cui caratteristiche geologiche possono essere riassunte come segue.

#### MACIGNO (MAC)

Il Macigno si presenta in questa zona con caratteristiche tipiche di un'arenaria quarzoso feldspatica micacea a granulometria da media a grossolana e grado di cementazione elevato per la presenza di cemento argilloso o, più raramente, carbonatico. Gli strati di arenaria, con spessore da decimetrico a metrico (0,2 – 5 m circa), sono interessati da famiglie di giunti sistematici più o meno ravvicinati pressoché ortogonali tra loro ed alla stratificazione, e sono alternati ad interstrati da centimetrici a decimetrici di peliti da siltoso sabbiose a siltoso

argillose ed argilloscisti. Le peliti sono generalmente fratturate e suddivise in blocchetti delle dimensioni di qualche centimetro e gli argilloscisti mostrano sovente superfici lucide striate orientate secondo la stratificazione.

I livelli arenacei sono caratterizzati da strutture sedimentarie tipiche delle torbiditi che rientrano nelle categorie degli intervalli Bouma Ta-Td.

Gli affioramenti di arenaria presentano sempre un assetto con stratificazione immergente verso nord est di 30 – 50°, con assetto giaciturale generalmente a franapoggio con inclinazione minore/uguale a quella del pendio.

Gli strati arenacei sono attraversati da una o due famiglie di giunti sistematici pressoché ortogonali tra loro e alla superficie di stratificazione. Le siltiti sono in genere fratturate e suddivise in blocchetti di qualche centimetro. Le argilliti presentano spesso superfici lucide e striate orientate secondo la stratificazione (Esu F. e D'Elia B., 1996).

I sondaggi evidenziano la sua presenza anche alla base dei sedimenti lacustri. Pertanto, questa formazione costituisce il fondo del bacino con una morfologia inclinata verso est e una pendenza che si addolcisce verso il centro dell'antico lago (Esu F. e D'Elia B., 1969).

Il Macigno mostra due associazioni litologiche (Esu F., D'Elia B., Distefano D. e Federico G.; 1990):

- Strati e banchi di arenaria a grana media alternati a sottili livelli di siltiti o argilliti. Gli strati arenacei sono attraversati da discontinuità sistematiche pressoché ortogonali e da giunti non sistematici. L'arenaria è una roccia di media resistenza.

- Siltiti laminate passanti ad arenaria a grana fina e livelli di argilloscisti. Le siltiti sono fratturate e suddivise in blocchetti delle dimensioni centimetriche. Gli argilloscisti presentano frequentemente superfici lucide e striate orientate secondo la stratificazione. Le siltiti e gli argilloscisti possono essere assimilati ad argille molto dure.

Nell'area di Santa Barbara l'analisi della distribuzione dei joints a carico della formazione del Macigno e dei sovrastanti depositi lacustri ha consentito l'individuazione di due campi di stress (cfr. Liotta D., 1990 “LA DISTRIBUZIONE DEI JOINTS NEL BACINO DI SANTA BARBARA (VALDARNO SUPERIORE): INDICAZIONI SULLA TETTONICA NEOGENICA” – Boll. Soc. Geol. It., 109).

Il primo, con  $\sigma_1$  orientato SW-NE, è riconoscibile solo nella formazione del Macigno ed è riferibile al Tortoniano. Il secondo campo di stress, con  $\sigma_1$  orientato NW-SE, è riscontrato sia nel Macigno che nel complesso lacustre di Castelnuovo dei Sabbioni ed è riferibile al Villafranchiano medio (Pliocene superiore).

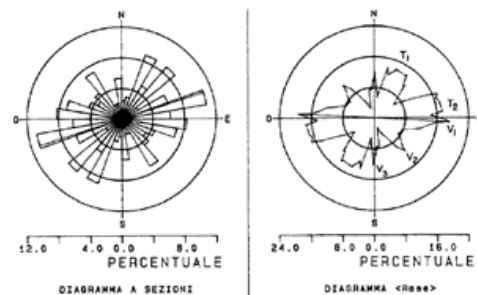


Figura 36 - Distribuzione dei joints nella formazione del Macigno. T1, T2: dati relativi al Tortoniano; V1, V2, V3: dati relativi al Villafranchiano inferiore (Liotta D., 1990).

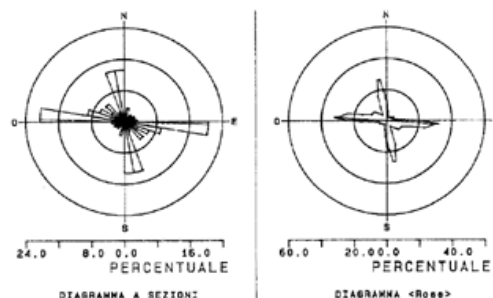


Figura 37 - Distribuzione dei joints nel gruppo di Castelnuovo dei Sabbioni (Liotta D., 1990).



In questa interpretazione il campo di stress che ha interessato solo il Macigno è verosimilmente responsabile di fenomeni plicativi ad andamento appenninico a carico della formazione flyschioide. Mentre il campo di stress che ha interessato entrambe le formazioni risulta coerente con le strutture plicative e disgiuntive che coinvolgono il gruppo di Castelnuovo dei Sabbioni. In questo secondo campo di stress si può notare come la direzione del  $\sigma_3$  (SW-NE) sia coerente con l'andamento appenninico delle faglie dirette che interessano il Valdarno Superiore e che sembrano aver ampliato l'area di sedimentazione del Villafranchiano superiore ben oltre il dominio di Santa Barbara. Questo campo di stress suggerisce un'evoluzione tettonica guidata da un regime deformativo per trascorrenza destra.

Una superficie di discordanza angolare (Angular unconformity) di I ordine separa il bedrock dalla sovrastante successione fluvio-lacustre plio-pleistocenica.

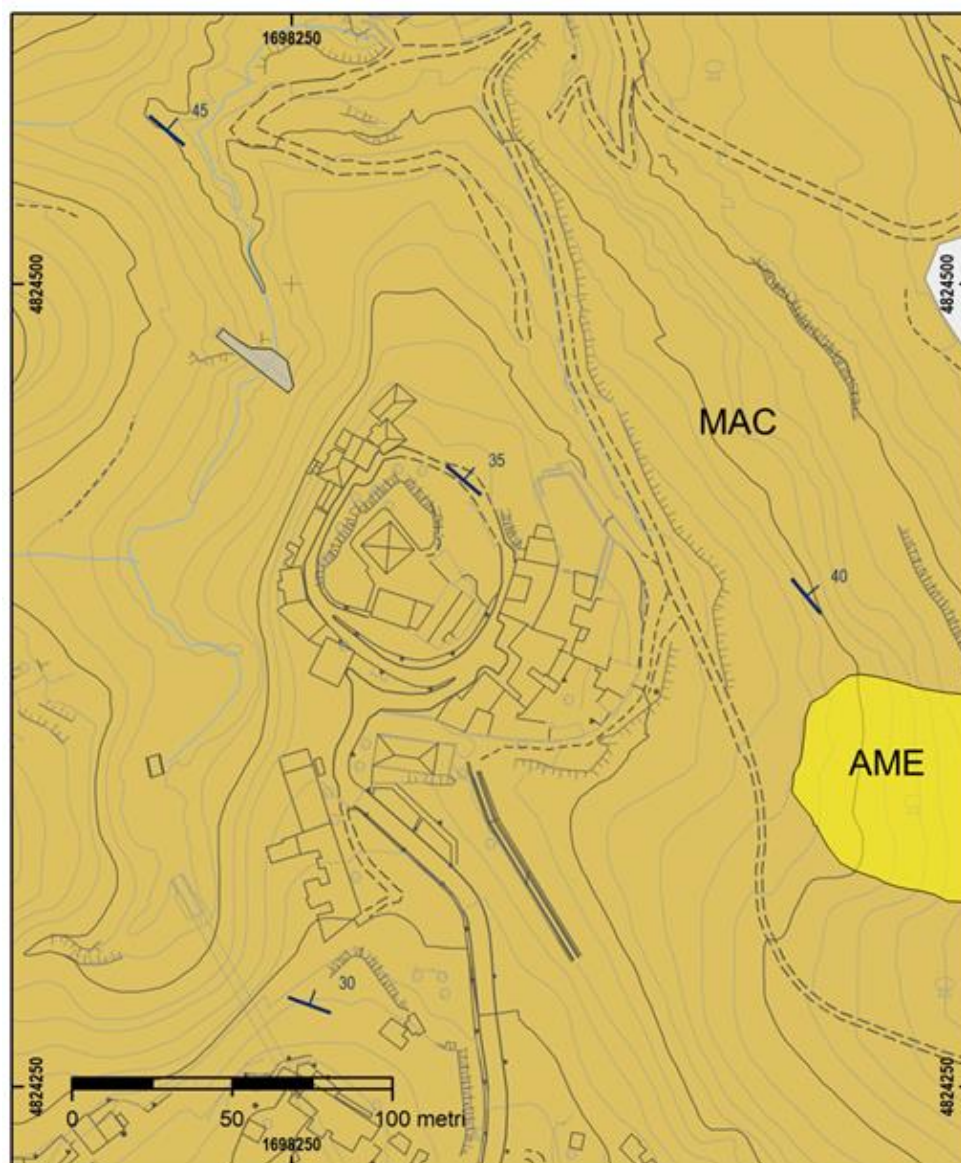


Figura 38 - Carta geologica del Borgo di Castelnuovo. MAC= arenarie della formazione del Macigno, con immersione verso nordest mostrata dalle giaciture di strato; AME=lombi residui di terreni pliocenici della formazione delle Argille di Meleto.

La strada di accesso al Vecchio Borgo di Castelnuovo sul lato orientale si trova lungo un versante con acclività accentuata (40-50°) che degrada dal colle dove sorge il borgo, fino a quota 155 m s.l.m. dove si trovano i depositi di riempimento del cavo minerario di Castelnuovo (Fig. 38; Fig. 40). Lungo la strada che porta dall'alveo del Pianale fino al Vecchio Borgo sono previsti, nell'ambito del riassetto ambientale della miniera, lavori di miglioramento della sede stradale con interventi di consolidamento del versante, di un muro in pietra, nonché la realizzazione di un parcheggio (interventi MA-13a, b, c, Fig. 39).

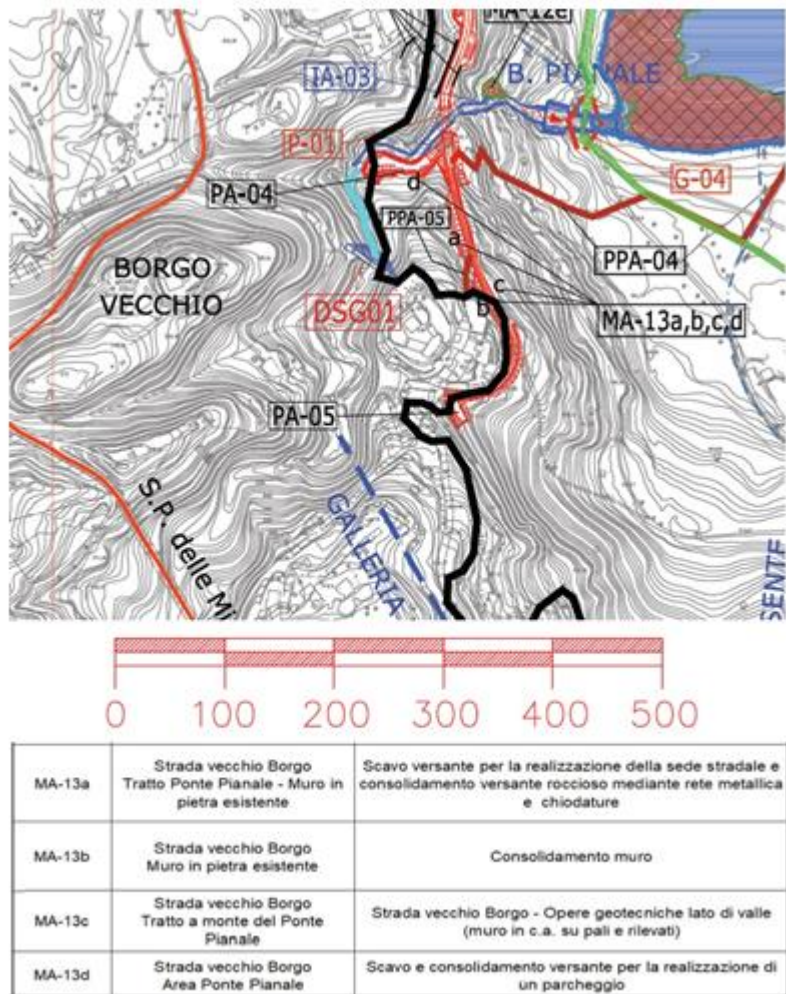
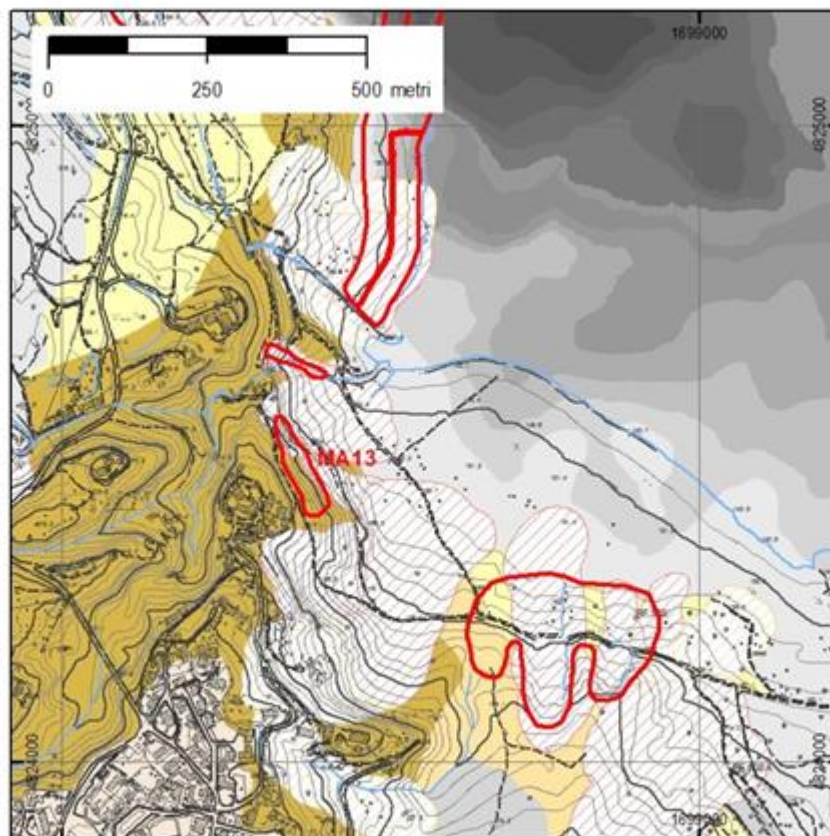


Figura 39 - Particolare dell'intervento MA-13.

Il versante oggetto degli interventi MA-13 è caratterizzato da una porzione superiore (a monte della strada) con affioramenti diffusi di substrato lapideo con litologia arenaceo-pelitica, e da una porzione inferiore dove i materiali detritici, i suoli di copertura ed i depositi di frana raggiungono spessori localmente rilevanti. Il substrato si presenta alterato e fratturato, con stratificazione a scala metrica tra livelli di arenarie prevalenti ed interstrati pelitici con immersione verso nordest ed inclinazione di 40 – 50°, secondo un assetto a franapoggio che costituisce un fattore predisponente per i dissesti di versante, assieme alla forte acclività ed alle caratteristiche geotecniche dei geomateriali.



*Figura 40 - Ubicazione dell'intervento MA13 e sezioni di riferimento per la caratterizzazione geologica dell'area del Borgo di Castelnuovo.*

#### Campagna geognostica 2017 (Ambrogetti srl)

La stratigrafia dell'area è caratterizzata dalla presenza di depositi di copertura (detriti di versante, suolo e depositi di frana) di spessore variabile da pochi decimetri nella parte superiore del versante, fino a 10 metri verso il piede dello stesso, e/o dalla presenza di una coltre alteritica di spessore anche plurimetrico costituita da sabbie medie, sciolte o debolmente cementate, con elementi sparsi più grossolani di arenaria fino a veri e propri blocchi, al di sotto della quale si trova il bedrock, spesso intensamente fratturato nei primi metri.

La stratigrafia è stata definita in dettaglio lungo due perforazioni S3007 e S3008 realizzate lungo la strada fino a profondità di 8,5 e 13 m rispettivamente ed attrezzate con piezometro.





Figura 41 - Stratigrafia del sondaggio S3007 (Ambrogetti, 2017).

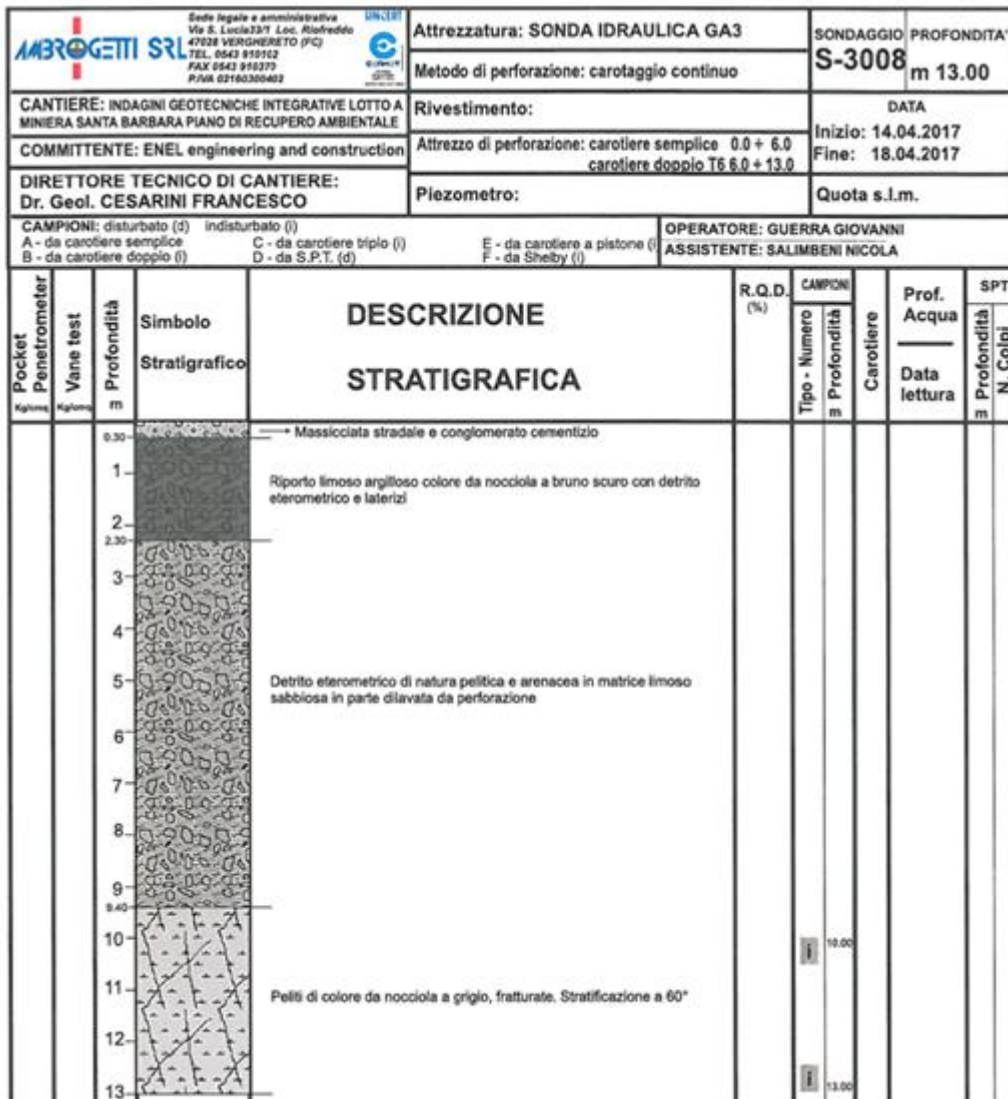


Figura 42 - Stratigrafia del sondaggio S3008 (Ambrogetti, 2017).

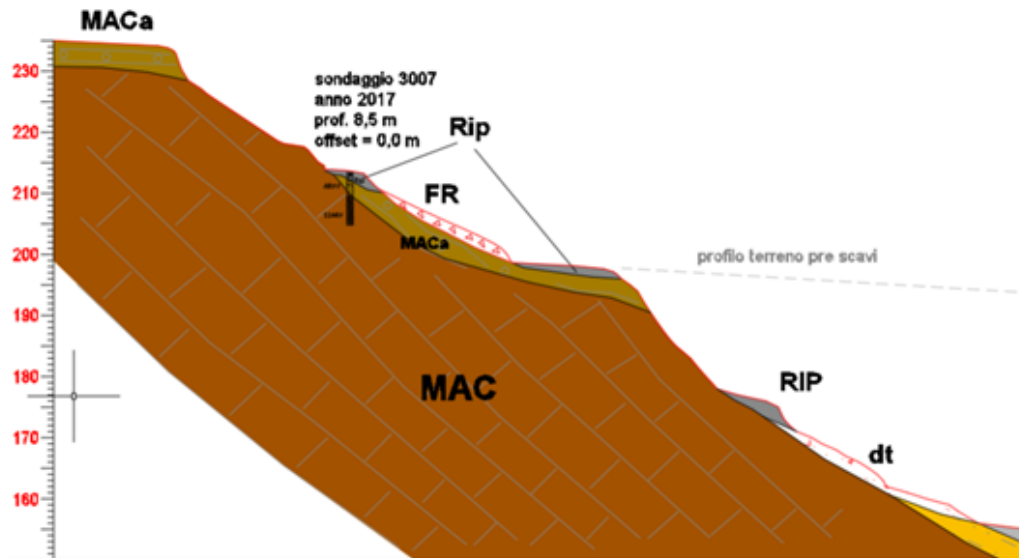
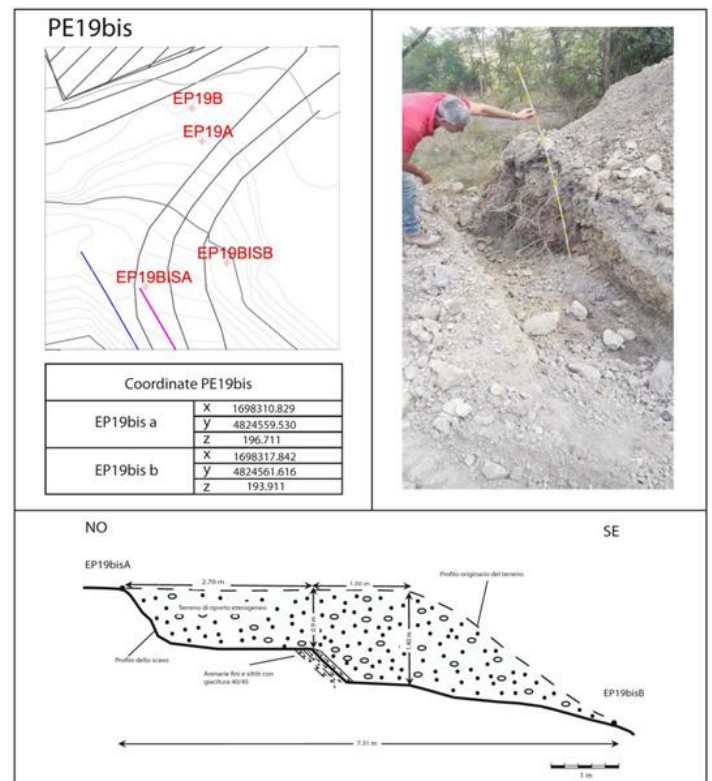
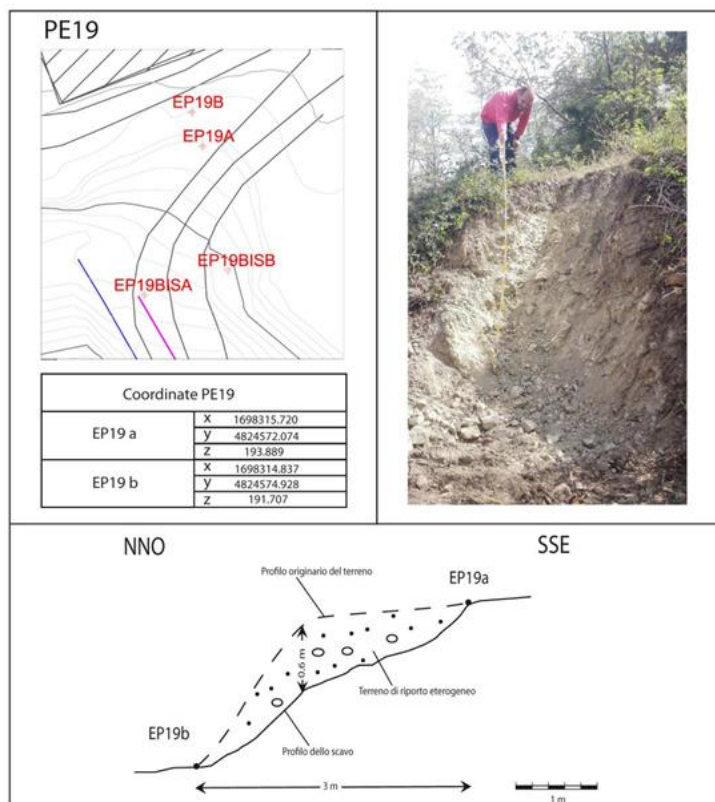


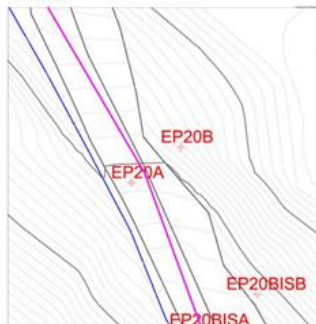
Figura 43 - Sezione geologica. MACa=Macigno: Arenarie stratificate e siltiti molto fratturate e alterate (alteriti), passanti a sabbie da sciolte a debolmente cementate; MAC=Macigno: Arenarie stratificate e siltiti stratificate, moderatamente fratturate e alterate; FR=frana: depositi eterometrici ed eterogenei derivanti da movimenti franosi attivi e quiescenti a spese prevalentemente del materiale di riporto (RIP) per la costruzione della strada; dt: detrito indifferenziato. La sezione è calibrata sul sondaggio 3007 del 2017.

Allo scopo di caratterizzare con maggiore dettaglio gli aspetti stratigrafici lungo la strada di accesso al Vecchio Borgo con particolare riferimento all'individuazione del contatto tra i depositi di riporto ed il substrato litoide, sono state scavate 14 trincee esplorative con profondità variabile tra 0,35 e 1,60 metri. La descrizione di queste trincee e degli aspetti di interesse specifico per la progettazione della strada è riassunta nelle schede che seguono. L'ubicazione d'insieme delle 14 trincee è mostrata in Fig. 44 mentre nelle schede è mostrato un dettaglio della posizione dei punti di inizio e fine scavo (EP\_num\_A ed EP\_num\_B).



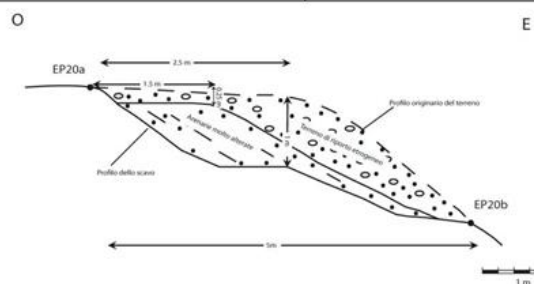


## PE20

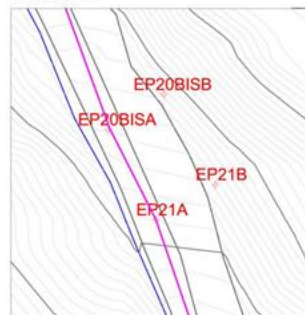


Coordinate PE20

EP20 a	X	1698318.324
	Y	4824543.127
	Z	200.498
EP20 b	X	1698322.386
	Y	4824546.048
	Z	198.002

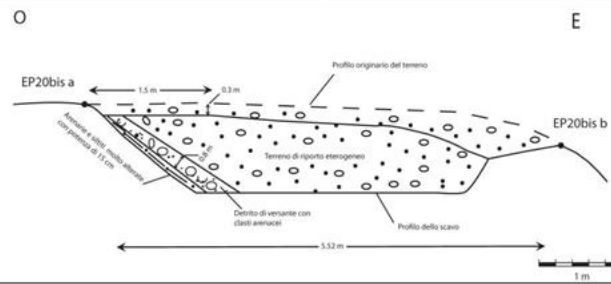


## PE20bis

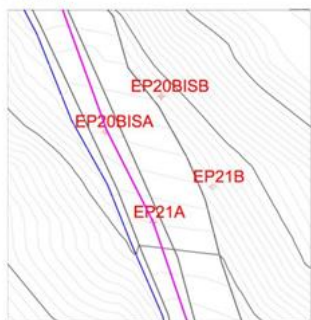


Coordinate PE20bis

EP20bis a	X	1698323.990
	Y	4824531.029
	Z	202.958
EP20bis b	X	1698328.658
	Y	4824533.982
	Z	201.190

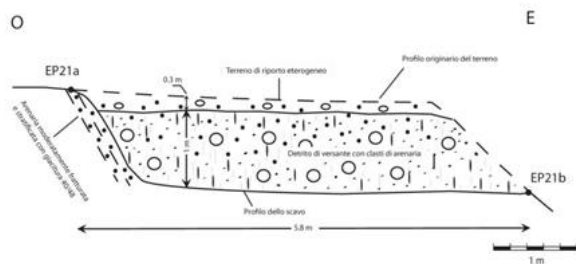


## PE21

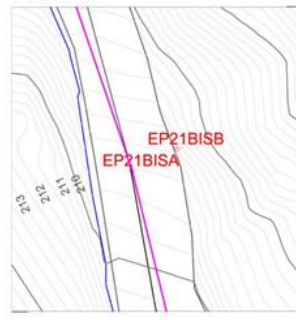


Coordinate PE21

EP21a	X	1698327.989
	Y	4824523.463
	Z	204.725
EP21b	X	1698332.976
	Y	4824526.421
	Z	202.439

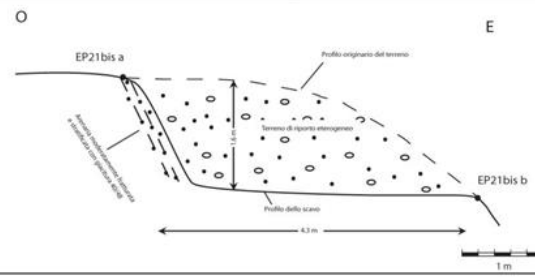


## PE21bis



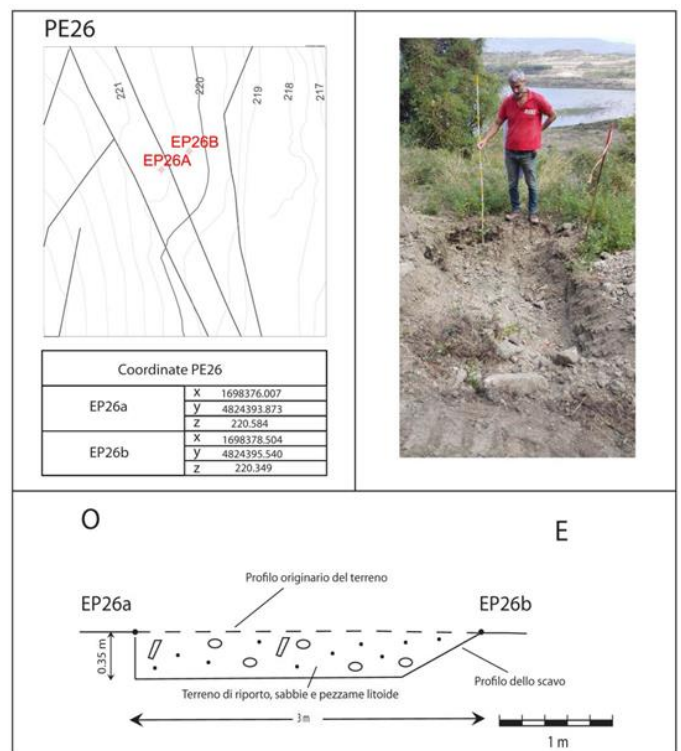
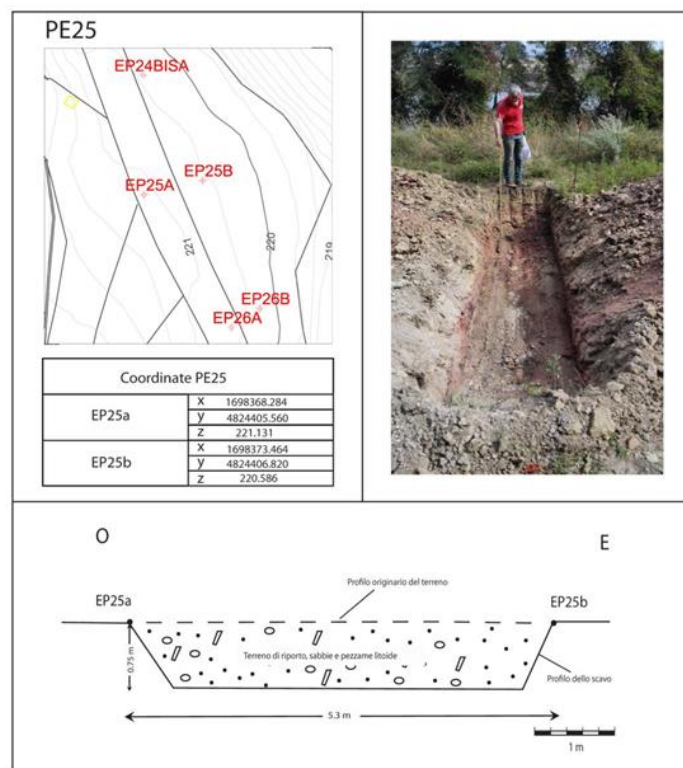
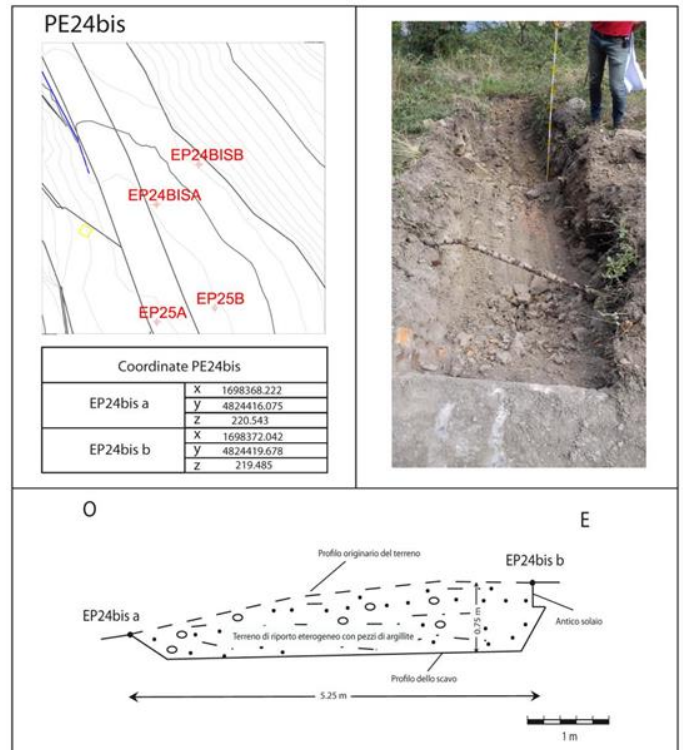
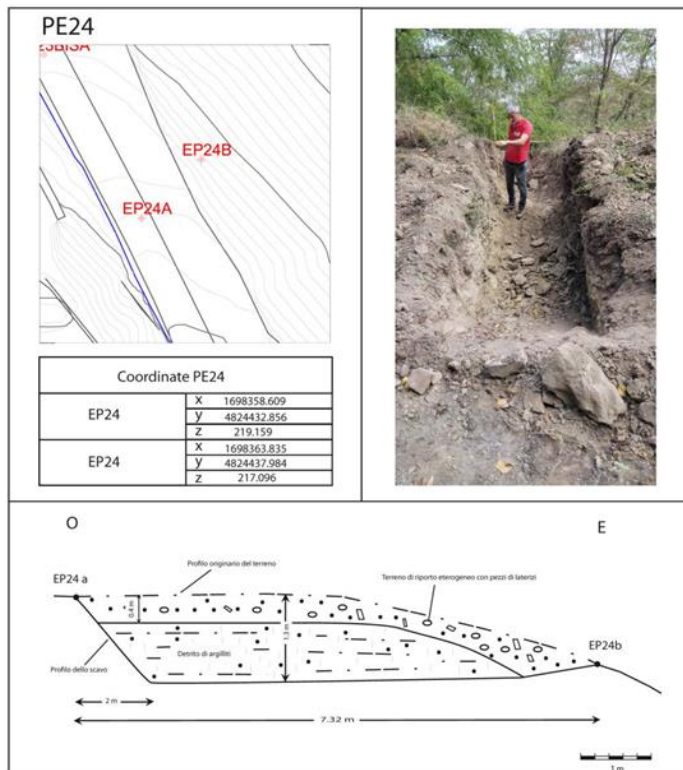
Coordinate PE21bis

EP21bis a	X	1698334.219
	Y	4824505.280
	Z	208.776
EP21bis b	X	1698338.097
	Y	4824507.144
	Z	206.641









Lungo il tracciato della strada sono quindi state tracciate le 5 sezioni geologiche mostrate di seguito, coincidenti con le omonime trincee esplorative. La loro ubicazione è indicata in Fig. 44; le linee di colore giallo sulle sezioni geologiche mostrano la geometria delle trincee esplorative (indicate con sigla PE\_num.)



sulla base delle quali è stato identificata la posizione del bedrock subaffiorante sotto il piano strada ed identificato con la linea viola nella figure seguente. Nel caso delle sezioni 22bis e 24 bis si dispone anche dei dati dei sondaggi S3007 e S3008 di cui si riporta la stratigrafia.

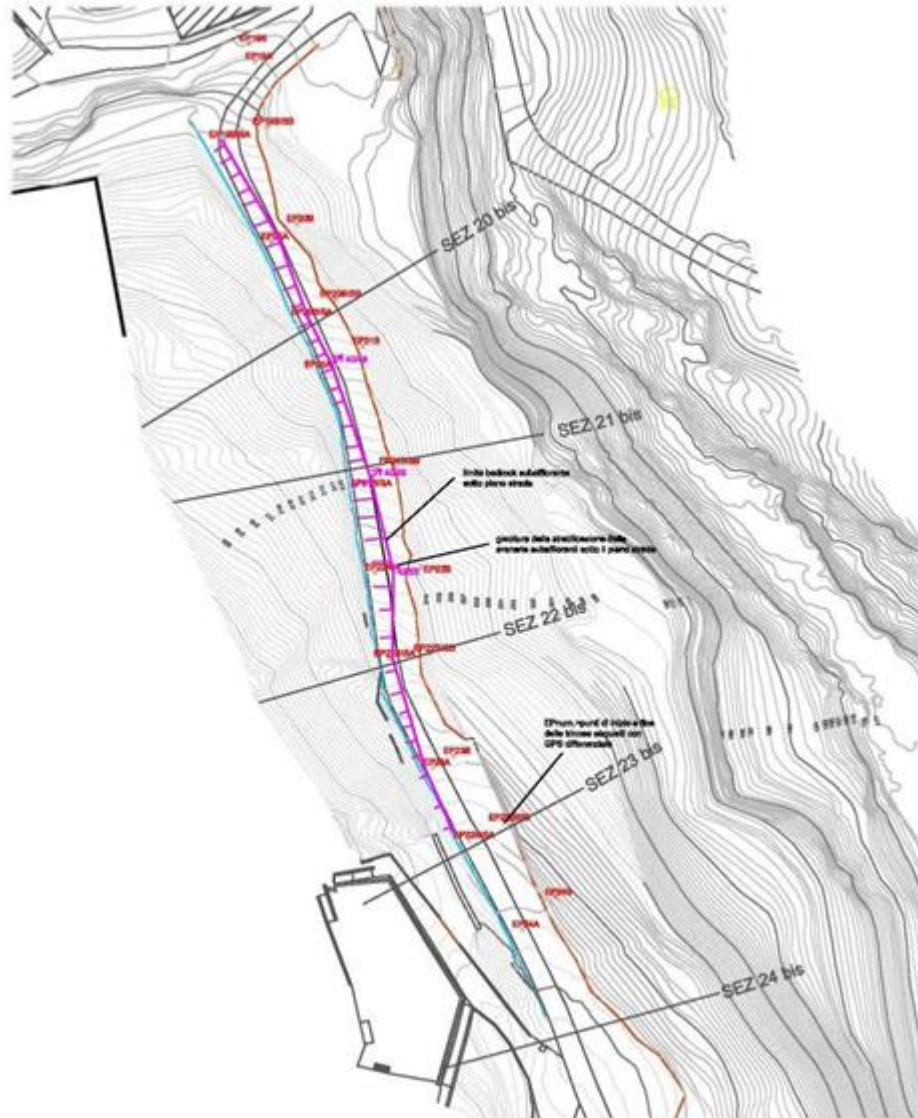
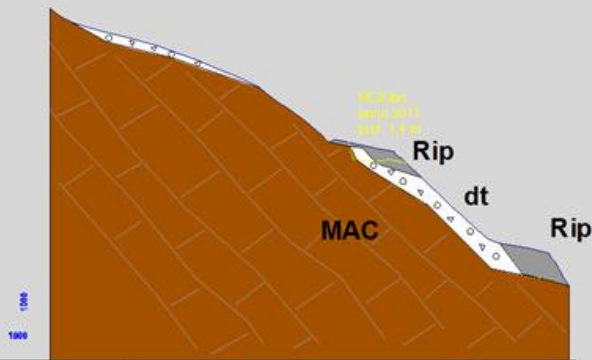


Figura 44 - Ubicazione delle sezioni geologiche da 20 a 24 bis lungo la strada di accesso al vecchio borgo. La linea viola indica la posizione del bedrock sub affiorante sotto il piano strada.

