

PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI COMPIANO – FRAZIONE CABOARA

**INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE STRADA
COMUNALE CABOARA – TOLLARA PRESSO RIO DEI BURRONI**



RELAZIONE GEOLOGICO - SISMICA

Committente: Spett.le Comune di Compiano

Redazione: Dott. Geol. Domenico Bianco

Via Nazionale, 90 – Borgo Val di Taro

Agosto 2023



1. PREMESSA, VINCOLI E NORMATIVA

Il presente lavoro è svolto a corredo di interventi di consolidamento di un tratto di versante nei pressi della frazione di Caboara e ripristino della Strada Comunale Caboara – Tollara, coinvolta dal dissesto e attualmente chiusa al transito, in quanto la carreggiata è seriamente coinvolta dal crollo verificatosi a valle di essa (**Fig. n. 1**).

Il dissesto interessa circa 40 m della Strada Comunale Caboara – Tollara, in cui si è sviluppato un cedimento della scarpata di valle, con interessamento della porzione esterna della carreggiata, che attualmente risulta sospesa. Inoltre si procederà al consolidamento di parte della scarpata stradale di monte, dove si sono verificati locali smottamenti, con blocchi e alberi che attualmente si trova in equilibrio precario e prossimi al cedimento.

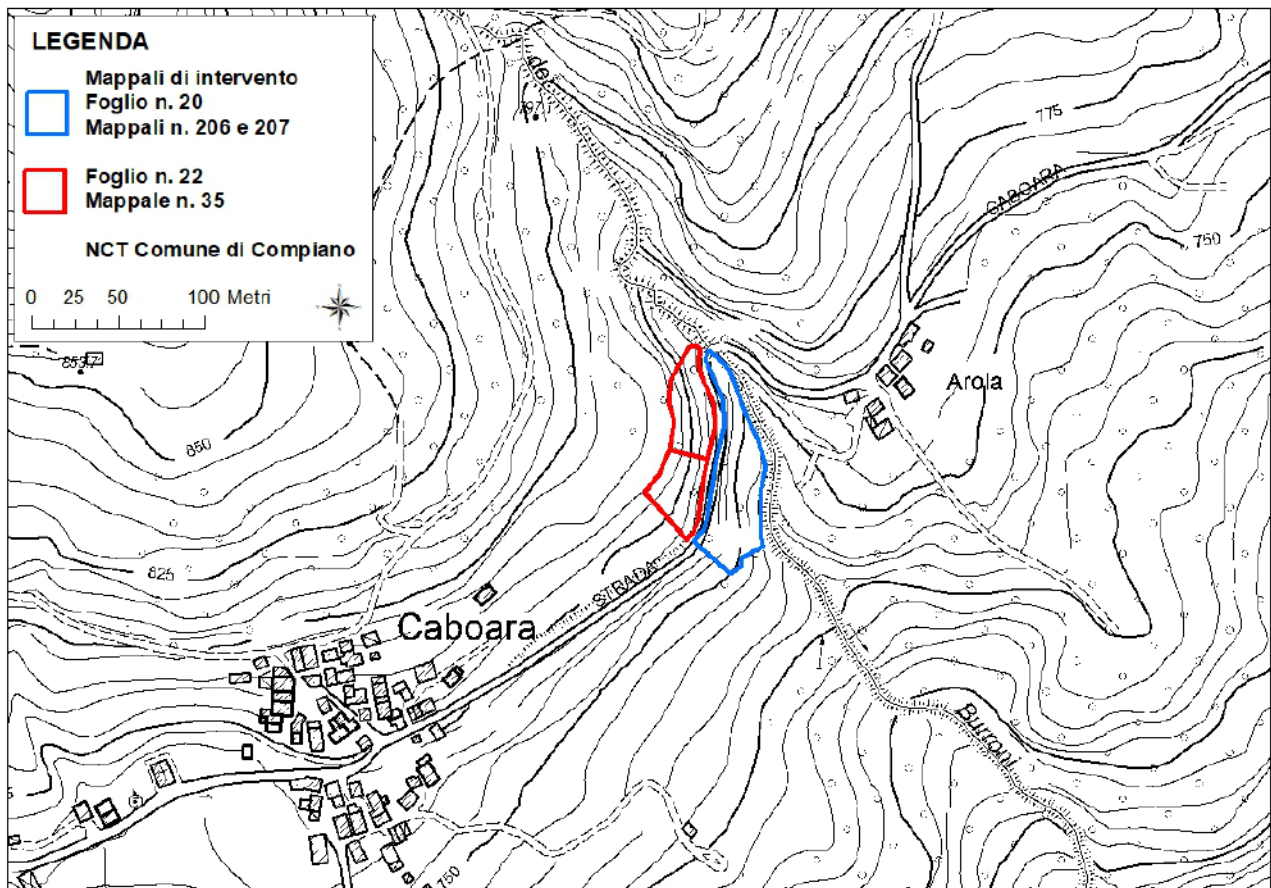


Fig. n. 1_ Stralcio C.T.R. scala 1:5.000 Elemento n. 216054, con individuazione dei mappali coinvolti

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati, oltre al rilievo di dettaglio in loco e alla ricerca bibliografica svolti, si è fatto riferimento ad una campagna

geognostica costituita da n. 2 Sondaggi a carotaggio continuo (S1 – S2) ubicati come descritto nella **Fig. n. 8.**

La modellazione sismica dell'area è stata eseguita una indagine sismica di tipo MASW, prodotta nel medesimo contesto delle altre prove che, opportunamente calibrata con i dati penetrometrici, ha consentito di stabilire l'andamento e la velocità delle onde sismiche di taglio (V_{S30} / V_{seq}), parametro propedeutico alla determinazione della categoria sismica del terreno di fondazione, secondo quanto stabilito dal D.M. 17.01.2018.

Utili indicazione sulla stabilità dei luoghi e sulle caratteristiche di portanza dei terreni interessati, sono state ricavate dall'osservazione degli affioramenti rocciosi presenti lungo il tratto stradale in esame, in cui è possibile apprezzare la natura del substrato ed il suo assetto strutturale.

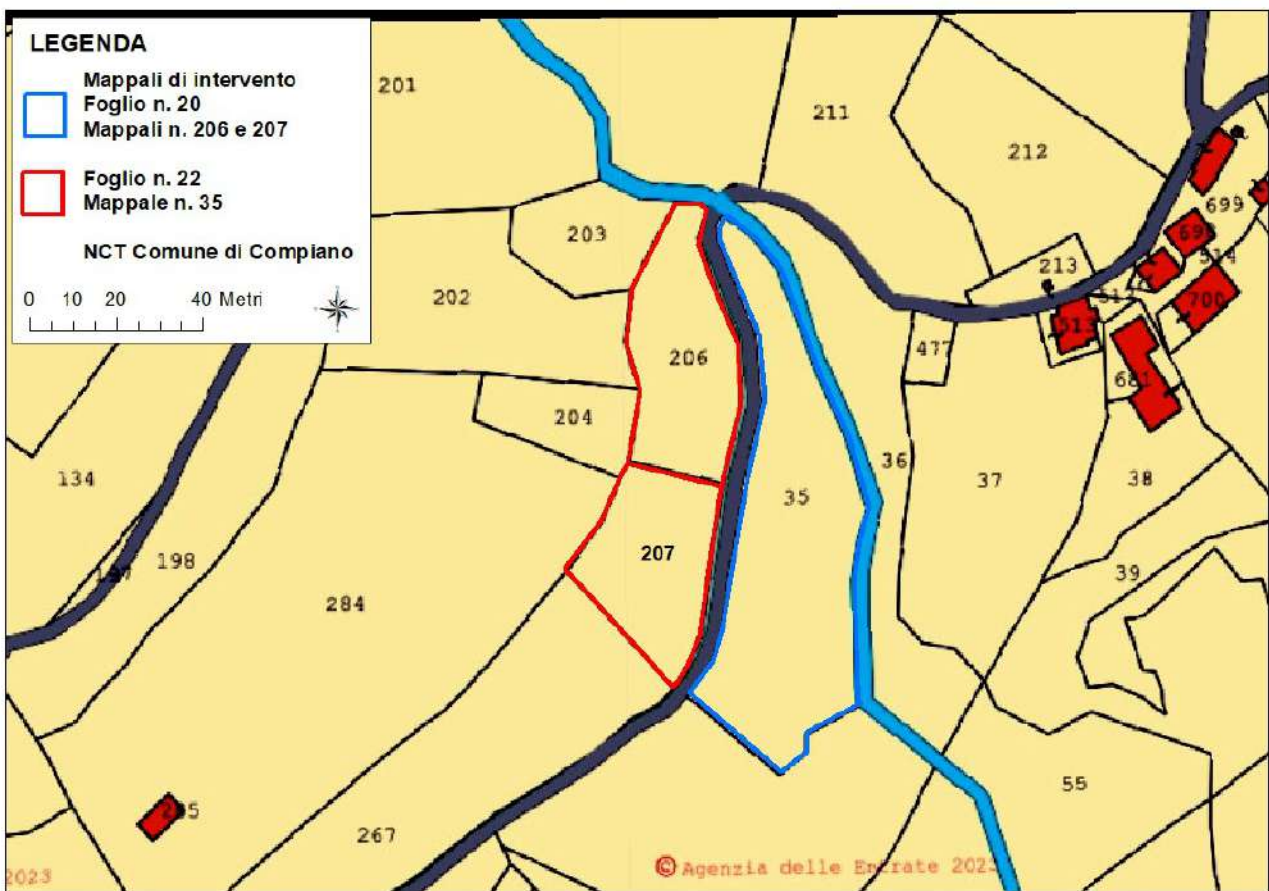


Fig. n. 2_ Stralcio Fogli Catastali n. 20 e 21 del NCT del Comune di Compiano, con evidenziati i Mappali di interesse

Lo studio è stato condotto nel rispetto e secondo le modalità stabilite dalla seguente normativa:

- D.M. 11.03.88, *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.”*
- Testo Unico sulle Costruzioni recante anche le nuove norme in materia di prevenzione sismica: D.M. 17/01/2018 *“Norme Tecniche per le costruzioni”*. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

- Circ. n. 7/2019 del 21.01.2019 del consiglio Superiore dei LL.PP. recante “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”.