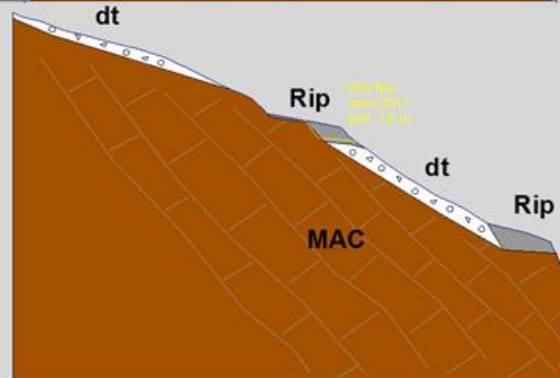
## Sez. 20bis

180.00



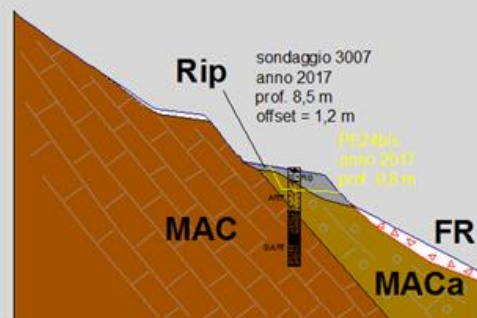
## Sez. 21bis

180.00



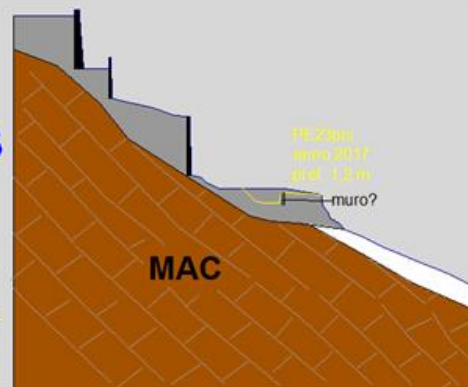
## Sez. 22bis

200.00



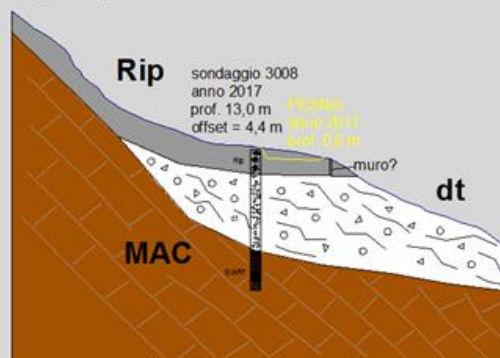
## SEZ. 23bis

200.00



## Sez. 24bis

200.00



#### **4.4 Cartografia geologica desunta da elaborazioni CARG, Continuum geologico della Regione Toscana come tradotte in cartografia geologica del PSI.**

La carta geologica del PSI, di cui si allega stralcio cartografico, stata redatta, in scala 1: 10.000 (su base cartografica C.T.R.) e rappresenta la sintesi delle conoscenze geologiche dell'area. La sua redazione deriva dall'analisi della ricca documentazione cartografica disponibile in letteratura, verificata attraverso specifici sopralluoghi su affioramenti rappresentativi, effettuati anche allo scopo di documentare le scelte e le classificazioni adottate.

I dati geologici e geomorfologici sono stati estrapolati, come indicato nelle specifiche tecniche regionali e nazionali, sia da precedenti studi già eseguiti nei comprensori comunali, che da nuovi originali rilevamenti di dettaglio appositamente eseguiti nel corso del presente studio.

Per quanto riguarda il reperimento bibliografico di studi geologici e geomorfologici pregressi, ci si è riferiti alle seguenti indagini:

- Cartografia C.A.R.G. Regione Toscana (compresi originali d'Autore)
- Continuum Territoriale Geologico della Regione Toscana;
- Carte geologiche e geomorfologiche di supporto agli Strumenti Urbanistici Comunali;
- Studi geologici e geomorfologici di dettaglio di supporto alla progettazione di opere pubbliche e private;
- Progetto IFFI (ISPRA);
- Banca dati regionale S.I.R.A., Provincia di Arezzo e ISPRA per i pozzi idrici;
- Dati di archivio documentale di Enel.

Tutti i dati reperiti sono stati fra loro confrontati e "validati" mediante mirati percorsi di sopralluogo e rilevamenti originali, anche mirati alla realizzazione delle necessarie interpolazioni e interpretazioni geologiche, specialmente in corrispondenza delle aree coperte da terreno agrario, da boschi e da insediamenti urbani.

I terreni oggetto di studio appartengono per la quasi totalità, ad eccezione dei depositi di copertura, alle formazioni del substrato cretaceo-cenozoico e le suddivisioni litostratigrafiche o allostratigrafiche che sono proposte in letteratura permettono di avere un quadro completo ed esaustivo dei caratteri litologici e sedimentologici, nonché del significato paleo-ambientale della successione in esame.

Per quanto riguarda le sigle ed i cromatismi delle unità geologiche si è fatto riferimento alle indicazioni del Servizio Geologico – ISPRA, che adotta una classificazione in unità litostratigrafiche per le rocce del substrato litoide ed un criterio genetico per la suddivisione dei depositi quaternari definiti ubiquitari (frane, depositi di versante, coltri detritiche ecc.).

La legenda delle unità geologiche proposta si basa, pertanto, sulle sigle ed i criteri CARG mantenendo i tradizionali riferimenti alla nomenclatura classica, ormai consolidata nella letteratura e nella cultura geologica dell'area in esame.

Appare opportuno precisare che questa carta tematica rappresenta uno strumento indispensabile per l'impostazione di studi sistematici o finalizzati a particolari problemi, come quello rappresentato dalla pianificazione urbanistica.

**Comune di San Giovanni Valdarno e Comune di Cavriglia**

Provincia di Arezzo

**PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE**

**ai sensi dell'art. 94 della L.R. 65/2014**





*Estratto di cartografia geologica del PSI dei Comuni di Cavriglia e San Giovanni Valdarno*

## Descrizione delle formazioni mappate in cartografia geologica

### DEPOSITI ANTROPICI

- Discariche di miniere (H) costituite da vaste aree interessate dall'accumulo dei terreni di scoperchiatura della lignite che veniva coltivata nella Miniera di Santa Barbara.

Dal punto di vista litologico si tratta di solito di rare argille e frequenti limi e sabbie. La disposizione sia verticale che orizzontale è assai casuale, la costipazione è scarsa e avvenuta naturalmente, senza che durante la posa in opera fosse operata alcuna lavorazione. Lo spessore va da zero a diverse decine di metri.

### DEPOSITI QUATERNARI

Sono costituiti da sedimenti olocenici riconducibili a:

- coltri detritiche di frana (F) (Olocene)
- depositi eluvio-colluviali (b2a) (Olocene)

Le coltri detritiche di frana (F) sono costituiti da elementi eterometrici prevalentemente grossolani, dispersi in matrice sabbiosa e sabbioso limosa e si trovano accumulati per gravità lungo i versanti o ai piedi di scarpate. Si tratta di masse detritiche che presentano caratteristiche di caoticità e disarticolazione, ancora ben riconoscibili sul terreno e dove gli accumuli dovuti a frane recenti interessano aree sulle quali è possibile una ripresa del movimento per la presenza di materiali sciolti, per l'assenza della vegetazione e per la sovente presenza di pendenze elevate.

I depositi eluvio-colluviali (b2a) sono costituiti da elementi eterometrici a granulometria minore del detrito di versante, in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità.

### SINTEMA DI MONTICELLO-CIUFFENNA (Pliocene superiore – Pleistocene inferiore)

- Sabbie di La Loccaia (LOC) (Pleistocene medio)

Si tratta di sabbie e ghiaie con clasti prevalentemente a composizione arenacea con intercalazioni di limi sabbiosi di colore bruno rossastro, spesso con indizi di pedogenizzazione.

### SINTEMA DI CASTELNUOVO (Pliocene superiore – Pleistocene inferiore)

- Ciottolami e sabbie di Spedalino (CSS) (Pliocene medio)

Si tratta dei primi depositi di conoide alluvionale sviluppatasi nel bacino fluvio-lacustre del Valdarno Superiore. Sono costituiti da ciottolami ad elementi arenacei di Macigno con matrice sabbioso e limoso sabbiosa; talvolta sono grano-sostenuti, più spesso matrice-sostenuti. I ciottolami mostrano alla base strutture riconducibili a fenomeni di deposizione in massa; talvolta invece sono embriciati a testimoniare la presenza di correnti trattive. Frequentemente le sabbie sono gradate normalmente; altre volte si possono osservare strutture ad ali di gabbiano interpretabili come argini dei canali. L'ambiente di sedimentazione è riconducibile ad una conoide alluvionale sviluppatasi in clima umido. Lo spessore misurato è di circa 50 m. La giacitura è mediamente inclinata di 10-15° verso NE; sono però presenti porzioni fortemente inclinate presso il margine occidentale del bacino.

- Argille di Meleto (AME) (Pliocene medio)

Si tratta di argille di origine lacustre con strati spessi da 15 cm a 1,5 m, provenienti dalla disaggregazione degli argilloscisti di origine liguride presenti sui Monti del Chianti, sovracconsolidate, con giacitura media a monoclinale immergente verso NE con inclinazioni che variano da 70 - 90° nei pressi del bordo del paleo invaso lacustre, a 10 - 15° degli affioramenti più orientali.

### DOMINIO TOSCANO – FALDA TOSCANA

- Macigno (MAC) (Oligocene medio - Miocene inferiore)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatico-micacee, spesso gradate, di colore grigio, marroni giallastre per alterazione, a granulometria generalmente da minuta a media, anche se non mancano strati con, alla base, grossi clasti di regola arrotondati.

Si presentano in strati da medi a spessi, fino a molto spessi, talvolta a malgamati, con intercalazioni centimetrico-decimetriche di arenarie fini, siltiti, argilliti e argilliti siltose color grigio scuro. Nella porzione superiore risultano relativamente comuni anche intercalazioni decimetriche-metriche di calcilutiti marnose, marne calcaree e di argilliti nerastre. Localmente sono presenti torbiditi calcaree a base calcarenitica, talvolta ricche di bioclasti.

Quando gli strati arenacei sono molto alterati subiscono la tipica esfoliazione a cipolla. La stratificazione è sempre netta, e i grossi banchi arenacei raggiungono (anche se ciò non è una regola) i 10 - 15 metri di spessore. Gli strati arenacei sono più o meno regolarmente alternati a quelli argilloso siltosi, i quali sono, in genere, meno abbondanti e meno spessi rispetto ai precedenti. Occasionalmente sono presenti anche strati torbiditici a composizione calcareo - marnosa, di colore bianco avana all'alterazione e grigio al taglio fresco, di spessore variabile tra i 10 cm e i 2 metri, e strati argillosi aventi spessore tra i 5 cm ed 1 metro, a frattura da scagliosa ad aciculare, con colorazione nera.

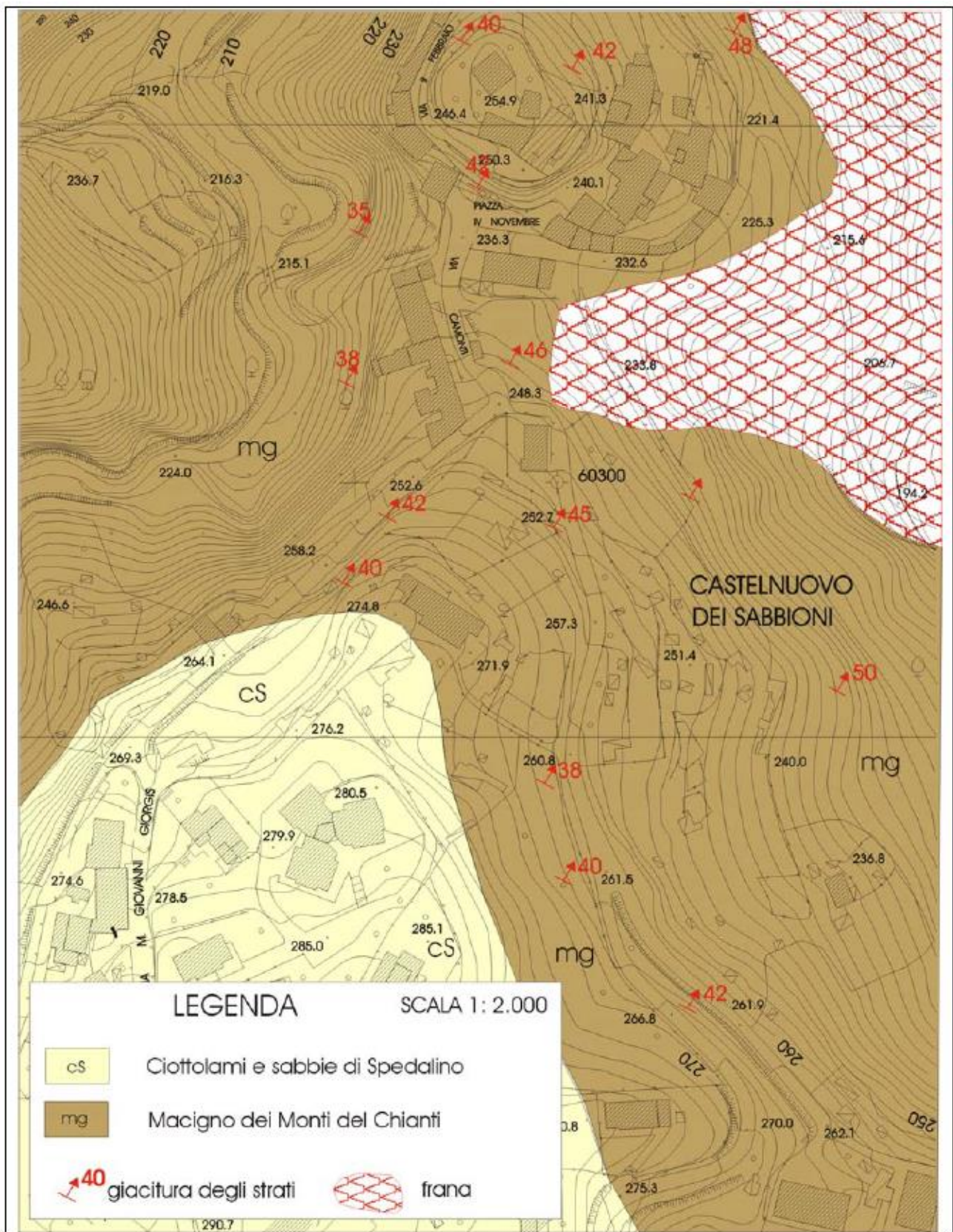
Nell'area oggetto dell'intervento il Macigno dei Monti del Chianti si presenta estremamente fratturato e profondamente alterato.

Gli strati arenacei sono attraversati da una o due famiglie di giunti sistematici più o meno ravvicinati, pressoché ortogonali tra loro ed alle superfici di stratificazione. In prossimità della superficie del suolo le discontinuità variano da qualche centimetro a qualche decimetro. Le siltiti invece, di regola sono fratturate e suddivise in blocchetti delle dimensioni di qualche centimetro. Nelle sequenze di strati prevalentemente siltitici sono stati osservati macrogiunti con spaziatura dell'ordine dei metri e con giacitura variabile, ma generalmente normale a quella della stratificazione.

Le giaciture degli strati delle arenarie situate più a monte, sono generalmente 40°/40°, mentre negli affioramenti più a valle, a causa di un piegamento degli strati verso il basso, l'inclinazione degli strati può arrivare a 50° mantenendo la medesima direzione (40°). Questa sembrerebbe una variazione non importante, ma a causa di questo piegamento, gli strati assumono una giacitura a franapoggio circa inclinata come il pendio, causando problemi non indifferenti dal punto di vista della stabilità.

La coltre di materiali detritici di alterazione e disfacimento della formazione del Macigno dei Monti del Chianti è formata da un terreno sabbioso-limoso, da poco a mediamente addensato, contenente frammenti di arenaria più o meno alterata. Lo spessore della coltre varia in relazione alla fratturazione del substrato. Sui versanti del colle esposti ad ovest, la coltre è pressoché assente; è presente invece localmente sulla sommità del colle a quote più elevate di 230 m sul livello del mare. Sui versanti esposti ad oriente, prima dei movimenti franosi che hanno interessato i depositi lacustri e, di riflesso la coltre detritica, questa aveva uno spessore di 2 - 3 m, attualmente nella zona a sud, in corrispondenza della palificata effettuata dall'ENEL, realizzata trasversalmente all'asse della frana, la coltre detritica raggiunge, lo spessore di circa 15 m.





*Dettaglio del rilevamento geologico con rilevazione degli assetti giaciturali a franapoggio con inclinazione variabile da maggiore del pendio a pari all'inclinazione del pendio*

## 5. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Alcuni dissesti franosi interessano il versante orientale del poggio su cui insiste il Borgo di Avane e coinvolgono la coltre superficiale per spessori di alcuni metri, secondo movimenti di scivolamento planare che trova la superficie di scorrimento all'interfaccia con il substrato.

Tali movimenti interessano quasi esclusivamente la porzione sotto strada del versante nordorientale ed il settore a valle della Casa Andrea del Sarto sul versante sudorientale del Borgo di Avane, e possono evolvere, in virtù dell'elevata acclività, attraverso accelerazioni o crolli improvvisi in occasione dei maggiori eventi piovosi risultando sempre correlati alla meteora stagionale.

La porzione nordorientale sopra strada non presenta particolari criticità ed anche la postazione inclinometrica realizzata a scopo di monitoraggio (inclinometro 3021) non ha manifestato alcun movimento dalla data di installazione (14/11/2018).

La zona sudorientale ubicata subito a valle di Casa Andrea del Sarto è stata oggetto in passato della realizzazione da parte di Enel di un'opera di presidio (paratia di pali di adeguata profondità) a presidio e protezione stessa del manufatto (Casa Andrea del Sarto) da possibilità di fenomeni di retrogressione del coronamento del dissesto gravitativo stesso.

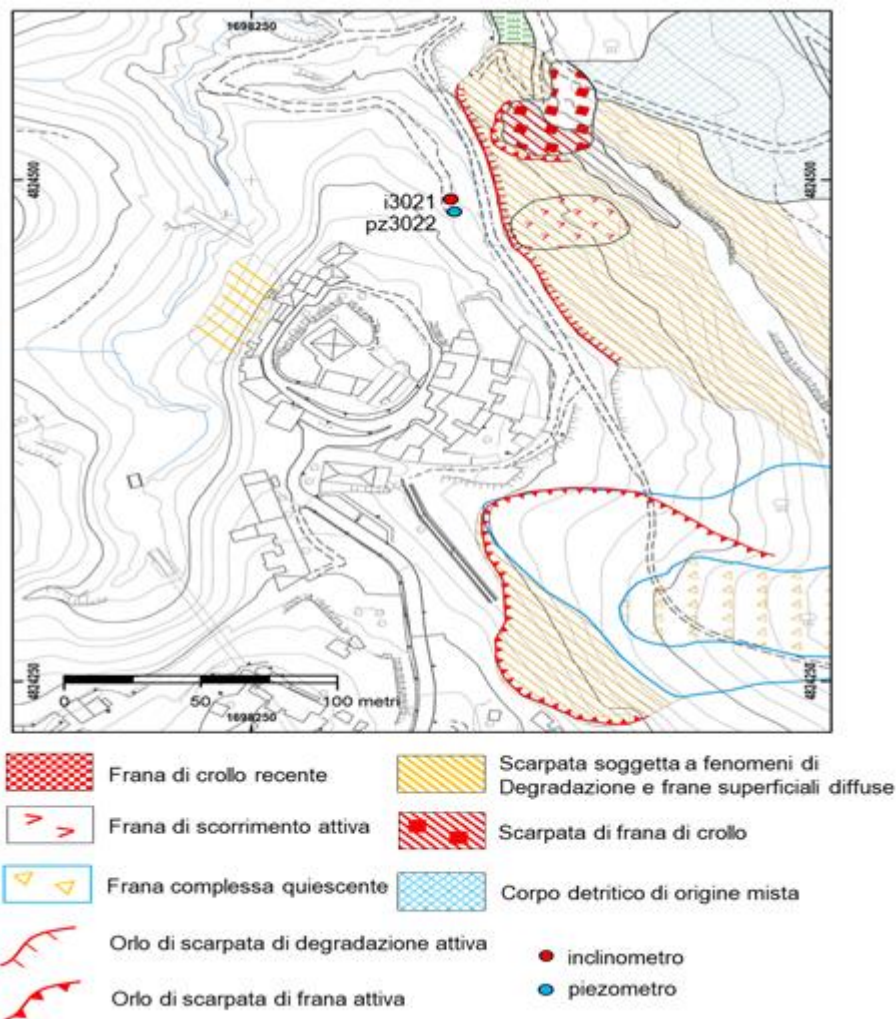


Figura 45 - Carta geomorfologica dell'area del Borgo di Castelnuovo.



Percorrendo la strada esistente che dal borro Pianale conduce verso il Borgo di Avane è possibile evidenziare la presenza di un coronamento che lambisce il ciglio della strada stessa e sottende un corpo di frana che coinvolge il materiale detritico e la coltre di alterazione del substrato arenaceo pelitico.



*Figura 46 – Coronamento di una frana di scorrimento rotazionale a spese dei depositi di riporto per la realizzazione della strada ed in misura minoritaria della copertura alteritica delle arenarie lungo la strada tra Borgo Vecchio e l'edificio destinato ad ex distributore di carburante (sullo sfondo).*

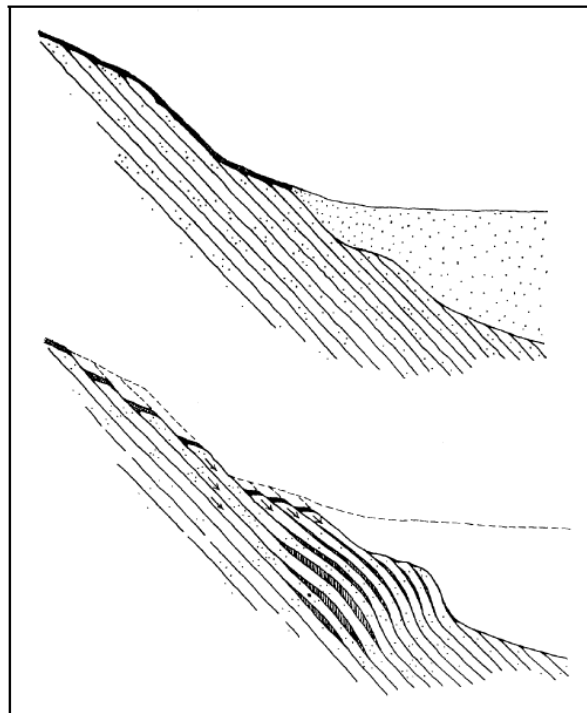
I nuovi rilievi hanno evidenziato la presenza di numerosi elementi di criticità geomorfologica che si manifestano in certi casi come frane più o meno superficiali (2 – 5 m) che coinvolgono la copertura detritica e che sfruttano la stratificazione a franapoggio del Macigno come superficie di scollamento coinvolgendo la porzione alterata del substrato in fenomeni di crollo. Tali frane sono diffuse lungo il vecchio tracciato della Strada Provinciale che risulta gravemente compromesso. In altri casi lo spessore delle coltri coinvolte è notevolmente maggiore e sono interessati materiali della successione fluvio-lacustre; si tratta in questi casi di riattivazioni degli eventi franosi del 1978 – 1982 innescate dalle elevate pressioni neutre in corrispondenza di superfici di scorrimento antiche.





*Figura 47 – Immagine a destra: superficie di stratificazione del Macigno (superficie strutturale) denudata dall'asportazione dei detriti per scorrimenti superficiali. Immagine a sinistra: fenomeno di crollo in roccia.*

I fenomeni che si possono sviluppare come instabilità di versante consistono, pertanto, nello scivolamento della coltre detritica e della roccia più alterata al di sopra delle superfici di strato secondo processi di debris e rock slide che possono localmente evolvere in crolli. Gli scivolamenti su roccia possono manifestarsi anche in forma di cunei laddove le discontinuità dell'ammasso creano le condizioni cinematiche predisponenti. Altri processi da attenzionare come possibili sorgenti di instabilità consistono nei fenomeni di carico di punta sugli strati arenacei più esterni (bulk), per inclinazioni molto elevate, che possono portare a flessione degli strati e crolli/ribaltamenti improvvisi.



*Strati di Macigno dei Monti del Chianti interessati dal fenomeno della flessione dovuta agli scavi nella Miniera di Santa Barbara (da D'ELIA, 2000 modificato).*

Nel corso degli scavi minerari l'area a sud del borgo è stata interessata da un movimento franoso importante di cui si riportano, nel seguito, le informazioni storiche.

Il versante a sud di Castelnuovo dei Sabbioni fu interessato da una grande frana nel 1978 che vide lo scivolamento delle sabbie di letto sopra il substrato, costituito da arenaria Macigno. Nel 1981 si ebbe una ripresa del movimento e l'anno successivo un ampliamento verso monte nella parte meridionale del pendio. Nel 1997 è stata ultimata la costruzione della ricarica (fascia circumlacuale) con superficie a quota 153 – 155 m s.l.m. con funzione stabilizzante del versante perimetrale. L'estensione planimetrica dell'area interessata dai movimenti ed il modello geologico del versante sono mostrati in Fig. 48 e 49 secondo le ricostruzioni di ENEL (Rapporto interno, settembre 1997). A seguito di tale evento la Strada Provinciale, che da Le Matole proseguiva verso il Borgo di Castelnuovo e quindi verso l'area del borro Pianale fu deviata nella posizione attuale per i gravi danni subiti.

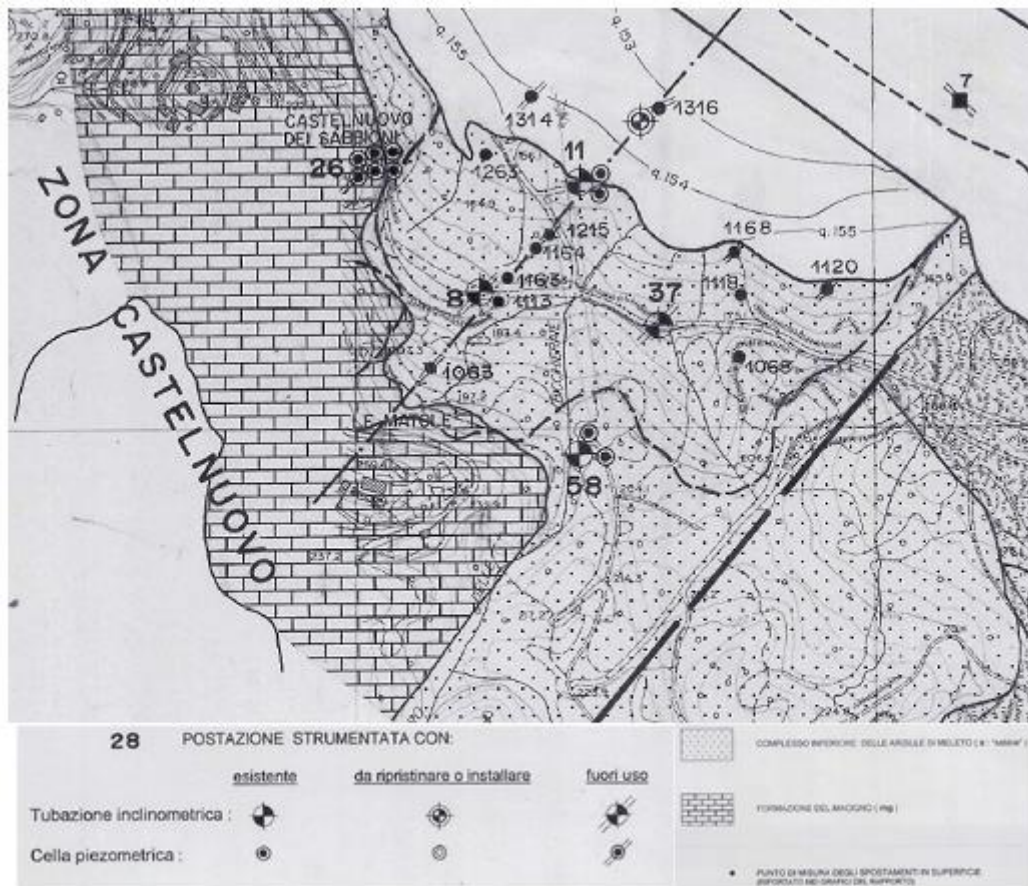


Figura 48 - Versante Castelnuovo e area della frana (linea tratteggiata) di Le Matole del 1978 (ENEL, rapporto interno, Settembre 1997).

I dati dei monitoraggi superficiali e profondi effettuati fino al 1990 indicavano che nella zona era presente uno scorrimento profondo (fino a 30 m) con carattere di continuità nel tempo, reso attivo dagli elevati valori della pressione neutra in corrispondenza delle superfici di rottura delle frane avvenute nel periodo 1978 – 1982.

Dal 1989 e fino al 1993 gli spostamenti del terreno sono proseguiti raggiungendo valori compresi fra 1 e 5 m con velocità di spostamento comprese fra 0,5 e 1 m/anno correlate al regime delle precipitazioni meteoriche. Tra aprile 1993 e giugno 1997 gli spostamenti del terreno in superficie sono risultati molto piccoli, dell'ordine al massimo di 0,5 m con velocità medie di 0,1 m/anno, o addirittura nulli nella parte SE.

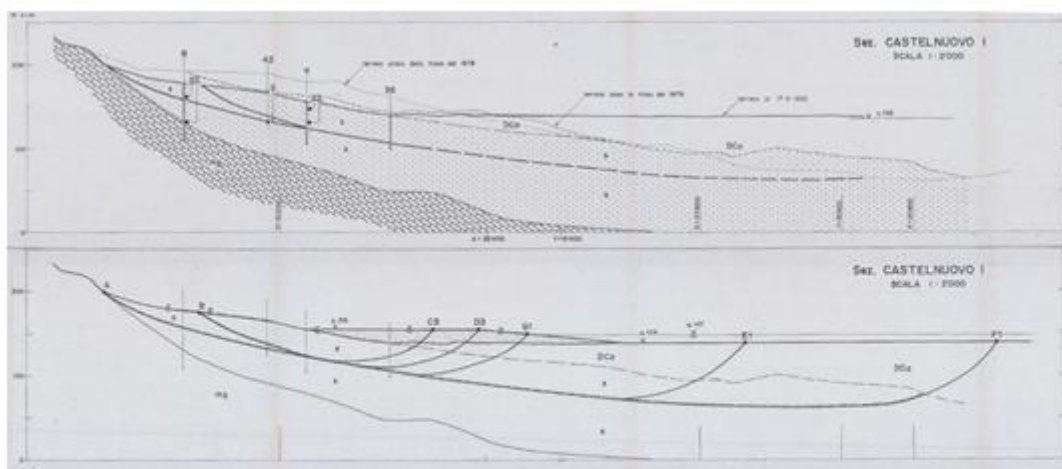


Figura 49 - Sezioni geotecniche e di verifica del versante Castelnovo (ENEL, rapporto interno, Settembre 1997).

## ZONA CASTELNUOVO

Postaz.	quota (m s.l.m.)	lungh. (m)	data installaz.	ultima misura	Note (profondità riferite alla superficie del terreno)
59	176	45	16.6.92	---	Ostruito a 37 m di profondità il 17.6.92
36	141	42	28.2.90	20.9.90	Forti spostamenti (140 mm) distribuiti tra 14 e 26 m di profondità; ostruito a circa 16 m il 4.2.91
37	175	42/39	18.1.90	15.3.90	Scorrimenti concentrati tra 6 e 8 m e tra 24 e 25 m di profondità; ostruito a 6 m il 17.4.90. <u>Reinstallato a Maggio 1996, a Febbraio indica uno scorrimento di 70 mm alla profondità di 24 m. Interrotto a tale profondità ad Aprile 1997.</u>
11	156	51	31.8.89	29.7.97	Interruzione a 27,70 m alla prima misura (6.12.89); il 18.1.90 alla stessa profondità non passa il segnalatore di scorrimento. <u>Reinstallato a Maggio 1996, dopo un anno indica uno scorrimento di 6 mm alla profondità di 28 m ed uno spostamento in testa di 20 mm.</u>
58	199	48	12.8.92	29.7.97	Spostamento della testa di circa 20 mm verso monte (?), decrescente linearmente con la profondità. <u>Da Dicembre '93 a Luglio '97 nessuno spostamento significativo</u>
8	178	69/48	10.7.89	11.4.90	Scorrimento tra 20 e 21 m di profondità; ostruito il 15.5.90. <u>Reinstallato a Maggio 1996, dopo un anno indica uno scorrimento di 56 mm alla profondità di 18 m. Attrezzato con segnalatore di scorrimento a Maggio 1997.</u>

Tabella 1 - Tabella riassuntiva degli inclinometri installati lungo il versante Castelnovo - Le Matole.

L'inclinometro I37 installato nell'area in movimento ha misurato scorrimenti concentrati a 6 e 8 m di profondità e tra 24 e 25 metri. Il 17/04/1990 si è interrotto a 6 m ed è stato quindi reinstallato nel maggio



1996. A febbraio 1997 indicava uno scorrimento di 70 mm a 24 m di profondità e due mesi dopo si è interrotto a quella profondità.

L'inclinometro I8, in posizione analoga in riferimento all'estensione della frana, ha mostrato uno scorrimento tra 20 e 21 m di profondità e si è ostruito il 15/05/1990. Reinstallato nel maggio 1996, dopo un anno indicava uno scorrimento di 56 mm a 18 m di profondità ed è stato attrezzato con segnalatore di scorrimento nel maggio 1997.

I11, installato il 31/08/1989, è ubicato invece al piede del versante ed è risultato interrotto a 27,7 m di profondità già alla prima lettura (06/12/1989). Reinstallato nel maggio 1996, dopo un anno indica uno scorrimento di 6 mm alla profondità di 28 m ed uno spostamento in testa di 20 mm.

Infine, l'inclinometro I58, installato nell'agosto 1992, mostrava nel 1993 uno spostamento della testa di 20 mm verso monte decrescente linearmente con la profondità. Da dicembre 1993 a luglio 1997 nessuno spostamento significativo. Tale installazione è esterna al perimetro della frana ed è stata rinvenuta nel marzo 2017 in condizioni di non utilizzabilità poiché otturata a profondità di circa 1 m da materiale all'interno del tubo.

### **5.1 I dissesti nel tempo nell'area del Borgo di Avane e nel sottostante versante minerario**

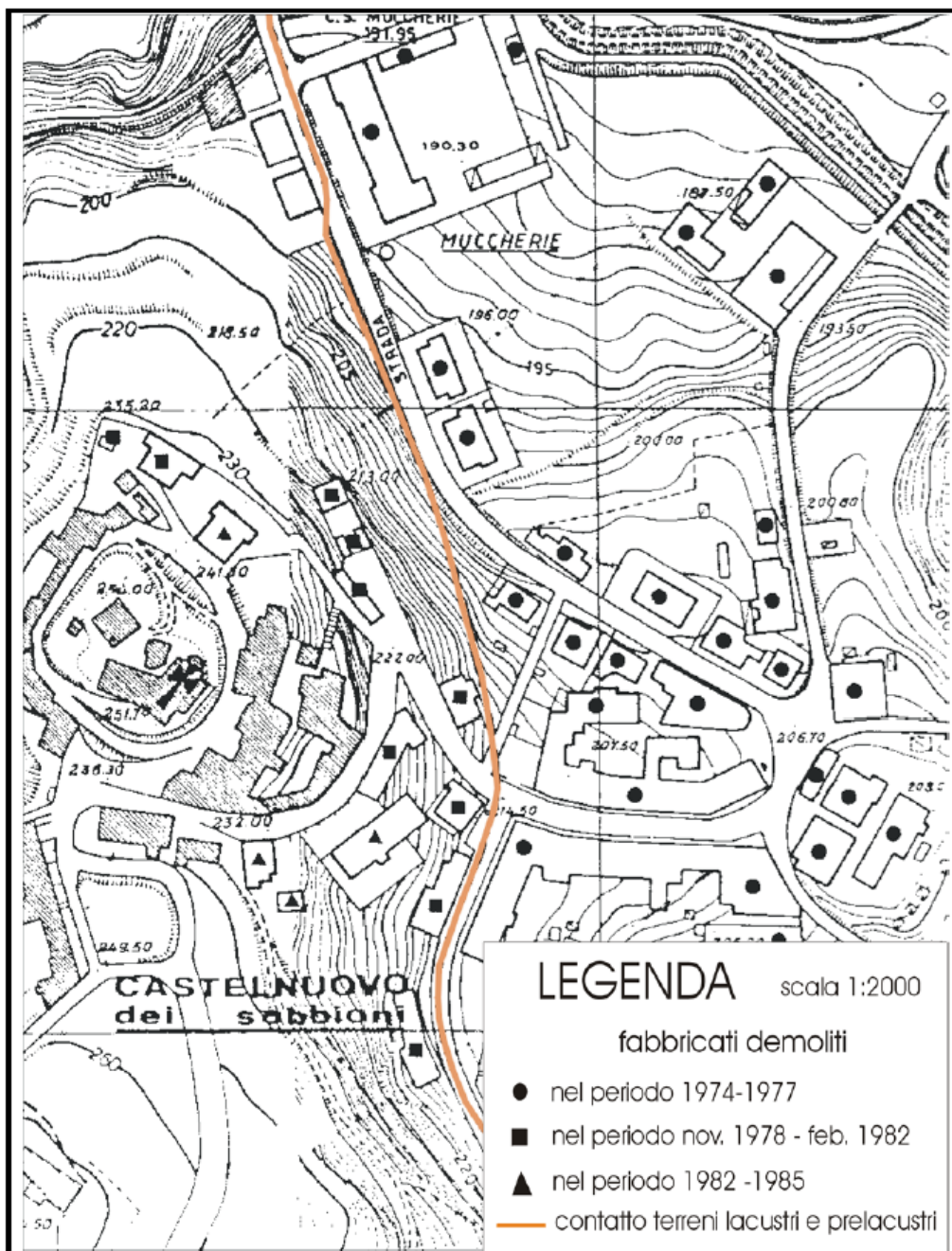
L'area oggetto della presente trattazione, situata nelle zone limitrofe al colle di Castelnuovo dei Sabbioni, nel versante che si affaccia sulla ex miniera di lignite di Santa Barbara.

La coltivazione a cielo aperto di questo giacimento iniziò nel 1955 e si completò nel 1993. Gli scavi minerari raggiunsero la profondità massima di circa 130 m al di sotto del preesistente piano di campagna raggiungendo, come quota più bassa, quella di 25 - 30 m sul livello del mare.

Nel 1997 sono terminati i lavori di riempimento dello scavo, fino ad una quota media di 140 m sul livello del mare, oltre ad una banca larga circa 150 m con la superficie posta alla quota di 154 m sul livello del mare.