L'area indagata come emerso dall'esame delle Carte del P.T.C.P. (**Tav. C.1,9_ Carta della tutela ambientale, paesistica e storico – culturale; Tav. C.2_ Carta del Dissesto; Tav. C.3.9_ Carta Forestale; Tav. C.5A_ Rete Natura 2000, Individuazione SIC e ZPS**), non è inclusa in aree interessate da dissesto e frane, non risulta sottoposta a particolari vincoli di natura ambientale, naturalistica e paesaggistica, non è contenuta in aree SIC o ZPS, e risulta inclusa in aree boscate (**Fig. n. 4**).

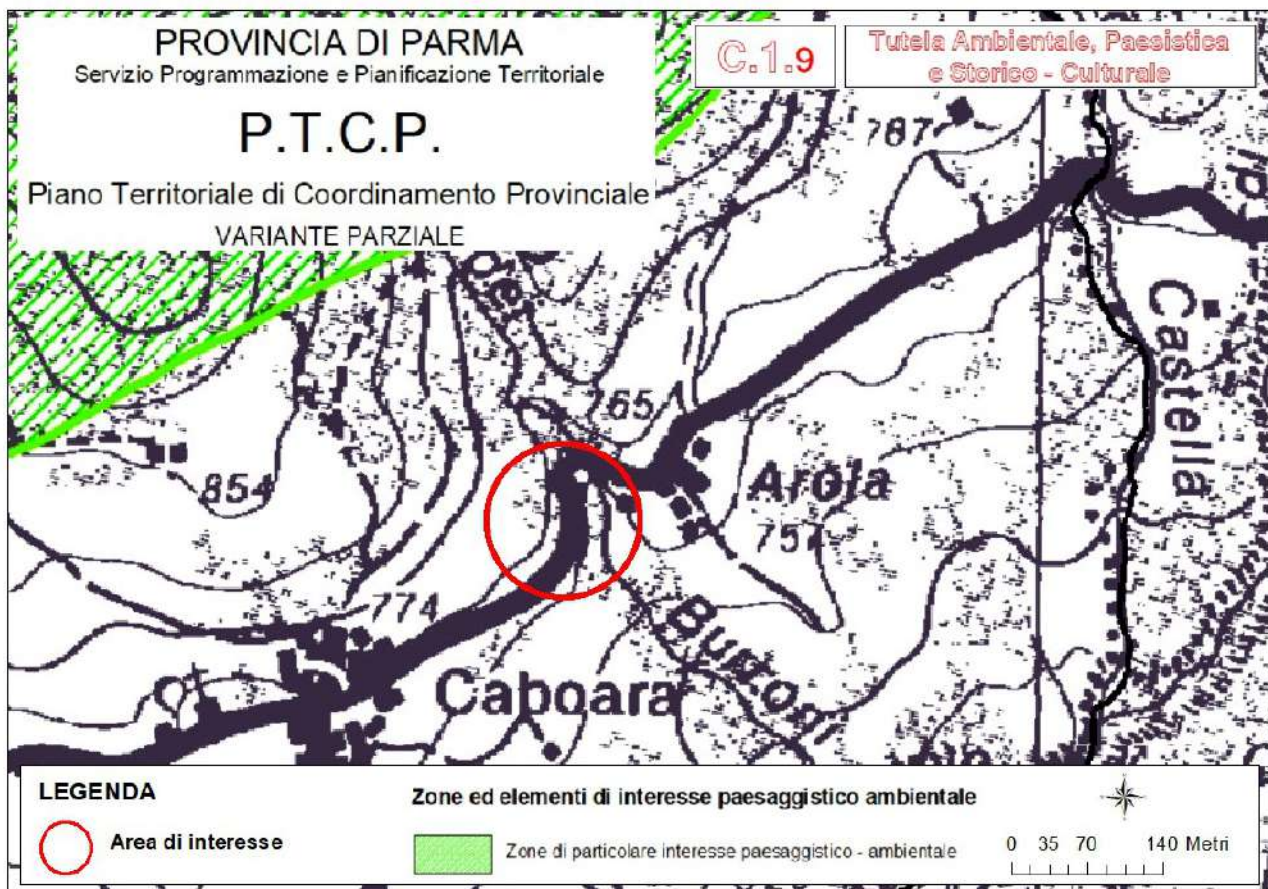


Fig. n. 3_ Stralcio Elaborato C.1.9 del P.T.C.P. della Provincia di Parma “Tutela Ambientale, Paesistica e Storico - Culturale”

Relativamente alla Carta del Dissesto Provinciale, contenuta nel P.T.C.P. (Tav. C.2 – Sez. 216050 “Porcigatone”, il sito di intervento risulta stabile e non coinvolto da problematiche di dissesto gravitativo, insistendo su un pendio piuttosto ripido con la roccia del substrato che si espone in ampi affioramenti da cui è possibile ricavare una giacitura a reggipoggio con bassa inclinazione pari a circa 20° – 25°.

Per cui i terreni non rientrando in perimetri di dissesto cartografato e individuato su base storica e geomorfologica, possono essere considerati con pericolosità geomorfologica meno che moderata e trascurabile.

Le uniche criticità individuate sono legate alla forte acclività del versante e a possibili azioni di scalzamento del Rio dei Burroni, che sottende il pendio.

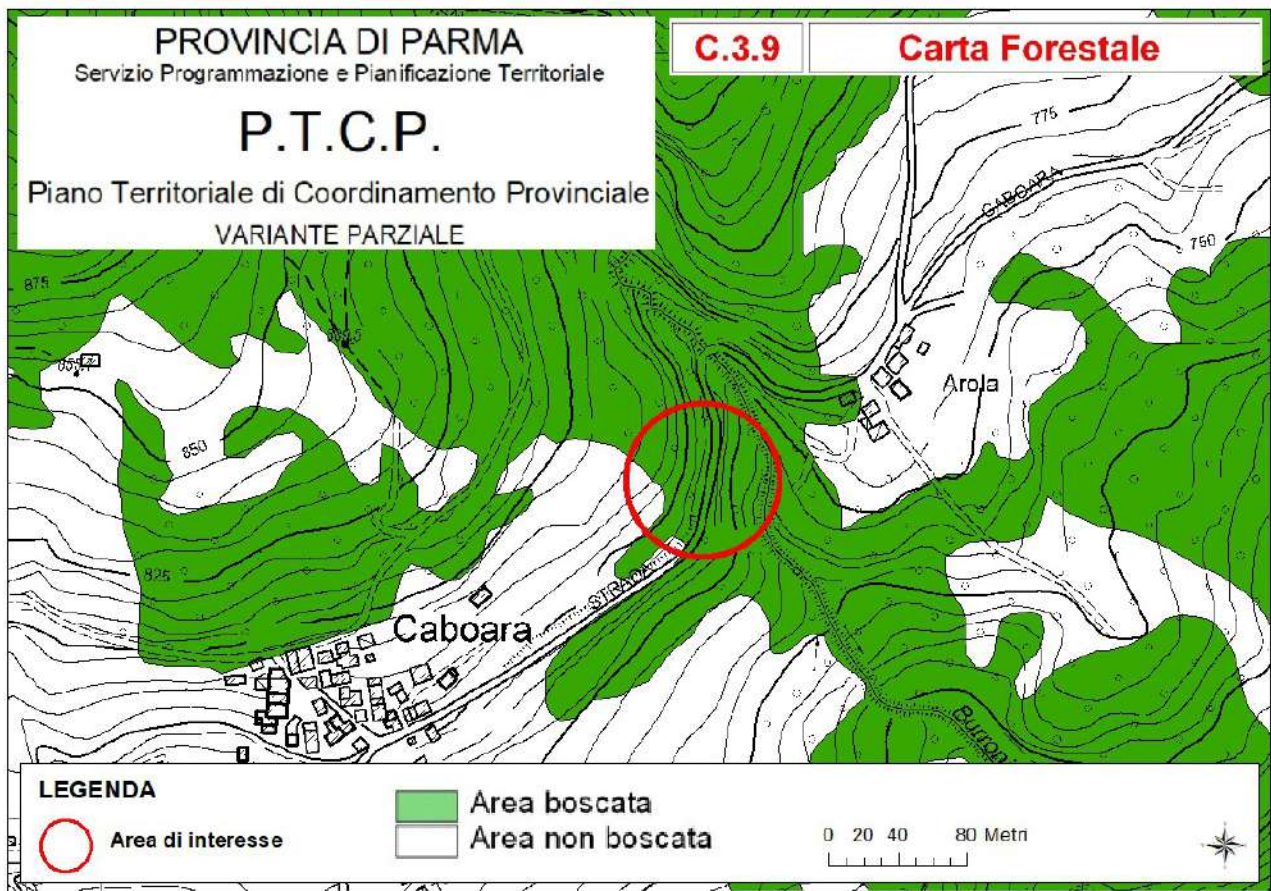


Fig. n. 4_ Stralcio Elaborato C.3.9 del P.T.C.P. della Provincia di Parma "Carta Forestale"

L'area investigata inoltre, è inclusa in una zona soggetta a Vincolo Idrogeologico e pertanto, ai sensi del R. D. n° 3267 del 30/12/1923 e della successiva L. R. n° 47 del 07/12/1978, la presente relazione viene redatta anche ai fini della concessione dell'Autorizzazione ad operare su terreni sottoposti da tale vincolo.