Nel 1955, e quindi precedentemente all'inizio degli scavi minerari a cielo aperto, l'abitato di Castelnuovo dei Sabbioni era costituito da tre parti distinte (v. figura che segue):

1. il nucleo più antico, ubicato sui terreni riferibili al Macigno dei Monti del Chianti, al di sopra della quota di 215 m sul livello del mare;
2. la porzione posta ai piedi del versante orientale dell'abitato di cui al precedente punto 1), compresa tra le quote di 200 e 215 m sul livello del mare, con terreni affioranti appartenenti alle formazioni fluvio lacustri;
3. la porzione denominata Dispensa posta circa 250 m ad est dell'abitato di Castelnuovo dei Sabbioni alla quota compresa tra 180 e 190 m sul livello del mare con terreni affioranti appartenenti alle formazioni fluvio lacustri.



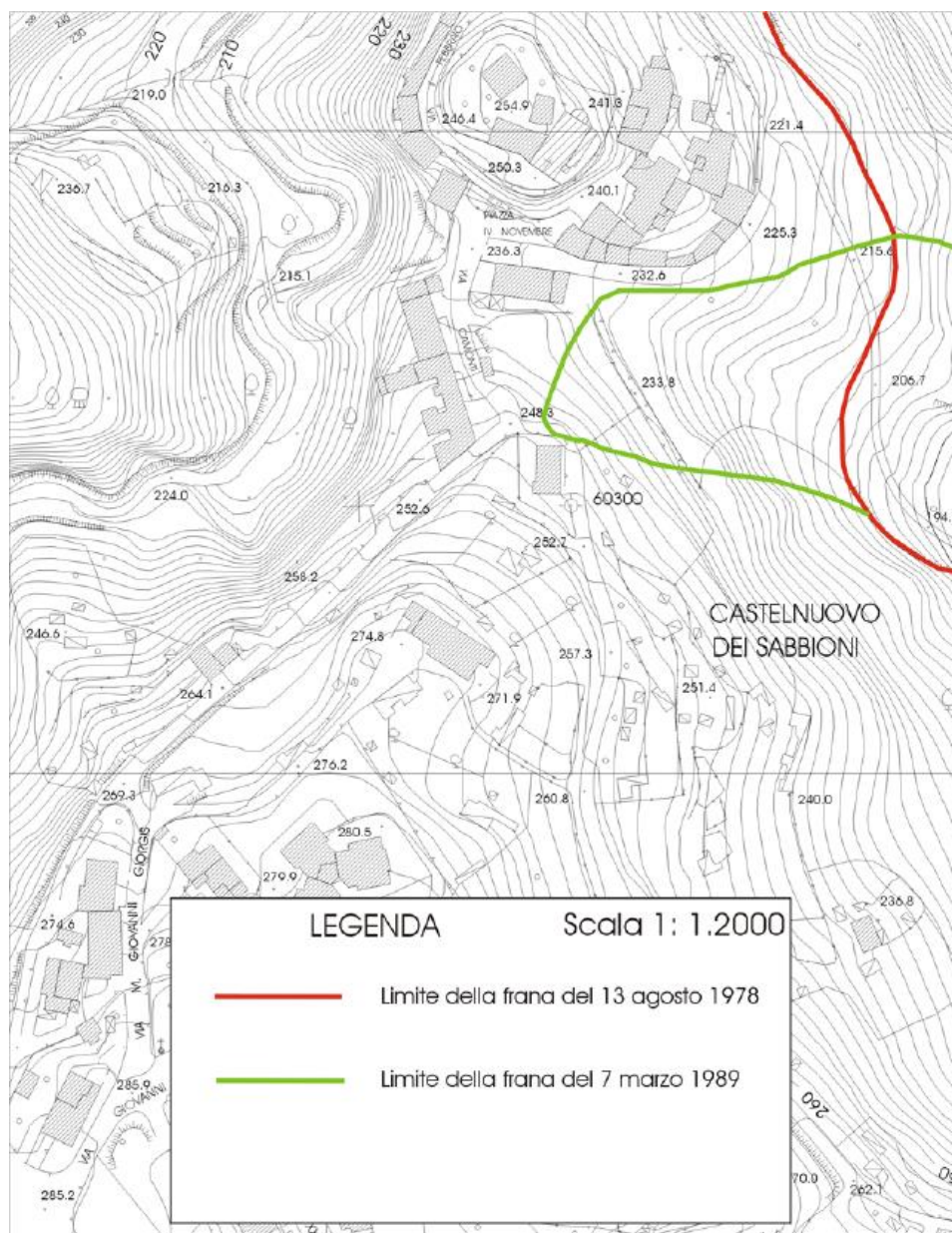
*Estratto dalla carta topografica in scala 1:2.000 aggiornata al giugno 1973 con l'individuazione del contatto tra i terreni fluvio lacustri ed i prelacustri e l'epoca della demolizione di alcuni fabbricati che non esistono più (da D'ELIA, 2000 modificato).*

Il problema della stabilità dell'area in cui sorge il vecchio abitato di Castelnuovo dei Sabbioni si presenta già nella prima metà degli anni settanta in seguito all'avanzare dei lavori di coltivazione della Miniera di Santa Barbara in concessione all'ENEL.

Nel giugno del 1973 gli edifici dell'area denominata Dispensa erano già stati acquistati dall'ENEL e demoliti. La prima frana di una certa consistenza, caratterizzata da un distacco al piede di Castelnuovo dei Sabbioni, si verifica il 31 marzo 1974.

In quel momento alcune delle case della periferia erano già state abbattute per i lavori minerari. Le case della parte bassa del paese sono già tutte chiuse e abbandonate, ma nella parte alta dell'abitato la vita continua. La frana interessa i soli terreni di origine fluvio lacustre ed alcune coltri detritiche.

Il 13 agosto 1978 si manifestò una frana (v. figura di seguito riportata) abbastanza importante che coinvolse alcune case che furono successivamente completamente abbattute. Il movimento franoso ha rimosso quasi del tutto i terreni di origine fluvio lacustre mettendo in luce quelli del substrato arenaceo costituito dalla formazione Oligocenica del Macigno dei Monti del Chianti che presenta una giacitura piuttosto inclinata (franapoggio più inclinato del pendio e talvolta inclinato come il pendio).



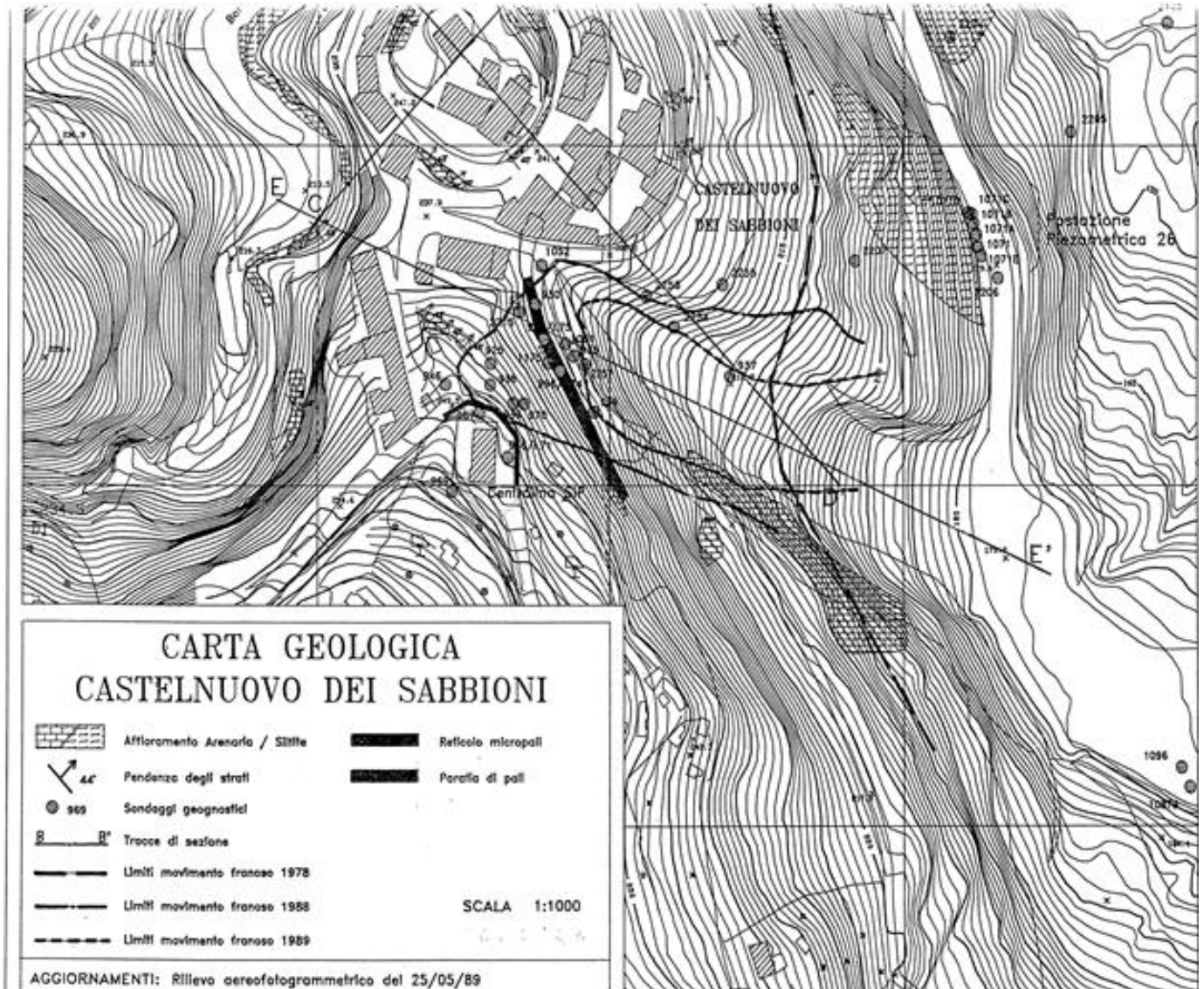
*Individuazione dei movimenti franosi avvenuti a seguito degli scavi minerari.*

Successivamente vi furono altri movimenti franosi fino al 1982. Si trattò sempre di scivolamenti su superfici piane di materiale sabbioso su superfici interessate da una litologia limoso argillosa. Altri piccoli fenomeni interessarono la coltre superficiale e detritica del Macigno dei Monti del Chianti in corrispondenza dei versanti su cui sorge il vecchio abitato di Castelnuovo dei Sabbioni.

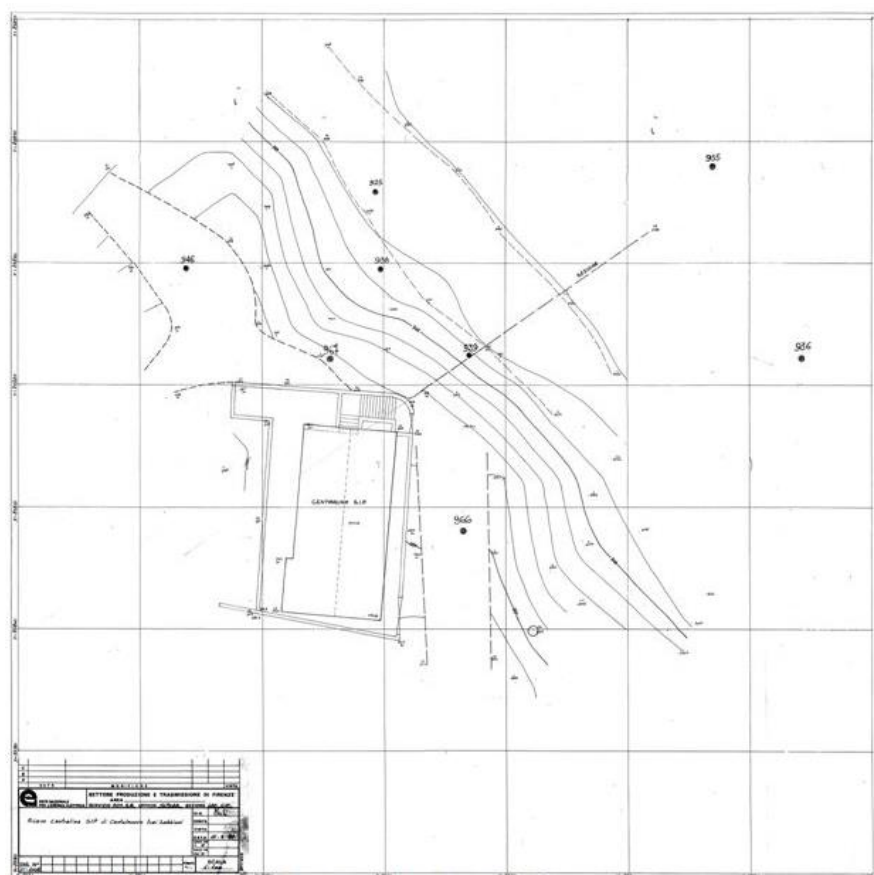


Tra il 1982 ed il 1989 il corpo di frana determinatosi negli anni precedenti si mosse assai lentamente senza peraltro modificare in modo significativo la geometria del versante.

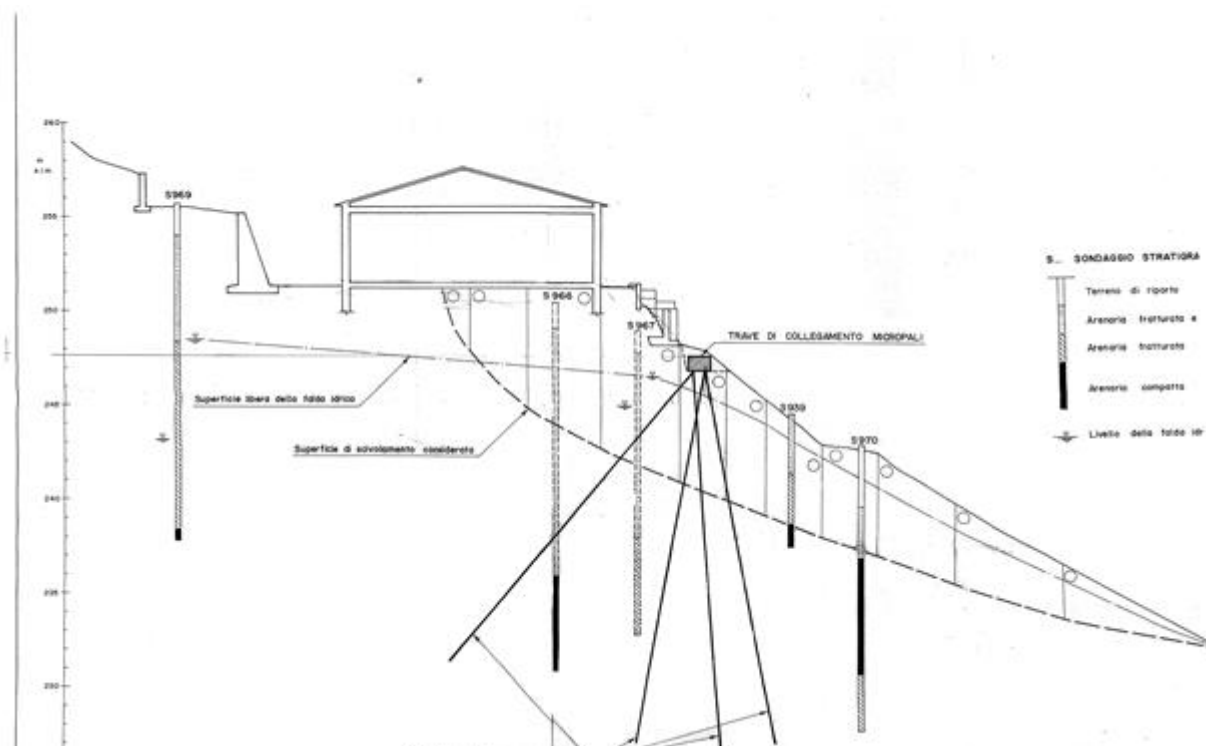
Il 7 marzo 1989 si verificò il movimento franoso della coltre detritica nella zona in cui sorge la centralina SIP e per tale motivo fu realizzata una struttura di sostegno costituita da un reticolo di micropali lunghi 20 m collegati in testa con una trave di cemento armato, in corrispondenza dei lati nord ed est del fabbricato. Nello stesso periodo di tempo fu realizzata, immediatamente a monte del coronamento della frana del 1989 (a valle della paratia di micropali), una paratia di pali di 0,45 m di diametro della lunghezza variabile tra 10 e 25 m, in doppia fila e collegati in testa per mezzo di una trave in cemento armato; la realizzazione di detta paratia aveva la funzione di impedire un arretramento della testata del movimento franoso.



*Carta geologica con traccia delle opere di consolidamento realizzate in un recente passato*



Planimetria e traccia di sezione della palazzina SIP



Dal 1994 all'ultima misurazione effettuata (anno 2001) i caposaldi di livellazione posti in corrispondenza del fabbricato SIP e del reticolo di micropali non hanno subito deformazioni, e sono praticamente fermi.

Nel febbraio del 2000 l'ENEL ha incaricato il Prof. Ing. B. D'Elia di redigere uno studio sulla stabilità del colle di Castelnuovo dei Sabbioni; detto studio è stato alla base per ottenere lo svincolo dai lavori minerari della zona, ottenuto da parte della Regione Toscana nell'aprile 2002.

Tale studio afferma chiaramente che sono stati i lavori minerari a innescare i fenomeni franosi e visto che ora sono venuti meno, possiamo pensare ad un nuovo utilizzo dell'area, a patto che vengano rispettati i vincoli e le prescrizioni riportati di seguito (e derivanti sia dallo studio del Prof. Ing. B. D'Elia sia dalla Regione Toscana):

- in corrispondenza di tutto il colle devono essere evitati, per quanto possibile, scavi di sbancamento e riporti che potrebbero pregiudicare la stabilità locale del versante;
- eventuali scavi e riporti dovranno essere progettati mediante indagini e studi geotecnici specifici per realizzare tutti gli interventi necessari per garantirne la stabilità;
- nell'area della frana del 1989 (sottozona B1) non devono essere realizzati interventi che possano compromettere la stabilità del reticolo di micropali a presidio del fabbricato SIP e della sottostante opera di contenimento;
- nel caso che fosse necessario variare la viabilità attuale di accesso al vecchio abitato da Camonti, interessando la zona del fabbricato SIP e quella a monte dell'opera di contenimento sopra richiamata, saranno necessari interventi di consolidamento del versante da scegliere e dimensionare in relazione alle caratteristiche delle opere che si intendono eseguire; tali interventi dovranno essere progettati sulla base di indagini e studi geotecnici specifici commisurati all'importanza delle opere da realizzare

Attraverso la lettera raccomandata A.R. del 12 aprile 2002 (prot.104/14218/32.01) della Regione Toscana, Dipartimento delle Politiche Territoriali ed Ambientali, U.O.C. Vigilanza sulle attività minerarie inviata all'ENEL Produzione S.p.A. si autorizza lo svincolo dai lavori minerari dell'area "Vecchio abitato di Castelnuovo dei Sabbioni", con alcuni vincoli e prescrizioni che non sono altro che quelli già ipotizzati dal Prof. Ing. B. D'Elia nello studio sopra citato.

## **5.2 Cartografia geomorfologica desunta da elaborazioni svolte per il PSI congiuntamente all'aggiornamento del "data base geomorfologico" della AdB Distrettuale Appennino Settentrionale.**

La carta geomorfologica rappresenta le forme del rilievo terrestre, ne rappresenta i caratteri morfografici (forma e dimensioni) e morfogenetici (i processi responsabili del modellamento del paesaggio).

Il criterio principale di classificazione è quello morfogenetico, cioè quello basato sull'individuazione dell'origine delle forme, che quindi sono classificate in funzione dei processi endogeni (legati a dinamiche interne della litosfera) ed esogeni (es. acque correnti superficiali, gravità, ecc., legati a dinamiche esterne alla litosfera) con associata l'indicazione della sequenza cronologica e morfodinamica con particolare distinzione relativa allo stato di attività delle forme stesse tra forme attive, forme non attive ma potenzialmente instabili ("quiescenti") e non attive.

Per la scelta dei criteri di classificazione utilizzati per la redazione del presente supporto si è fatto riferimento ai contenuti del Regolamento Regionale n. 7/R del 6 marzo 2017 "Specifiche tecniche per la strutturazione, la codifica e l'acquisizione in formato digitale delle cartografie della banca dati geomorfologica della Regione Toscana", i cui concetti ispiratori si basano sui principi contenuti nei Quaderni e Manuali ISPRA (1994; 2006; 2007; reperibili su <http://www.isprambiente.gov.it/it/servizi-per-lambiente/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi>) e loro aggiornamenti relativi alle Linee Guida per il rilevamento e la rappresentazione della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000, criteri comunemente adottati nella letteratura scientifica e tecnica internazionale.



Tali criteri ed indirizzi tecnici sono stati integrati ed omogeneizzati, in legenda geomorfologica, con le indicazioni tecniche inerenti l'aspetto geomorfologico (e relativo "data base") codificati dalla Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (ex Autorità di Bacino del Fiume Arno) con l'adozione, in via definitiva, del Piano di bacino, stralcio "Assetto Idrogeologico del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" (PAI dissesti), previsto all'art. 67 del D.Lgs. 152/06 che sostituisce interamente i vari PAI elaborati secondo le disposizioni della legge 183/89, da parte della Conferenza Istituzionale Permanente nella seduta del 28 marzo 2024; con particolare riferimento ai dettagli di cui alle Tabelle A (Criteri per la determinazione dello stato di attività dei dissesti) e C (Elementi della banca dati geomorfologica e corrispondenti classi di pericolosità) ed ai paragrafi 2 e 3 di cui all'allegato 3 della Disciplina di Piano (PAI dissesti del Distretto Appennino Settentrionale – marzo 2024).

L'attività di revisione e proposizione delle perimetrazioni confermate e/o modificate si prefigge l'obiettivo di:

- rendere coerenti ed omogenee tra loro le diverse indicazioni di pericolosità predisposte con cadenze temporali diverse e pertanto con riferimento a disposizioni normative ed indicazioni tecniche fra loro dissimili (es. Del. G.R.T. n. 94/85, n. 230/1994, n. 12/2000 e Reg.Reg. n. 26/R e 53/R) uniformandole alle indicazioni e criteri per la mappatura dei fenomeni geomorfologici e definizione delle classi di pericolosità per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI dissesti) della AdB distrettuale dell'Appennino Settentrionale e il più recente DPGR n. 5/R/2020;
- definire norme univoche di semplice dettaglio in maniera da poterle uniformare alle normative sovracomunali;
- stabilire regole in linea con l'evoluzione del quadro giuridico regionale, nazionale e sovranazionale;
- definire opportune specifiche tecniche e procedure che consentano gli opportuni e necessari aggiornamenti nel tempo del quadro di pericolosità a scala del territorio indagato e di quelli limitrofi.

A questo si è aggiunta l'opportunità di individuare un modello di analisi della propensione al dissesto tale da risultare coerente per l'areale territoriale intercomunale con cui sono stati valutati gli azzonamenti a pericolosità P3b della AdB Distrettuale Appennino Settentrionale, ovvero a potenziale instabilità per effetto di fattori fisici predisponenti al dissesto (come definiti tipologicamente e perimetrati arealmente nelle mappe di PAI Distrettuale adottate), al fine di ricondurre tali perimetrazioni a geomorfemi e/o alla loro puntuale revisione.

Nel corso dei rilievi e delle elaborazioni si è proceduto con l'analisi delle evidenze superficiali, sul terreno e sui manufatti, e dei movimenti del terreno correlati. In generale si è fatto riferimento a:

- l'evidenza superficiale di macro e micro-forme morfologiche, proprie dei dissesti gravitativi;
- il confronto multi-temporale dell'evoluzione delle forme.

Nello specifico si è proceduto attraverso gli approcci metodologici sotto dettagliati e descritti, fra loro correlati e sovrapposti per poter giungere a definizioni quanto più possibile oggettive, cogenti e rispondenti all'intrinseca consistenza delle forme geomorfologiche e del preciso stato di attività dei fenomeni stessi:

- analisi banche dati nazionali in materia di difesa del suolo: IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) realizzato dall'ISPRA ed aggiornato al 2019 per la Regione Toscana; "data base" geomorfologici della AdB del Fiume Arno (oggi AdB Distrettuale Appennino Settentrionale). Tale analisi ha compreso oltre che la revisione/conferma degli areali mappati anche valutazioni sullo stato di attività dei morfemi desumibile da considerazione e valutazioni tecniche quanto più possibile non soggettive ma fondate sul riscontro di indizi certi e comparabili. A tal proposito per la definizione dello "stato di attività dei fenomeni" si è fatto diretto riferimento alle indicazioni e ai criteri dettagliati alla Tabella A, capitolo 2, paragrafo 2.4 dell'allegato 3 alla Disciplina di Piano del PAI dissesti Distrettuale. In relazione a tale aspetto e particolarità si cita che, per l'estensione dei territori interessati, l'attività ricognitiva svolta è stata implementata con il censimento dei dissesti gravitativi di attivazione posteriore alla definizione dei "quadro conoscitivo" degli strumenti urbanistici vigenti per i due comuni;

- analisi banche dati regionali (geologia, geomorfologia, banche dati tematiche specifiche): data base geomorfologico della Regione Toscana e notazioni sulla perimetrazioni di frane attive quiescenti come indicate e riportate nella cartografia geologica CARG della Regione Toscana; analisi e verifica del “data base” regionale afferente alle procedure DODS con verifica dello stato di consistenza e dell’evoluzione dei dissesti allo stato attuale rispetto alle configurazione rilevate al momento delle segnalazioni avvenute negli anni trascorsi;
- analisi banche dati derivanti dal quadro conoscitivo degli strumenti urbanistici comunali vigenti a livello di precedenti Piani Strutturali (Cavriglia approvato con Delibera C.C. n. 66 del 29/11/2000 con successiva variante al PS approvata con Del. C.C. n. 9 del 03/04/2014 con la quale sono state apportate variazioni e aggiornamenti al quadro conoscitivo in merito alle indagini geologiche, idrauliche e sismiche ai sensi del Regolamento di Attuazione dell’articolo n° 62 della L.R. n° 1/2005 - D.P.G.R. n° 53/R 2011; San Giovanni Valdarno con PS del 2003 e successiva variante del 2014 con cui è stata operata una ricognizione ed aggiornamento del quadro conoscitivo in riferimento all’Idrogeologia (rivisto alla luce del 53/R e in adeguamento al PAI) come modificate in fase di approvazione dei successivi S.U. (RUC e varianti) e delle banche dati relative ad atti di programmazione provinciale (indicazioni e perimetrazioni riportate nel PTCP della Provincia di Arezzo);
- evidenze da analisi stereoscopica diacronica nel tempo degli effetti del movimento del terreno (macro-forme) rilevate da foto aeree o analisi di ortofoto multitemporali, in abbinamento a modelli digitali del terreno (dtm) derivati da dati LIDAR (per le limitate zone di disponibilità);
- evidenze rilevate da analisi di ortofoto su riprese multi-temporali degli effetti del movimento del terreno (macro-forme), ove possibile a grande scala (archivio fototeca regionale, riprese Google Earth, Bing e simili);
- movimenti su target naturali o artificiali ottenuti da elaborazioni interferometriche multi-temporali di dati radar satellitari (Permanent Scatterers o assimilabili) resi disponibili attraverso il geoportale.lamma.rete.toscana.it.
- misure strumentali geotecniche con particolare riferimento a sequenze di monitoraggio strumentale prolungate nel tempo (in prevalenza inclinometriche) su distretti franosi di rilevanza a livello territoriale. Si dettaglia a tal proposito il ricorso alla disponibilità di dati semestrali di monitoraggio inclinometrico e topografico Enel relativi all’area dell’ex comparto Minerario della Santa Barbara;
- studi geologici e/o geotecnici, e relativi rilievi di dettaglio reperiti in particolare sulle aree interessate da dissesti gravitativi ove si sia provveduto con interventi di bonifica e consolidamento per la risoluzione di urgenti contingenze con interventi di somma urgenza e/o con successivi stralci funzionali pianificati e realizzati/realizzabili nel corso del tempo;
- evidenze rilevate durante l’esecuzione di mirati percorsi di sopralluogo in campagna svolti, su tutte le percorribilità presenti, nel periodo 14 ottobre / 16 novembre 2021 finalizzati alla corretta perimetrazione dei morfemi ed alla registrazione di quelli non desumibili e riscontrabili dalle attività sopra dettagliate (si conservano agli atti le cartografie di rilevazione geomorfologica di campagna con le relative annotazioni a testimonianza degli itinerari percorsi individuati in sopraccalore giallo, azzurro e/o verde);
- analisi mirata di ciascuno degli areali classificati in classe di pericolosità P3b nella poligonazione della AdB Distrettuale adottato con Delibera n. 20 del 20.12.2019 (in vigenza con pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n. 9 del 13.01.2020) con definizione ed assimilazione, per gran parte di tali evidenziazioni, ad una forma geomorfologica, fra quelle indicate alla Tabella C, paragrafo 6, comma 6.1 dell’allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI dissesti Distrettuale sopra richiamato, di caratteristiche tali da poter ricondurre la specifica condizione di pericolosità alle classi P4 e/o P3a; per tal altre di tali forme (P3b), in verità per un numero limitato di esse, è stata invece riscontrata e riconosciuta condizione tale da non poter riscontrare condizione di “elevata propensione al dissesto”;
- si è inoltre tenuto conto delle rilevazioni inerenti alla presenza di quadro fessurativo sugli edifici, dell’orientazione delle stesse lesioni osservate e dello stato di attività e/o possibilità di evoluzione rilevabili in occasione dei sopra citati sopralluoghi;
- si dettaglia che in relazione alla presenza di alcuni micropoligoni stimati risultare “sotto l’unità minima cartografabile” nella procedura in uso presso l’AdB si è ritenuto mantenerne la perimetrazione, ove i fenomeni geomorfologici siano comunque risultati arealmente cartografabili alla scala 1:10.000 per evitare di

perdere un'informazione che nel novero della pubblica utilità e gestione del rischio per cose e persone possa risultare di importanza locale anche in relazione ad un eventuale definizione di areale di pericolosità;  
- si è, inoltre, provveduto all'inserimento in banca dati anche degli elementi lineari e puntuali.

L'indagine geomorfologica si propone quindi, attraverso un'analisi delle forme del paesaggio, di individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica morfologica.

Senza dubbio questa carta fornisce un'ampia gamma di informazioni (dagli aspetti puramente fisici all'assetto delle forme naturali ed antropiche), ma nell'ambito della pianificazione territoriale lo scopo da perseguire è quello di valutare i processi di maggiore rilievo e la loro influenza sull'ambiente.

È importante sottolineare che dalla lettura geomorfologica del territorio si devono ricavare non solo le informazioni sulle situazioni di degrado in atto, ma anche le correlazioni fra i vari elementi del paesaggio, che consentono di prevedere le dinamiche evolutive dell'ambiente nel tempo.

La potenzialità previsionale di questo tematismo deve venire usata e sviluppata nel modo più opportuno per ottenere una migliore gestione del territorio.

Lo studio geomorfologico del territorio, infatti, fornisce una grande quantità di informazioni utili per valutare lo stato della dinamica morfologica dell'area e per prevedere la sua evoluzione nel periodo immediatamente successivo allo studio stesso.

Il territorio oggetto del PS Intercomunale (PSI) dei Comuni di Cavriglia e San Giovanni Valdarno è, come già accennato, caratterizzato dalla presenza di zone mediamente acclivi accanto ad altre dalla morfologia decisamente più dolce; queste differenze, così come le diverse forme prodotte dagli agenti esogeni ed endogeni, sono in relazione alla diversa natura del substrato geologico.

Sulla base delle informazioni geomorfologiche come sopra definite ed elaborate, tenuto conto degli specifici indirizzi tecnici dettati dalla Pianificazione di Bacino Distrettuale e degli standard regionali di rappresentazione approvati con decreto dirigenziale 10 aprile 2017, n. 4505 (Approvazione delle "Specifiche tecniche per la strutturazione, la codifica e l'acquisizione in formato digitale delle cartografie della Banca Dati Geomorfologica della Regione Toscana"), sono analizzate le forme ed i processi geomorfologici legati, in particolare, alla dinamica di versante, e alla dinamica fluviale, valutandone il relativo stato di attività, nel rispetto dei seguenti criteri:

- forme attive o in evoluzione per processi in atto, attivati recentemente o riattivabili nel breve periodo o non in equilibrio con il regime morfogenetico attuale;
- forme quiescenti e/o potenzialmente instabili il cui modellamento non è in atto ma di cui non si può escludere la riattivazione;
- forme stabilizzate, artificialmente o naturalmente, forme relitte ed inattive.

Dall'analisi svolta come sopra dettagliata si è ricavata la carta geomorfologica dei Comuni di Cavriglia e San Giovanni Valdarno, costituente tematismo cartografico del quadro conoscitivo del PSI, di cui si allega uno stralcio cartografico sull'area del Borgo di Avane.

Tale elaborazione completa e modifica l'elaborato corrispondente del vigente PS in relazione ai fenomeni evolutisi e per quelli di recente rilevazione.

**Comune di San Giovanni Valdarno e Comune di Cavriglia**

Provincia di Arezzo

**PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE**

**ai sensi dell'art. 94 della L.R. 65/2014**



## GEO.2.1

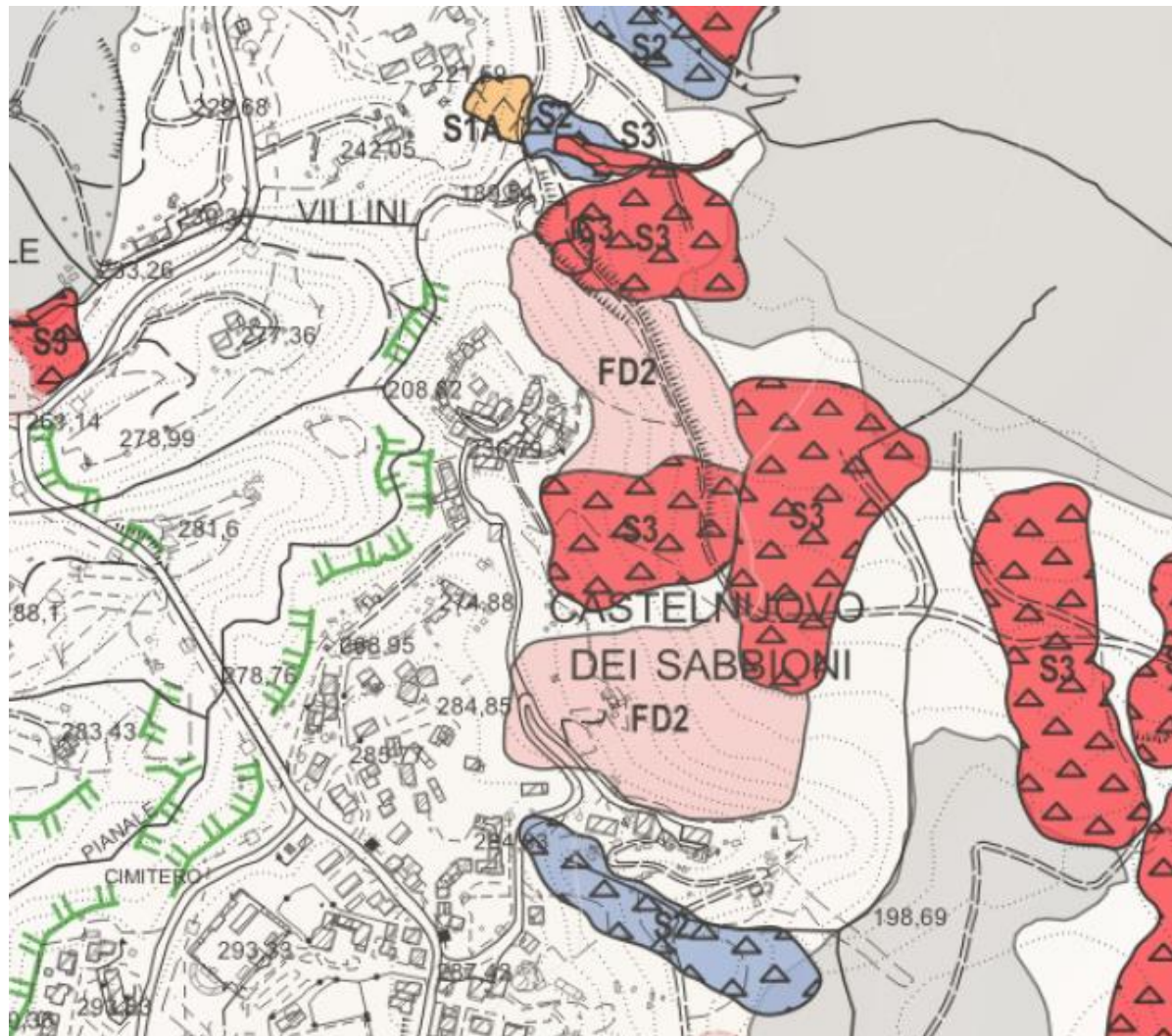
## Indagini geologiche

**Carta geomorfologica - Quadro 1**

scala 1:10.000

Adottato con Del. C.C. n.

Marzo 2024



## PROCESSI E FORME DI ORIGINE GRAVITATIVA

	S3 - Frana di scivolamento attiva
	S2 - Frana di scivolamento inattiva potenzialmente instabile
	S1 - Frana di scivolamento inattiva stabilizzata
	S1A - Frana di scivolamento inattiva stabilizzata artificialmente
	C3 - Frana di crollo attiva
	C2 - Frana di crollo inattiva potenzialmente instabile
	R3 - Frana di colata rapida attiva
	FD3 - Franosità diffusa e franosità superficiale attiva
	FD2 - Area potenzialmente instabile per deformazioni superficiali

La configurazione geomorfologica che se ne desume interferente o in adiacenza al borgo di Avane, consta pertanto di:

- segnalazione di un corpo di frana attivo dissesto attivo per scivolamento e colata lenta (S3) a valle dell'area di imposta di Casa Andrea del Sarto la cui area di possibile evoluzione (per retrogressione del coronamento) crea possibilità di interferenza con la zona di prevista realizzazione di un'area parcheggio con "belvedere" in copertura;
- un'area (FD2) potenzialmente instabile per deformazioni superficiali lente (spessori contenuti in soliflusso) e considerazioni basate sul rapporto litologia/pendenze che interessa per gran parte del suo sviluppo il tracciato della viabilità sul margine nordorientale del borgo;
- ulteriori fenomeni di frana attiva per scivolamento e colata lenta (S3) a valle dello stesso tracciato stradale di cui sopra.

La configurazione geomorfologica riportata nel PSI risulta conforme con le indicazioni del "data base geomorfologico" della AdB Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (vedi estratto cartografico che segue).

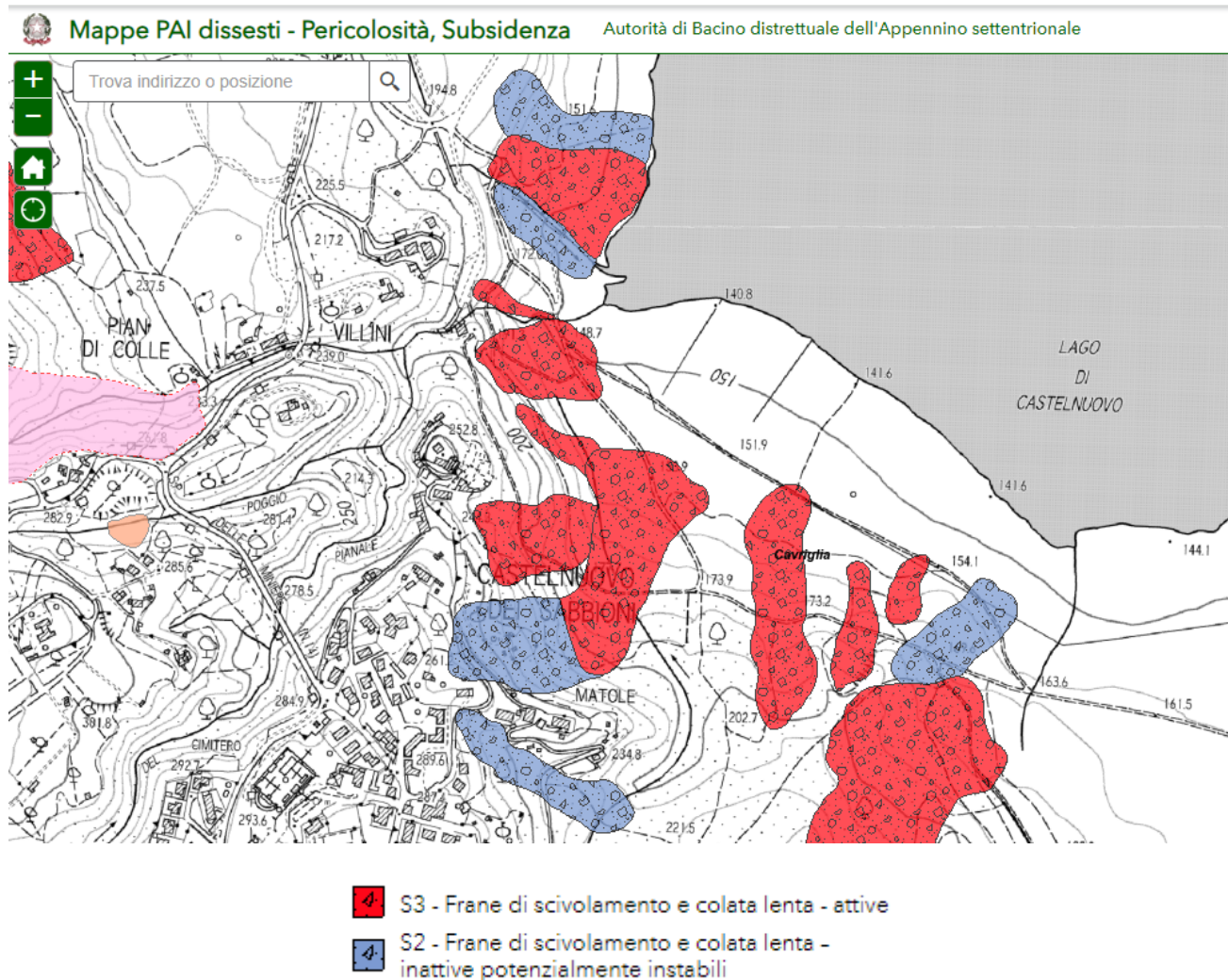
L'area oggetto dell'indagine sorge nei pressi del colle dove è situato il vecchio l'insediamento urbano di Castelnuovo dei Sabbioni, tra le quote di 250 m s.l.m. e 300 m sul livello del mare.

Gli elementi morfologici (mostrati in cartografia geomorfologica) che caratterizzano il paesaggio sono strettamente legati alla natura dei terreni affioranti, anche se ad est la morfologia è stata profondamente modificata dai profondi scavi minerari a cielo aperto, che dal 1955 al 1989 hanno interessato l'area.

I versanti del colle ad ovest sono piuttosto acclivi con un'inclinazione di 50°, ad est invece l'inclinazione media del versante è nell'ordine dei 35°.

Come detto in precedenza, le sequenze degli strati arenacei della formazione del Macigno dei Monti del Chianti, formano una monoclinale immergente verso nord – est con inclinazione media di circa 45°. Data la giacitura degli strati, nel caso in cui questi siano anche paralleli alla superficie del terreno, sono possibili scorrimenti tra gli strati stessi che possono essere attribuiti a fenomeni di instabilità flessionale per carico di punta degli strati più esterni della sequenza. In queste condizioni, a causa del peso proprio, gli strati alla base

tendono ad inflettersi verso l'esterno determinando lo scorrimento della loro parte superiore lungo i giunti di stratificazione (vedi trattazione e schema grafico di cui al paragrafo 5 della presente trattazione).



*Estratto cartografico dal data base geomorfologico della AdB Distrettuale Appennino Settentrionale*

È da sottolineare che la collina di Castelnuovo dei Sabbioni presenta fenomeni gravitativi legati alle interazioni tra la litologia e la coltre detritica, l'acclività e l'acqua; questa è spesso presente negli interstrati molto fratturati che si alternano ai livelli siltitici e provoca scivolamenti della coltre superficiale. Storicamente due frane principali hanno interessato l'area: la prima il 13 agosto 1978 che spostò di circa 200 m verso il fondo della zona mineraria un volume di terreno stimato nell'ordine di 10 milioni di m<sup>3</sup>. Essa, ha interessato anche la coltre di terreni detritici che è scivolata verso valle mettendo a nudo il Macigno dei Monti del Chianti su un fronte più o meno continuo lungo 150 m, coincidente in parte con alcune superfici di stratificazione della roccia. Nel marzo del 1981 si ebbe una ripresa del movimento, ampliandosi verso monte ed in particolare nella parte più meridionale del pendio.

Il secondo fenomeno gravitativo importante nell'area è avvenuto il 7 marzo 1989, ed ha interessato la zona poco a valle del fabbricato SIP; infatti, si è verificato uno scivolamento della coltre detritica per uno spessore stimato di 15 m, creando un'incisione del versante e il conseguente denudamento del Macigno dei Monti del Chianti.



In seguito all'ultimazione dei lavori minerari e da circa un decennio non sono stati più registrati movimenti gravitativi. La zona, in seguito agli interventi e ai monitoraggi effettuati dall'ENEL fino al 16 novembre 2001, risulta essere dotata di stabilità.

Dal 1994 all'ultima misurazione effettuata (2001) i caposaldi di livellazione posti in corrispondenza del fabbricato SIP e del reticolo di micropali non hanno subito deformazioni, e sono praticamente fermi.

Da alcuni anni è stata realizzata da parte dell'ENEL una pista che attraversa le zone di cui alle frane precedentemente citate: in seguito ad alcuni sopralluoghi la pista, che è perfettamente percorribile, non ha mostrato alcun segno di lesione riconducibile a movimenti di tipo gravitativo.

Nel 2000 l'ENEL ha incaricato il Prof. Ing. B. D'Elia di redigere uno studio sulla stabilità del colle di Castelnuovo dei Sabbioni; detto studio è stato alla base per ottenere lo svincolo dai lavori minerari della zona, ottenuto nell'aprile 2002.

In conclusione, si può affermare che i movimenti franosi avvenuti in seguito ai lavori minerari svolti dall'ENEL a partire dal 1955 nella Miniera di lignite di Santa Barbara hanno interessato prevalentemente terreni di origine fluvio lacustre e le coltri detritiche superficiali, mentre hanno praticamente risparmiato le zone in cui affiora il Macigno dei Monti del Chianti su cui sorge la porzione rimasta pressoché intatta del vecchio nucleo di Castelnuovo dei Sabbioni.

Le lesioni registrate negli edifici del nucleo antico di Castelnuovo dei Sabbioni nella zona in cui affiora la formazione arenacea del Macigno dei Monti del Chianti, specie nella porzione orientale sono riconducibili molto probabilmente alla giacitura degli strati, caratterizzata da 45° di inclinazione (D'ELIA, 2000) a franapoggio. Tale giacitura a causa degli scavi per l'attività mineraria ha permesso scorrimenti tra gli strati cui possono essere attribuiti fenomeni di instabilità flessionale per carico di punta degli strati più esterni della sequenza. Oggi il terreno è stato riportato, dalla quota di 30 m sul livello del mare, oltre la quota 140 m sul livello del mare, ed i fenomeni descritti appaiono aver terminato la loro evoluzione.

In breve, si può affermare la stabilità dell'area anche sulla base di una serie di indicazioni che sono di seguito riportate:

- lo studio del Prof. Ing. B. D'Elia in cui si dichiara la stabilità del colle del vecchio nucleo di Castelnuovo dei Sabbioni;
- i controlli sui capisaldi effettuati dall'ENEL fino al 16 novembre 2001 che attestano la stabilità dell'area monitorata;
- il riempimento fino alla quota media di 140 m sul livello del mare dell'area già sottoposta a escavazione del banco di lignite fino alla quota di 30 m sul livello del mare;
- lo svincolo dai lavori minerari concesso dalla Regione Toscana con lettera raccomandata A.R. del 12 aprile 2002 (Prot. 104/14218/32.01) all'ENEL Produzione S.p.A.

Allo stato attuale ed in considerazione delle modifiche morfologiche da apportare ai versanti per la realizzazione degli interventi sulle strutture ed infrastrutturali previsti dal PFTE per la rigenerazione del Borgo di Avane e gli interventi immediatamente contermini (ristrutturazione e riattivazione della viabilità di accesso al Vecchio Borgo), al di là dell'attuale configurazione in merito alla argomentata generale stabilità dell'area a seguito degli interventi eseguiti da Enel, si dovranno tenere in debita considerazione valutazioni in merito alla stabilità dei versanti a seguito delle procure modificazioni allo "stato di progetto" previste per la realizzazione di interventi sull'area (es. realizzazione delle aree parcheggio, adeguamenti e ripristino di viabilità) che vadano a determinare a mezzo di sbancamenti passaggio di condizioni giaciture da "franapoggio più inclinato del pendio e/o quanto il pendio" a "franapoggio con inclinazione degli strati minore del pendio" con aumento delle condizioni di rischio di instabilità gravitativa.

## 6. IDROGEOLOGIA

L'area in esame è dotata, sia per la pendenza dei versanti che per la presenza di fossetti e di impluvi naturali, di un buon drenaggio delle acque di precipitazione meteorica, che si infiltrano oppure scorrono superficialmente e quindi non vi ristagnano.

Le unità geologiche affioranti nella zona presentano caratteristiche diverse da un punto di vista idrogeologico. La formazione del Macigno dei Monti del Chianti è dotata di permeabilità scarsa per porosità primaria, mentre è alta oppure molto alta, quella per porosità secondaria, specie quando l'ammasso è molto fratturato. Nell'area oggetto dello studio, il Macigno dei Monti del Chianti è molto alterato fino al punto che la cementazione tra i granuli è quasi assente.

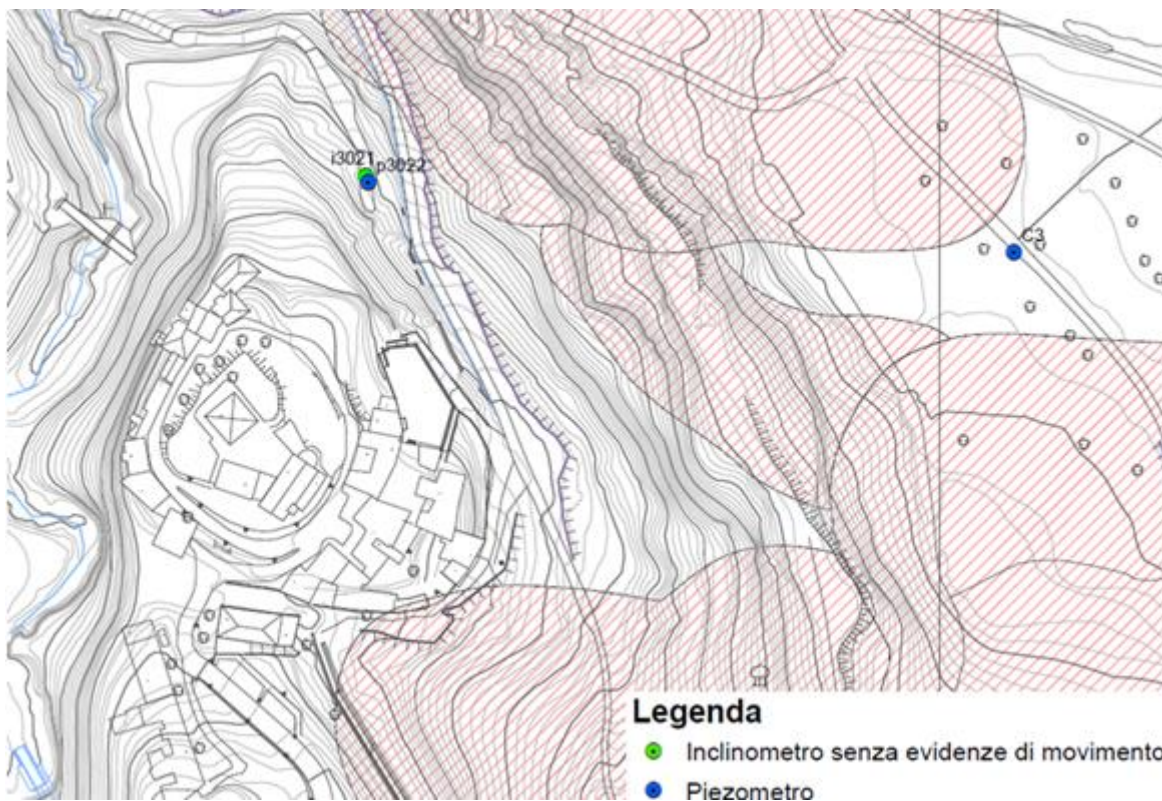
Data la giacitura della stratificazione e la morfologia del colle di Castelnuovo dei Sabbioni, la circolazione dell'acqua di sottosuolo avviene da SE verso NW, ed è alimentata dalle precipitazioni meteoriche sul colle e dalle acque sotterranee provenienti dal rilievo di Camonti ed è drenata dall'incisione del Borro Pianale. I dati piezometrici forniti dal sistema di monitoraggio dell'ENEL, anche prima dei movimenti franosi dei depositi lacustri che hanno denudato il Macigno verso NE, erano piuttosto bassi (215 m s.l.m.) di poco superiori alle quote del fondo dell'incisione del Borro Pianale.

In seguito alla frana nei depositi lacustri, verificatesi nel 1978, in corrispondenza del versante NE del colle, i livelli piezometrici si erano ridotti di circa 15 m e attualmente, nella zona oggetto di studio, sono a circa 230-235 m sul livello del mare e in corrispondenza del fabbricato SIP, posto a 250 m, i livelli piezometrici sono sensibilmente più elevati (mediamente 245 m s.l.m.) di quelli all'interno del colle.

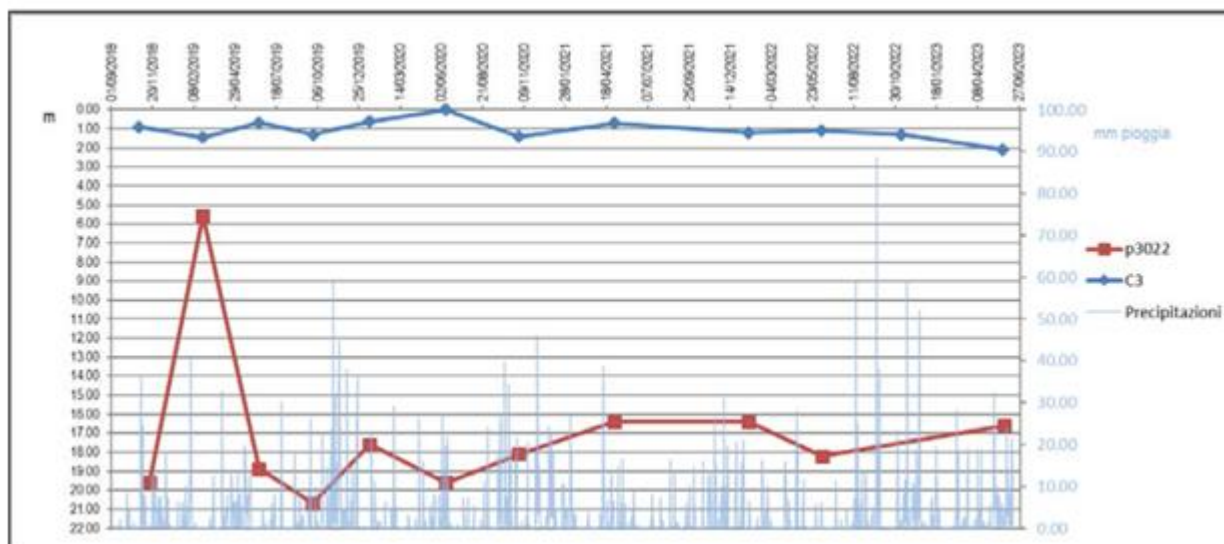
La permeabilità dei Ciottolami di Spedalino appartenenti al Gruppo di Castelnuovo dei Sabbioni è media in quanto la matrice sabbioso limosa non permette una grande circolazione delle acque di sottosuolo.

Per quanto osservato, quindi, l'area del Borgo di Castelnuovo si trova su un complesso idrogeologico caratterizzato da permeabilità per fratturazione molto variabile, classificabile a permeabilità da media a bassa con valori del coefficiente di conducibilità orizzontale molto variabile attorno alla media di 10-6 m/s. Non si dispone di dati di prove di laboratorio o prove in sito, pertanto, questi valori appaiono esclusivamente indicativi.

Nell'area della strada di accesso al borgo dall'alto della miniera è presente un piezometro p3022 con cella a 20 m di profondità installato nel 2018 e un piezometro C3 con cella a 18 m installato nel 2011. L'ubicazione è mostrata nella figura che segue. Il piezometro p3022 è posizionato nell'arenaria e restituisce valori di soggiacenza misurati tra il 2019 e il 2023 a profondità comprese fra 16.40 m e al di sotto di 20 m da p.c.. Il piezometro C3 si trova al piede del versante e misura invece le pressioni interstiziali nel deposito di riempimento del cavo minerario costituito per lo più da argille di riporto, fornendo valori di soggiacenza molto modesti.



Ubicazione dei piezometri p3022 e C3.



Valori di soggiacenza misurata nei piezometri p3022 e C3 fra il 2018 e il 2023

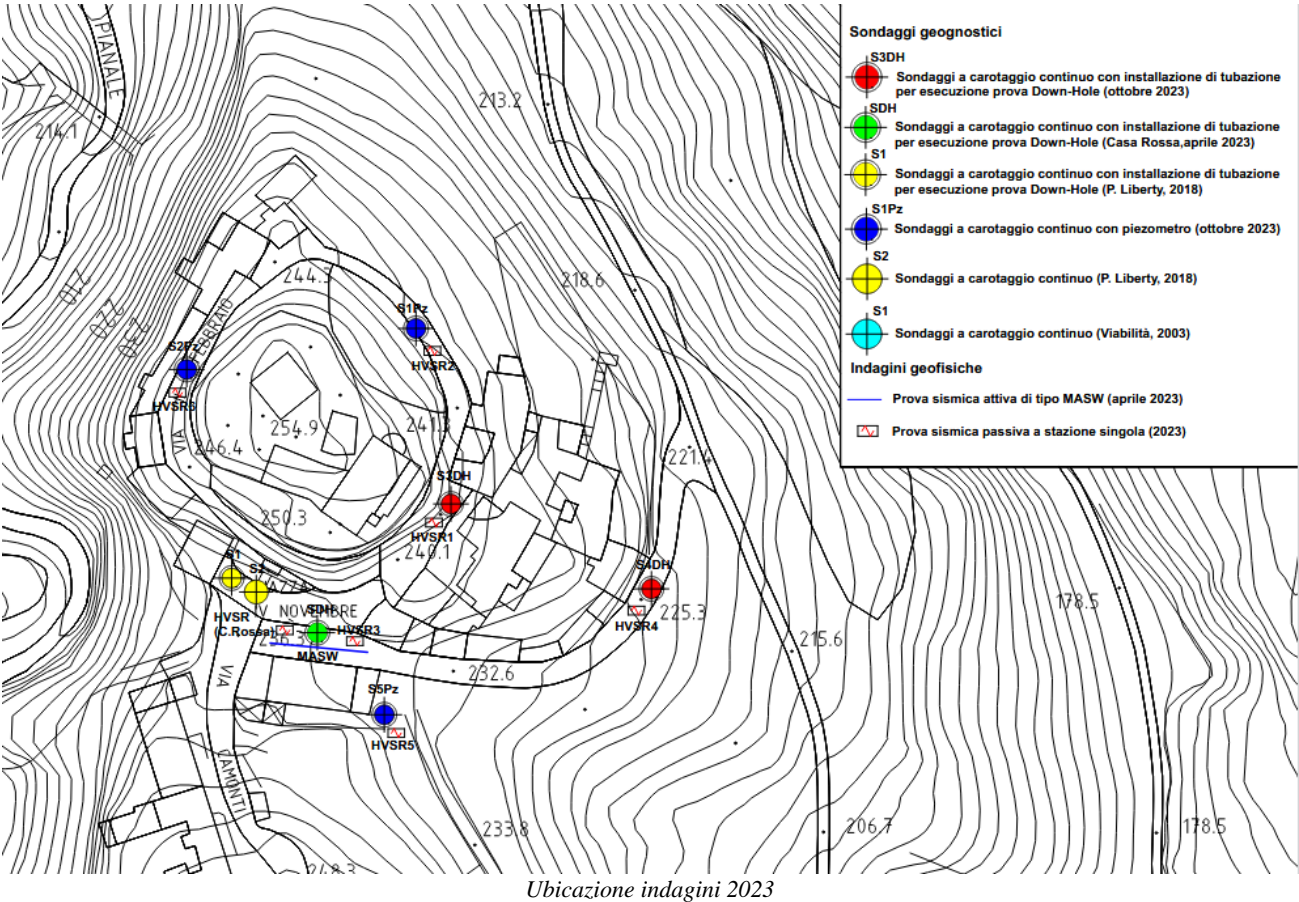


Piezometri della campagna 2023

I tre piezometri installati nella nuova campagna geognostica svolta nel 2023 (v. figura sotto riportata) hanno fornito i seguenti risultati.

ID	soggiacenza da piano di campagna (m)	
	25/10/2023*	04/06/2024
S1Pz	8,44	secco
S2Pz	7,14	9,60
S5Pz	3,03	3,71

\*misura eseguita nell'immediato completamento dei sondaggi



## 7. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA e GEOTECNICA SITOSPECIFICA

### 7.1 Indagini geognostiche e sismiche nell'area di interesse

Il sito minerario è stato indagato, nelle fasi di studio propedeutiche all'attività estrattiva e nel corso della stessa, attraverso un significativo numero di indagini, consistenti in quasi 2.000 punti corrispondenti per lo più ad altrettanti sondaggi e prove, con prelievo di campioni, prove di laboratorio ed installazione di strumentazioni di monitoraggio.

L'enorme mole di dati raccolta tra la fine degli anni 60 e la fine degli anni 90 ha permesso, di produrre elaborati di sintesi che consentono una valutazione complessiva e robusta dei caratteri stratigrafici, geotecnici e geomorfologici dei siti indagati.

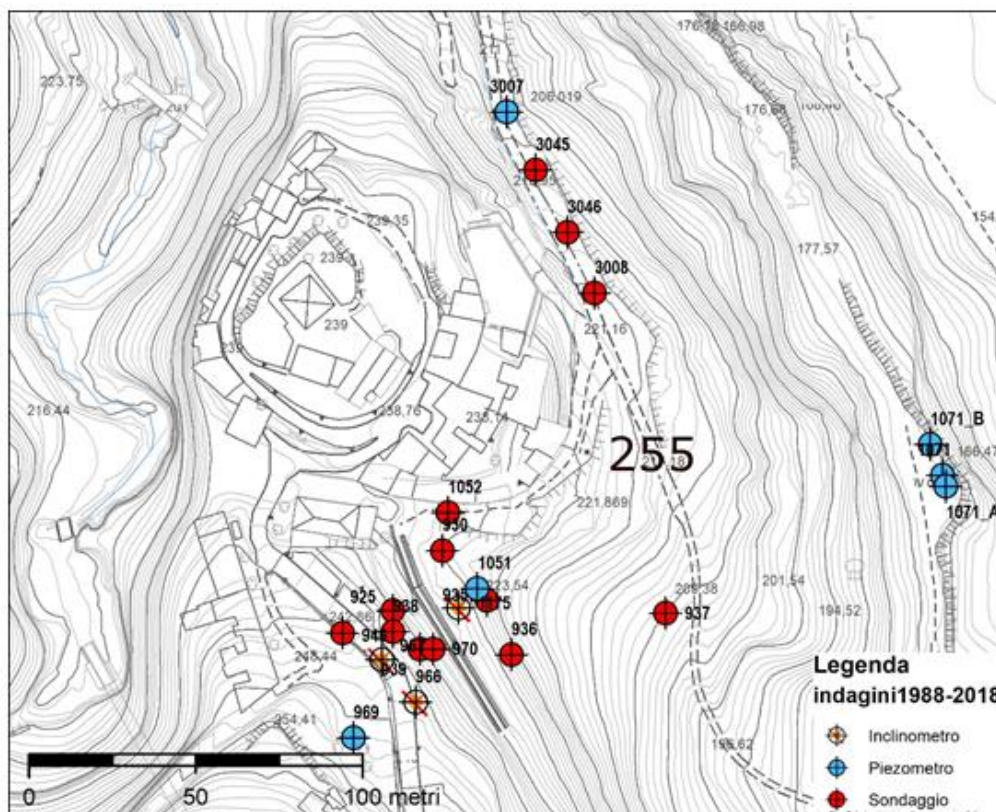
A partire dal 2017 è iniziata una nuova campagna di indagini che ha integrato e finalizzato le conoscenze con specifico riferimento ai siti ed alle tematiche di interesse per le attività previste nell'ambito del recupero ambientale dell'area mineraria. La nuova campagna di indagini è stata svolta tra aprile 2017 ed agosto 2020 ed ha previsto la realizzazione di 45 verticali di sondaggio, con prelievo di 60 campioni, installazione di 14 piezometri di Casagrande e 16 tubi inclinometrici.

Di queste indagini, 22 ricadono nell'area del Borgo di Castelnuovo e sono state realizzate tra il 1988 e il 2018 secondo quanto riportato nella seguente tabella.

NOME INDAGINE	ANNO	PROFONDITA'	TIPO	NOTE	X_GB	Y_GB	QUOTA
925	1988	19.7	Sondaggio		1698305,86	4824325,52	244,7
930	1988	13.3	Sondaggio		1698320,66	4824343,53	235,6
935	1988	1	Sondaggio		1698333,97	4824328,67	233,4
936	1989	9.5	Sondaggio		1698341,42	4824312,41	233,3
937	1989	19.7	Sondaggio		1698387,53	4824324,77	217,7
938	1989	5.4	Sondaggio		1698305,87	4824319,22	243,6
939	1989	7.1	Sondaggio		1698313,95	4824313,99	248,0
946	1989	19.7	Sondaggio		1698290,67	4824318,81	249,1
966	1989	19.4	Inclinometro	inclin.71	1698312,68	4824298,14	250,4
967	1989	16.2	Inclinometro	inclin.71	1698302,55	4824310,90	249,0
969	1989	17.5	Piezometro		1698294,03	4824287,50	255,4
970	1989	15.2	Sondaggio		1698317,85	4824314,02	242,8
1051	1990	21	Piezometro		1698331,15	4824332,18	232,4
1052	1990	26.6	Sondaggio		1698322,28	4824354,89	234,1
1071	1990	46	Piezometro		1698470,68	4824366,09	180,1
1175	1992	18	Inclinometro	inclin.104	1698325,44	4824326,28	235,8
3007	2017	8.5	Piezometro		1698340,00	4824474,84	213,5
3008	2017	13	Sondaggio		1698366,27	4824420,65	220,2
1071_A	1990	11	Piezometro		1698471,70	4824362,72	179,9
1071_B	1990	21	Piezometro		1698466,97	4824375,37	179,9
3045	2018	10	Sondaggio		1698348,59	4824457,45	216,5
3046	2018	10	Sondaggio		1698358,13	4824438,79	218,5

*Sintesi delle indagini geognostiche eseguite tra il 1988 e il 2018 nell'area del Borgo di Castelnuovo*

L'ubicazione di dette indagini è mostrata in rappresentazione planimetrica di seguito riportata.



Ubicazione delle indagini eseguite tra il 1988 e il 2018

Lungo le verticali 3007 e 3008 sono stati prelevati due campioni di roccia alle profondità di 6.6 m e 10.0 m da p.c.; su uno di questi è stata eseguita una prova di compressione monoassiale secondo le Raccomandazioni ISRM 1979.

NOME CAMPIONE	SONDAGGIO	PROFONDITÀ	MATERIALE	PESO DI VOLUME	RESISTENZA A COMPRESSIONE
3007i1	3007	6.6 m	arenaria	26.26 KN/m <sup>3</sup>	53.9 N/mm <sup>2</sup>
3008i1	3008	10.0 m	arenaria	24.48 KN/m <sup>3</sup>	-

Tabella riassuntiva delle analisi di laboratorio su campioni di roccia provenienti dai sondaggi 3007 e 3008

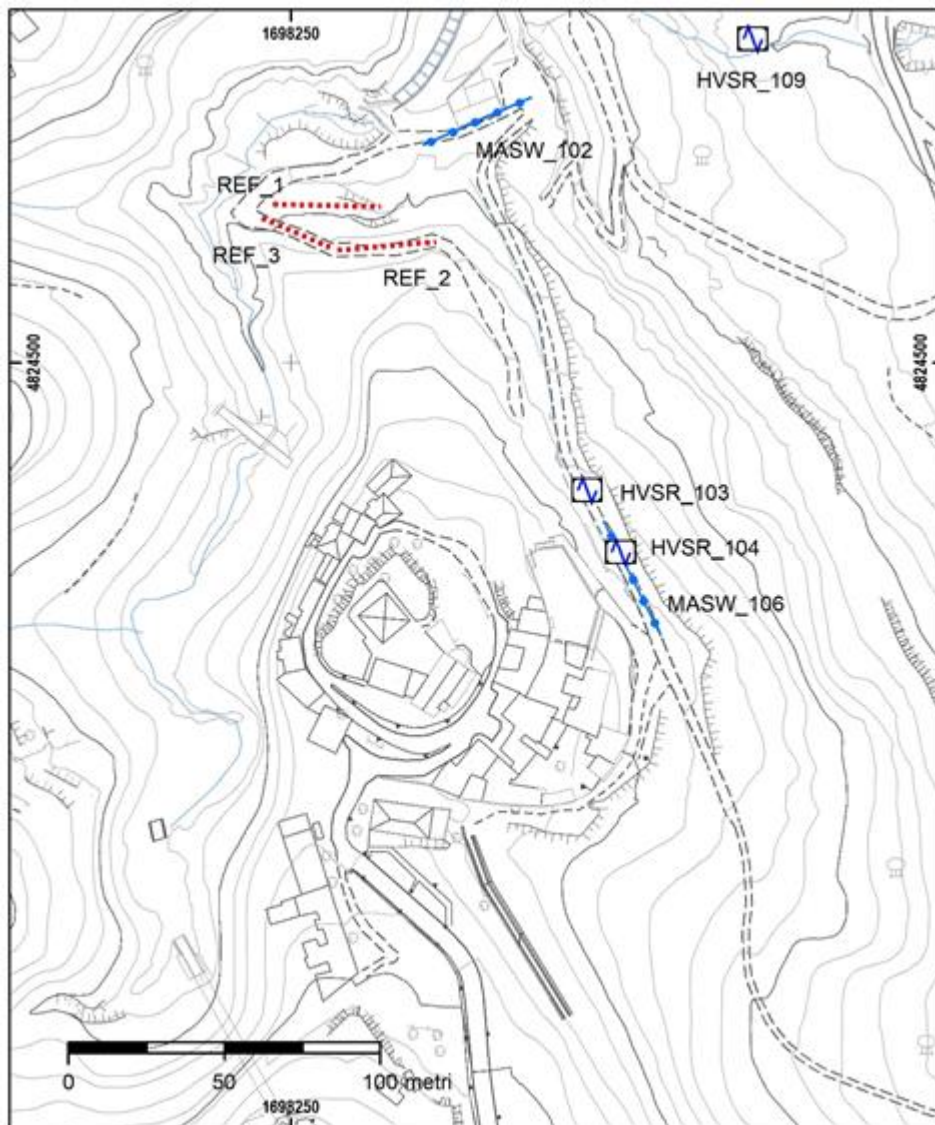
Le indagini geofisiche eseguite nel territorio del Lotto A in area limitrofa al Borgo di Castelnuovo sviluppate su otto verticali e/o stendimenti di prova e sono riassunte nella seguente tabella.

VERSANTE	NOME INDAGINE	TIPO INDAGINE	DITTA	DATA	LUNGHEZZA (m)
Borgo Vecchio	REEF_1	Sismica a rifrazione	Elletipi	2018	34,5
Borgo Vecchio	REEF_2	Sismica a rifrazione	Elletipi	2018	34,5
Borgo Vecchio	REEF_3	Sismica a rifrazione	Elletipi	2018	23
Borgo Vecchio	MASW_102	Masw	Soil investigation	2017	
Borgo Vecchio	MASW_106	Masw	Elletipi	2018	
Borgo Vecchio	HVSR_103	Sismica passiva H/V	Elletipi	2018	
Borgo Vecchio	HVSR_104	Sismica passiva H/V	Elletipi	2018	
Borgo Vecchio	HVSR_109	Sismica passiva H/V	Elletipi	2018	

Indagini geofisiche 2017-2018 nell'area del Borgo di Castelnuovo



L'ubicazione delle indagini geofisiche sopra dettagliate (2017-2018) nell'area del Borgo di Castelnuovo è indicata in rappresentazione che segue.



*Ubicazione delle indagini geofisiche nell'area del Borgo di Castelnuovo (2017-2018)*

AREA INDAGATA PER L'AMPLIAMENTO DEL MINE - MUSEO DELLE MINIERE E DEL TERRITORIO (2018).

Sono stati realizzati per l'ampliamento del MINE n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni e analisi di laboratorio (Focardi, 2018), ed effettuata una prova Down Hole.

Seguono le relative stratigrafie e il grafico profondità/Vs della down hole.

Inoltre, viene riportata una tabella riepilogativa delle analisi di laboratorio effettuate sulle terre e le analisi effettuate su campioni di roccia.



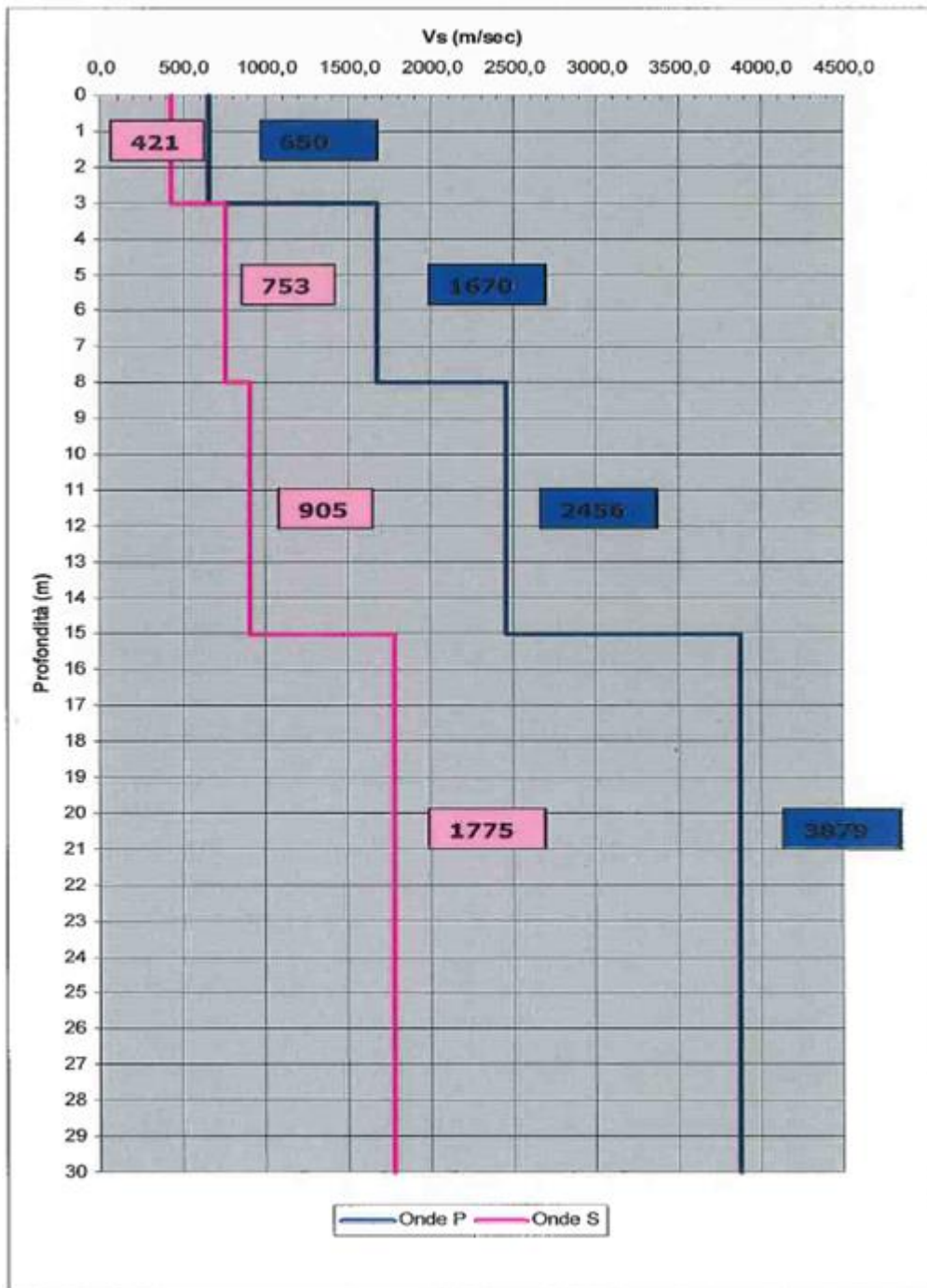




Sono stati prelevati i seguenti campioni per procedere ad analisi di laboratorio geotecnico:

- S1C1 prelevato alla profondità compresa tra 3,70 ÷ 3,90 m da p.c.
- S1C2 prelevato alla profondità compresa tra 9,40 ÷ 9,70 m da p.c.
- S1C3 prelevato alla profondità compresa tra 20,00 ÷ 20,40 m da p.c.
- S2C1 prelevato alla profondità compresa tra 9,50 ÷ 9,80 m da p.c.

È stata eseguita nel perforo S1 una prova sismica tipo Down Hole.



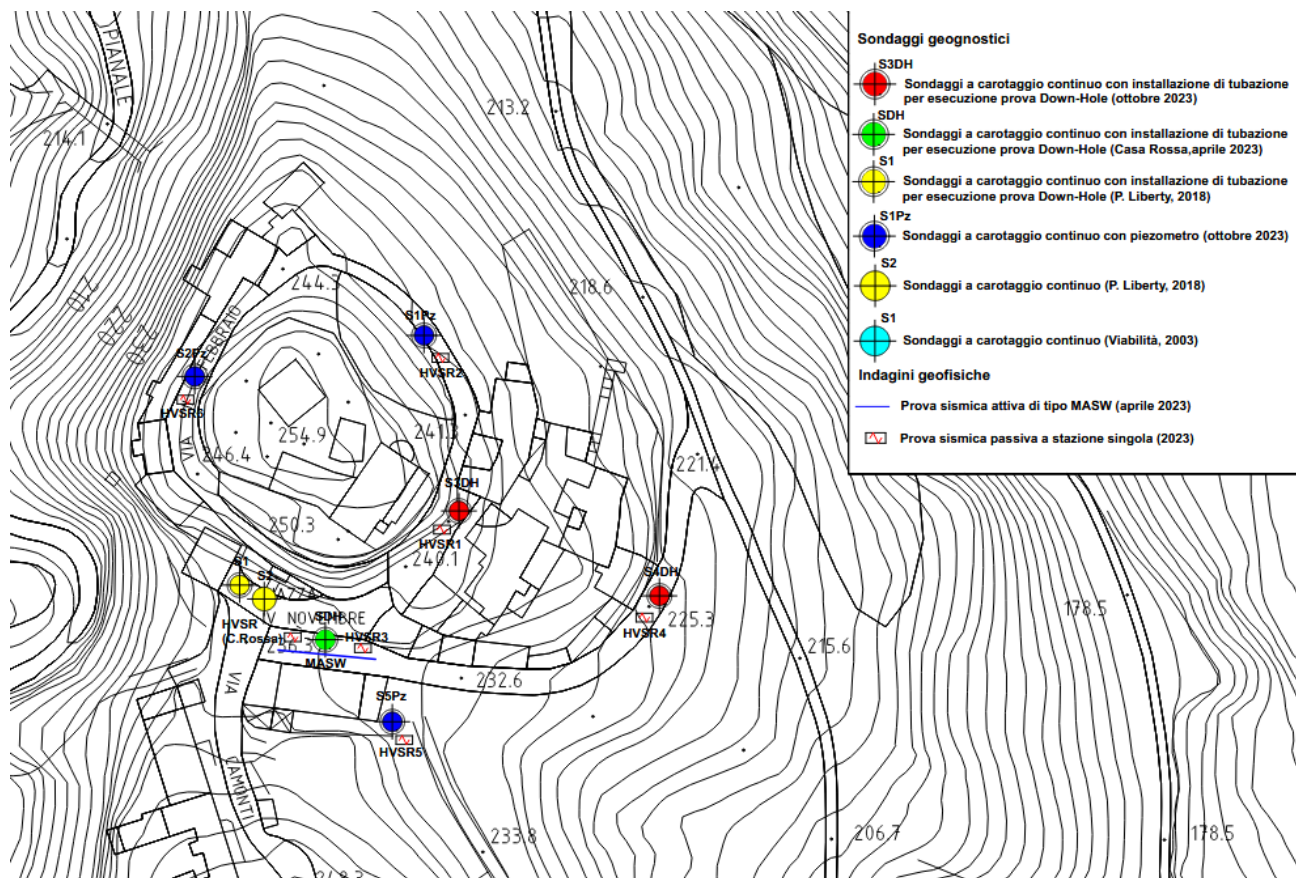
## CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2023

La campagna di indagini di supporto al PFTE è consistita in n. 5 sondaggi a carotaggio continuo:

n.2 sondaggi strumentati per down hole, profondi 32.0 m

n.3 sondaggi strumentati con piezometri, profondi 15.0 m.