Tuttavia, ai sensi della normativa citata, i lavori previsti rientrano nell'Elenco n. 3 *"Opere non soggette a richiesta di autorizzazione o comunicazione Opere di piu' che modesta entita' che comportano per la propria realizzazione scavi molto modesti, con eventuale contestuale taglio di esemplari arborei nella misura strettamente necessaria, tali da non arrecare ai terreni sede di intervento i danni di cui all'art. 1 del RD 3267/23.* In particolare le attività previste rientrano nelle seguenti voci di suddetto Elenco:

- 1) interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria di opere (strade, ponti, acquedotti, linee elettriche interrate di media e bassa tensione fuori strada, fossi, nonché muri di sostegno, opere di sistemazione idraulica ed idraulico-forestale, briglie, drenaggi non di iniziativa pubblica) che non comportino modifiche di tracciato e configurazione;
- 2) apertura di cunette laterali e realizzazione di tombini, modifiche alle reti di servizio interrate nelle strade;
- 22) realizzazione di modeste opere di bioingegneria (fascinate e graticciate);

- 24) realizzazione di modeste opere di sistemazione idraulico-forestale (graticciate, cordonate, lavori di bioingegneria in genere);
- 26) saggi, sondaggi e perforazioni a fini geognostici.

Il terreno di interesse è incluso catastalmente nei **Fogli n. 20 (Mappali n. 206 – 207)** e Foglio n. 22 (Mappale n. 35) (**Fig. n. 2**).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

Il settore stradale oggetto di sistemazione si colloca tra le frazioni di Arola e Caboara, in sponda destra del Rio dei Burroni, affluente di sponda destra del T. Ingegna, in un settore in cui la strada si muove lungo costa in un versante piuttosto ripido, che declina in modo deciso verso l'alveo del Rio indicato.

La frazione di Caboara sorge nella parte alta dell'Appennino Parmense a 775 m, nella porzione nord – orientale del Comune di Compiano.

Il Comune di Compiano ricade in due unità di rango provinciale individuate nel P.T.C.P.: *Alte Valli del Taro e del Ceno e Bassa montagna ovest*.

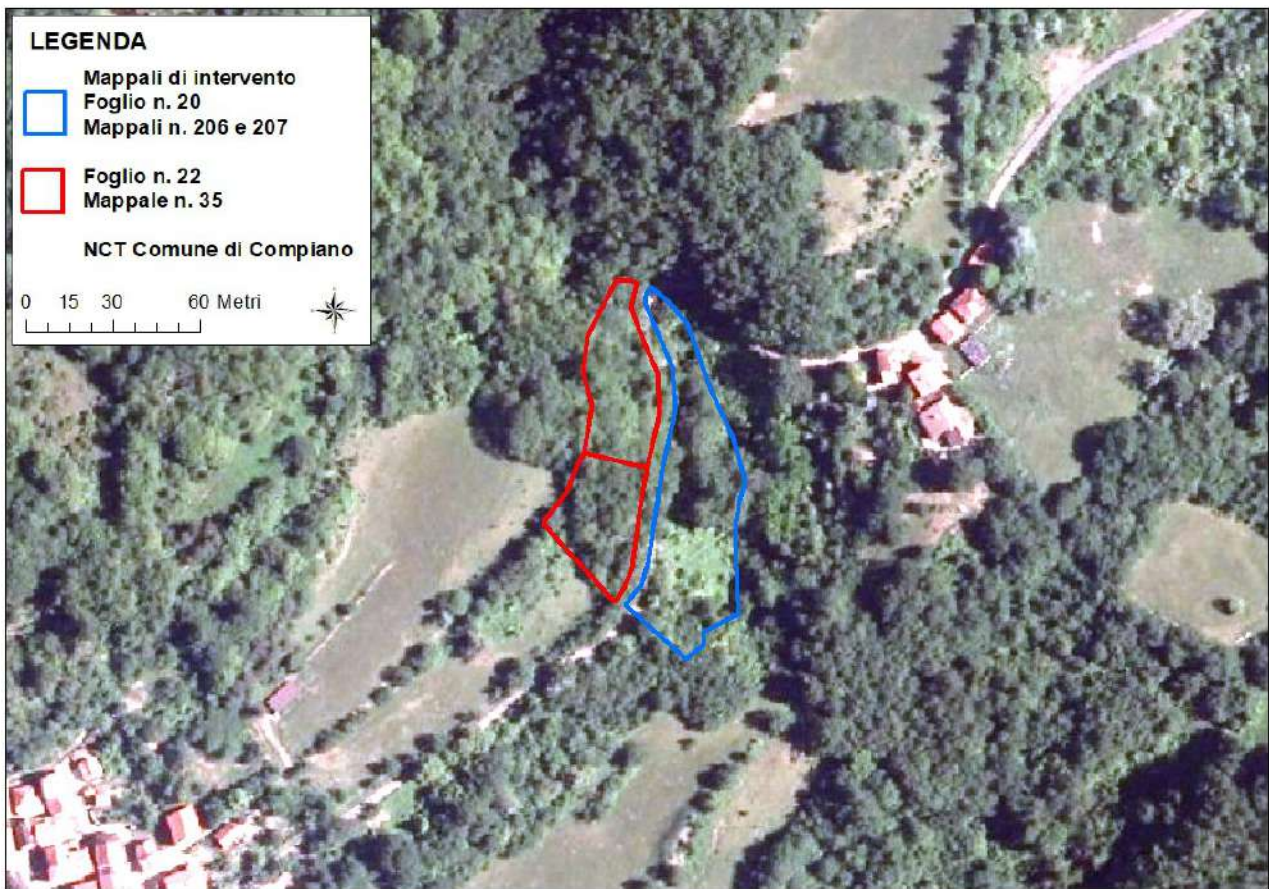


Fig. n. 5_ Ortofoto dell'area di interesse

Nel dettaglio il sito di interesse è descritto nei seguenti elaborati cartografici:

- C.T.R. scala 1:25.000 Tavola 216 NO “Cereseto”;
- C.T.R. scala 1:10.000 Sezione n. 216050 “Porcigatone”;
- C.T.R. scala 1:5.000 Elemento n. 216054;
- Nuova Carta del Dissesto della Provincia di Parma Scala 1:10.000, Sezione n. 216050 “Porcigatone”;
- Carta Geologica della Regione Emilia Romagna, Scala 1:10.000 - Progetto CARG – Sezione n. 216050 “Porcigatone”;
- Elaborati cartografici del P.T.C.P. della Provincia di Parma.
- Carta del Vincolo Idrogeologico del Comune di Compiano.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 QUADRO STRUTTURALE GENERALE

Il territorio regionale è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana. Pur essendo due ambienti geomorfologici distinti, essi sono strettamente correlati. Il fronte della Catena appenninica, infatti, non coincide con il limite morfologico catena – pianura (margine appenninico – padano), ma con gli archi esterni delle pieghe emiliane e ferraresi sottostanti i sedimenti Quaternari padani (Fig. n. 3). Il vero fronte appenninico, quindi, circa all'altezza del Fiume Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano – veneta. L'evoluzione del territorio della regione Emilia – Romagna coincide con quella del settore esterno della catena nord – appenninica, catena a thrusts facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della Placca Adriatica, per effetto dell'interazione fra Placca Africana e Placca Euroasiatica.

Si tratta di un edificio a falde costituito da una serie di Unità Tettoniche riferibili a due principali Domini:

- **Dominio Ligure**, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica;
- **Dominio Tosco – Umbro – Marchigiano**, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria.

APPENNINO EMILIANO – ROMAGNOLO

Può essere suddiviso in due zone fondamentali:

- **Zona assiale;**
- **Zona del margine appenninico – padano.**

Zona assiale

Si tratta della parte morfologicamente più elevata della catena esterna che costituisce l'edificio, le cui principali strutturazioni arrivano fino al Pliocene Inferiore e le cui Unità Tettoniche sono rappresentate dalle Unità Liguri e Subliguri, con la sovrastante Unità Epiligure e dalle Unità Oligo – Mioceniche Toscane e dall'Unità Umbro – Marchigiano – Romagnola.

Margine appenninico - padano

Si tratta della zona posta a cavallo del limite morfologico Appennino – Pianura Padana, formata dalle colline del basso appennino e dalla fascia pedemontana della Pianura Padana.