Inoltre, sono state effettuate indagini geofisiche attive e passive con ubicazione indicata nell'immagine di seguito riportata.




Ubicazione sondaggi geognostici 2023



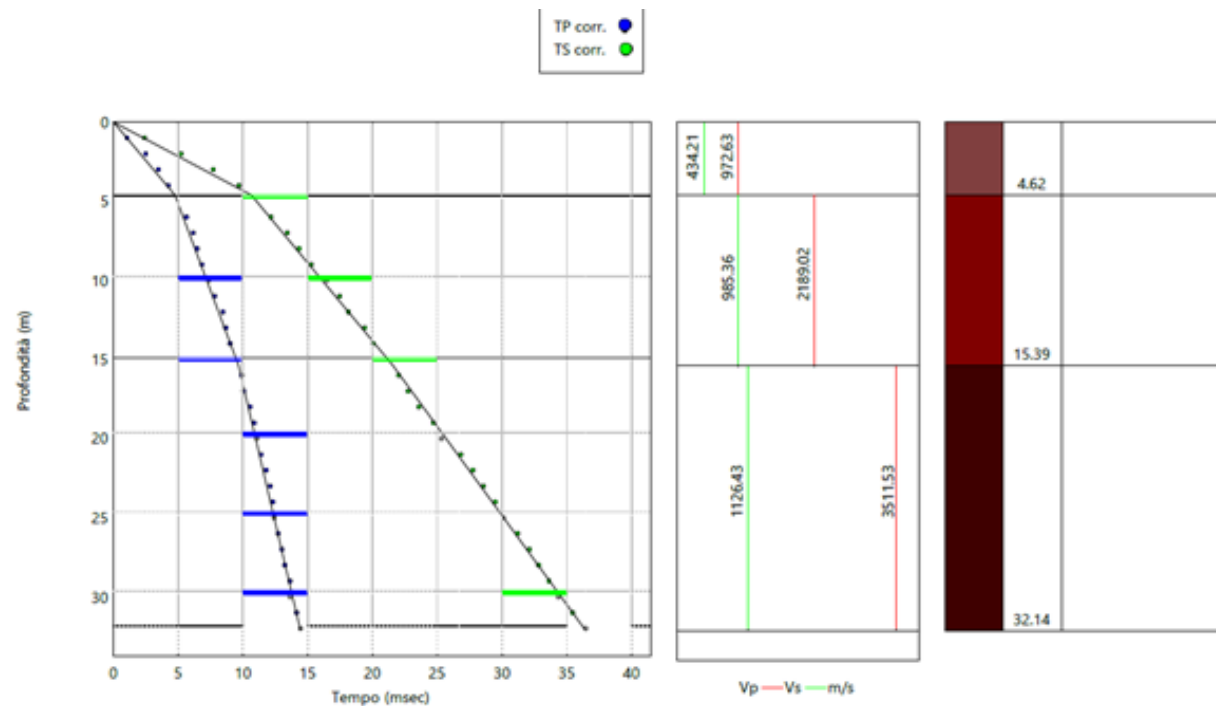
*Ubicazione indagini geofisiche attive e passive 2023*

 Misura di microtremore ambientale  
a stazione singola HVSR

 Prova sismica in foro Down-Hole



### DH3 – di monte



Segue la stratigrafia relativa

**TECNA Srl**

Sede Legale : Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO - Cod. fiscale e Part. IVA: 01358250510

Uffici e Deposito : Via A. Grandi, 51 - 52100 AREZZO - tel: 0575 - 323501 - fax e tel: 0575 - 1979797

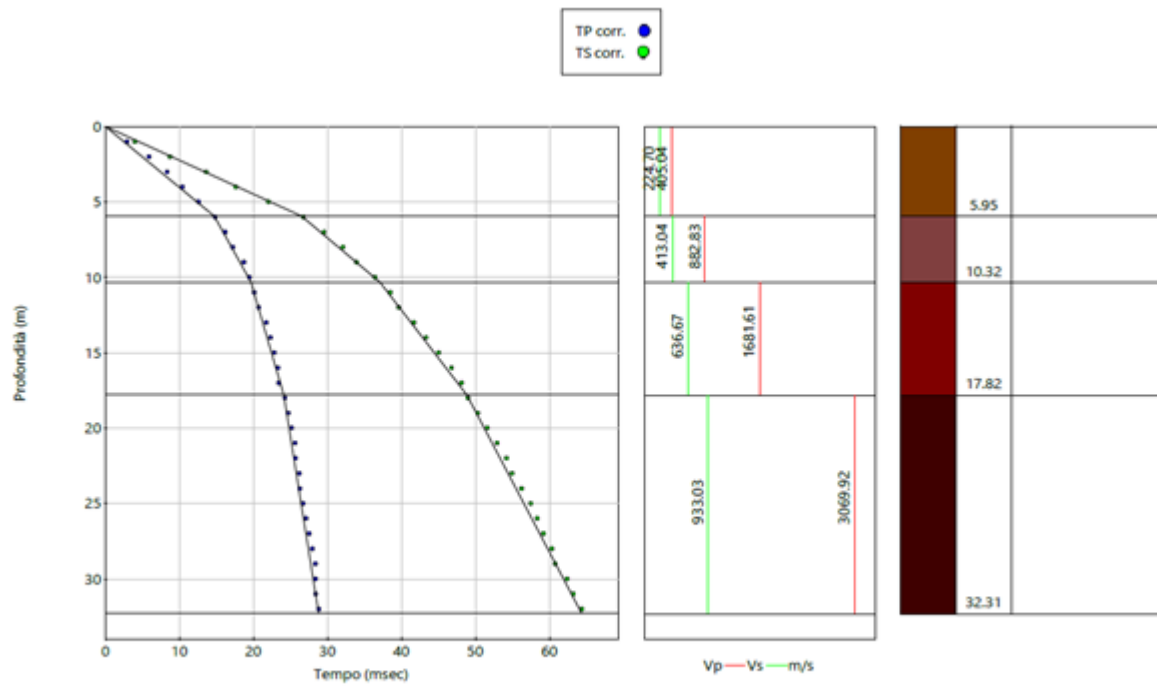
E-mail: info@geognostica.it - tecna@geognostica.it - Skype : tecna.ufficio - tecna.porta

STRATIGRAFIA

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

Committente Comune di Cavriglia		Località Castelnovo dei Sabbioni - Cavriglia (AR)		Certificato n° / Data 255C del 10/10/2023				
Cantiere Castelnovo dei Sabbioni		Sondaggio n. DH3	Inizio / Fine Esecuzione Del 27/09/2023 al 02/10/2023		Commessa n° / Data 255 del 13/09/2023			
Responsabile di sito Dr. Alessio Costantini		Operatore M'Barek e Ciocca	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda T44	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm / 127 mm			
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Carotagg.	Tubo Down Hole	I-(1)
1		Terreno riporto di sottofondo stradale.	0.50					
2		Sabbie limose da addensate a cementate di alterazione con presenza di pezzame arenaceo dell'ordine della ghiaia grossolana e del ciottolo.						
3			4.00					
4		Sabbie limose alterate addensate contenenti pezzame calcarenitico centimetrico brunoastro.	5.00					# 1
5		Arenarie alterate grigiastre ramate a tratti fissili facilmente frantumabili.						
6			6.80					
7		Sabbie addensate a cementate di alterazione con pezzame lapideo calcarenitico centimetrico bruno grigiastro.						# 2
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								# 3
16			16.40					
17		Silti marnose grigio verdastre compatte.						
18			18.50					
19		Arenarie alterate con trovanti decimetrici grigio verdastre a tratti fissili frantumabili.	20.00	(RM)				
20		Arenarie frammentate alterate grigio bruno avana ramate con intercalazioni siltitiche e marnose calcaree frammentate. Trovante decimetrico tra 24.00 m - 24.40 m.		(CS)				# 4
21				20.00				
22		Indice RQD tra 23.00 e 24.00 27%						
23		Indice RQD tra 24.00 e 25.00 50%						
24			25.00					
25		Arenarie compatte grigiastre a tratti bruno giallastre con locali intercalazioni di marne calcaree frammentate.						# 5
26								
27		Indice RQD 25.00-26.00 30%						
28		Indice RQD 26.00-27.00 75%						
29		Indice RQD 27.00-28.00 65%						
30		Indice RQD 28-29.00 60%						
31		Indice RQD 29.0-30.00 65%	30.00					
32		Arenarie frammentate grigiastre di diametro del ciottolo con presenza di trovanti centimetrici.						# 6
			32.00	(CD)				
		Indice RQD 30.00-31.00 49%						# 7
		Indice RQD 31.00-32.00 47%						
								A
								32.00
Pezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande								
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua								
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonici								
Carotaggio: continuo								
Sonda: T44								
Campioni prelevati n° (data prelievo)			nessuno					
			Responsabile di sito Dr. Alessio Costantini			Direttore laboratorio Dr. Moretti Giuliano		

## DH4 – di valle



Segue la stratigrafia relativa



Appare evidente da quanto emerso dalle indagini che nella zona di valle sono presenti coltri di spessore maggiore ( $> 6.0$  m), con caratteristiche geotecniche scadenti rispetto allo scenario di monte, dove tuttavia la coltre mostra potenze superiori ai 4.0 m, ma condizioni geotecniche migliori.

E' da rilevare anche, sempre a monte, la presenza di arenarie fortemente alterate sottostanti alle coltri di detrito, con spessori di circa 12.0 m.

Si riporta il quadro sinottico dei risultati delle analisi di laboratorio relative alle "Terre", ossia alle coltri di ricoprimento.

QUADRO SINOTTICO DEI RISULTATI											
DETERMINAZIONE		SONDAGGIO	S4DH	S5PZ							
		CAMPIONE	1	1							
		da m	1,60	3,30							
		a m	2,00	3,80							
		N° laborat.	6636	6637							
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	$W_n$	( % )	14,3	11,1							
INDICE DEI VUOTI	$e$	( - )	0,64	0,43							
POROSITA'	$n$	( % )	39,2	29,8							
GRADO DI SATURAZIONE	$S_r$	( % )	69,8	69,3							
PESO DI VOLUME NATURALE	$\gamma_n$	(kN/m <sup>3</sup> )	18,35	20,31							
PESO DI VOLUME SECCO	$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	16,05	18,28							
PESO DI VOLUME SATURO	$\gamma_{sat}$	(kN/m <sup>3</sup> )	19,90	21,21							
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	$\gamma_s$	(kN/m <sup>3</sup> )	26,39	26,05							
FRAZIONE GHIAIOSA	$G$	( % )	15,9	12,8							
FRAZIONE SABBIOSA	$S$	( % )	17,2	51,6							
FRAZIONE LIMOSA	$L$	( % )	42,5	19,2							
FRAZIONE ARGILLOSA	$A$	( % )	24,3	16,3							
LIMITE DI LIQUIDITA'	$W_L$	( % )	42,5	30,2							
LIMITE DI PLASTICITA'	$W_p$	( % )	18,4	16,5							
INDICE DI PLASTICITA'	$IP$	( % )	24,1	13,7							
INDICE DI CONSISTENZA	$IC$	( - )	1,2	1,4							
LIMITE DI RITIRO	$W_s$	( % )									
CLASSIFICAZIONE U.S.C.S. (S.I.)	U.S.C.S.	( - )	CL	SC							
CLASSIFICAZIONE AASHTO	AASHTO	( - )	A-7-6	A-6							
VANE TEST (MEDIA DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	/							
POCKET PENETROMETER (MEDIA O RANGE DI PIU' VALORI)		(kPa)	/	/							
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA	$\sigma$	(kPa)									
	$\epsilon$	( % )									
PROVA DI TAGLIO DIRETTO TIPO "CO"	$c'$	(kPa)	11	21							
	$\phi'$	( ° )	28	32							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO	$c_v$	(kPa)									
	$\phi_v$	( ° )									
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE UU	$c_u$	(kPa)									
	$\phi_u$	( ° )									
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CU	$c$	(kPa)									
	$\phi$	( ° )									
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CD	$c'$	(kPa)									
	$\phi'$	( ° )									
MODULO DI COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA	$E$ (kPa)	12.325(kPa)									
		25490(kPa)									
		49980(kPa)		10152							
		99196(kPa)	7668	15695							
		196392(kPa)	8918	11483							
		392785(kPa)	12614	19137							
		785196(kPa)	24194	36046							
		1569313(kPa)	45312	67419							
COEFFICIENTE DI CONSOLIDAZIONE	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	12.325(kPa)									
		25490(kPa)									
		49980(kPa)									
		99196(kPa)									
		196392(kPa)	1,04E-03	1,90E-03							
		392785(kPa)	8,34E-04	1,42E-03							
		785196(kPa)	5,16E-04	1,07E-03							
		1569313(kPa)	4,56E-04	1,33E-03							
PROVA DI CONSOLIDAZIONE		SC	/								

Tabella I

## 7.2 Caratterizzazione geotecnica

Sulla scorta del Modello Geologico di Riferimento si sono distinte tre Unità geotecniche, con la prima suddivisa in due subunità:

**Ug1**- La copertura, sia antropica che naturale, è costituita da:

- **Ug1a** - limi (siltiti) con argilla debolmente sabbioso-ghiaiosa (sensu A.G.I.).

Si ripete a più livelli nel sottosuolo del Borgo con spessori variabili (v. stratigrafie)

La caratterizzazione è la seguente:

Peso di volume  $\gamma = 19.5 \text{ kN/mc}$   
Resistenza al taglio drenata  $c' = 11.0 \text{ kPa}; f' = 28^\circ$   
Modulo di deformazione edometrico  $E_d = 7688 \text{ kPa}$

- **Ug1b** - sabbie debolmente limoso argillose, con tenori di ghiaie del 13% Spessore 4.7 m). A questa unità può essere assimilata la parte degradata del Macigno presente nella parte alta del versante, ossia nel Borgo antico di Castelnuovo dei Sabbioni (spessore 14.0 m).

La caratterizzazione è la seguente:

Peso di volume  $\gamma = 20.31 \text{ kN/mc}$   
Resistenza al taglio drenata  $c' = 21.0 \text{ kPa}; \phi' = 32^\circ$   
Modulo di deformazione edometrico  $E_d = 15695 \text{ kPa}$

**Ug2** - Siltiti argillose marnose molto consistenti.

Spessore variabile con intercalazioni ritmiche con le arenarie

Peso di volume  $\gamma = 19.6 \text{ kN/mc}$   
Resistenza al taglio drenata  $c' = 19.60 \text{ kPa}; \phi' = 27^\circ$

**Ug3** - Arenaria Macigno

L'arenaria dal punto di vista meccanico è una roccia di media resistenza con buone caratteristiche quando non alterata, ma spesso soggetta a fenomeni di degradazione con perdita consistente delle proprietà di resistenza; le siltiti e gli argilloscisti intercalati possono essere assimilati ad argille molto consistenti le cui proprietà meccaniche dipendono dallo stato di fratturazione ed alterazione (D'Elia et al., 1986).

Per la caratterizzazione del Macigno si fa riferimento al lavoro di "RIASSETTO IDROGRAFICO DEL COMPENSORIO MINERARIO DI SANTA BARBARA (Esu F. e D'Elia B., 1996) -. Il lago di Castelnuovo e il suo emissario – Relazione Geotecnica" ove per l'arenaria sono indicati i seguenti parametri:

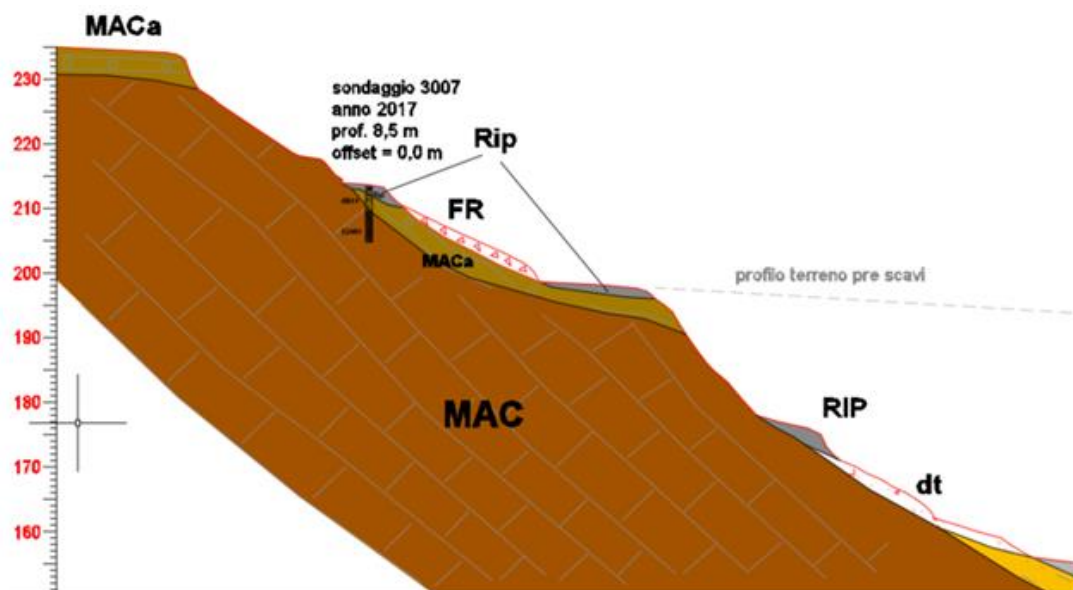
Peso di volume  $\gamma = 24.5 - 25.5 \text{ kN/mc}$   
Resistenza a compressione  $s = 50 - 70 \text{ MPa}$  – roccia di media resistenza  
Inoltre, dalle analisi di laboratorio su arenaria (Focardi, 2018) è emerso quanto segue:

Campione "S1C1 Profondità 3,70 ÷ 3,90 m"

**Prova di compressione monoassiale**

$\sigma_{\max} = 64,16 \text{ MPa}$   
 $\nu = 0,36$   
 $E_{50} = 35,09 \text{ GPa}$   
 $E_{150} = 15,45 \text{ GPa}$





Sezione geologica e geotecnica. MACa=Macigno: Arenarie stratificate e siltiti molto fratturate e alterate (alteriti), passanti a sabbie da sciolte a debolmente cementate (Ug1b); MAC=Macigno: Arenarie stratificate e siltiti stratificate, moderatamente fratturate e alterate (Ug3a); FR=frana: depositi eterometrici ed eterogenei derivanti da movimenti franosi attivi e quiescenti a spese prevalentemente del materiale di riporto (RIP) per la costruzione della strada; dt: detrito indifferenziato (Ug1a). (v. anche Tab.II)

Il comportamento meccanico dell'insieme mostra una minima resistenza al taglio al contatto tra arenarie e argilloscisti o nell'ambito dei livelli argilloscistosi con superfici lucide.

Successivi lavori quali “PROGETTO PER IL RECUPERO AMBIENTALE DELLA MINIERA DI SANTA BARBARA NEI COMUNI DI CAVRIGLIA (AR) E FIGLINE (FI) - All. 3 Relazione Geotecnica” e Gullotto G., 2006 “PROGETTO PER IL RECUPERO AMBIENTALE DELLA MINIERA DI SANTA BARBARA APPROFONDIMENTI E INTEGRAZIONI - Relazione Geologico-tecnica” (D'Elia B., 1999) descrivono un quadro geologico e geotecnico del tutto analogo.

Gli studi geomeccanici eseguiti in aree limitrofe negli anni 2010-2012 hanno portato alla definizione dei seguenti valori caratteristici:

### Macigno litofacies arenacea

Rocce arenacee grossolanamente stratificate o massive con interstrati pelitici ridotti o assenti (Macigno) - Valori riferiti all'ammasso indisturbato

Peso di volume naturale / Peso di volume saturo:

$\gamma_{nat} = 25.0 \text{ kN/mc} / \gamma_{sat} = 26.0 \text{ kN/mc}$

Resistenza al taglio (Criterio di Rottura Hoek-Brown Generalizzato)

Hoek-Brown Classification:

$\text{sigci} = 48.3 \text{ MPa}$ ,  $\text{GSI} = 51.1$ ,  $\text{mi} = 15.67$ ,  $D = 0$

Hoek-Brown Criterion:

$\text{mb} = 2.73278$ ,  $s = 0.00436851$ ,  $a = 0.505313$

Failure Envelope Range:

$\text{sig3max} = 2.60468 \text{ MPa}$ , Unit Weight =  $0.025 \text{ MN/m}^3$ , Slope Height =  $130 \text{ m}$

Mohr-Coulomb Fit:

$c = 1.03626 \text{ MPa}$ ,  $\phi = 47.4154 \text{ degrees}$

Rock Mass Parameters:

$\text{sigt} = -0.0772104 \text{ MPa}$ ,  $\text{sigc} = 3.10153 \text{ MPa}$ ,  $\text{sigcm} = 10.6902 \text{ MPa}$

### Macigno litofacies pelitico-arenacea

Rocce pelitico-arenacee o marnose arenacee in alternanze decimetriche (Macigno litofacies pelitico-arenacea) - Valori riferiti all'ammasso indisturbato

Peso di volume naturale / Peso di volume saturo:

$\gamma_{nat} = 25.0 \text{ kN/mc} / \gamma_{sat} = 26.0 \text{ kN/mc}$

Resistenza al taglio (Criterio di Rottura Hoek-Brown Generalizzato)

Hoek-Brown Classification:

$\text{sigci} = 33.33 \text{ MPa}$ ,  $\text{GSI} = 29$ ,  $\text{mi} = 6.33$ ,  $D = 0$

Hoek-Brown Criterion:

$\text{mb} = 0.501368$ ,  $s = 0.000374886$ ,  $a = 0.523899$

Failure Envelope Range:

$\text{sig3max} = 2.30969 \text{ MPa}$ , Unit Weight =  $0.025 \text{ MN/m}^3$ , Slope Height =  $130 \text{ m}$

Mohr-Coulomb Fit:

$c = 0.425275 \text{ MPa}$ ,  $\phi = 30.1513 \text{ degrees}$

Rock Mass Parameters:

$\text{sigt} = -0.0249217 \text{ MPa}$ ,  $\text{sigc} = 0.534448 \text{ MPa}$ ,  $\text{sigcm} = 2.81167 \text{ MPa}$

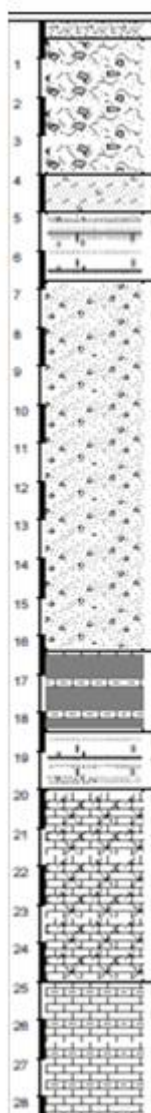
Si tenga presente, tuttavia, la disomogeneità dell'ammasso roccioso in termini di litologia, stato di alterazione, fratturazione, geometria e caratteristiche delle discontinuità.

In sintesi, si fornisce una tabella delle caratteristiche geotecniche:

Unità geotecnica	Parametri caratteristici
<b>Ug1a - limi con argilla debolmente sabbioso-ghiaiosa</b>	$\gamma = 19.5 \text{ kN/mc}$ $c' = 11.0 \text{ kPa}; \phi' = 28^\circ$ $E_d = 7688 \text{ kPa}$
<b>Ug 1b - sabbie debolmente limoso argillose. Arenarie alterate e degradate (MACa)</b>	$\gamma = 20.31 \text{ kN/mc}$ $c' = 21.0 \text{ kPa}; \phi' = 32^\circ$ $E_d = 15695 \text{ kPa}$
<b>Ug2 - Siltiti argillose marnose</b>	$\gamma = 19.6 \text{ kN/mc}$ $c' = 19.60 \text{ kPa}; \phi' = 27^\circ$
<b>Ug3a - Arenarie e siltiti alternate (MAC)</b>	$\gamma = 25 \text{ kN/mc}$ $c' = 400 \text{ kPa}; \phi' = 30^\circ$
<b>Ug3b - Arenarie (MAC)</b>	$\gamma = 25 \text{ kN/mc}$ $c' = 1000 \text{ kPa}; \phi' = 27^\circ$

Tab.II

### Zona di monte – Borgo antico di Castelnuovo dei Sabbioni



### Zona di scarpata verso la strada di valle



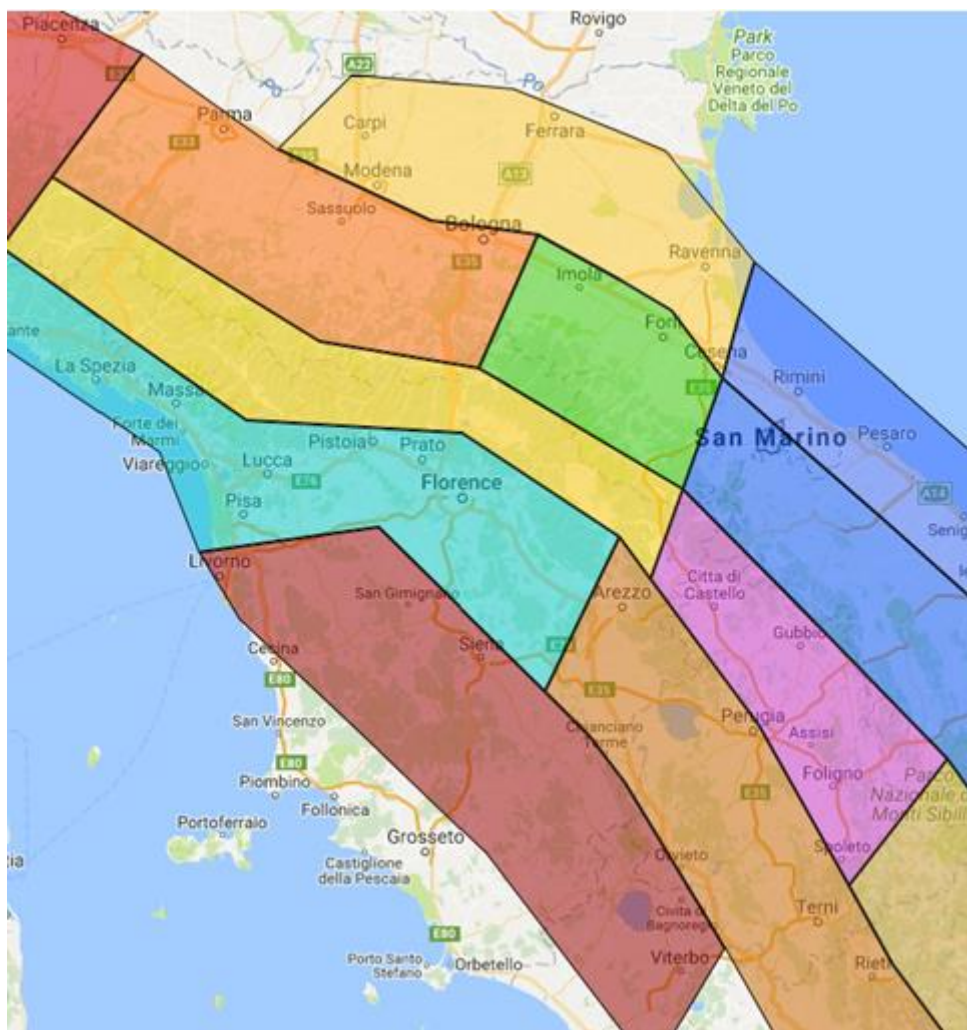
La falda nel Borgo antico si attesta a profondità di -7,0 m da piano campagna, mentre in prossimità della strada di valle, sotto Piazza IV Novembre, questa si approssima al piano campagna con una profondità di -3,0 m.



## 8. SISMICITA' e MODELLAZIONE SISMICA

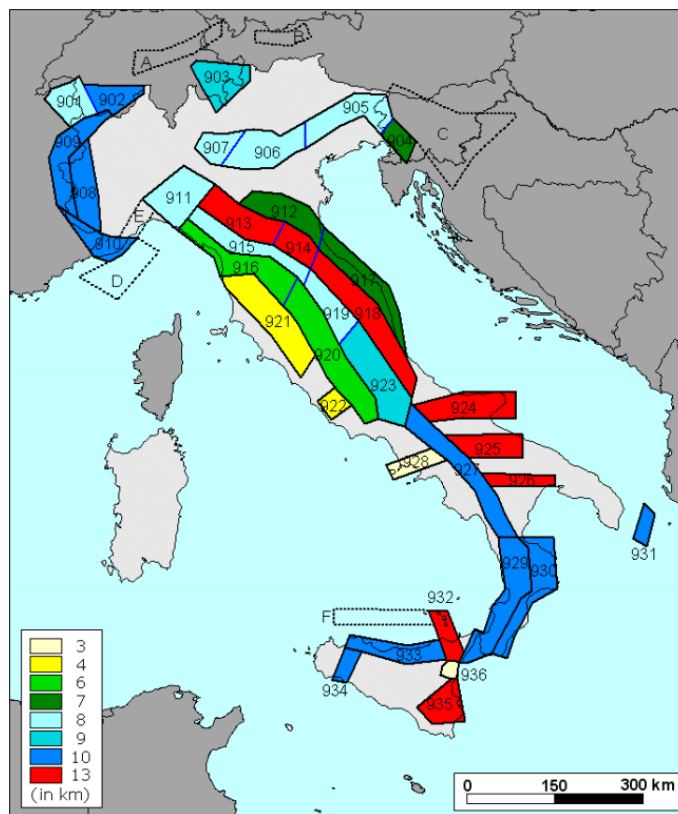
Nel 2004 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha sviluppato una zonazione sismogenetica basata su nuove acquisizioni ed evidenze di tettonica attiva e valutazioni sul potenziale sismogenetico. Per la Regione Toscana vengono istituite le zone sottoindicate ed in particolare l'area in esame ricade interamente nella zona 916 – Versilia-Chianti.

Tale zona coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000) ed è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo significativi.

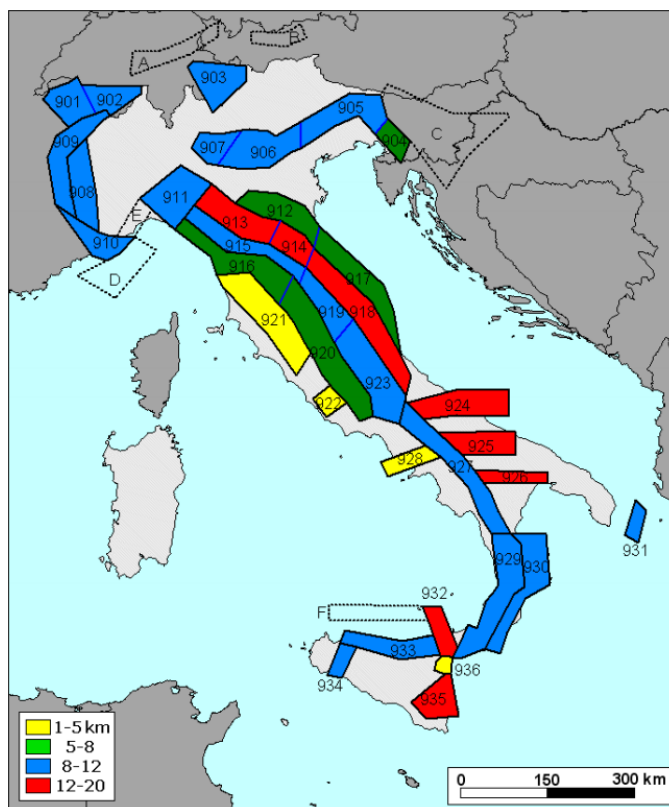


*Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)*

INGV fornisce anche le tabelle di riferimento per ciascuna ZS riguardo alle profondità efficaci determinate sui valori della moda della distribuzione di frequenza in funzione della profondità dei terremoti riportati nel catalogo strumentale INGV (1983 – 2002) e le relative classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone sismogenetiche sulla base del valore della moda e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità.



*Moda delle distribuzioni di frequenza in funzione della profondità dei terremoti nel catalogo strumentale INGV (1983 – 2002) per tutte le ZS di ZS9.*



*Classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone sismogenetiche di ZS9 sulla base del valore della moda e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità*

Per la zona 916 i valori di riferimento risultano i seguenti:

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>2.3	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
916	140	83	16	4.6	5-8	6

I meccanismi di fagliazione indicati per questa zona sono di tipo diretto (faglie normali). I dati utilizzati per tale assegnazione appartengono a due categorie principali:

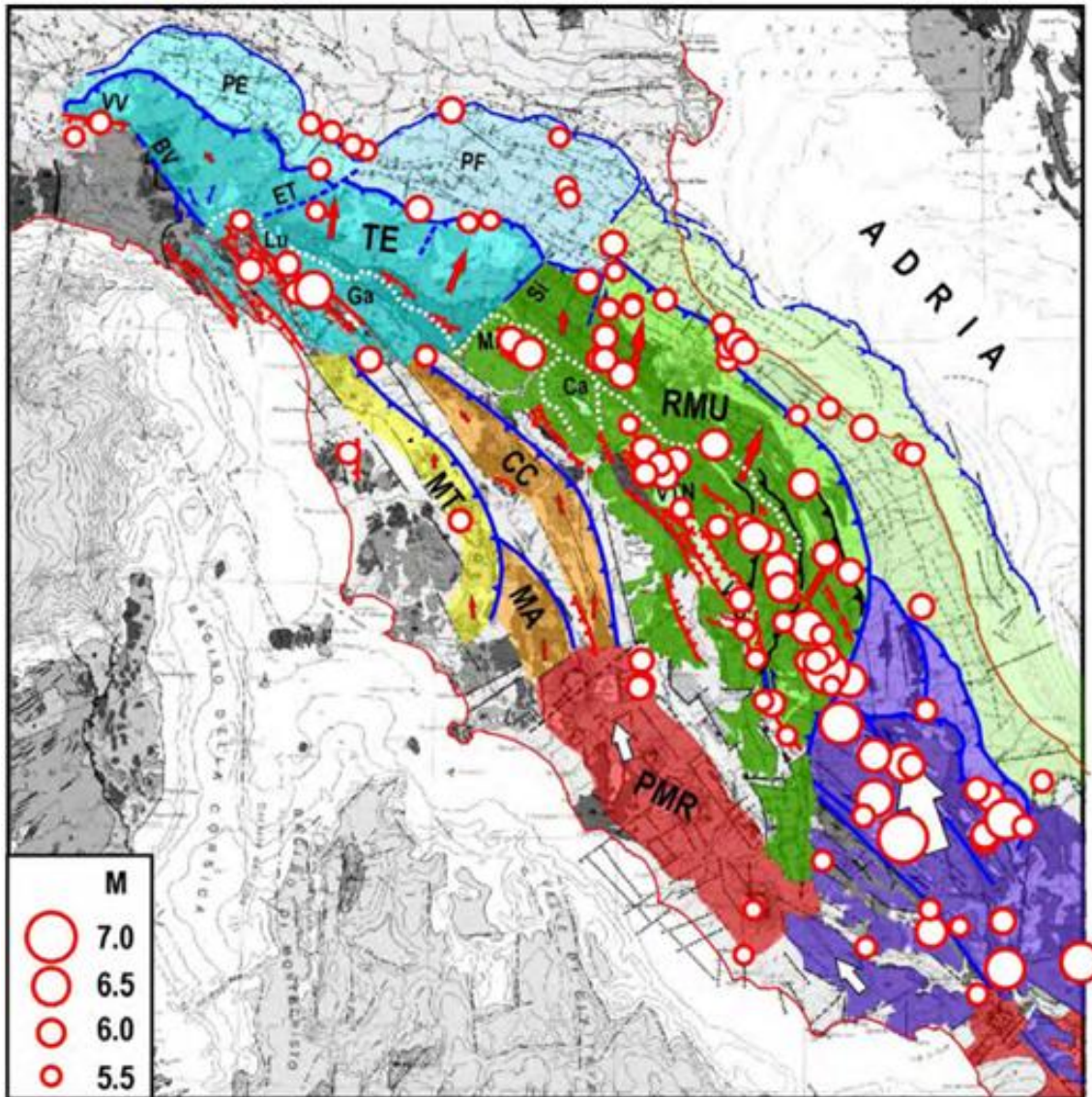
- meccanismi focali di terremoti significativi dell'epoca strumentale tratti da un ampio database nazionale (Vannucci e Gasperini, 2003);
- dati geologici a varie scale, incluse misure di stress in situ (Montone et al., 1999), dati di sottosuolo e stime sulla cinematica delle principali faglie attive (Database DISS 2.0).

### 8.1 Inquadramento sismotettonico

Come effetto del regime compressivo longitudinale indotto dal contesto geodinamico, l'Appennino settentrionale sta subendo un raccorciamento parallelo alla catena (Mantovani et al., 2009a, b, c; Viti et al., 2011). Questa deformazione si sviluppa attraverso un complesso di processi tettonici che coinvolgono l'estrusione, il sollevamento e la deformazione interna dei cunei, prevalentemente costituiti dalla copertura sedimentaria.

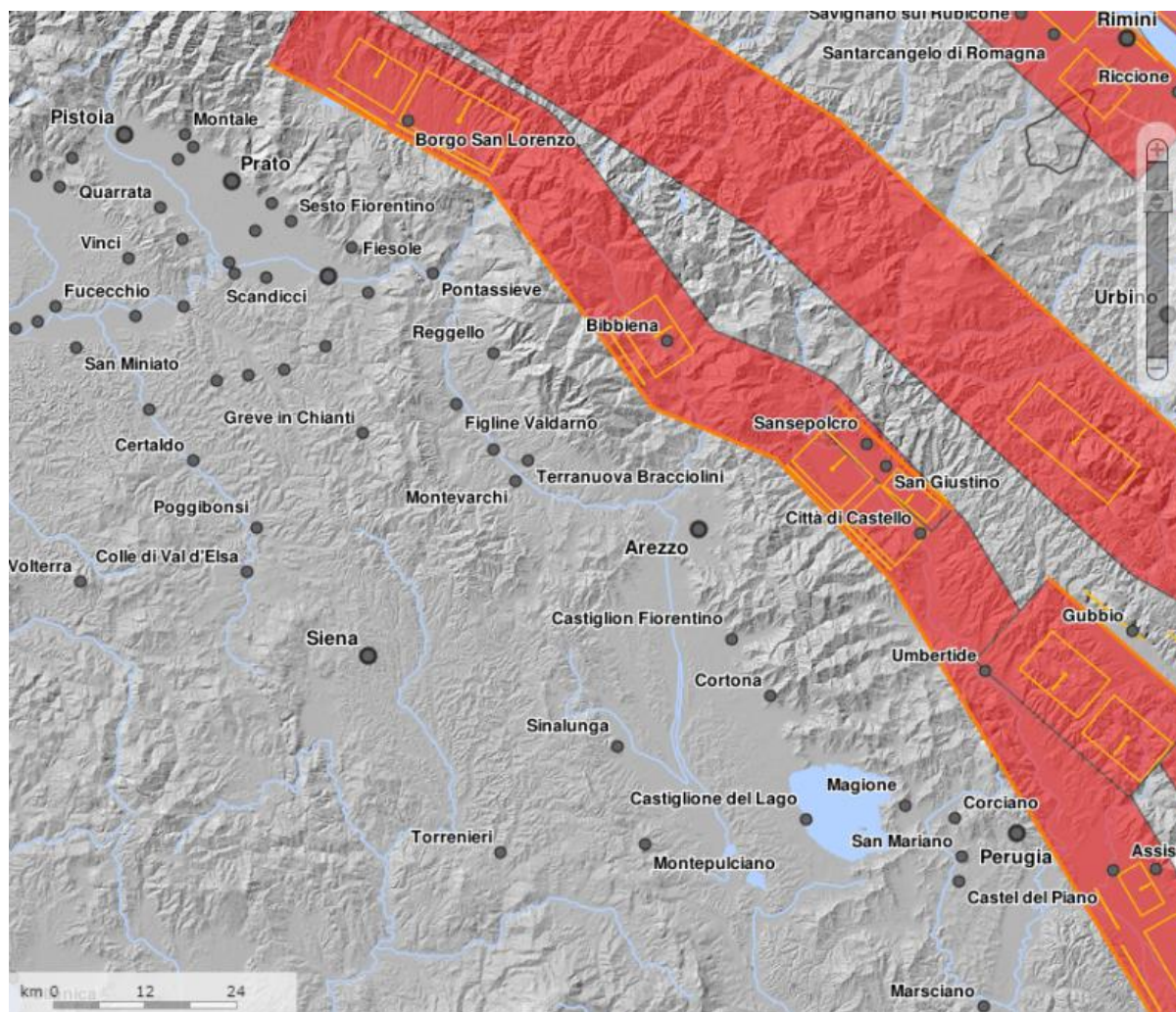
Il raccorciamento longitudinale di questo sistema strutturale orogenico è causato dalla spinta longitudinale (freccia grande bianca) della parte orientale della piattaforma Laziale –Abruzzese (viola). Una spinta longitudinale, ma meno intensa (freccie bianche più piccole, si veda al proposito la componente di PMR, Provincia Magmatica Romana) passa anche attraverso la parte interna della catena appenninica (Viti et al., 2006) producendo deformazioni ed attività sismica minori nella Toscana interna, principalmente in corrispondenza delle dorsali presenti in questa zona (Chianti – Cetona = CC; Montalcino – Amiata = MA; Medio Toscana = MT) e delle fosse tra esse comprese, tra cui il graben del Valdarno superiore.