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE STRADA COMUNALE CABOARA – TOLLARA
PRESSO RIO DEI BURRONI

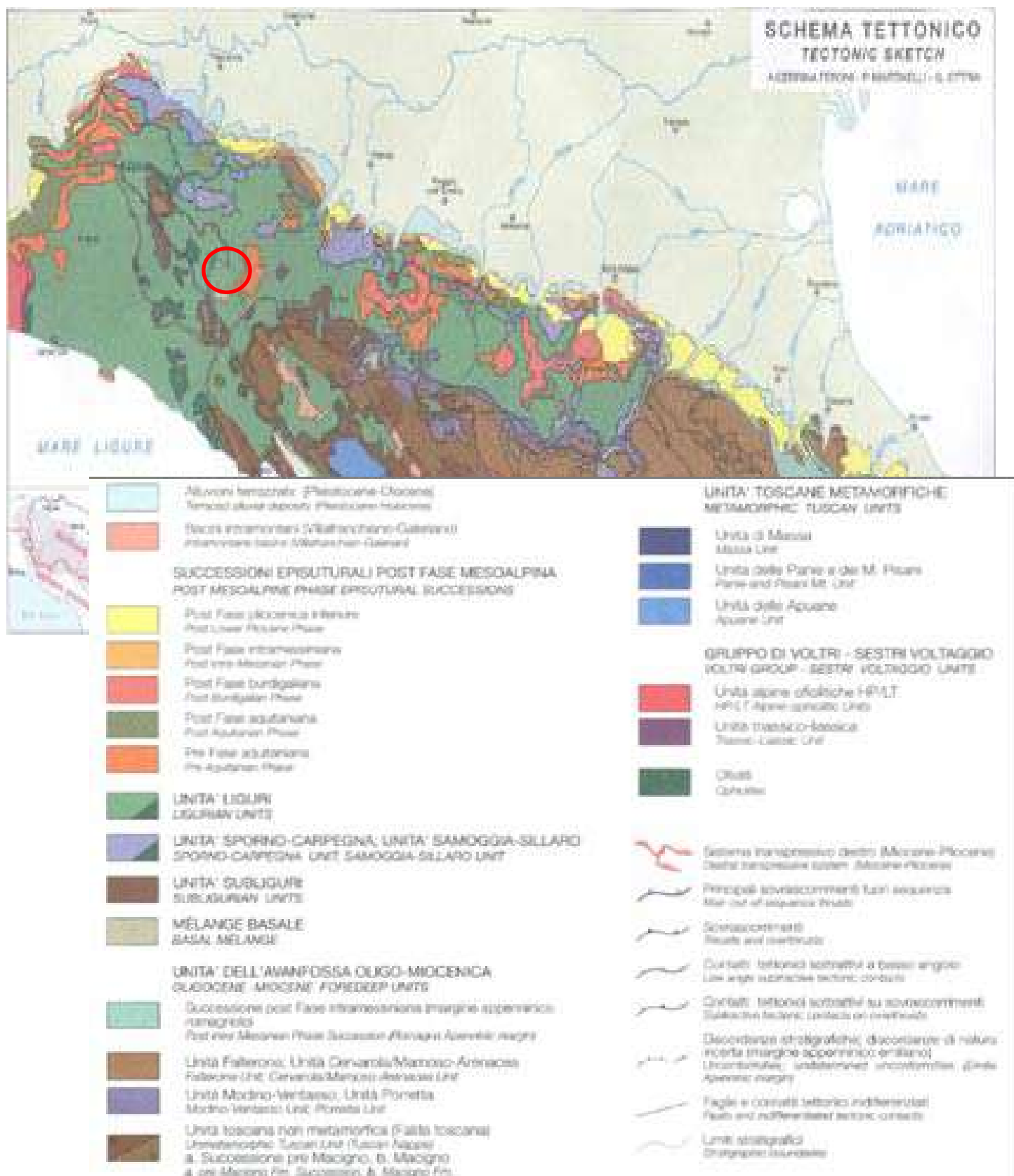


Fig. n. 6_ Carta geologico strutturale della regione Emilia Romagna. Servizio Geologico e Sismico dei Suoli della Regione E.R. - CNR. Cerchiata in rosso l'area di interesse

I terreni che affiorano nella zona collinare appartengono, essenzialmente, alla successione post – evaporitica, litologicamente costituita da peliti prevalenti, sedimentate sul margine interno dell'avanfossa padano – adriatica (Formazione di Colombacci, Argille Azzurre) e delimitata da due *unconformities* di importanza regionale. Alla base, infatti, essa poggia sulle evaporiti messiniane (Formazione Gessoso – Solfifera), mentre al tetto sono presenti i depositi continentali della Pianura Padana.

Localmente le evaporiti messiniane hanno subito fenomeni di erosione e processi di risedimentazione; in questi casi alla discordanza basale è associata anche una lacuna erosiva ed il substrato della successione post – evaporitica è rappresentato, nell'Appennino Romagnolo, dalle peliti di chiusura dell'avanfossa romagnola o, nell'Appennino Emiliano e nel Montefeltro, dalle peliti sommitali della Successione Epiligure (Marne del Termina, ecc.) o dalle Unità Liguri.

3.2 CARATTERI E LINEAMENTI GEOLOGICI

L'Appennino (Zona Assiale) è caratterizzato da una complessa struttura a falde sovrapposte prodotte per fenomeni di accorciamento conseguenti a spinte compressive, che hanno determinato la sovrapposizione e l'accatastamento di unità tettoniche differenziate non solo per età, ma anche per ambiente di sedimentazione, e conseguentemente, per caratteristiche litologiche.

Le Unità geologiche dominanti questo ambito geografico appartengono all'Insieme Interno Ligure-Emiliano e all'Unità Subligure di Canetolo, dalla cui sovrapposizione tettonica, unitamente all'Insieme Esterno Tosco-Umbro, deriva la struttura a falde impilate della catena appenninica settentrionale.

L'Insieme Interno è composto da una serie di unità tettoniche che, per la presenza di ofioliti, si sono originate in ambiente oceanico, estendendosi eventualmente anche su margini continentali adiacenti, più assottigliati per effetto dei precedenti fenomeni di *Rifting* (incipiente lacerazione ed estensione della crosta terrestre che precede l'apertura di un bacino oceanico).

Queste unità, che nel quadro di formazione ed impilamento delle coltri appenniniche hanno subito le maggiori traslazioni, hanno comunque abbandonato il loro substrato originario, scomparso in subduzione (processo di margine convergente), per sovrascorrere da ovest verso est (vergenza appenninica) sull'Insieme Esterno, costituendo perciò una coltre alloctona.

L'Insieme interno prevede due domini definiti rispettivamente Ligure Interno e Ligure Esterno, separati da un contatto tettonico lungo il quale il primo si accavalla solo parzialmente sul secondo, poggiando per il resto anche direttamente sulla Falda Toscana (Unità Superiori del Dominio Toscano), con l'interposizione della sola Unità di Canetolo, denominata per questo Unità Subligure.

Le Liguridi interne hanno caratteri sicuramente oceanici, in quanto le maggiori masse ofiolitiche si trovano ancora in posizione primaria alla base della successione sedimentaria.

Nelle Liguridi Esterne non si riconoscono ofioliti, che costituiscono sicuramente la base della successione sedimentaria, essendo questa scollata dalla sua sede originaria, probabilmente in corrispondenza di formazioni argillose del Cretaceo medio-superiore ("Complessi di Base"); le ofioliti compaiono invece, come masse, anche di dimensioni plurichilometriche, sciolate in gran parte nel bacino di sedimentazione ligure del Cretaceo superiore e pertanto intercalate in quei sedimenti.

Nell'ambito del Dominio Ligure Esterno si possono distinguere due zone paleogeografiche principali; una costituita dalle fasce più direttamente a contatto con le Liguridi Interne, con caratteri più marcatamente liguri,

mentre nella zona più esterna compaiono unità tettoniche (M. Caio, M. Cassio, Solignano) in cui i clasti ofiolitici sono assenti o presenti come componente occasionale.

Nei “Complessi di Base” compaiono invece estese formazioni terrigene silicoclastiche, quali le Arenarie di Ostia, di provenienza continentale.

La successione dei Flysch ad Elmintoidi, a cominciare dal basso, mostrano le porzioni del Cretaceo superiore costituite in netta prevalenza da strati marnosi; con il Paleocene le litologie marnose vengono progressivamente sostituite da argilliti e marne argillose, con intercalazioni di straterelli di arenarie e, per alcune successioni che si estendono fino all'Eocene Medio, si riscontra la predominanza di litotipi marnosi e marnoso calcarei.

Si ascrivono ai “Complessi di Base” quei gruppi di Unità che possono verosimilmente rappresentare l'originario substrato dei Flysch ad Elmintoidi. Trattasi prevalentemente di Unità argillose, per le quali risulta quanto mai ardua l'analisi stratigrafica, a causa della loro notevole deformazione, che spesso le trasforma in “tettoniti” duttili, stratigraficamente molto disordinate, classificabili sotto il generico termine, attribuitogli nella Carta Geologica della Provincia di Parma e zone limitrofe scala 1:100.000 (1965) di “Argille scagliose” o ancora “Complesso indifferenziato”.

Il processo orogenetico di formazione della catena appenninica vede sul fronte esterno un bacino subsidente (avanfossa), progressivamente colmato dai detriti provenienti dallo smantellamento della catena stessa.

Questo carattere di avanfossa è evidenziato dall'arrivo dei primi elementi alloctoni, che si mettono in posto gravitativamente, come frane sottomarine (olistostromi) o addirittura come fronti di elementi tettonici, che prima si intercalano e poi si sovrappongono alle formazioni del bacino antistante.

I primi elementi alloctoni sono costituiti dal “Complesso di Base”, fra i quali la cosiddetta “Unità di Canetolo”, nella quale mancano quasi completamente le ofioliti.

Questa falda è un complesso composto ed eterogeneo, nella cui successione compaiono almeno due gruppi di formazioni con grado di alloctonia differente.

Si distingue quello basale, che comprende le “Argille e Calcari di Canetolo” e la formazione calcarea dei “Calcari di Groppo del Vescovo”, mentre il secondo gruppo comprende lembi di potenti formazioni arenacee, come le “Arenarie di Ponte Bratica” e di “Petrignacola”, più estesi nella parte esterna della falda (Val Parma e Val d'Aveto) e ridotti a sporadiche e sottili lenti altrove (Val Taro).