*Schema sismo tettonico dell'Appennino settentrionale con i terremoti più intensi ( $M > 5.5$ ) avvenuti dal 1600. Evidenziati i due settori in cui è diviso l'Appennino settentrionale: cuneo Romagna – Marche – Umbria (RMU, verde) e cuneo Tosco – Emiliano (TE, azzurro)*

La consultazione del database DISS versione 3, relativo alle potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo maggiore di 5.5, mostra che l'area della miniera non è interessata dalle fasce di sorgenti sismogenetiche composite, né individuali; il sistema più vicino è rappresentato dal Mugello – Città di Castello – Leonessa (ITCS037) che riguarda però un settore più esterno della catena.



*Mapa delle sorgenti sismogenetiche, INGV (Database of Individual Seisogenetic Sources,  
<http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>)*

## 8.2 Macrozonazione sismica

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

Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

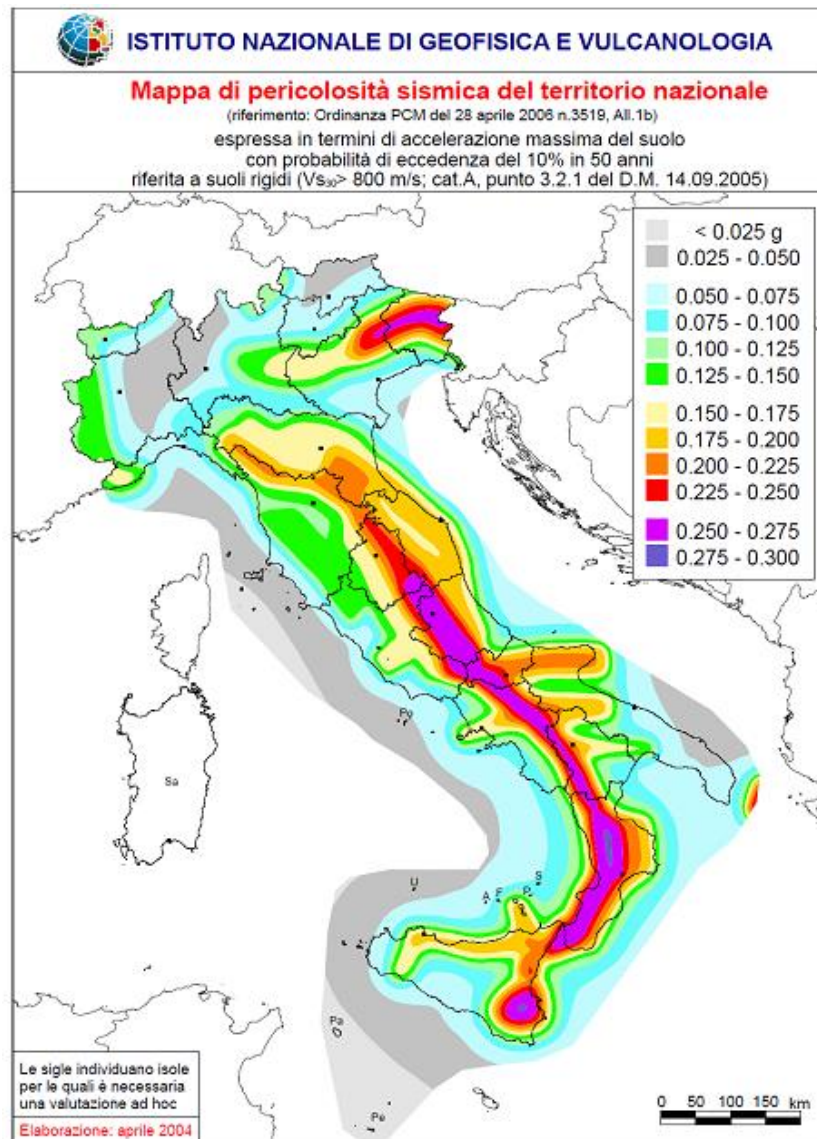
Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con



l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 ed è rappresentato dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.

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

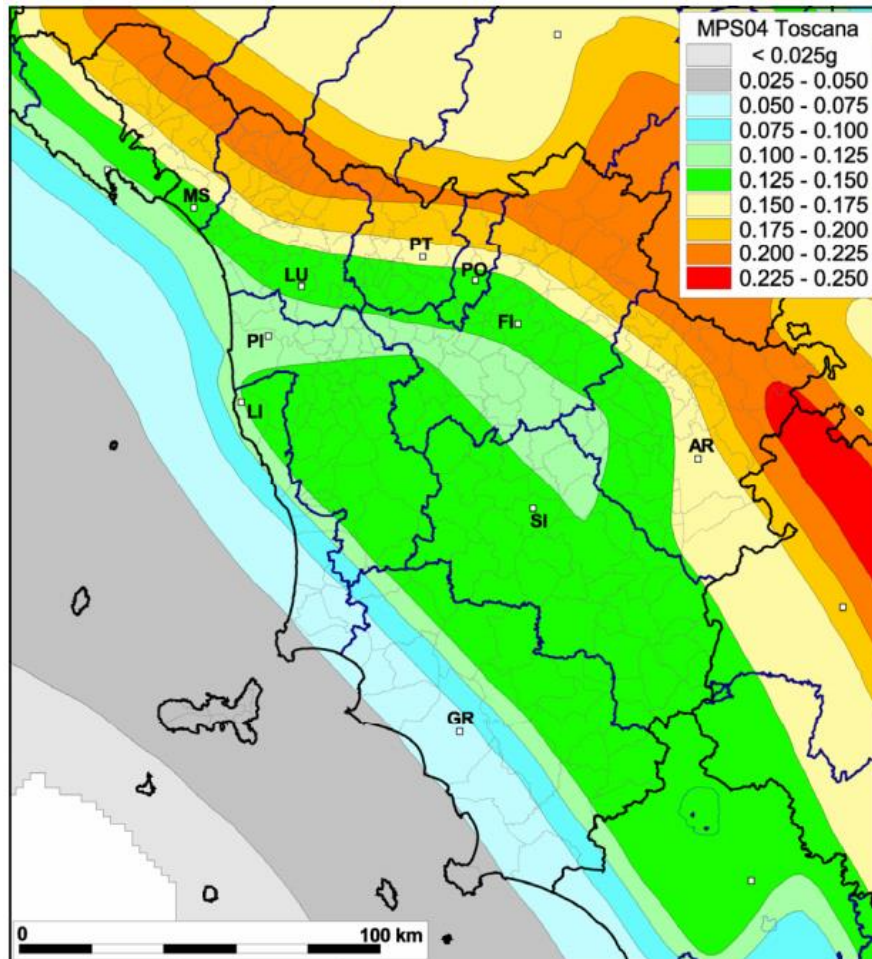
Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$



Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV, rif. OPCM n. 3519 del 28.04.2006)



Il nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio introducendo gli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.



*Mapa di pericolosità sismica della Toscana (mapa mediana al 50° percentile). I valori di accelerazione sono riferiti ad un tempo di ritorno pari a 475 anni (INGV, 2004)*

Con Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014, pubblicata sul BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014, è stata approvata la classificazione sismica regionale, relativa all'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mapa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012 con cui Regione Toscana recepisce i criteri nazionali di stima della pericolosità sismica e li adotta per la classificazione sismica regionale. L'aggiornamento risulta di interesse specifico poiché riguarda, tra gli altri, i comuni di Cavriglia e di Figline e Incisa Valdarno in provincia di Firenze entro cui ricade il territorio minerario. Sulla base di questa classificazione l'area del Borgo di Castelnuovo e in generale tutto il territorio della miniera ricadono interamente nella zona sismica di categoria 3.



*Mappa della classificazione sismica del territorio regionale (Regione Toscana, 2012). Nel riquadro è mostrata l'area di interesse, ricadente per intero nella zona sismica 3*

Con l'entrata in vigore delle Norme tecniche per le costruzioni la pericolosità sismica di base del territorio nazionale viene ora definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più "zona dipendente" ovvero, come riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la

definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, attraverso le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

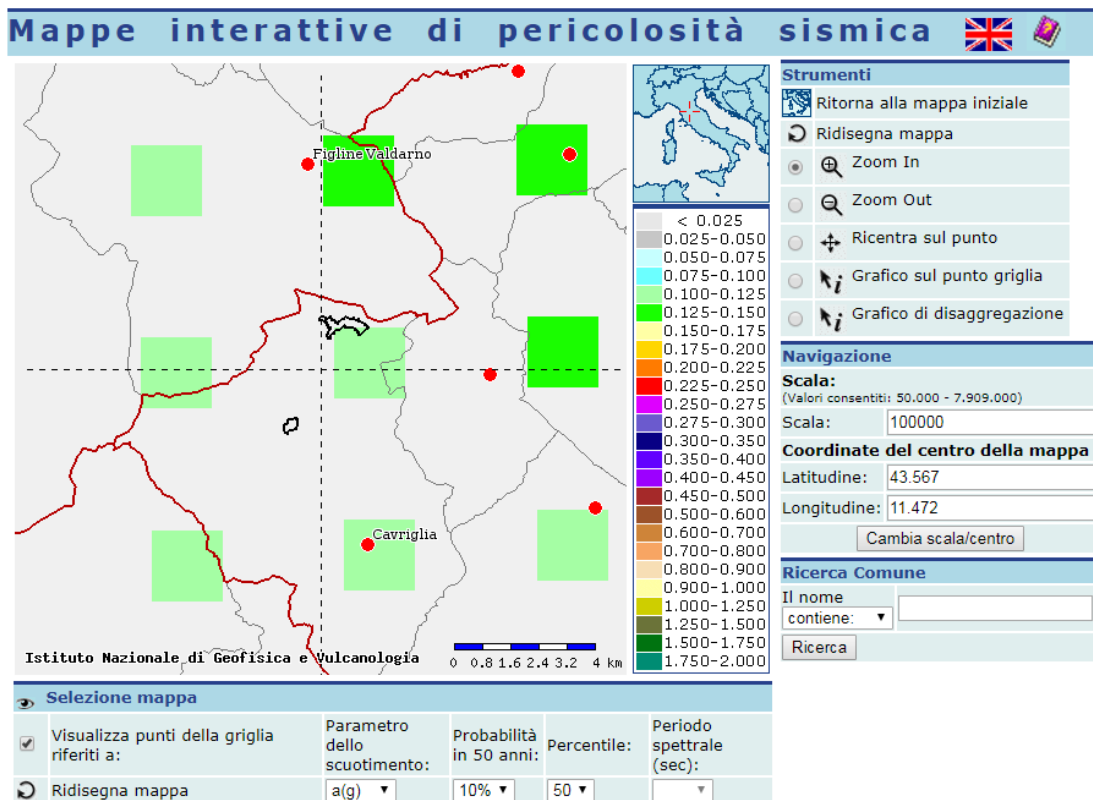
Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR, partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Attraverso l'applicazione WebGIS è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. Nello specifico, per le zone di interesse i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi all'incirca nell'intervallo 0.125-0.200 ag (accelerazione massima del suolo).



## 8.2 Analisi della pericolosità sismica

La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.).



Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04 è 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).

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri relativi alla pericolosità sismica di base per il Borgo di Castelnuovo d'Avane, per opere ordinarie (Classe d'Uso II - periodo di riferimento PR = 50 anni).

Via

Lat.  Long.  Alt.  m

Datum

Parametri sismici

Lat. (ED50)  Long. (ED50)

Classe dell'edificio

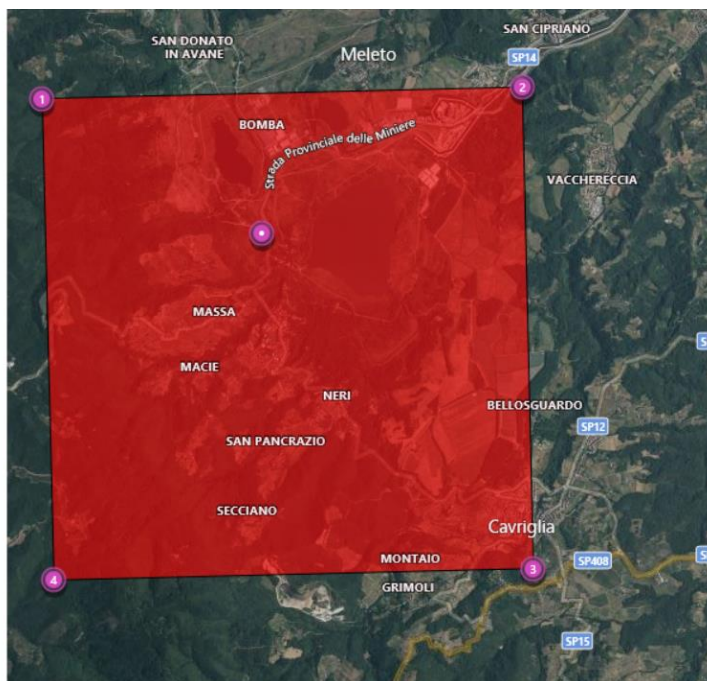
Coefficiente d'uso  $C_u$

Vita nominale  anni

Interpolazione

	Stato limite	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$TC^*$ [s]
Px	Operatività (SLO)	30	0.043	2.592	0.254
	Danno (SLD)	50	0.052	2.616	0.267
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.122	2.400	0.297
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.156	2.412	0.298
P1	Operatività (SLO)	30	0.043	2.594	0.254
	Danno (SLD)	50	0.052	2.616	0.266
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.122	2.392	0.296
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.155	2.413	0.296
P2	Operatività (SLO)	30	0.044	2.586	0.255
	Danno (SLD)	50	0.053	2.614	0.268
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.124	2.396	0.299
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.157	2.404	0.306
P3	Operatività (SLO)	30	0.043	2.591	0.255

Periodo riferimento azione sismica



Parametri di pericolosità sismica

### 8.2.1 Pericolosità sismica di base

Vita nominale ( $V_n$ ): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso ( $C_u$ ): 1  
 Periodo di riferimento ( $V_r$ ): 50 [anni]

Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno ( $T_r$ ) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,5516243 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11,4506788 [°]  
 Latitudine (ED50): 43,5525856 [°]  
 Longitudine (ED50): 11,4516535 [°]

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

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20949	43,566540	11,420090	2979,33
2	20950	43,567750	11,489030	3451,62
3	21172	43,517760	11,490630	4986,69
4	21171	43,516560	11,421800	4673,14

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

#### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,594	0,254
SLD	50	0,052	2,616	0,266
	72	0,058	2,644	0,277
	101	0,065	2,639	0,284
	140	0,073	2,647	0,287
	201	0,083	2,601	0,293
SLV	475	0,122	2,392	0,296
SLC	975	0,155	2,413	0,296
	2475	0,206	2,413	0,310

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,586	0,255
SLD	50	0,053	2,614	0,268
	72	0,059	2,645	0,279
	101	0,066	2,633	0,285
	140	0,074	2,644	0,289
	201	0,085	2,583	0,295
SLV	475	0,124	2,396	0,299
SLC	975	0,157	2,404	0,306
	2475	0,208	2,416	0,313

#### Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,591	0,255
SLD	50	0,052	2,618	0,267
	72	0,058	2,647	0,278
	101	0,065	2,643	0,284
	140	0,073	2,652	0,288
	201	0,084	2,610	0,294
SLV	475	0,122	2,404	0,296
SLC	975	0,155	2,418	0,296
	2475	0,206	2,418	0,311

#### Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,599	0,253
SLD	50	0,051	2,620	0,265
	72	0,058	2,648	0,276

	101	0,065	2,651	0,282
	140	0,072	2,650	0,285
	201	0,082	2,635	0,292
SLV	475	0,121	2,413	0,294
SLC	975	0,154	2,415	0,294
	2475	0,205	2,412	0,308

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,592	0,254
SLD	50	0,052	2,616	0,267
SLV	475	0,122	2,400	0,297
SLC	975	0,156	2,412	0,298

Dalle indagini sismiche realizzate nell'area di interesse si è rilevata una categoria di sottosuolo di tipo B (v. Tab. 3.2.II – NTC 18).

Tab. 3.2.II – <i>Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.</i>	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

### 8.2.2 Pericolosità sismica di sito

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

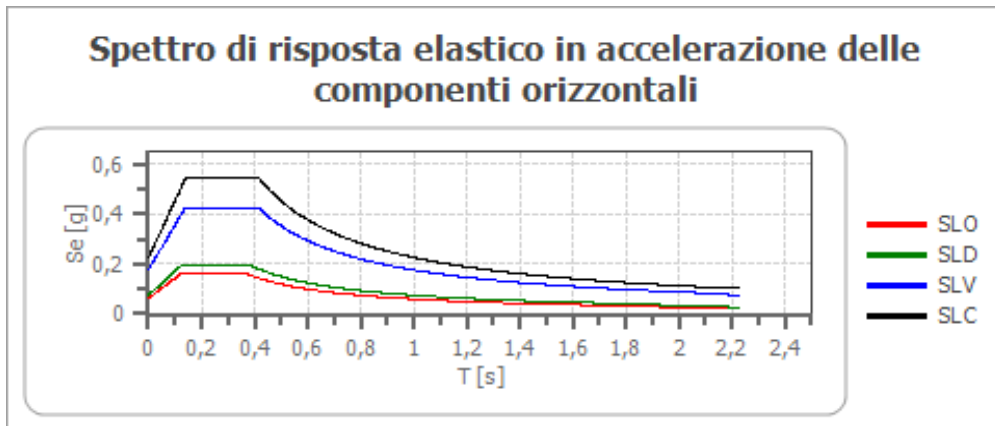
T2: Pendii con inclinazione media maggiore di 15°

### Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,015	0,042	0,054
kv	0,006	0,007	0,021	0,027
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,612	0,735	1,729	2,198
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240



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



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,043	2,592	0,254	1,200	1,450	1,200	1,440	1,000	0,123	0,368	1,773	0,062	0,162
SLD	1,0	0,052	2,616	0,267	1,200	1,430	1,200	1,440	1,000	0,127	0,381	1,808	0,075	0,196
SLV	1,0	0,122	2,400	0,297	1,200	1,400	1,200	1,440	1,000	0,138	0,415	2,090	0,176	0,423
SLC	1,0	0,156	2,412	0,298	1,200	1,400	1,200	1,440	1,000	0,139	0,417	2,223	0,224	0,541

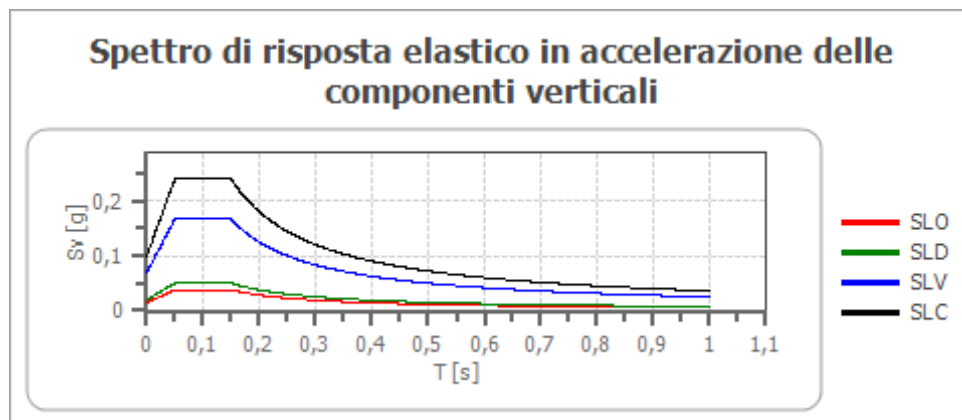
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

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

1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,043	2,592	0,254	1	1,450	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLD	1,0	0,052	2,616	0,267	1	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,019	0,050
SLV	1,0	0,122	2,400	0,297	1	1,400	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,069	0,167
SLC	1,0	0,156	2,412	0,298	1	1,400	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,099	0,240

### 8.3 Indicazioni dagli studi di Microzonazione Sismica di livello 2 allestiti per il PSI

Nell'ambito della Variante Generale al Piano Strutturale, redatta ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 51 del 2 novembre 2011 – è stato eseguito (Terra & Opere s.r.l., dicembre 2013) lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1.

Successivamente, in fase della previsione di redazione del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di San Giovanni e Cavriglia e in funzione delle novità introdotte dal Regolamento 5/R/2020, che prevede, nell'ambito della pianificazione territoriale a scala comunale di maggiori approfondimenti degli aspetti sismici e della realizzazione di **studi di Microzonazione Sismica di livello 2**, condotti secondo i criteri definiti al paragrafo 2.1, comma B.6.5 e al paragrafo 2.2, capoverso “cartografie” dell'allegato A al Regolamento Regionale n. 5/R, il Comune di Cavriglia, con Determinazione n. 538 del 23/03/2022 dell'Area Urbanistica – Servizio Urbanistica, individuava nella Geo Eco Progetti il “soggetto realizzatore” dello studio e delle indagini di Microzonazione Sismica di Livello 2, con implementazione del quadro conoscitivo.

Tali elaborazioni svolte coordinandosi con il Settore Rischio Sismico della Regione Toscana, ancorché non finanziate con OPCM ministeriale, sono state svolte secondo i canoni metodologici definiti dalla Regione Toscana con propria Del. G.R.T. n. 144/2015 e secondo le indicazioni tecniche contenute negli ICMS.

Nel corso di tale attività sono state riformulate e riallestite anche le cartografie MOPS (relative a valutazioni da livello MS1), secondo le indicazioni impartite dal Settore Rischio Sismico della Regione Toscana, implementando le attività di indagini sismiche in sito rispetto a quanto in precedenza elaborato per lo studio MS1 del 2013 svolto a compendio del RUC secondo le indicazioni del DPGR n. 53/R/2011.

A compendio della presente trattazione in relazione all'aspetto delle caratteristiche sismiche per l'area in oggetto si riportano, pertanto, indicazioni desunte dagli studi di Microzonazione Sismica di 2° livello (MS2) da cui sono state ricavate le indicazioni quantitative per la redazione di cartografia di pericolosità sismica da Studi MS2.

#### 8.3.1 Frequenze fondamentali dei depositi

L'obiettivo del rilevamento delle frequenze fondamentali dei depositi (svolto a compendio dello studio di MS1 del vigente S.U.) è quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle frequenze naturali di vibrazione di un terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione denominata frequenza fondamentale di risonanza, che dipende dallo spessore H della copertura e dalla velocità media delle onde di taglio Vs della stessa secondo la relazione:

$$v = V_s/4H$$

L'interpretazione delle misure eseguite consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza fra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e le variazioni litologiche presenti nel sottosuolo.

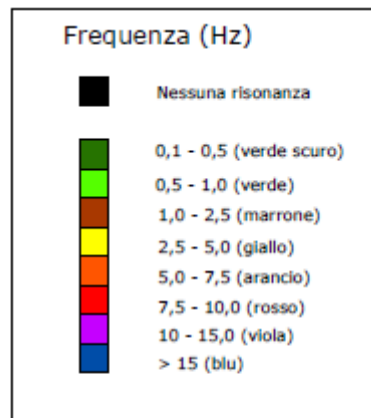
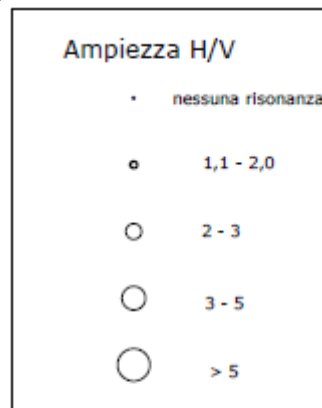
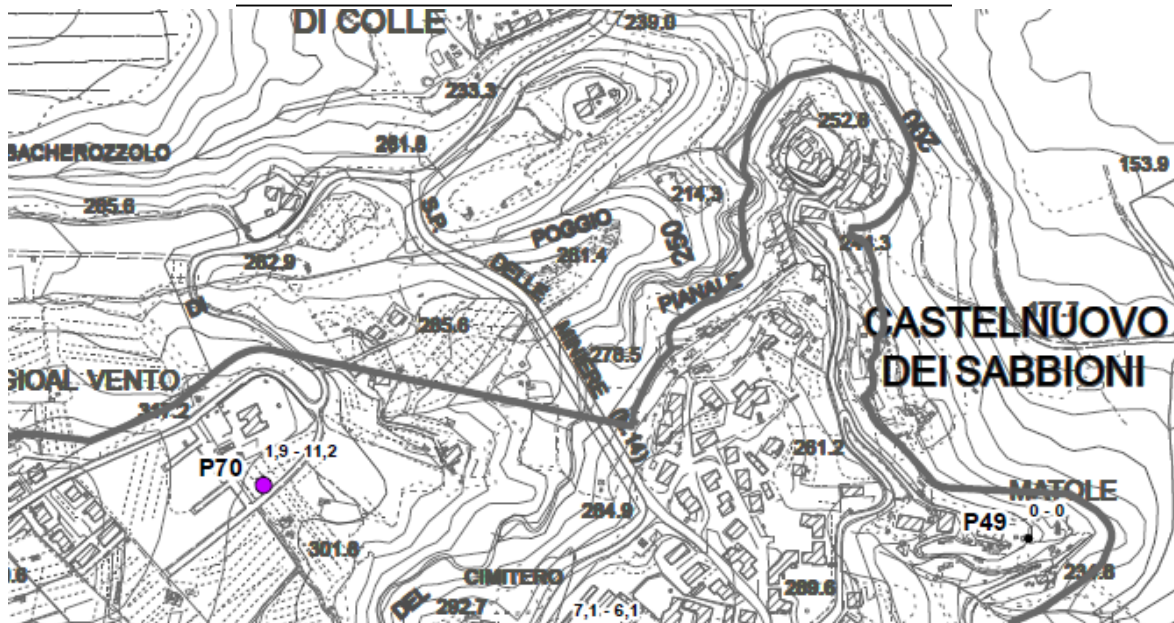
L'interpretazione delle misure eseguite consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza fra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e le variazioni litologiche presenti nel sottosuolo.

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle frequenze

Tavola G.2a Cavriglia – Castelnuovo dei Sabbioni  
scala 1: 5.000

Regione Toscana  
Comune di Cavriglia (AR)



Valore ampiezza, valore frequenza

La porzione del nucleo urbano di Castelnuovo dei Sabbioni per quanto riguarda la porzione collinare su cui sorge l'antico Borgo di Avane si caratterizza con i valori di frequenza ed ampiezza delle prove HVSr n. 49 e n. 70 (vedi la loro ubicazione in cartografia che precede).



Di seguito si riporta un estratto della tabella con i risultati delle prove HVSR eseguite per gli studi di livello 1 e ricavate dall'archivio dei dati di base a disposizione dell'amministrazione Comunale e di quelle eseguite durante gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2.

Si precisa che in **blu** vengono indicate le indagini svolte per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 e quelle collezionate dall'archivio dei dati di base consultati; mentre in **rosso** vengono indicate le indagini svolte propedeuticamente agli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2.

Per l'area del Borgo di Avane si riportano i dati delle prove HVSR P49 e P70.

<b>Sigla Indagine</b>	<b>F0 Picco 1</b>	<b>F0 Picco 2</b>	<b>A Picco 1</b>	<b>A Picco 2</b>	<b>Classe Picco 1</b>	<b>Classe Picco 2</b>
<b>P70</b>	<b>11,2</b>		<b>1,9</b>		<b>B1</b>	
<b>P49</b>	<b>Nessun picco</b>				<b>A2</b>	

La prova P49 eseguita presso la località Matole non ha registrato la presenza di picchi significativi di impedenza sismica nel sottosuolo del settore di indagine.

La prova P70 ha mostrato basso contrasto d'impedenza ( $A0 = a 1,9$ ) correlato ad un picco di frequenza di 11,2 Hz

### 8.3.2 Classificazione relativa a Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS – MS1 rielaborata per il PSI)

Dagli elaborati costituenti il quadro conoscitivo del Piano Strutturale Intercomunale sulla base delle osservazioni geologiche, geomorfologiche e dell'acquisizione, valutazione ed elaborazione dei dati geognostici e geofisici sono state individuate le microzone nelle quali possono verificarsi vari tipi di effetti locali o di sito prodotti dall'azione sismica.

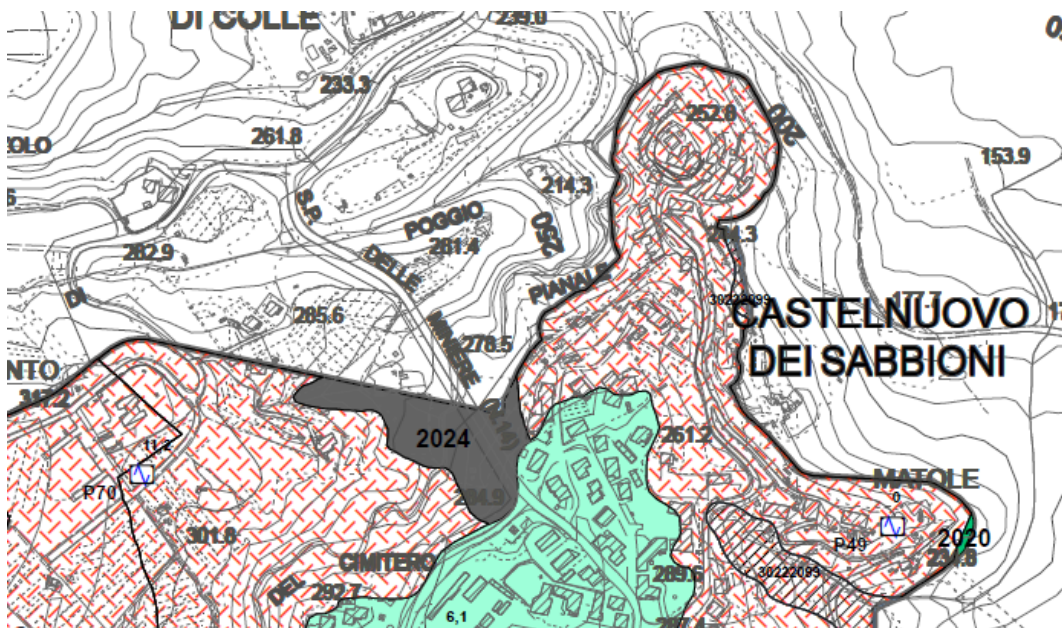
## MICROZONAZIONE SISMICA

### Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

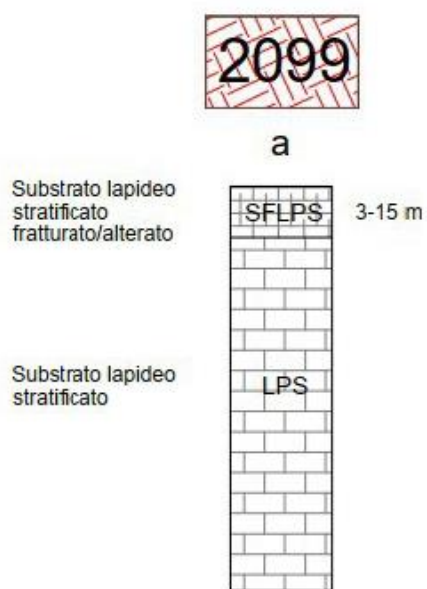
Tavola G.4a Cavriglia – Castelnuovo dei Sabbioni  
scala 1: 5.000

---

**Regione Toscana**  
Comune di Cavriglia (AR)



L'area in studio ricade nella zona 2099a caratterizzata da presenza di materiali classificabili come substrato lapideo stratificato fratturato/alterato (SFLPS), per spessore variabile di 3,0-15,0 m, giacente su substrato lapideo stratificato (LPS); con basso contrasto di impedenza.



*Zone stabili suscettibili di amplificazione locale con basso contrasto di impedenza*

### 8.3.3 Microzonazione sismica di 2° livello (MS2)

Negli studi di livello 2 viene introdotto l'elemento quantitativo associato all'area omogenea, utilizzando metodologie di analisi numerica semplificate (abachi a scala regionale, modellizzazione 1D, leggi empiriche), anche mediante l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini.

Questa analisi approfondita ha lo scopo di creare la "Mappa di microzonazione sismica".

Il Livello 2, sviluppato per gli studi di pianificazione urbanistica allorquando le condizioni geologiche e geomorfologiche consentono l'applicazione di metodi semplificati, ha come scopo quello di:

- ricavare le regole e i requisiti volti a ridurre il rischio sismico per le aree urbane e le nuove aree di previsione;
- individuare le aree ad alto rischio che richiedono particolari dettagli;
- definire le priorità di intervento per edifici strategici e rilevanti;
- prevedere gli scenari di danno.

L'obiettivo fondamentale della procedura è, quindi, quello di fornire delle stime statisticamente valide e ragionevolmente conservative del fattore di amplificazione atteso, nelle varie situazioni litostratigrafiche e in particolare nelle aree a maggior rischio sismico. Queste stime devono poter essere fornite a partire da un numero limitato di osservazioni, relativamente facili da determinare sperimentalmente e comunque rappresentative delle varie possibili situazioni presenti.

Il livello 2 degli studi di Microzonazione Sismica consiste, quindi, nel raggiungere una parametrizzazione dell'amplificazione sismica locale:

- in contesti geologici "semplici" (ad esempio se il modello geologico del sito è caratterizzato dall'assenza di elementi in grado di innescare fenomeni di amplificazione 2D-3D);
- mediante "approcci semplificati" (applicazione di programmi per la stima dell'amplificazione sismica locale);
- senza intervenire sulle aree considerate instabili nello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, poiché tali studi sono previsti per il terzo livello;
- senza intervenire sulle aree considerate nello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 come stabili, poiché per queste aree il fattore di amplificazione atteso è pari a 1.

Il risultato fondamentale del secondo livello è la Carta di Microzonazione Sismica ottenuta associando la quantificazione numerica degli effetti, con metodi semplificati, alle parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica.

Nella carta vengono individuate le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone suscettibili di instabilità.

Per quanto riguarda le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, le amplificazioni vengono quantificate per mezzo di abachi che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie, associati alle singole situazioni litostratigrafiche. Detti abachi vengono predisposti dalle regioni, sulla base di criteri generali comuni, tenendo conto delle peculiarità sismotettoniche e geologiche dei rispettivi territori.

Sulla scorta dei fattori di amplificazione locale ricavati per ogni singola zona stabile suscettibile di amplificazioni locali derivante dalla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) di Livello 1, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali vengono raggruppate in base al valore del fattore di amplificazione di riferimento.

Per le indicazioni tecniche cui attenersi per la predisposizione delle cartografie di Microzonazione Sismica si rimanda ai par. 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 e 1.1.4 degli ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020) in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la realizzazione delle suddette carte.



# MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle microzone omogenee

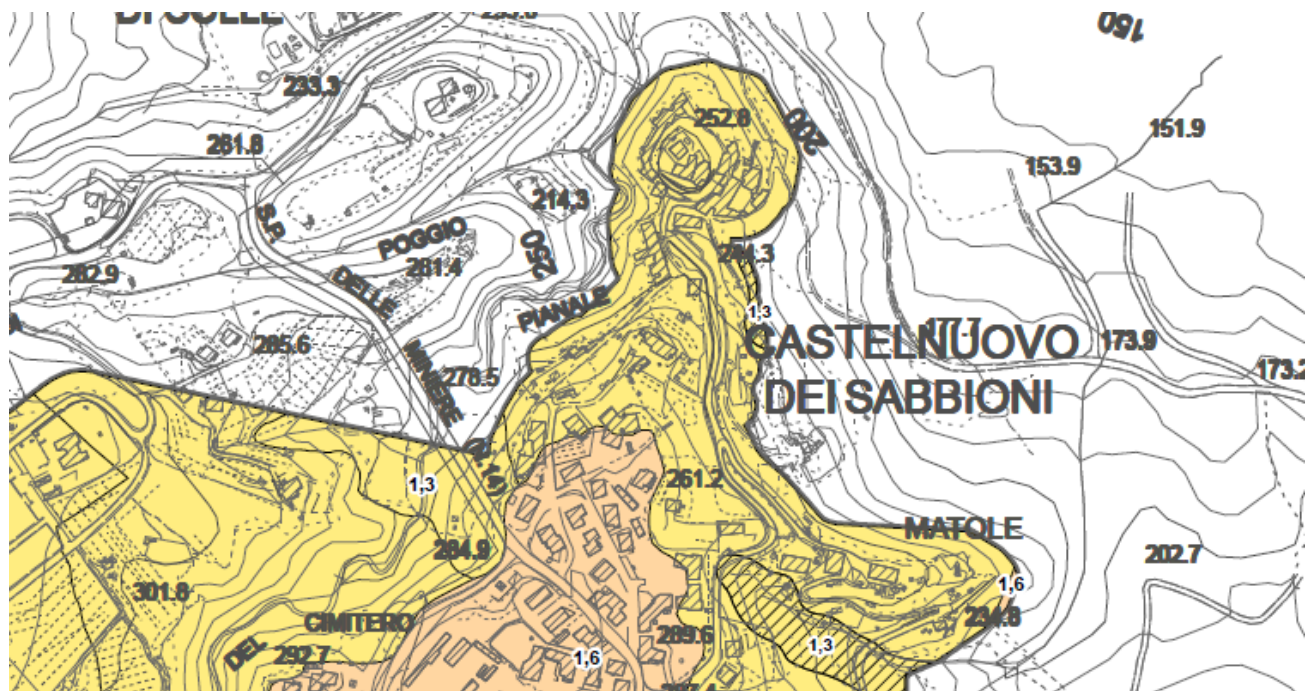
FA 01 - 05

Tavola G.5a Cavriglia - Castelnuovo dei Sabbioni

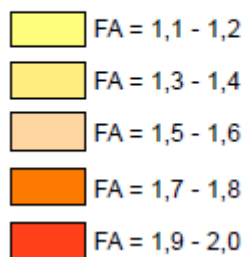
scala 1: 5.000

Regione Toscana

Comune di Cavriglia (AR)



Zone stabili suscettibili  
di amplificazione locale



L'area in studio del Borgo di Avane presenta presenta un fattore di accelerazione  $Fa_{01-05} = 1,3$ .

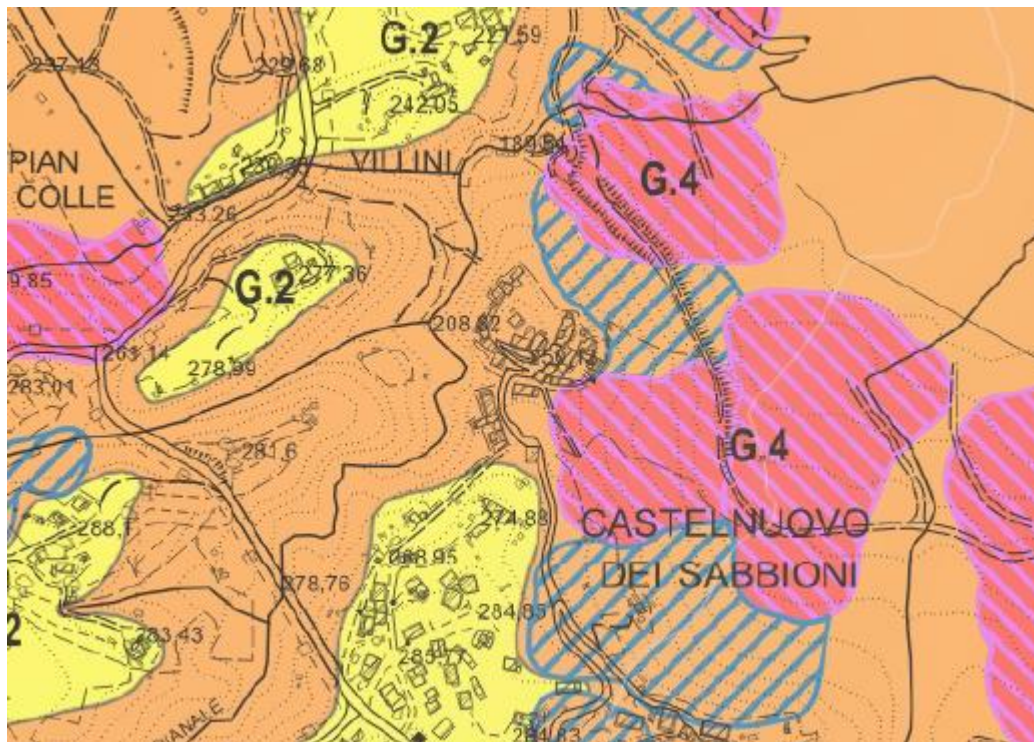
## 9. CLASSIFICAZIONI di PERICOLISTA' DERIVANTI dal QUADRO CONOSCITIVO del PSI e DISCIPLINA VIGENTE

A compendio della presente trattazione si riportano le indicazioni relative alla recente classificazione di pericolosità geologica, sismica ed idraulica desumibili dal Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Cavriglia e San Giovanni Valdarno (elaborati nella disponibilità delle Amministrazioni Comunali Committenti, marzo 2024 - in attesa di procedura di adozione).