4. CARATTERI GEOLOGICI E MORFOLOGICI

Nel dettaglio la zona indagata si colloca a nord del bacino continentale di età plio-pleistocenica costituente la “**Successione di Compiano**” e rappresentante il materiale di riempimento di un'antica conca intermontana, che si estendeva in direzione E – W, dalla zona di Bedonia fino al T. Ingegna. Tali sedimenti poggiano in discordanza angolare sui sottostanti depositi Liguri ed Epiliguri, in tale areale rispettivamente rappresentati dalle **Arenarie di Scabiazza (SCB)**, costituenti il substrato dominante il comparto in esame, **le Argille a Palombini (APA)** e le **Arenarie di Campi (SCM)**.

Tali formazioni costituiscono i cosiddetti “Complessi di Base”, costituenti il basamento tettonico pre – flysch, delle principali torbiditi calcareo – marnose terziarie tipiche del nostro appennino e denominate Flysch ad Elmintoidi.

Nel dettaglio le litologie presenti sono descritte nella Legenda della Sezione n. 216050 della Carta Geologica della Regione Emilia – Romagna – Progetto CARG, come di seguito riportato:

UNITA' LIGURI

- **ACM - Arenarie di Campi.** Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche da fini a grossolane grigio-verdine, in strati da medi a spessi, gradati, con tetto fine e micaceo, o costituito da peliti nerastre e verdine in livelli sottili e molto sottili; si intercalano marne a base arenitica fine laminata, in strati medi e spessi. Torbiditi ed emipelagiti di ambiente marino profondo. (*Campaniano*).
- **SCB - Arenarie di Scabiazza.** Torbiditi arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee con arenarie litiche grigio-nocciola, grigio-scuere o grigio-verdastre, fini e medie in strati sottili e medi regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigio chiare a base arenacea fine e molto fine in strati da molto sottili a spessi (rapporto A/P da <1 a >1), conglomerati e calciliti in strati spessi. Possono essere presenti marne siltose grigie in strati molto spessi con base arenitica e conglomeratica fine ad elementi sedimentari. Sedimentazione torbiditica di ambiente marino profondo. Potenza geometrica affiorante può raggiungere 700 metri. (*Cenomaniano – Santoniano*).
- **APA - Argille a palombini.** Argilliti o argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, ocracee, rossastre, fissili, alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre o giallastre in superficie alterata, talora a base calcarenitica laminata, e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi; intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini in letti molto sottili e sottili di colore grigio scuro o di calcareniti medio-grossolane in strati da medi a spessi; localmente si intercalano argilliti marnose grigie in strati spessi, marne grigio-verdastre in strati medi e arenarie fini laminate in strati sottili; gli strati calcilutitici sono spesso "boudinati", a luoghi silicizzati, pervasivamente fratturati e caratterizzati da una fitta rete di vene di calcite, spalmature verdastre sulle superfici di strato e frattura concoide. Si possono presentare in breccie monogeniche con scarsa matrice arenacea. Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri. (*Berriasiano - Santoniano p.p.*).

I litotipi presenti sono a tratti in condizioni affioranti e sub – affioranti. Come nel settore di interesse e spesso, specie nel settore inferiore del pendio, ricoperti da corpi detritici di genesi gravitativa.

Nel dettaglio tali coperture quaternarie possono essere classificati nel seguente modo (**Tav. n. 2 e 3 fuori testo**):

- **a1 – Frane attive.** Deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto (indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi). L'attività può essere continua o, più spesso, intermittente ad andamento stagionale o pluriennale. La cinematica dei fenomeni di riferibili a processi per scivolamento, originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio e colamento lento di fango e detrito, in cui il corpo di frana è messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono

per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

- **a2 – Frane quiescenti.** Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Nell'area di interesse sono rappresentate da fenomeni con cinematismo variabile dallo scivolamento, al colamento lento sino al tipo complesso, in cui il deposito è stato messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.
- **a3 - Deposito di versante s.l.** Accumulo di detrito su versante sulla cui attribuzione genetica permane un grado di incertezza, non escludendo che sia dovuto a fenomeni franosi, mancando spesso i caratteri di forma tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita del semplice rilevamento sul terreno potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato il deposito. Generalmente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), solo localmente stratificato e/o cementato. Come indicato sopra la genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale, da soliflusso



Foto n. 1_ Vista del tratto stradale da sistemare, con cedimento della sponda e conseguente sospensione del lato valle della carreggiata e abbassamento del guard – rail.

L'area studiata si colloca nel microbacino del Rio dei Burroni, che costituisce una stretta vallecchia posta nel bacino idrografico del T. Ingegna.

Il settore di pendio in esame si presenta complessivamente stabile, privo di rilevanti corpi detritici e con fenomeni gravitativi che si innescano nel settore inferiore, dove le masse detritiche sono più spesse.

I versanti si presentano piuttosto ripidi, con il rio, che appare ben inciso ed incassato, con un tipico andamento montano, con alveo inciso in roccia e presenza di grossi blocchi e massi.

Localmente alcune divagazioni, combinate con la forte acclività delle sponde, innescano piccoli e localizzati fenomeni di crollo e scivolamento, che coinvolgono limitati spessori di materiali, coincidenti con il terreno detritico vegetale di copertura e porzioni alterate e fratturate del substrato, che si presenta con una chiara giacitura a reggipoggio e bassa inclinazione (circa 20 – 25°). alcuni di questi hanno contribuito allo stato attuale che per circa 40 m appare sospesa nel suo tratto di valle, con il guard-rail che è collassato e scivolato lungo la scarpata (Foto n. 1).



Foto n. 2_ Scarpata stradale a monte nel settore dove si sono verificati crolli e scivolamento, con presenza di blocchi instabili e alberi lungo la scarpata che esercitano un'azione destabilizzante e negativa

La roccia, che lungo la scarpata stradale si espone in ampi affioramenti è caratterizzata da bancate arenacee alternate ritmicamente con livelletti pelitici, che spesso sono spessi e potenti e preponderanti rispetto agli strati di arenaria, indebolendo la struttura e favorendo gli smottamenti che si osservano a monte della strada (Foto n. 2), si tratta di piccoli fenomeni, favoriti dalle forti pendenze, dalle spinte e sollecitazioni di apparati radicali instabili e posti lungo il ciglio della scarpata, dalla marcata alterazione e fratturazione della roccia e dall'azione di dilavamento ed erosiva esercitata dalle acque meteoriche.

Non producono veri e propri corpi di accumulo, ma più tipicamente sventagliate detritiche intermittenti ed irregolari, che invadono e deteriorano il manto stradale, occludendo le cunette, legate ovviamente ad eventi

meteorici significativi e assunto l'aspetto di superfici di degradazione ed erosione, che tuttavia rendono pericoloso il transito, in quanto nella loro evoluzione retrogressiva, coinvolgono superfici e volumi sempre più ampi, condizionando anche la stabilità di grossi blocchi.

Da un punto di vista geomorfologico la zona appare quindi complessivamente stabile, tuttavia, le severe condizioni di acclività, combinate con intrinseche debolezze della roccia presente (alterazione e fratturazione) e la locale azione di scalzamento del rio, innescano fenomeni di scivolamento, che hanno portato alla situazione attuale, che necessita di interventi messi in sicurezza dei fronti di distacco ed il ripristino della sicurezza della carreggiata stradale attualmente in parte sospesa.

Le forti pendenze inoltre favoriscono fenomeni di erosione e dilavamento, che concorrono alla rimozione del materiale e al peggioramento delle condizioni attuali

Le osservazioni fatte trovano conferma nella Carta del dissesto allegata al P.T.C.P. provinciale, in cui l'area di interesse è complessivamente stabile, in quanto i fenomeni di dissesto presenti hanno dimensioni e caratteristiche non evidenziabili alla scala della Carta.

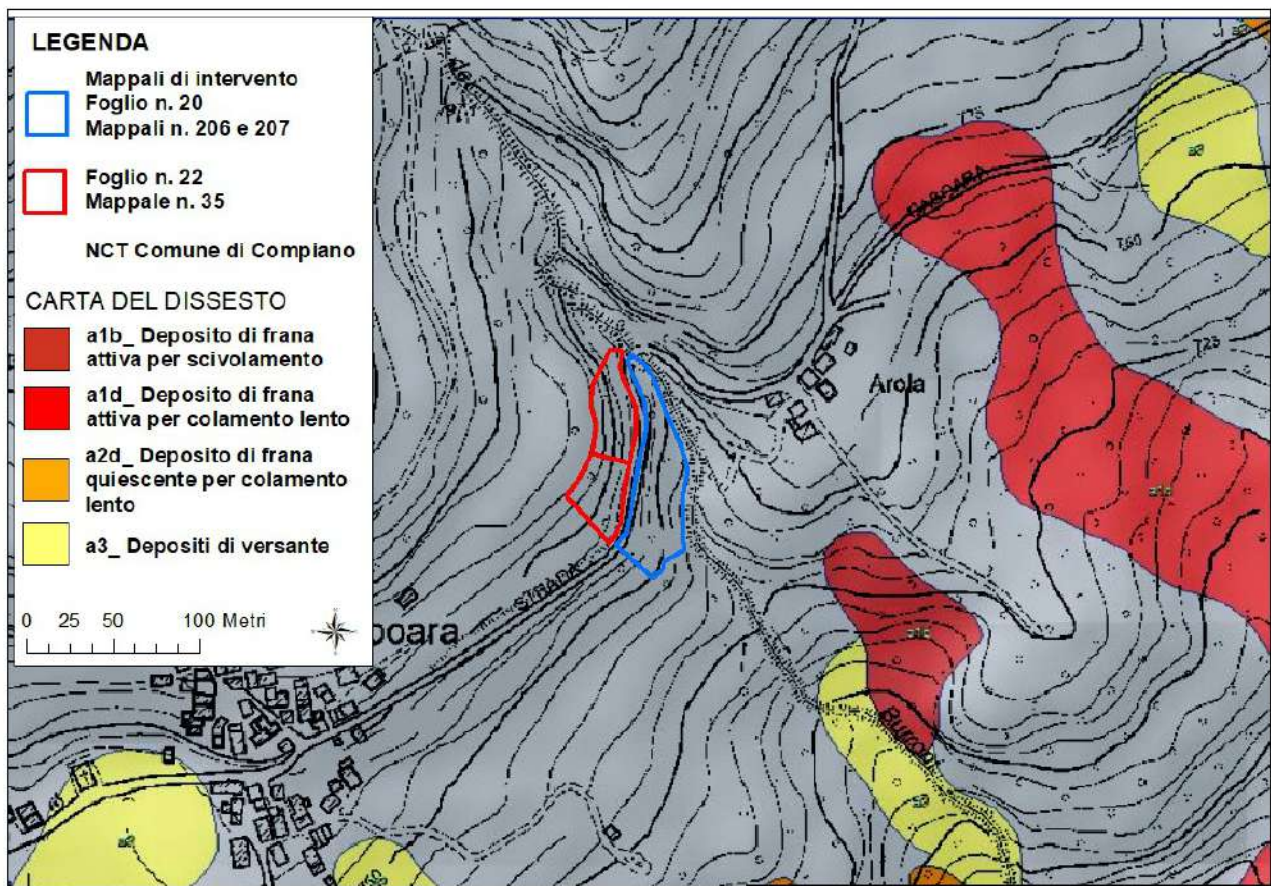


Fig. n. 7_ Stralcio Carta del Dissesto della Regione Emilia Romagna

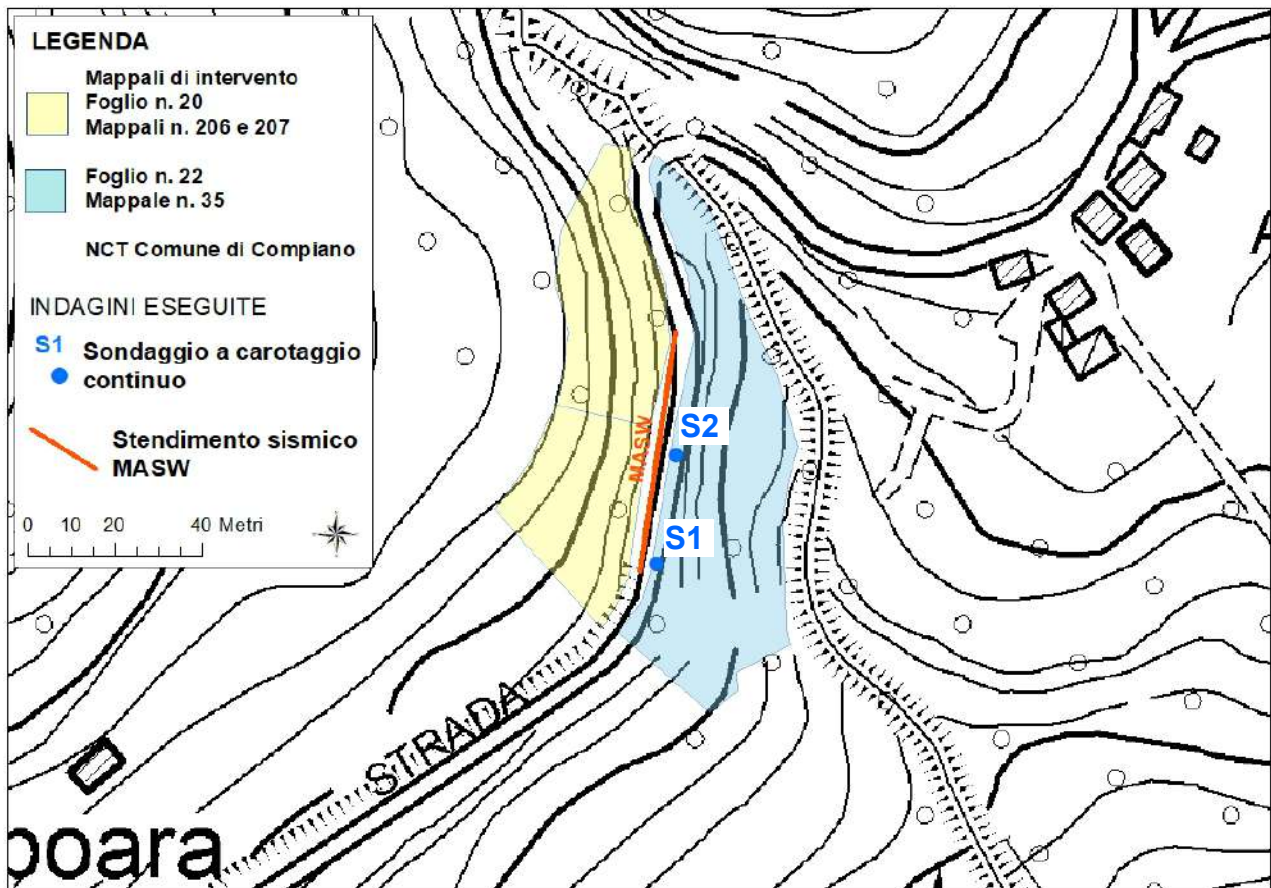


Fig. n. 8_ Stralcio C.T.R. scala 1:5.000, Elemento n. 215121 con ubicazione indagini geognostiche realizzate nell'ambito di passati interventi presso l'edificio scolastico

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna di indagini, individuata a seguito di un rilievo di campagna ed in funzione delle ipotizzabili soluzioni di sistemazione è consistita nella realizzazione di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (S1 – S2) , posti lungo il tratto in dissesto della carreggiata, completati da uno stendimento sismico di tipo MASW, per valutare l'andamento delle Onde S nel terreno, parametro propedeutico alla definizione della categoria sismica del terreno interessato dalle opere di sistemazione.

L'ubicazione delle prove eseguite è riportata nella **Fig. n. 8**

I risultati e l'elaborazione delle prove sono riportati integralmente negli Allegati A e B fuori testo

5.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo vengono eseguiti attraverso una perforazione verticale mediante rotazione a debole velocità con avanzamento di un carotiere semplice. Per il raffreddamento dell'utensile di perforazione per la pulizia del foro di sondaggio viene utilizzata acqua potabile a circolazione diretta. Essi permettono una visione diretta dei terreni attraversati, la misura della falda, il prelievo di campioni e l'esecuzione di prove in foro, come le S.P.T., oltre a varie considerazioni sulla consistenza, compattezza e durezza del campione estratto.

In tale ambito sono stati eseguiti due sondaggi S1 e S2, spinti alla rispettivamente alla profondità di 13,00 m e 10,00 m, con realizzazione di n. 4 prove S.P.T., di cui n. 3 in S1 e n. 1 in S2.

SPT in S1

1,50 – 1,95 m 25 /15/31___ NSPT 46

4,50 – 4,95 m 12 /15/27___ NSPT 42

1,50 – 1,55 m 50 5cm rlf

SPT in S2

3,00 – 3,05 m 50 5cm rlf

Lo sviluppo e le elaborazioni delle prove sono descritti in dettaglio nell'**Allegato A**.



Foto n. 3_ Esecuzione del Sondaggio S1

5.2 INDAGINE SISMICA

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geofisico i terreni appartenenti all'area in esame è stata eseguita un'indagine sismica (MASW). Tale indagine finalizzata al calcolo delle V_{s30}/V_{seq} (valore medio della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m o nello spessore H posto al di sopra di un orizzonte con $V_s > 800$ m/s, se presente), è stata finalizzata alla determinazione del suolo di fondazione sulla base del D.M. 17.01.18, che fornisce i criteri progettuali in materia di progettazione e prevenzione sismica. Le tecniche e la strumentazione di acquisizione utilizzate sono descritte in dettaglio nell'**Allegato B**.

Dalla prova emerge chiaramente la presenza nei primi 30 m di terreno di un substrato sismico con $V_s > 800$ m/s, da cui, ai sensi del D.M. 17.01.2018, deriva il calcolo di $V_{seq} = V_s H$, con **$H = 8,00$ m**. La $V_s H$ è risultata pari a **393 m/s**. Il primo più significativo salto di velocità delle Onde S si osserva alla profondità di circa 5,00 m dove la V_s passa da 440 m/s a 620 m/s.