Dal “quadro conoscitivo” del citato strumento urbanistico si ricavano per l’area in esame:

- **classe di pericolosità geologica G.3 (elevata)** per la porzione sommitale del colle ove sorge l’edificio del Borgo di Avane per assetto giaciturale dell’ammasso a franapoggio e considerazioni basate sul rapporto litologia/pendenze; e per la porzione di versante a valle del Borgo degradante verso nord est individuata come area potenzialmente instabile per deformazioni superficiali e rapporto litologia pendenze;
- **classe di pericolosità geologica G.4 (molto elevata)** per la porzione di versante immediatamente a valle di Casa Rossa/Casa Andrea del Sarto per la presenza, a valle del citato casolare diruto, del coronamento di un corpo di frana attivo e della sua zona di potenziale evoluzione (verso monte per retrogressione del coronamento stesso) che arriva a lambire l’opera di presidio (paratia di pali trivellati) nel trascorso realizzata da Enel; un altro settore ricadente in classe G4 lo si rinviene a valle del Borgo, all’esterno dell’area oggetto della presente variante allo S.U., interferente con la vecchia viabilità di accesso al Borgo dalla sottostante area mineraria.

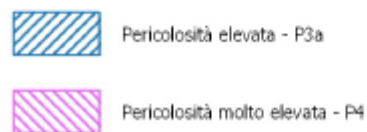




#### AREE A PERICOLOSITA' GEOLOGICA



#### AREE A PERICOLOSITA' DEFINITE DALL'AUTORITA' DI BACINO PROGETTO DI "PAI DISSESTI GEOMORFOLOGICI"

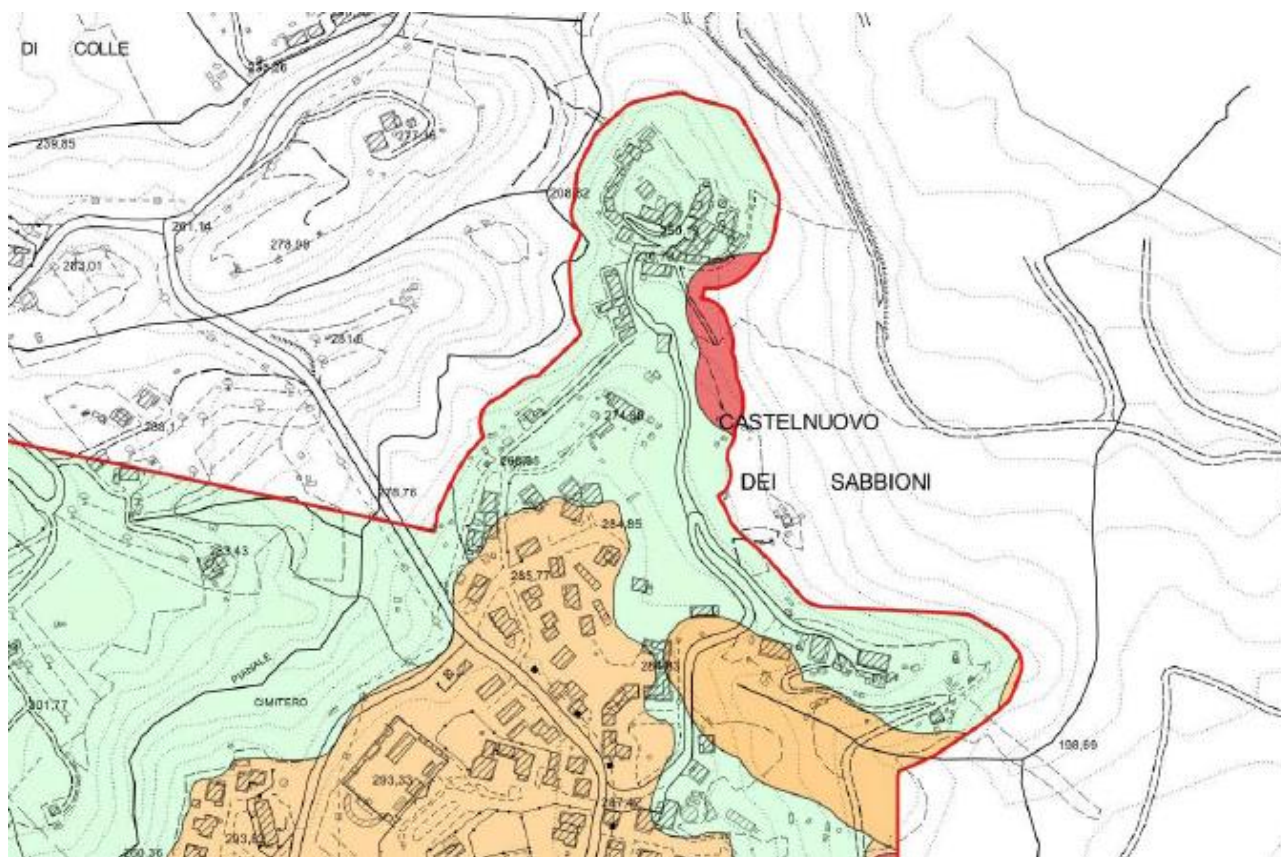


- **classe di pericolosità sismica media S.2** (media) in quanto zona suscettibile di amplificazione sismica locale con basso contrasto di impedenza e con fattore di amplificazione  $F_x 01-05 < 1,4$ ;
- **classe di pericolosità sismica S.4** (molto elevata) per il settore a valle di Casa Andrea del Sarto/Casa Rossa con presenza di corpo di frana attivo e sua area di potenziale evoluzione in retrogressione verso monte.



**PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE**  
ai sensi dell'art. 94 della L.R. 65/2014

Marzo 2024



## Pericolosità sismica locale - D.P.G.R. 30 gennaio 2020, n.5/R

### Pericolosità sismica locale molto elevata S4



Aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

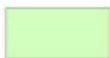
### Pericolosità sismica locale elevata S3



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ )  $> 1.4$ .

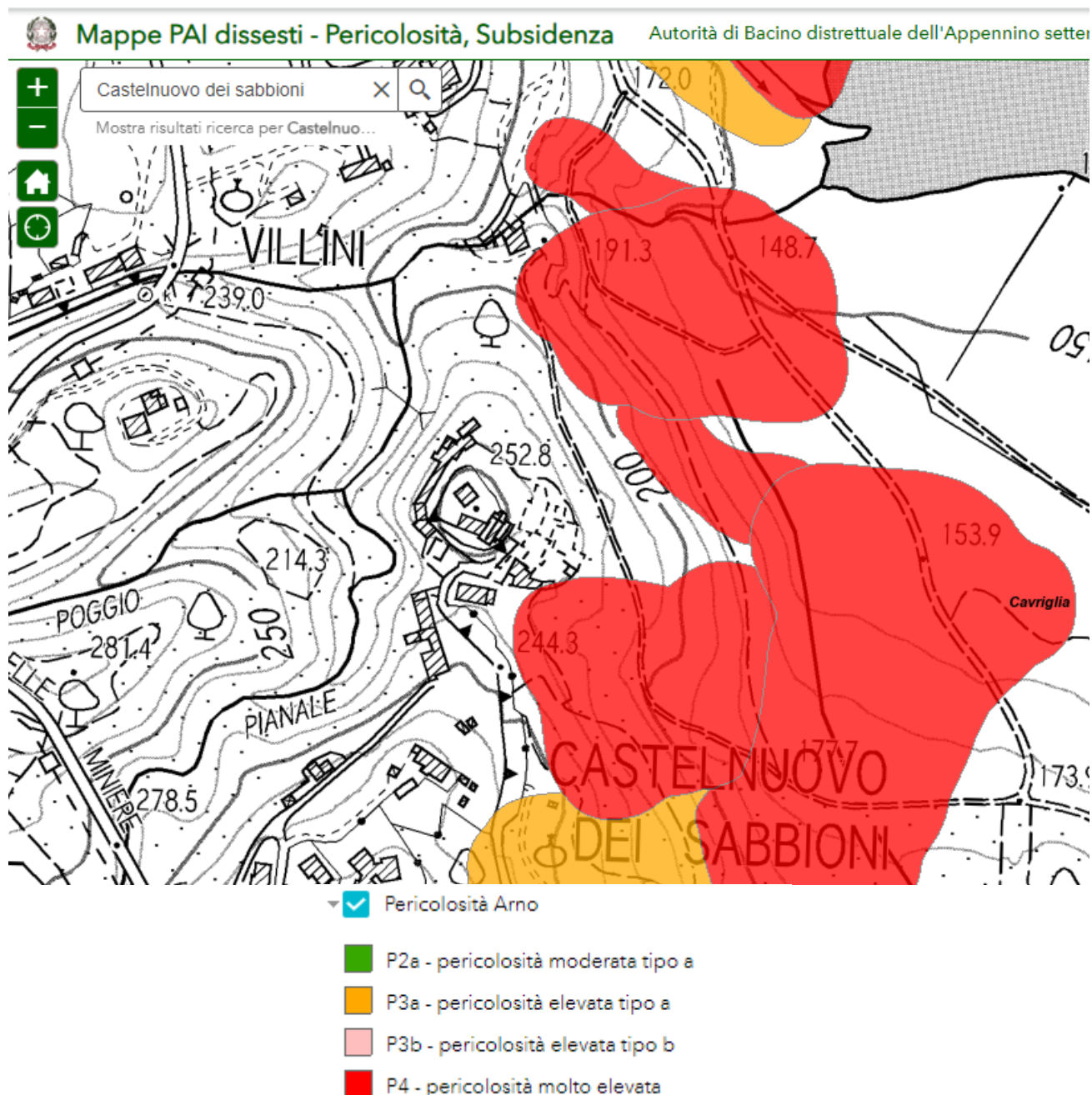
Aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici.

### Pericolosità sismica locale media S2



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1Hz; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ )  $< 1.4$  e uguale; zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3.

- **vulnerabilità idrogeologica media/medio bassa** in relazione a condizioni di permeabilità dell'ammasso lapideo media per fratturazione degli orizzonti arenacei più tenaci in alternanza con livelli fini (siltitico argillitici impermeabili) e assenza di sorgenti potenzialmente inquinanti per percolazione di sostanze idroveicolate;
- all'area **non risulta assegnata classe di pericolosità idraulica e/o da alluvioni** in quanto posizionata su versante collinare in posizione cacuminale con assenza di interferenza, per altimetria, con corsi d'acqua appartenenti al reticolo idraulico regionale;
- **classe di pericolosità da fenomeni gravitativi di cui al PAI AdB Distrettuale Appennino Settentrionale P4** (molto elevata) per i settori in cui sia stata riscontrata presenza di fenomeni gravitativi attivi. Per tali settori risulta ad oggi in vigore la regolamentazione di cui all'articolo n. 10 delle "Norme di attuazione ed allegati" del PAI del Fiume Arno – Stralcio Assetto Idrogeologico;
- **non presenta perimetrazione alcuna fra i territori censiti e classificati a pericolosità idraulica dal PGRA del Distretto Appennino Settentrionale.**



### Indicazioni desumibili dallo Strumento Urbanistico in vigore

Per l'area in esame, **definita in occasione della presente variante come "Ambito REC1"**, ad oggi è in essere un Piano di Recupero, approvato nei primi anni 2000.

Per tale Piano di Recupero non risultano elaborate schede e cartografia di fattibilità alcuna in relazione ai disposti normativi vigenti al momento dell'approvazione. L'areale "de quo" risulta comunque normato delle NTA del RU, con particolare riferimento all'art. 33, lett. g), di cui si riportano per esteso i contenuti salienti.

### STATO ATTUALE del NORMATO CHE DISCIPLINA LE POSSIBILITA' DI INTERVENTO SULL'AREA DEL BORGO DI AVANE



## **art. 28 - Sottozona F2**

.....  
.....

### **b) Sottozona F2C1 (Castelnuovo – chiesa)**

b.1. Tale sottozona ospita la chiesa della frazione e l'adiacente fabbricato di servizio. Sugli edifici esistenti sono ammessi ampliamenti una tantum fino ad un massimo di mq. 150, a condizione che l'altezza massima non superi m. 6,50 o, qualora di maggiore altezza, quella degli edifici contigui.

.....

## **art. 33 – Ambiti di recupero e di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente (RE)**

1. Gli ambiti di recupero edilizio RE, rappresentati nella cartografia di progetto con apposita retinatura e sigla, rappresentano porzioni del territorio per le quali si ipotizzano interventi volti a qualificare il contesto urbano attraverso operazioni di riqualificazione dei tessuti edilizi.

2. All'interno degli ambiti RE gli interventi sono di norma realizzati dal Comune e/o dagli Enti pubblici competenti. Potranno essere consentiti interventi da parte di privati, singoli o associati, previo presentazione di un progetto unitario di sistemazione urbanistica, ai sensi dell' art. 17 del Regolamento Edilizio, esteso all'intero ambito che preveda la stipula di una convenzione fra Comune e soggetti attuatori e/o gestori.

3. Il Comune, al fine di favorire l'attuazione dei processi di trasformazione previsti dallo strumento urbanistico, su proposta degli aventi titolo, potrà consentire la presentazione di un progetto unitario di sistemazione urbanistica, per sub-ambiti, purché organici e funzionali al raggiungimento degli obbiettivi preposti.

4. Per ciascun ambito si individuano le seguenti condizioni da rispettare nei processi di trasformazione:

a).....omissis.....

b).....omissis.....

c).....omissis.....

d).....omissis.....

e).....omissis.....

f).....omissis.....

### **g) Ambito RECI (Vecchio Borgo di Castelnuovo dei Sabbioni)**

g.1. L'ambito di recupero comprende il vecchio borgo di Castelnuovo dei Sabbioni e le aree immediatamente limitrofe. Il nucleo abitato, di origine medievale, è stato progressivamente abbandonato a partire dagli anni settanta del secolo scorso a seguito dei pericoli conseguenti all'escavazione di lignite. Del borgo resta oggi la sola porzione sommitale, corrispondente al nucleo più antico.

g.2. Nel settembre 2003 il Comune di Cavriglia, riconoscendone l'importante valore testimoniale, ha acquistato il complesso con l'obiettivo di restaurarlo ed attribuirgli un nuovo ruolo. Per Castelnuovo dei Sabbioni il Comune ha approvato, nell'anno 2004, un piano di recupero che persegue l'ipotesi di una rinascita del luogo attraverso il recupero a fini turistico ricettivi. Successivamente, coerentemente con le previsioni di piano attuativo, il Comune ha provveduto a realizzare una nuova viabilità di accesso al borgo, in luogo di quella andata perduta con i lavori di escavazione mineraria, ed a recuperare direttamente, con il contributo della Regione Toscana, la parte alta del complesso per realizzare un museo ed un centro di documentazione mineraria. L'ambito RECI individuato all'interno degli elaborati di Regolamento Urbanistico, ricalca il perimetro del piano di recupero approvato per il borgo.

### **g.3) Livelli di intervento ammessi**

g.3.1. Sull'edificio dell'ex-asilo e sugli altri edifici vincolati dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici sono consentiti esclusivamente interventi di restauro conservativo. Gli interventi dovranno essere uniformati al massimo rispetto degli elementi strutturali storici, architettonici e decorativi, superstiti o rintracciabili in sede di esecuzione delle opere, garantendone con opportuni ed aggiornati interventi la salvaguardia, la conservazione e la riqualificazione. Delle parti originarie, tranne nel caso in cui vi sia pregiudizio per la stabilità degli edifici, non sono ammesse asportazioni, sostituzioni, alterazioni, imitazioni.

g.3.2. Sugli altri edifici interni all'ambito di recupero è prescritta la conservazione dei fronti e dei particolari architettonici significativi senza modifiche al sistema distributivo interno. Nel caso siano presenti superfetazioni documentate e non compatibili con l'assetto attuale del singolo edificio sono consentite demolizioni con eventuale recupero dei volumi in localizzazione che dovrà essere concordata con il Comune: nel caso specifico dovrà essere adeguatamente dimostrato il corretto inserimento paesaggistico ed architettonico dei volumi ricostruiti.

g.3.3. Per l'edificio in linea posto in prossimità dello sbocco della nuova viabilità di accesso al borgo (siglato B1) è prevista la conservazione del sistema generale delle facciate e di eventuali particolari architettonici significativi con possibilità di apportare parziali modifiche ai prospetti, di effettuare modifiche al sistema distributivo interno se

funzionali all'effettiva possibilità di riuso consentite per l'immobile e di effettuare, sulla base di comprovate necessità di ordine igienico e statico, demolizioni di piccole porzioni di fabbricato con fedele ricostruzione. In alternativa a quanto appena detto è consentito, previa redazione di un Piano di Recupero esteso all'intero edificio e alle relative pertinenze, la demolizione anche con ricostruzione "non fedele" dei volumi: l'intervento potrà consentire limitati interventi di modellazione morfologica finalizzati a ristabilire il rapporto tra edificio, viabilità antistante e viabilità di accesso al borgo, attualmente non fruibile date le differenze di quota. I volumi ricostruiti, calcolati vuoto per pieno così come quelli risultanti dalle demolizioni, dovranno essere aggregati in forma semplice, presentare sviluppo lineare e essere coerenti per tipologia, partizione e dimensione delle aperture, finiture delle superfici ed elementi decorativi dei fronti (cornici, sporgenze di gronda, comignoli, ecc.) con quelli preesistenti.

g.3.4 Gli interventi dovranno essere tesi a realizzare ambienti che garantiscano, nella loro specificità, condizioni di vita moderne. In tale ottica, nel caso di riuso a residenza degli immobili, sono ammesse anche fusioni e accorpamenti.

g.3.5 È fatto obbligo di eseguire documentazioni grafiche e fotografiche degli interventi a carattere conservativo durante tutta la fase di esecuzione, trasmettendone copia direttamente ai competenti uffici comunali.

g.3.6 È fatto obbligo all'uso di materiali analoghi a quelli originari privilegiando in ogni caso il recupero e riutilizzo dei materiali presenti (legname, scempiato, pietra ecc.).

g.3.7 Negli interventi sulle facciate è fatto divieto all'uso di intonaci plastici ovvero al quarzo mentre saranno da preferire intonaci prevalentemente a base di calce. Le tinteggiature interne ed esterne dovranno essere a tempera o a calce.

g.3.8 Tutti i trattamenti di finitura interni ed esterni dovranno essere preventivamente concordati con gli uffici competenti che potranno richiedere la esecuzione di campionature significative anche al fine di individuare l'eventuale presenza di porzioni affrescate o di colorazioni originarie.

#### **g.4 - Particolari architettonici esistenti**

g.4.1 Sono elementi per i quali si prevede un intervento di tipo assolutamente conservativo;

è fatto obbligo di motivare adeguatamente le eventuali necessità che ne richiedessero l'asportazione ovvero la modifica parziale o totale.

#### **g.5. Destinazioni d'uso ammesse**

g.5.1 Le destinazioni d'uso ammesse sono residenza (limitatamente all'edificio in linea posto in prossimità dello sbocco della nuova viabilità di accesso al borgo siglato B1), artigianato, fino ad un massimo di 50 metri quadrati per singola attività e con esclusione delle lavorazioni nocive, inquinanti e comunque non compatibili con la residenza, commercio, fino ad un massimo di 50 metri quadrati per singola attività, terziario, attività culturali, sociali, attività didattiche, informative, ricettive e della ristorazione.

g.5.2 La localizzazione delle nuove funzioni è subordinata ad approvazione da parte del Comune.

#### **g.6. Traffico e sosta**

g.6.1 E' prevista la totale pedonalizzazione del paese, fatto salvo l'accesso ai mezzi di soccorso, il carico e lo scarico delle merci per le attività commerciali previste e l'accesso per i residenti.

g.6.2 Fatte le eccezioni di cui al comma 1 saranno accessibili ai veicoli solo le strade di ingresso al borgo da monte e da valle. La sosta avverrà unicamente nelle aree preposte ed espressamente indicate all'interno del Regolamento Urbanistico. In adiacenza a queste aree potrà essere previsto il ricovero delle auto dei residenti e dei conduttori delle diverse attività che si andranno ad insediare all'interno del Borgo, anche tramite la realizzazione di parcheggi interrati sfruttando eventuali dislivelli di quota già esistenti: in ogni caso dovranno essere garantiti la conservazione di eventuali muri di retta in pietra e il corretto inserimento paesaggistico.

#### **g.7. - Giardini pubblici, orti e giardini privati**

g.7.1 Eventuali alberature di arredo nei giardini pubblici, negli orti e giardini privati, esistenti e/o da ristrutturare, dovranno essere di specie autoctone.

g.7.2 E' favorita la realizzazione di spazi di gioco per bambini e sosta per anziani: l'arredo urbano dovrà prevedere materiali coerenti con i caratteri paesaggistici ed architettonici del borgo.

g.7.3. è fatto obbligo di ricercare tutte le condizioni, incluso il ricorso a sistemi automatizzati, che agevolino l'uso di questi spazi anche ai soggetti portatori di handicap.

#### **g.8 - Pavimentazioni, illuminazione, pubblica**

g.8.1 Per tutte le superfici pavimentate, carrabili e pedonali, saranno da preferirsi materiali tradizionali locali. Per l'illuminazione pubblica in particolare saranno vietati i normali pali di uso industriale o stradale.

#### **g.9. - Modalità di presentazione dei progetti**

g.9.1 I progetti degli interventi dovranno essere obbligatoriamente accompagnati da un rilievo architettonico, di tipo anche strumentale, di dettaglio, costituito al minimo dai seguenti elaborati:

- piano quotato esteso a tutto l'isolato con riferimenti a punti singolari e/o capisaldi che leghino il piano quotato stesso alla generale situazione orografica del borgo;
- profili regolatori generali legati al sistema di quote del piano quotato;

- rilievo architettonico e strutturale con redazione piante prospetti e sezioni nella scala 1:50, con particolari architettonici tipici nella scala 1:20 e, se necessario, 1:10;
  - documentazione fotografica di dettaglio dell'esterno e degli interni con coni ottici di riferimento;
- g.9.2 Detto rilievo dovrà essere esteso all'intero isolato, alle aree esterne di pertinenza, incluse le porzioni di cui si prevede la demolizione.



## **10. FATTIBILITÀ degli INTERVENTI IN PREVISIONE e RELATIVA MODIFICA ALLA DISCIPLINA**

Gli atti di pianificazione urbanistica, nel proporre e disciplinare la futura attività, definiscono le condizioni per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro conoscitivo e con i contenuti strategici definiti nel Piano Strutturale, traducendo altresì in regole operative anche le prescrizioni dettate dai Piani di Bacino e/o Piani di Distretto.

La trasformabilità del territorio è strettamente legata alle situazioni di pericolosità e di criticità, rispetto agli specifici fenomeni che le generano, messe in evidenza a livello di “quadro conoscitivo” (elaborati di supporto geologico al Piano Strutturale e successive modificazioni e/o integrazioni) e individuate, per il Comune di Cavriglia nel novero del supporto geologico al PSI congiuntamente al Comune di San Giovanni Valdarno, ai sensi del regolamento regionale 5/R, ed è connessa ai possibili effetti (immediati e permanenti) che possono essere indotti dall’attuazione delle previsioni dell’atto di governo del territorio in funzione della gestione dei rischi territoriali.

Le condizioni di attuazione sono riferite alla **fattibilità** degli “ambiti di trasformazione” e alle funzioni territoriali ammesse. La fattibilità fornisce indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d’uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio, opere che andranno definite sulla base di studi e verifiche che permettano di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione.

Nel Regolamento Urbanistico, nel Piano Operativo e nei Piani Attuativi o Piani di Recupero che ne possano discendere e loro eventuali varianti sono inoltre disciplinate in maniera specifica le eventuali situazioni connesse a problematiche idrogeologiche o a variazioni della risposta sismica locale in funzione delle destinazioni previste.

La definizione dei “criteri di fattibilità” (ex DPGR n. 5/R/2020) si ottiene confrontando le attribuzioni di classe di pericolosità (geologica, sismica ed idraulica) con la corrispettiva tipologia stimata dalla previsione urbanistica (definibile dalla disciplina degli insediamenti esistenti e delle trasformazioni). Si potrebbe definire tale procedura, con una certa approssimazione, anche “valutazione della sostenibilità”, cioè della interazione tra ambiente naturale e sistemi di utilizzazione del territorio.

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

E’ opportuno distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per fattori geomorfologici/geologici da quella per fattori idraulici e da quella per fattori sismici, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo ed edilizio, delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, anche nel rispetto delle disposizioni e delle salvaguardie sovracomunali dettate dai Piani di Bacino e/o di Distretto (*PAI e PGRA*).

Lo stesso DPGR n. 5/R/2020 esplicita al paragrafo 3.2 dell’allegato A, nello specifico, le procedure e le indicazioni per la definizione dei criteri di fattibilità per ciascuno degli aspetti geologico, sismico, idraulico e per quello connesso a problematiche di salvaguardia della risorsa idrica.

Con il recente normato di cui al DPGR n. 5/R/2020 risultano modificati i criteri di attribuzione “numerica” delle fattibilità passando ad un approccio che mira alla “gestione dei rischi territoriali geologico, sismico, idraulico e di salvaguardia della risorsa idrica sotterranea” con la definizione dei “criteri di fattibilità” come codificati ai paragrafi 3.2, 3.3, 3.5 e 3.6 dell’allegato A al R.R. n. 5/R e di conseguenza l’identificazione delle condizioni prescrittive, per ciascuno degli aspetti territoriali, in maniera peculiare.

La trattazione seguente in relazione ai criteri di fattibilità cui ottemperare per le varie proposte progettuali della presente variante allo S.U. sarà, per l'istruttoria del caso da svolgersi da parte del Genio Civile di Arezzo, allineata alle indicazioni dei contenuti del DPGR n. 5/R/2020 con quadro conoscitivo riferito al supporto geologico del PSI dei Comuni di Cavriglia e San Giovanni Valdarno nella disponibilità delle Amministrazioni Committenti.

### **10.1 Criteri di fattibilità (ex DPGR n. 5/R/2020) e relative prescrizioni**

Nel presente paragrafo i “criteri di fattibilità” sono declinati in osservanza al D.P.G.R. n. 5/R/2020 e L.R. n. 41/2018.

Nel disciplinare l'attività urbanistica per l'area in esame la presente variante allo S.U. che fa proprie le configurazioni progettuali del PFTE del Borgo di Avane definisce le condizioni di fattibilità per la trasformazione dell'assetto insediativo, infrastrutturali ed edilizio, in coerenza con il quadro conoscitivo del PSI e la disciplina di piano opportunamente modificata.

Le condizioni di fattibilità sono definite in funzione delle situazioni di pericolosità e di rischio e specificano gli studi e le indagini da effettuare a livello di progettazione di opera pubblica per il rilascio dei successivi atti edilizi conformativi e le eventuali opere da realizzare per la mitigazione del rischio. La mitigazione **del** rischio è perseguita attraverso azioni combinate per la riduzione della pericolosità e della vulnerabilità degli elementi esposti.

Le condizioni di fattibilità sono individuate secondo i criteri di seguito elencati:

- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici;
- Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio da alluvioni;
- Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche idrogeologiche;
- Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici.

La proposizione urbanistica di Piano Attuativo è pertanto accompagnata da specifiche prescrizioni per il superamento o mitigazione delle criticità riassunte nei criteri di fattibilità che seguono.

Si riportano le indicazioni di carattere generale in relazione alla ammissibilità degli interventi, loro destinazioni urbanistiche, modalità di intervento e correlate opere di urbanizzazione e infrastrutture come normate e disciplinate a “livello di stato modificato della disciplina della presente variante allo S.U.”

*Nella logica della valorizzazione e riorganizzazione funzionale dell'intero impianto urbano sarà possibile realizzare strutture all'aperto di supporto alle attività introdotte (commercio, attività culturali, sociali, espositive, didattiche, ricettive, di ristorazione), come dehor, corner bar, coperture per ristorazione e degustazioni all'aperto. Dette strutture non incidono ad incrementare la S.E.*

#### **Destinazioni ammesse**

*Gli immobili del borgo potranno accogliere tutte le destinazioni che ne deriveranno la sua rinascita, creando condizioni di attrattività ed inclusione, attraverso le seguenti categorie funzionali:*

- residenziale
- turistico ricettive
- commercio al dettaglio
- attività artigianali, compatibili con la residenza
- direzionale e di servizio

*Di seguito si riportano indicativamente le funzioni che potranno essere introdotte in dette categorie:*

*museo, galleria d'arte, spazi per artisti, sale prove, sale registrazione, auditorium, foresteria, spazi dedicati alla formazione, spazi polifunzionali, bar, ristoranti, trattorie.....*

*Negli edifici non soggetti a tutela diretta, la dove siano previste destinazioni diverse dalla residenza, e in particolar*

modo nei locali riconducibili a luoghi di lavoro, potranno essere previste soluzioni progettuali coerenti ed adeguate a quanto richiesto dalla normativa su i requisiti igienico sanitari.

In funzione delle destinazioni introdotte potranno essere ammesse fusioni ed accorpamenti delle unità immobiliari e modifiche ai livelli degli interpiani.

#### **Modalità di intervento:**

#### **Interventi diretti**

Trattandosi della realizzazione di un'opera pubblica, l'atto comunale con il quale il progetto esecutivo risulta approvato, ha i medesimi effetti del Permesso di costruire. Nella stessa sede si dà atto della sua conformità alle prescrizioni urbanistiche ed edilizie così come dell'acquisizione dei necessari pareri e nulla osta, della conformazione alle norme di sicurezza, sanitarie, ambientali e paesaggistiche.

#### **OPERE FUNZIONALI ALLA RIQUALIFICAZIONE DEL BORGO**

##### **Opere di urbanizzazione primaria**

La proposta di recupero del Borgo dovrà localizzare nuove aree destinate a parcheggio, che vadano ad implementare quelle preesistenti, introducendo i necessari adeguamenti della viabilità di accesso e manovra. I parcheggi potranno articolarsi su più livelli, anche, sfruttando eventuali dislivelli di quota determinati dalla morfologia dei luoghi, in ogni caso dovrà essere garantito il corretto inserimento paesaggistico.

Tenuto conto della natura dell'intervento, che riveste un carattere storico di particolare pregio ambientale, della conformazione dell'ambito individuato, che riguarda un'area dalle particolari e complesse condizioni morfologiche, si rileva la necessità di verificare i fabbisogni complessivi, delle aree destinate a parcheggio derivanti dalle funzioni introdotte, entro i limiti delle disponibilità esistenti nelle immediate adiacenze.

Sarà ammessa la realizzazione di percorsi panoramici e la realizzazione di strutture, anche in elevazione, da cui godere di visuali di particolare valenza paesaggistica ed ambientale, anche con localizzazione aderente agli edifici recuperati. Sarà previsto l'inserimento della rete di sottoservizi e di una nuova pavimentazione

##### **Viabilità e percorsi**

Obiettivi strategici per la riqualificazione del borgo dovranno essere gli interventi per la riconnessione del tessuto urbano, recuperando le spazialità tipiche dei borghi: piazze, percorsi anulari, centralità. Un sistema di rampe, gradinate per il raccordo dei diversi dislivelli, le viabilità carrabili di accesso al borgo, da monte e da valle, dovranno convergere nelle centralità ricreate e nelle aree destinate a parcheggio da cui accedere alle strutture dedicate alla accessibilità dei vari livelli altimetrici del borgo.

E' prevista la totale pedonalizzazione delle viabilità interne al borgo, fatto salvo ai mezzi di soccorso, il carico e scarico delle merci per le attività commerciali e l'accesso per i residenti.

##### **Spazi aperti, giardini pubblici**

E' prevista la realizzazione piazze, slarghi, punti di vista panoramici, in aree preesistenti o di recupero in sostituzione di edifici collabenti.

Le alberature nei giardini pubblici, negli orti e giardini privati esistenti o da ristrutturare, dovranno essere rispondenti alle essenze consolidate come tipiche del luogo.

Sono da privilegiare la realizzazione di spazi giuoco per bambini, sosta per anziani.

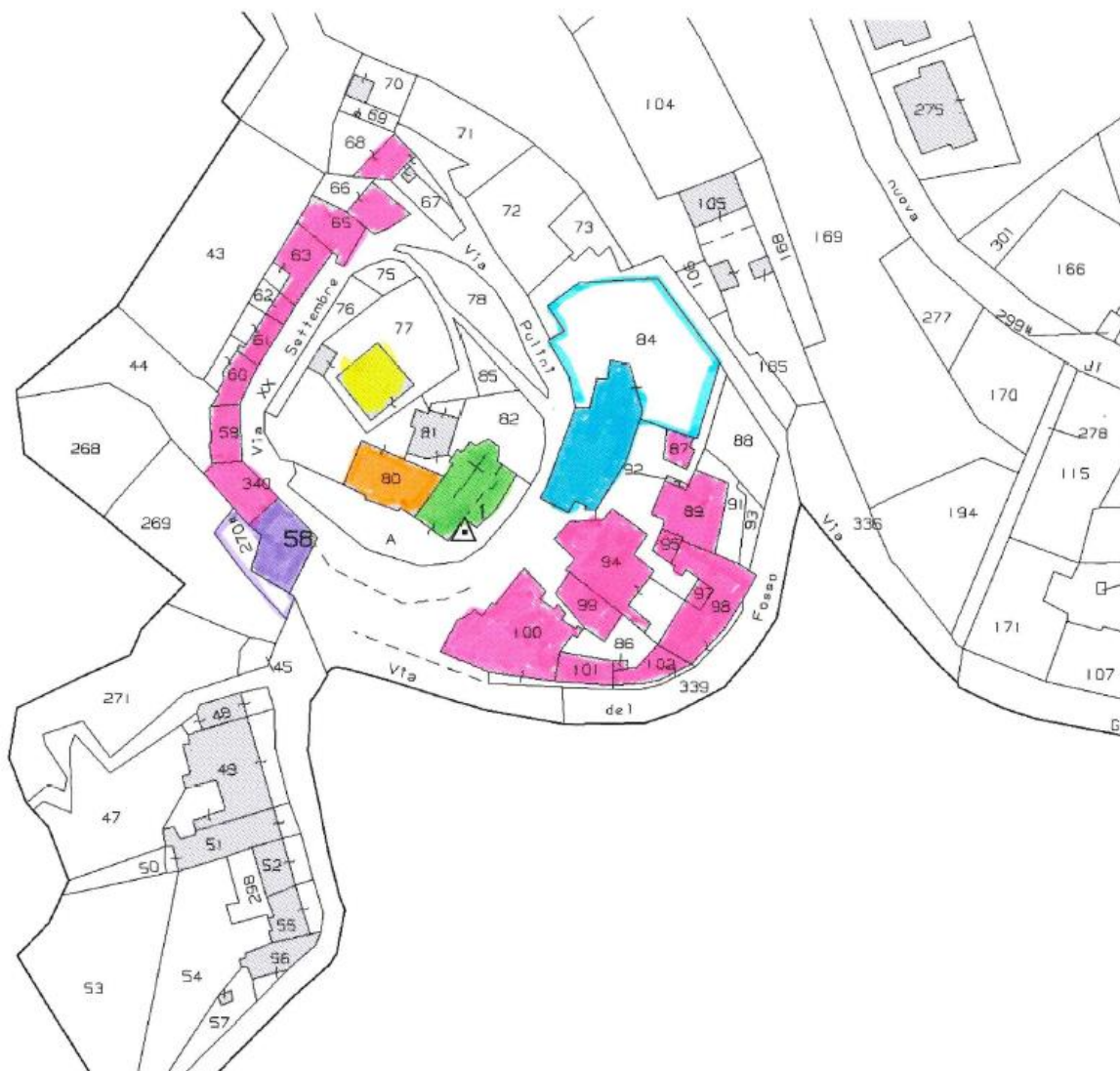
##### **Accessibilità**

La conformazione morfologica dell'area di intervento richiede che debbano essere realizzate strutture, volumi tecnici con percorsi in quota, utili per rendere accessibile e inclusivo il borgo.

Queste strutture dovranno essere prossime alle aree destinate alla sosta delle auto e individuare vari livelli e quote di accesso e sbarco, utili a superare i diversi livelli su cui si articolano gli spazi pubblici del borgo.

Per la definizione dei criteri/condizioni di fattibilità si riporta di seguito per ciascun intervento ammesso la disciplina alla "stato modificato" e possibilmente l'individuazione planimetrica di quanto in previsione rappresentato (con colore corrispondente) su estratto planimetrico catastale.





### **Intervento relativo al lotto funzionale 2A**

<p>Edifici oggetto della tutela Beni Culturali_ D.Lgs. 42/04 Parte Seconda</p>	<p>Gli interventi dovranno essere impostati al massimo rispetto degli elementi strutturali storici architettonici decorativi, garantendone la salvaguardia, la conservazione e riqualificazione delle parti originarie, tranne il caso in cui vi sia pregiudizio per la stabilità degli edifici. Non sono ammesse asportazioni, sostituzioni, alterazioni, imitazioni.</p>
<p>Decreto MIBAC n.359/2009 del 10/10/2009 del D.Lgs. 42/2004</p>	<p>-Interventi ammessi fino al restauro e risanamento conservativo, con la finalità di conservare l'organismo edilizio, assicurandone la funzionalità nel rispetto degli elementi tipologici e formali, consentendo il cambio di destinazione d'uso.</p>



L'intervento previsto sull'edificio esistente risulta avere carattere di restauro e risanamento conservativo.

La classificazione di pericolosità geologica risulta G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .

Trattandosi di intervento conserativo che non prevede demolizione e ricostruzione (con implicati scavi sul versante) si ritiene non sussistano criticità geologico/geomorfologiche e sismiche tali da implicare condizionamenti di carattere geologico e sismico per la fattibilità di quanto previsto.

In relazione alla soggiacenza della falda non si riscontra possibilità ed interferenza con la falda relativamente all'intervento di carattere conservativo.

Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazioine tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.

#### **Chiesa di San Donato – attuale Auditorium (compresa all'interno del lotto 4)**

Chiesa di San Donato (attuale auditorium)	La chiesa di San Donato risulta interessata da Provvedimento di dichiarazione di interesse culturale con decreto del Ministero della Cultura n. 173 del 09/11/2023.
Decreto MIC n.173/2023 del 09/11/2023	-Interventi ammessi fino al restauro e risanamento conservativo, consentendo il cambio di destinazione d'uso.

L'intervento previsto sull'edificio esistente risulta avere carattere di restauro e risanamento conservativo e consente il cambio di destinazione d'uso.

La classificazione di pericolosità geologica risulta G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .

Trattandosi di intervento conserativo che non prevede demolizione e ricostruzione (con implicati scavi sul versante) si ritiene non sussistano criticità geologico/geomorfologiche e sismiche tali da implicare condizionamenti di carattere geologico e sismico per la fattibilità di quanto previsto.







Villino liberty  Decreto MIBAC n. 359/2009 del 10/10/2009 e Decreto MIC 30/2024 del 06/03/2024	L'immobile è oggetto di interventi in corso di realizzazione. A completamento delle opere in corso di realizzazione, saranno ammessi interventi fino al restauro e risanamento conservativo, con possibile realizzazione di opere di sistemazione del resede in funzione di una migliore fruizione degli spazi urbani esistenti e di previsione, consentendo il cambio di destinazione d'uso.
--	--

Sull'edificio in oggetto sono in corso di realizzazione interventi già approvati. Al completamento di tali opere, ad oggi in corso di esecuzione, saranno ammessi interventi fino al restauro e risanamento conservativo, consentendo il cambio di destinazione d'uso. Non costituisce oggetto di trattazione del presente PFTE e della relativa avvariante allo SU.

La classificazione di pericolosità geologica risulta G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .

Trattandosi di intervento conservativo che non prevede demolizione e ricostruzione (con implicati scavi sul versante) si ritiene non sussistano criticità geologico/geomorfologiche e sismiche tali da implicare condizionamenti di carattere geologico e sismico per la fattibilità di quanto previsto.

In relazione alla soggiacenza della falda non si riscontra possibilità ed interferenza con la falda relativamente all'intervento di carattere conservativo.

Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazione tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.

### **Edifici non oggetto di tutela costituenti il lotto funzionale 2B**

Gli interventi dovranno valutare **come prevalente la conservazione dei fronti**, dei particolari architettonici significativi e materici degli immobili, **introducendo le innovazioni costruttive richieste dalla normativa antisismica** e di risparmio energetico.

**Qualora lo stato di conservazione statica degli immobili non permetta di procedere al recupero conservativo dell'involucro degli edifici, sarà assentito procedere ad interventi di demolizione e contestuale ricostruzione** con la riproposizione dei caratteri tipologici e materici preesistenti. Nei casi di demolizione e ricostruzione, **sarà possibile introdurre adeguamenti e modifiche alla sagoma degli immobili** anche al fine di un migliore ricomposizione del tessuto urbano.

**Interventi ammessi fino alla demolizione e ricostruzione degli edifici.**

Si riporta di seguito per semplicità di consultazione lo sviluppo della disciplina in merito a quanto ammesso per tale porzione di intervento.

Edifici **non** oggetto della tutela  
Beni Culturali- D. Lgs. 42/04  
Parte seconda

Gli interventi dovranno valutare come prevalente la conservazione dei fronti, dei particolari architettonici significativi e materici degli immobili, introducendo le innovazioni costruttive richieste dalla normativa antisismica e di risparmio energetico.

Qualora lo stato di conservazione statica degli immobili non permetta di procedere al recupero conservativo dell'involucro degli edifici, sarà assentito procedere ad interventi di demolizione e contestuale ricostruzione con la riproposizione dei caratteri tipologici e materici preesistenti. Per gli edifici crollati, semidiruti, per cui sia necessario intervenire con la demolizione e ricostruzione, qualora non siano presenti elementi di valore tipologico coevo agli edifici limitrofi, sarà possibile intervenire

attraverso rivestimenti di facciata che restituiscano una uniformità dei fronti, in grado di instaurare un dialogo visivo con l'ambiente ed il tessuto originario. Nei casi di demolizione e ricostruzione sarà possibile introdurre adeguamenti e modifiche alla sagoma degli immobili anche al fine di un migliore ricomposizione del tessuto urbano.

La ricostruzione di edifici completamente compromessi e pressochè totalmente diruti, potrà non avvenire in ragione di adeguamenti viari legati alla mobilità e all'accessibilità al borgo.

-Interventi ammessi fino alla demolizione e ricostruzione degli edifici. Gli interventi potranno prevedere adeguamenti della sagoma e delle caratteristiche planivolumetriche restituendo caratteri tipologici e materici degli edifici preesistenti, tenendo conto della conformazione alla normativa antisismica, sulla accessibilità e sull'efficientamento energetico.

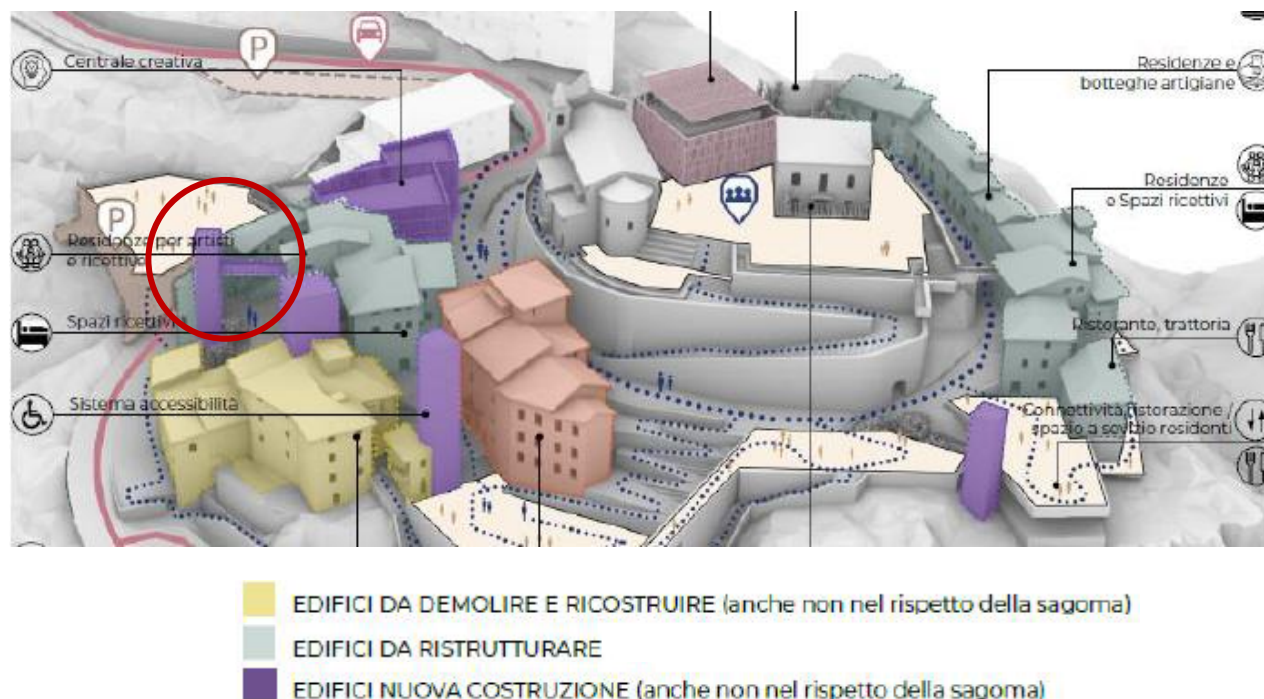
Inoltre, si dovrà tenere conto delle seguenti disposizioni:

-Nel caso di interventi sulla viabilità e/o la realizzazione di opere per rendere accessibile il borgo, anche creando nuovi spazi aperti, sarà possibile escludere la ricostruzione di edifici totalmente diruti.

-Qualora la ricostruzione intervenga su edifici dove non sono riconosciuti caratteri compositivi e/o tipologici da salvaguardare, potranno essere introdotte modifiche alla sagoma, anche per facilitare ricomposizioni del tessuto urbano;

-E' possibile prevedere la demolizione delle superfetazioni documentate e non compatibili con l'assetto del singolo edificio.

La presente disciplina si applica agli interventi di carattere conservativo previsti per l'edificato rappresentato in colore grigio scuro nel master plan che segue, all'intervento di demolizione e ricostruzione previsto per l'edificato di colore giallo senape nella rappresentazione di seguito riportata e al nuovo edificio ("centrale creativa") di nuova costruzione (anche non nel rispetto della sagoma) rappresentata in colore viola scuro.



La classificazione di pericolosità geologica risulta G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .

Un limitatissimo settore dell'intervento che prevede ristrutturazione e restauro conservativo, sul margine sud orientale del comparto (in fregio alla viabilità esistente perimetrale del Borgo – evidenziato con cerchiatura in colore rosso), risulta classificato in classe di pericolosità geologica e sismica molto elevate, rispettivamente G.4 e S.4 interessando la zona di possibile evoluzione di un coronamento di frana attivo (corpo di frana individuato a valle della Casa Rossa/Casa Andrea del Sarto).

Per gli interventi previsti sull'edificato esistente con carattere di restauro e risanamento conservativo (stecca edificata sul margine nord ovest del Borgo e nella porzione centrale del Borgo stesso a valle della Chiesa in prossimità della viabilità circondariale), con esclusione dei fabbricati esistenti che ricadono in classe di pericolosità geologica e sismica G4 e S4, si ritiene non sussistano criticità geologico/geomorfologiche e sismiche tali da implicare condizionamenti di carattere geologico e sismico per la fattibilità di quanto previsto.

Per gli interventi di demolizione e ricostruzione e/o nuova costruzione (ricadenti in classi di pericolosità G3 e S2) si prescrivono accertamenti a livello di verifiche di stabilità del versante in relazione agli scavi di sbancamento che possano intervenire per la nuova relazzazione dell'edificato in specie nel caso in cui gli scavi interferiscano con l'assetto a franapoggio (ad oggi maggiore del pendio) e dovessero configurare condizione di franapoggio meno inclinato del pendio allo stato di progetto. Nel caso si debba verificare tale condizione si prescrive la predisposizione e messa in opera di opportune opere di presidio da materializzare antecedentemente agli scavi stessi (paratie di micropoali) opportunamente dimensionate in relazione agli sbancamenti da realizzare per l'imposta dei piani di fondazione.

In relazione alla parte di intervento di carattere conservativo da svolgersi sugli edifici che ricadono in classe di pericolosità geologica e sismica G4 e S4 si prescrive per la fase di progettazione di opera pubblica, ancorchè trattasi di interventi che non prevedano demolizione e ricostruzione o aumento di superficie coperta o di volume, si provveda alla valutazione che la condizione di stato di progetto non configuri un peggioramento delle condizioni di stabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità (ex art. 3.2.1, comma b, di cui all'allegato A del DPGR n. 5/R/230320).



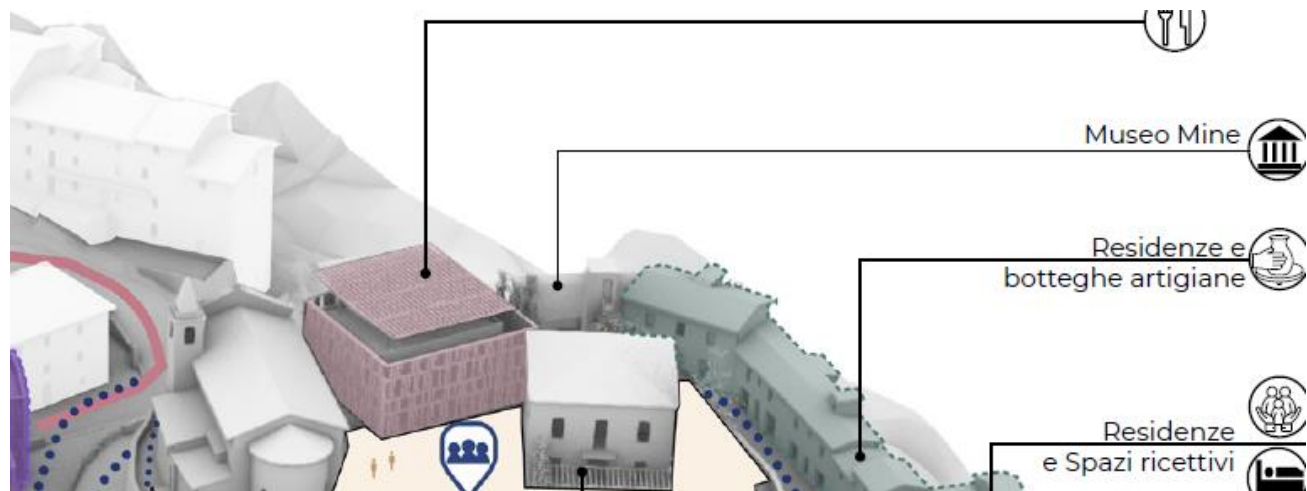
In relazione alla soggiacenza della falda non si riscontra possibilità ed interferenza con la falda relativamente all'intervento di carattere conservativo.

Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazione tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.

### **Ex canonica attuale Museo Mine**

Costituisce parte del Lotto n. 4

ex Canonica (attuale Museo Mine)	<p>La ex canonica adiacente alla chiesa di San Donato potrà essere interessata da interventi di rifunzionalizzazione che integrino la soluzione proposta al progetto complessivo di riqualificazione del borgo. Sarà possibile intervenire attraverso rivestimenti di facciata che restituiscano una uniformità dei fronti, in grado di instaurare un dialogo visivo con l'ambiente ed il tessuto originario, oltre alla possibilità di demolire le porzioni di struttura addossate alla chiesa al fine di procedere ad una ricomposizione dello spazio urbano.</p> <p>Per una migliore fruizione degli spazi urbani e delle funzioni introdotte, sarà possibile intervenire con modifiche della sagoma realizzando strutture integrate all'edificio, anche sfruttando gli spazi in copertura.</p>
----------------------------------	--



### **INTERVENTI SU EDIFICI ESISTENTI**

L'intervento sull'edificato esistente prevede interventi di rifunzionalizzazione con possibilità di intervenire con interventi di rivestimento della facciata e interventi di sola demolizione di porzioni di struttura addossate alla chiesa.

La classificazione di pericolosità geologica risulta G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .



*Simulazione degli interventi di rivestimento del fabbricato esistente*

Trattandosi di intervento prettamente conservativo e di natura estetica si ritiene non sussistano criticità geologico/geomorfologiche e sismiche tali da implicare condizionamenti di carattere geologico e sismico per la fattibilità di quanto previsto.

In relazione alla soggiacenza della falda non si riscontra possibilità ed interferenza con la falda relativamente all'intervento di carattere conservativo.

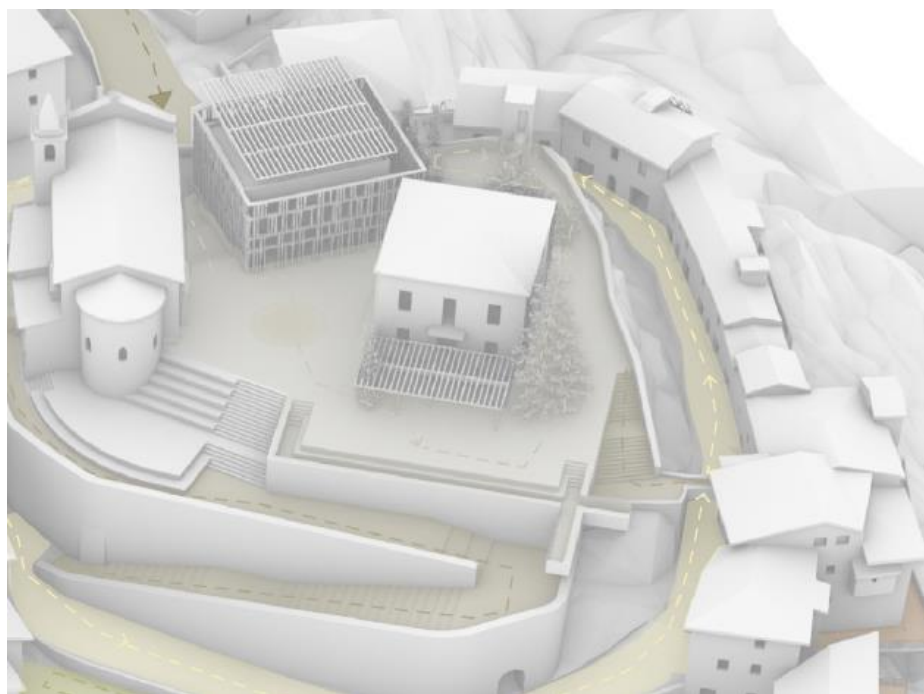
Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazione tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.

## Centro documentazione

Centro documentazione

Edificio già interessato da intervento di restauro e risanamento conservativo.

Gli interventi ammessi saranno rivolti a conservare l'organismo edilizio assicurandone la funzionalità nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali fino alla ristrutturazione edilizia conservativa.



*Viste dall'alto, ripresa fotografica e ricostruzione di progetto, con uibicazione del Centro Documentazione*



L'intervento previsto sull'edificio esistente risulta avere carattere di restauro e risanamento conservativo.

La classificazione di pericolosità geologica risulta G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .

Trattandosi di intervento conservativo che non prevede demolizione e ricostruzione (con implicati scavi sul versante) si ritiene non sussistano criticità geologico/geomorfologiche e sismiche tali da implicare condizionamenti di carattere geologico e sismico per la fattibilità di quanto previsto.

In relazione alla soggiacenza della falda non si riscontra possibilità ed interferenza con la falda relativamente all'intervento di carattere conservativo.

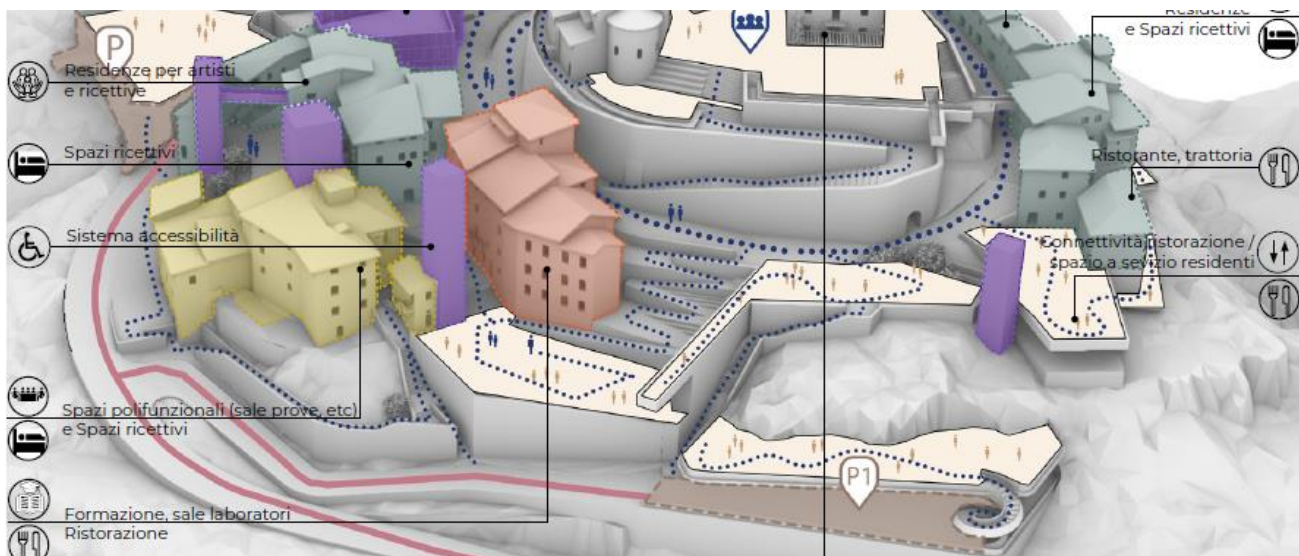
Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazione tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.

### **Accessibilità (torri panoramiche e passerelle di raccordo)**

La conformazione morfologica dell'area di intervento richiede che debbano essere realizzate strutture, volumi tecnici con percorsi in quota, utili per rendere accessibile e inclusivo il borgo.

Queste strutture dovranno essere prossime alle aree destinate alla sosta delle auto e individuare vari livelli e quote di accesso e sbarco, utili a superare i diversi livelli su cui si articolano gli spazi pubblici del borgo.

In rappresentazione che segue se ne individua la posizione (nuova edificazione in coloritura viola) con relativi percorsi di accesso e di uscita.



**EDIFICI NUOVA COSTRUZIONE (anche non nel rispetto della sagoma)**



Accessibilità a sostegno eliminazione  
barriere architettoniche



*Visione prospettica di progetto*



*Visualizzazione planimetrica di progetto delle torri panoramiche e passerelle*

La classificazione di pericolosità geologica risulta G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .

Per gli interventi di nuova costruzione (ricadenti in classi di pericolosità G3 e S2) si prescrivono accertamenti a livello di verifiche di stabilità del versante, allo stato di progetto, in relazione agli scavi di sbancamento nel caso interferiscano con l'assetto a franapoggio (ad oggi maggiore del pendio) e dovessero configurare condizione di franapoggio meno inclinato del pendio allo stato di progetto. Nel caso si debba verificare tale condizione si precrive la predisposizione e messa in opera di opportune opere di presidio da materializzare antecedentemente agli scavi stessi (paratie di micropali) opportunamente dimensionate in relazione agli sbancamenti da realizzare per l'imposta dei piani di fondazione.

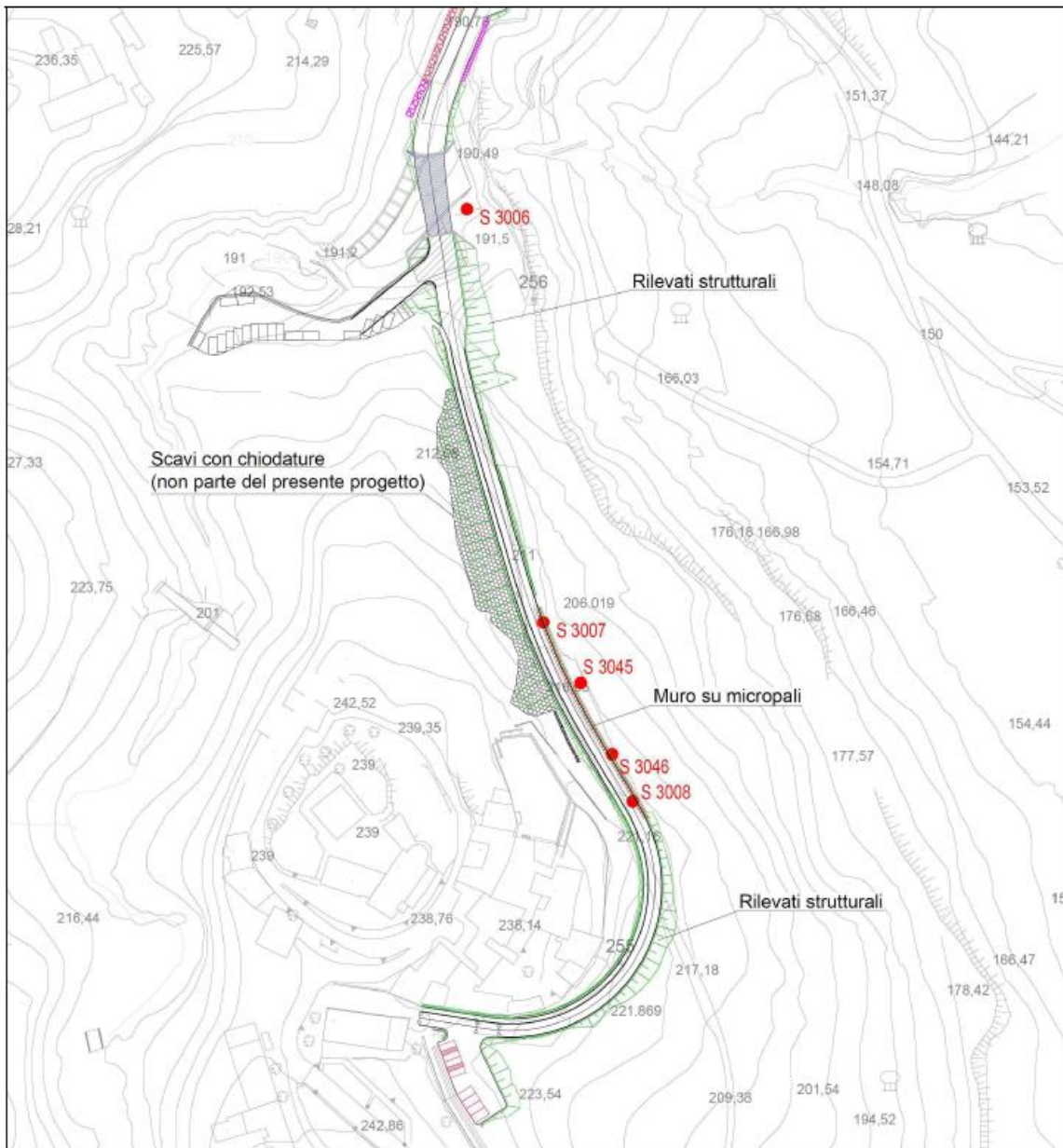
In relazione alla soggiacenza della falda non si riscontra possibilità ed interferenza con la falda relativamente all'intervento di carattere conservativo.

Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazione tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.



## Viabilità di accesso al Vecchio Borgo

A compendio della progettazione degli interventi del PFTE la realizzazione dell'infrastruttura di accesso al Vecchio Borgo si svolge da parte di Enel nell'ambito del nuovo progetto della strada del Vecchio Borgo, che fa parte dei lavori di recupero ambientale dell'ex area mineraria di S. Barbara (Valdarno Superiore - AR) con sviluppo del percorso che di partendo dal ponte sul Rio Pianale risale il versante fino all'agglomerato storico.



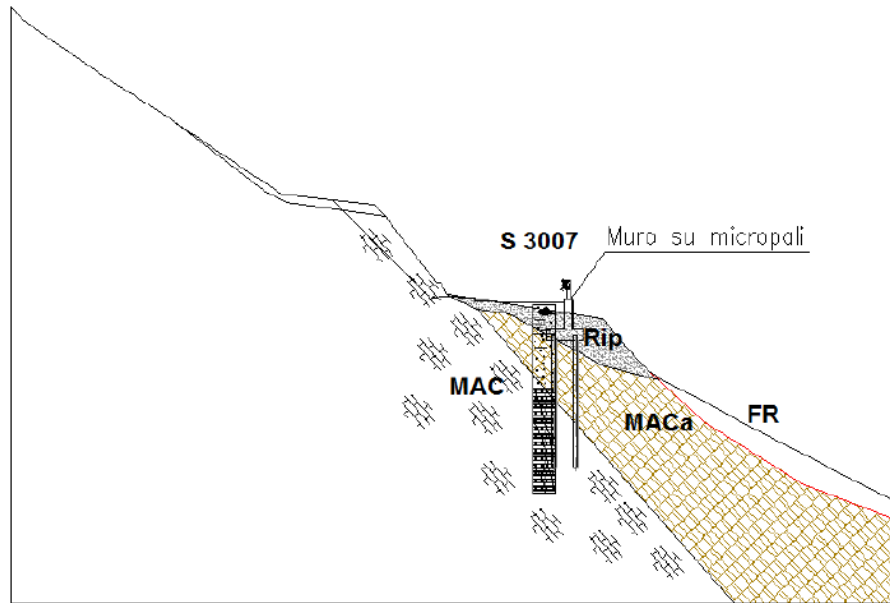
*Planimetria di progetto della strada*

Il percorso si sviluppa sul versante collinare attraversando settori in adiacenza a fenomeni di dissesto gravitativo attivo e aree potenzialmente instabili per deformazioni superficiali che vanno ad interessare le coltri dei materiali di riporto e/o alteritici sovrastanti il substrato lapideo della formazione del macigno con assetto giaciturale a franapoggio con inclinazione pari o maggiore di quella del pendio.

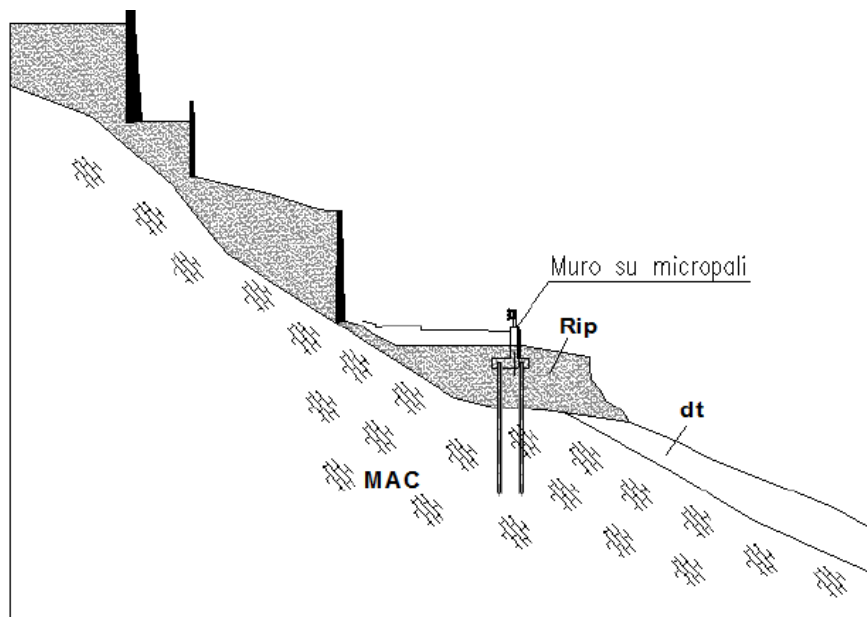
Il tratto stradale si sviluppa pertanto in porzioni di versante cui è attribuita classe di periculosità geologica elevata G3 (ex DPGR n. 5/R/23020) e P3 dal PAI Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

L'elaborazione progettuale in fase di completamento prevede comunque in corrispondenza della banchina di sottoscarpa stradale la realizzazione di un'opera di presidio finalizzata al contenimento del fenomeno di retrogressione del fenomeno adifesa del tracciato stradale di progetto.

Tale opera, come mostrato negli schemi progettuali riportati in sezione, prevede una doppia fila di micropali disposti a quinconce, di lunghezza adeguata (10/12 ml), con cordolo di collegamento in "testa pali" da cui si innalza muro di sottoscarpa stradale.



Sezione geologica di riferimento; FR=detrito in frana; MAC=macigno; MACa = macigno fratturato; Rip=riporti



Sezione geologica di riferimento; dt=detrito; MAC=macigno; Rip=riporti

### **Opere di urbanizzazione primaria**

La proposta di recupero del Borgo dovrà localizzare nuove aree destinate a parcheggio, che vadano ad implementare quelle preesistenti, introducendo i necessari adeguamenti della viabilità di accesso e manovra.

I parcheggi potranno articolarsi su più livelli, anche, sfruttando eventuali dislivelli di quota determinati dalla morfologia dei luoghi, in ogni caso dovrà essere garantito il corretto inserimento paesaggistico.

Si rileva la necessità di verificare i fabbisogni complessivi, delle aree destinate a parcheggio derivanti dalle funzioni introdotte, entro i limiti delle disponibilità esistenti nelle immediate adiacenze.

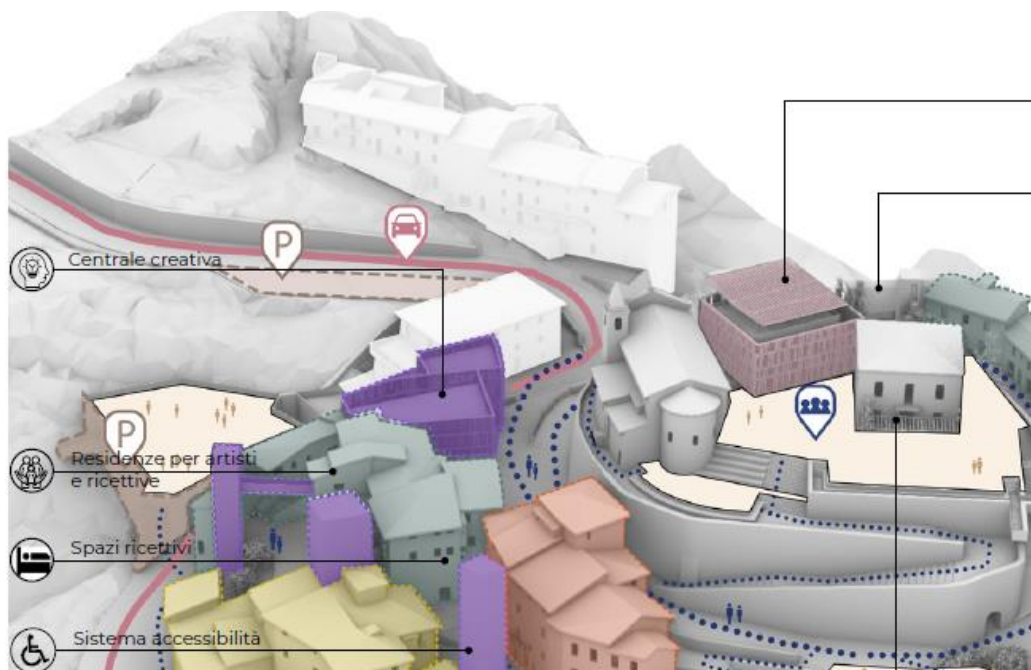
Nel dettaglio si specificano i criteri di fattibilità di due nuove aree di parcheggio individuate dal PFTE:

### **Nuovo parcheggio Sud (P) a valle della Casa Rossa/Casa Andrea del Sarto**



*Ubicazione in planimetri della previsione del parcheggio P (indicato al numero 4)*





*Ubicazione del parcheggio P a valle della Casa Andrea del Sarto rappresentato in colore beige (a sinistra nella rappresentazione tridimensionale)*



*Rappresentazione tridimensionale della proposta progettuale del parcheggio Sud (P)*

All'area è attribuita classi di pericolosità geologica molto elevata G4 per la quasi totalità della porzione di comparto localizzata sul versante esposto a sud est: si tratta di un vasto settore in acclarata frana attiva e relativa area di evoluzione che si estende verso monte fin quasi all'area di imposta di Casa Rossa/Casa Andrea del Sarto.

A seguito dell'attivazione di tale dissesto e del suo retrogredire verso monte Enel ha provveduto, nel trascorso, alla materializzazione di una paratia di pali trivellati (diam. 0,45 ml e profondità variabile tra 15,0 e 25 ml) per un cospicuo sviluppo a monte del coronamento di frana stesso.

A tale settore risulta attribuita classe di pericolosità geologica/geomorfologica molto elevata P4 nel PAI Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Pericolosità sismica locale molto elevata S4: aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici.

Per la realizzazione del nuovo parcheggio, in forma di corpo edificato con copertura con funzione di "belvedere" è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza a presidio dell'area di imposta del parcheggio di progetto e sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi.

Tali interventi di messa in sicurezza, il cui dimensionamento progettuale non dovrà risultare inferiore (per diametro dei pali, armatura, interasse e lunghezza degli stessi) a quello già realizzato nel trascorso da Enel dovranno essere opportunamente dimensionati in sede sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, che dovranno risultare tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio dovrà coprire un lasso di tempo comprendente almeno due intere stagioni invernali. Il lasso temporale del monitoraggio degli interventi di messa in sicurezza sarà, comunque, definito in relazione alla tipologia del dissesto e concordato tra il comune e la struttura regionale competente.

Nel caso di interventi di demolizione e ricostruzione, oltre alla predisposizione delle strutture di presidio a valle degli edifici si consiglia tipologia fondazionale a platea.

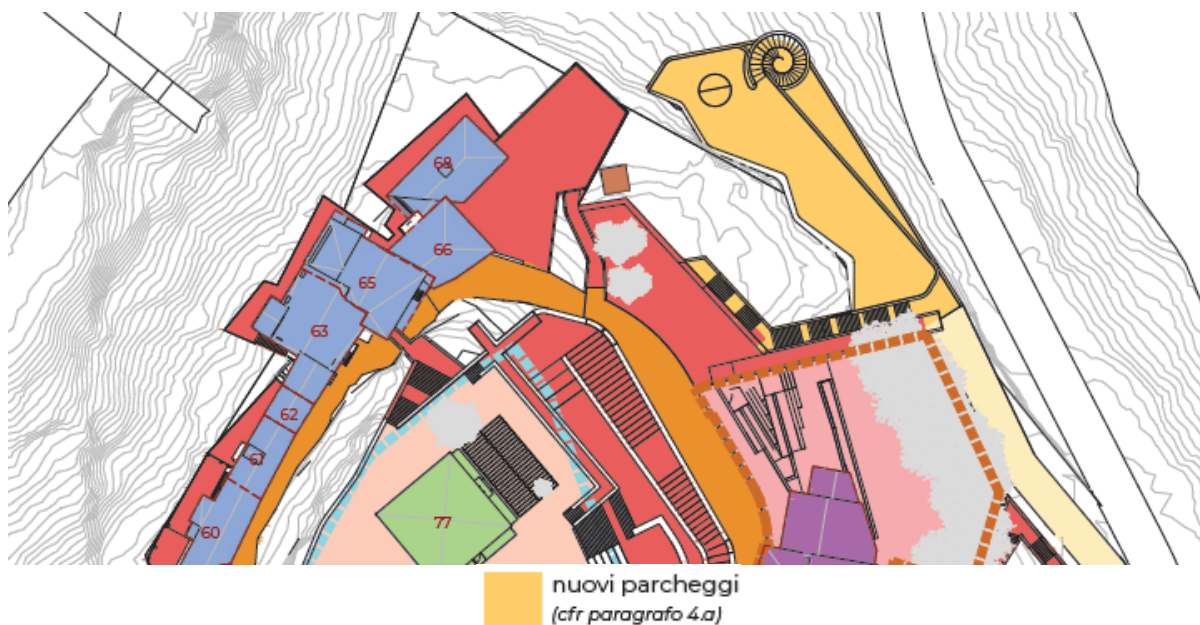
In relazione alla classificazione di pericolosità sismica S4 si prescrive vengano effettuati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche per la predisposizione di verifiche di stabilità del versante, secondo quanto definito al paragrafo.3.2.1, tenuto conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" - FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

In fase di progetto si dovrà inoltre ottemperare alle prescrizioni di cui all'articolo n. 10 delle "Norme di attuazione e allegati" del Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio idrogeologico così come disposto dalle salvaguardie vigenti del PAI Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

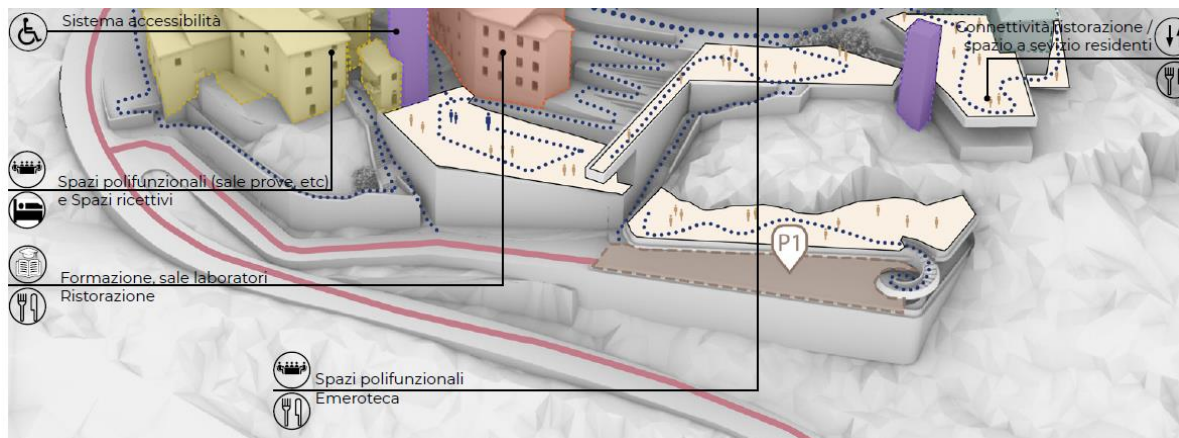
In fase di progetto si prescrive, inoltre, la verifica sulle eventuali interferenze dell'intervento con la soggiacenza della falda in relazione alla piezometria da indagarsi in fase di indagini geognostiche sitospecifiche adeguate.

Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazione tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.

## Nuovo parcheggio Est (P1) a valle del Borgo sul versante nord est



*Ubicazione in planimetri della previsione del parcheggio P1 (indicato al numero 4)*



*Ubicazione del parcheggio nuovo di scambio P1 rappresentato in colore beige marrone bruno  
(in basso a destra nella rappresentazione tridimensionale)*



- BELVEDERE
- EDIFICI DA DEMOLIRE E RICOSTRUIRE
- EDIFICI DA RESTAURARE
- PARCHEGGI ESISTENTI
- PARCHEGGI NUOVI DI SCAMBIO



*Rappresentazione tridimensionale della proposta progettuale del parcheggio Est (P1)*

L'intervento, che prevede la realizzazione del parcheggio così come rappresentato in immagine sopra allegata, è allocato in area cvclassificata in classe di pericolosità geologica G3 (elevata) per assetto giaciturale a franapoggio e la pericolosità sismica S2 (media) con accelerazione  $Fa_{01-05} < 1,4$ .

Nel versante immediatamente sottostante si sviluppa il tracciato della viabilità di progetto per il Borgo Vecchio.

Per l'intervento di nuova costruzione (ricadente in classi di pericolosità G3 e S2) si prescrivono accertamenti a livello di verifiche di stabilità del versante, allo stato di progetto, in relazione agli scavi di sbancamento che possano interferire con l'assetto a franapoggio (ad oggi maggiore del pendio) e dovessero configurare condizione di franapoggio meno inclinato del pendio allo stato di progetto. Nel caso si debba verificare tale condizione si precrive la predisposizione e messa in opera di opportune opere di presidio da materializzare antecedentemente agli scavi stessi (paratie di micropali) opportunamente dimensionate in relazione agli sbancamenti da realizzare per l'imposta dei piani di fondazione.

Con tale procedimento si darà, in sintesi, attuazione alle condizioni di fattibilità descritte nel dettaglio al paragrafo 3.2.2 dell'allegato A al DPGR n. 5/R/2020.

In relazione alla soggiacenza della falda non si riscontra possibilità ed interferenza con la falda relativamente all'intervento di carattere conservativo.

Area posta in alto morfologico con assenza di interferenza con gli elementi costituenti il reticolo idrografico regionale in situazione tale da non implicare condizionamenti di carattere idraulico.

Firenze, lì 04.06.2024

Prof. Geol. Eros Aiello

Dott. Geol. Gabriele Grandini