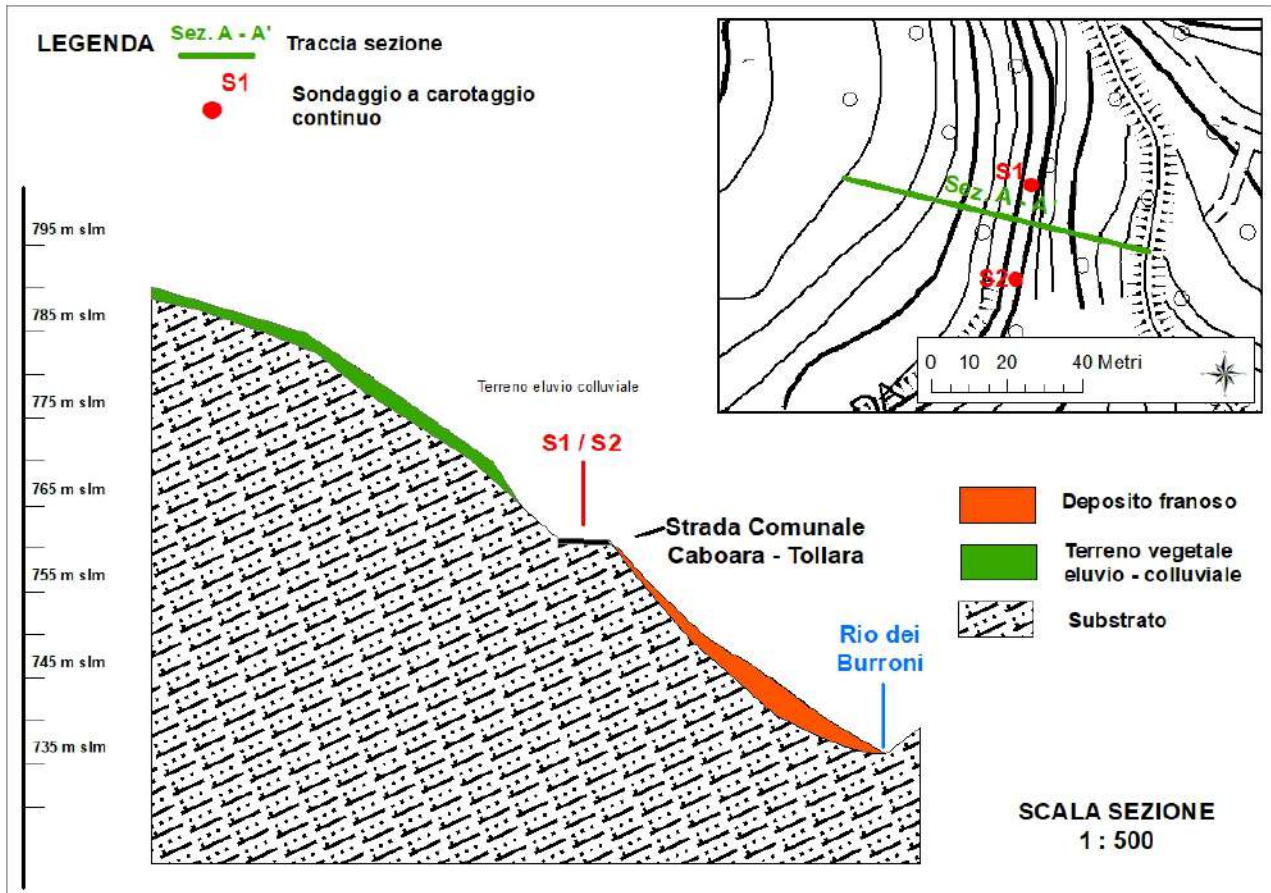


Fig. n. 9_ Sezione stratigrafica interpretativa

6. MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geognostiche hanno evidenziato una stratigrafia piuttosto semplice come intuibile anche dagli affioramenti presenti lungo la scarpata stradale superiore, costituita al di sotto di un livello antropico caratterizzato da bitume e massicciata stradale dello spessore di circa 0,60 m, da terreno roccioso, costituito da sequenze torbiditiche riferibili alle Arenarie di Scabiazza, che si differenziano per diverso grado di alterazione e fratturazione e maggiore o minore spessore delle alternanze arenacee / pelitiche presenti, evidenziati dalla velocità di avanzamento della trivella.

Non è stato raggiunto ed individuato il livello della falda e si è osservato nel S1, alla profondità di circa 9,00 m dal p.c. una debole venuta d'acqua in foro

Nel dettaglio abbiamo:

LIVELLO A (da P.C. a - 0,60 m) : bitume e materiale ciottoloso e ghiaioso costituente la massicciata stradale

LIVELLO B (da - 0,60 a fine sondaggio m): argilliti laminate e debolmente marnose, da dure a molto dure, con livelli decimetrici di calcareniti durissime. Il livello presenta un pervasivo grado di alterazione e degradazione evidenziato da velocità di avanzamento della trivella variabili. Nel dettaglio nel sondaggio S1, sino a 9,00 m di profondità e nel sondaggio S2 sino a 3,00 m si osservano velocità irregolari e generalmente

minori, che nei terreni sottostanti, che appaiono molto compatti, e duri, pur avendo analoghe caratteristiche litologiche e stratigrafiche.

I valori di NSPT sono sempre maggiori di 40

L'elaborazione dei risultati delle prove fornisce valori di angolo di attrito (Φ') in termini di pressioni efficaci compreso tra $34^\circ - 40^\circ$, peso di volume (γ) compreso tra $1,95 - 2,05 \text{ t/m}^3$, Modulo di Poisson $0,27 - 0,30$ e Modulo edometrico (E) $100 - 130 \text{ Kg/cm}^2$.

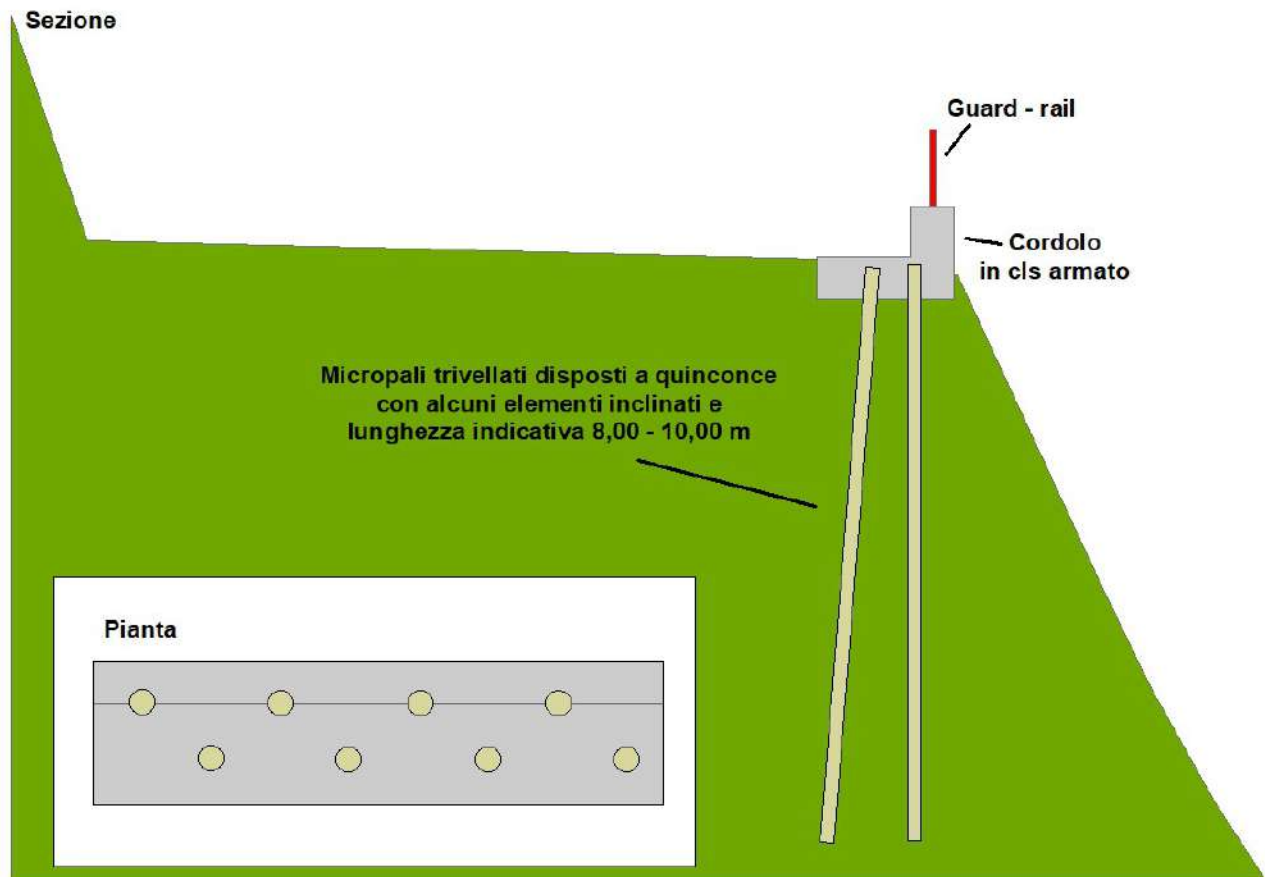


Fig. n. 10_ Sezione e pianta schematiche ed indicative dell'intervento di sistemazione del tratto stradale in oggetto

7. ANALISI SOLUZIONI FONDALI E CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE GENERALI

In ragione delle condizioni geomorfologiche e planimetriche del sito, con una scarpata di valle molto ripida e coinvolta da un piccolo e superficiale movimento franoso, combinata con la disponibilità di un terreno roccioso e stabile, appare come idonea la realizzazione di un intervento di consolidamento e sistemazione che si basi sulla realizzazione di micropali trivellati, andando quindi a sostenere la parte più esterna della carreggiata, consolidando i terreni sottostanti, impedendone il distacco e lo scivolamento verso valle.

Sulla base dei risultati dei sondaggi i pali potranno avere lunghezza di circa 8,00 m, ipotizzando nel settore prossimo al sondaggio S1, dove i terreni erano leggermente più scadenti, una profondità maggiore pari a circa 10,00 m. I pali dovranno essere distribuiti per l'intera estensione del tratto in crisi, pari a circa 40,00 m e

disposti con un interasse di circa 1,00 m. Si consiglia una disposizione a quinconce, in modo di interessare una fascia più ampia e di realizzare alcuni degli elementi colonnari con una certa inclinazione, per aumentare l'ancoraggio e contrastare il limitato confinamento laterale. Inoltre sarebbe utile la realizzazione di alcuni tiranti, nel caso fosse possibile eseguirli compatibilmente con le condizioni logistiche del cantiere.

Chiaramente i pali dovranno essere raccolti in testata da un cordolo in CLS armato, per aumentare la rigidità complessiva ed esercitare un'azione di ancoraggio e contenimento migliore.

Secondo quanto disposto dalla recente normativa tecnica (DM 17.01.08), i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei materiali coinvolti (Pedice K), devono essere ricavati dai valori medi degli stessi con associata una possibilità di non superamento del 5%. Tali valori, desunti dalla modellazione geotecnica del sito, secondo quanto stabilito dal D.M. 17.01.08, potranno essere utilizzati dal progettista qualora egli lo ritenga opportuno e sotto la propria responsabilità.

Da ciò applicate le opportune correzioni statistiche, i parametri caratteristici dei terreni interessati dai pali sono i seguenti:

Angolo di attrito interno $\Phi'_k = 36^\circ$;

Peso di volume $\gamma_K = 2,00 \text{ t/m}^3$;

Modulo edometrico $E_k = 120 \text{ kg/cm}^2$;

8. STRUTTURE ATTIVE IN EMILIA ROMAGNA E SISMICITA' REGIONALE

La convergenza tra le Placche Europea ed Africana è associata, nell'Appennino Settentrionale, ad un *pattern* deformativo e ad un'attività sismica complessa. Il settore tirrenico della catena è infatti, interessato da un prevalente campo deformativo estensionale, mentre nel settore adriatico della medesima, prevale una compressione attiva.

In quest'ultimo settore, in cui è inclusa l'Emilia Romagna, l'attività tettonica è da ricondursi alla presenza di strutture compressive, quali sovrascorrimenti (thrusts) e piegamenti. Nello specifico risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno origine agli archi Piacenza – Parma, Reggio Emilia e Ferrara.

A tali strutture, in particolare alla Dorsale Ferrarese, possono essere associate le fagliazioni superficiali osservabili in alcune aree della Pianura Padana, nelle Province di Reggio Emilia e Modena.

Lungo il margine è attivo il Thrust pede – appenninico tra Bologna e Parma, mentre blind thrusts attivi caratterizzano il settore a sud – est di Bologna.

Le principali strutture attive sono schematizzate nella **Fig. n. 11**.

L'esame di tale rappresentazione cartografica consente di riscontrare come le strutture attive nell'ambito del territorio regionale possano essere raggruppate in tre distinti settori:

- allineamento abbastanza continuo in corrispondenza del crinale appenninico, all'incirca coincidente con il fronte di accavallamento delle Unità Tettoniche Cervarola e Falterona sulle Liguridi, in Emilia; e sulla Marnoso – Arenacea in Romagna.
- Allineamento coincidente con gran parte del margine appenninico – padano, a sua volta suddivisibile da NW verso SE, in tre ulteriori settori:
- settore ad ovest della Val Taro;

- settore compreso tra le Valli del Taro e dell'Idice (ad est di Bologna);
- settore ad est della valle dell'Idice, corrispondente con il margine romagnolo.
- Allineamento coincidente con l'alto delle Pieghe Ferraresi e delle Pieghe Emiliane.

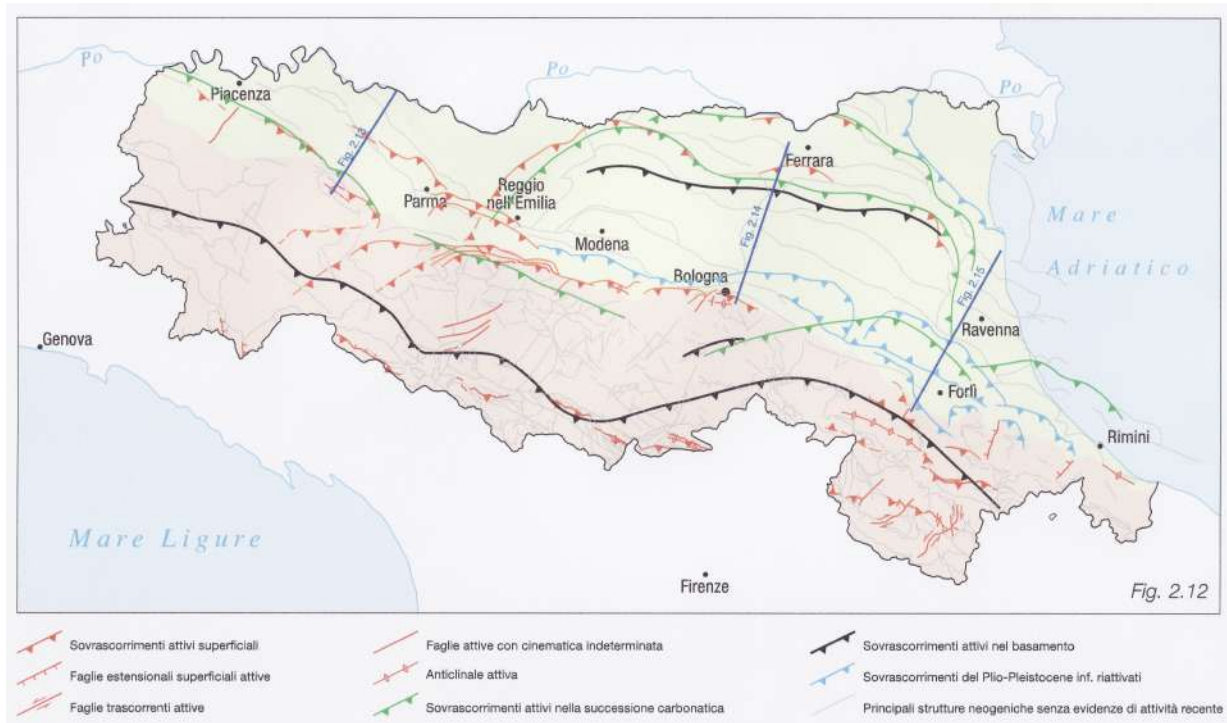


Fig. n. 11_ Strutture attive in Emilia Romagna e sezione geologica interpretativa

La regione Emilia Romagna è interessata da una sismicità media in rapporto alla sismicità nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra 5.5. e 6.0 della scala Richter ed intensità del IX – X grado della scala MCS.

I terremoti più intensi ($M > 5.5$) si sono verificati nel settore sud – orientale, in particolare nell'Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente, ma generalmente di minore energia ($M < 5.5$), sono il margine appenninico padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della Dorsale Ferrarese e il crinale appenninico. Quest'ultimo risente di due importanti zone sismogenetiche della Toscana: il Mugello e la Garfagnana.

**INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE STRADA COMUNALE CABOARA – TOLLARA
PRESSO RIO DEI BURRONI**

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0

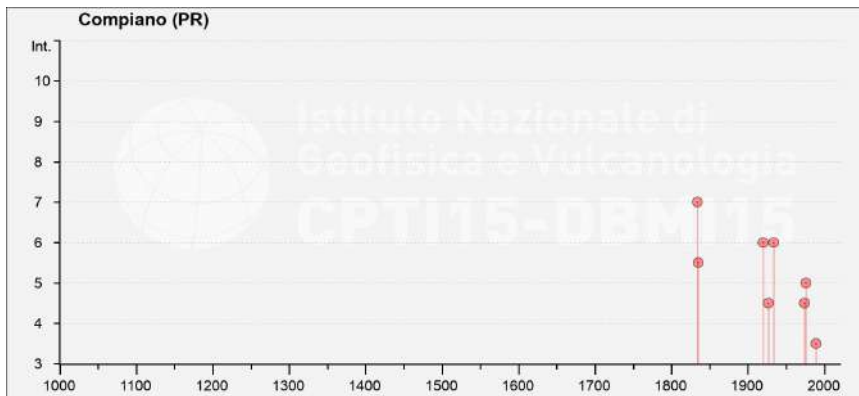
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Seismic history of Compiano
PlaceID IT_36080
Coordinates (lat, lon) 44.496, 9.662
Municipality (ISTAT 2015) Compiano
Province Parma
Region Emilia-Romagna
No. of reported earthqu 13

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	icentralAn	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
7	1126	1834	2	14	13	15		Val di Tarc	44,432	9,859		9	5,96
5-6	1133	1835	4	25	2	45		Val di Tarc	44,454	9,686		5-6	4,77
NF	1521	1886	10	15	2	20		Collecchio	44,75	10,306		6	4,7
6	2261	1920	9	7	5	55		40 Garfagnan	44,185	10,278		10	6,53
4-5	2361	1927	10	28	21	49		Alta Val di	44,52	9,59		6	4,66
6	2488	1934	6	13	9	6		Val di Tarc	44,438	9,725		6	5,14
4-5	3092	1974	4	15	21	49		12 Alta Val di	44,559	9,748		5	4,14
5	3141	1976	8	22	2	49		13 Alta Val di	44,499	9,762		5	4,54
NF	3508	1986	12	6	17	7	19,77	Ferrarese	44,947	11,444	23,5	6	4,43
3-4	3597	1989	10	3	9	41	32,85	Appennini	44,461	10,058	16,8	4	4,04
NF	3937	1998	3	26	16	26	17,03	Appennini	43,145	12,809	44,8		5,26
2	4265	2005	4	13	18	46	7,69	Valle del T	44,69	9,326	3	4	3,68
2	4266	2005	4	18	10	59	18,56	Valle del T	44,724	9,348	7,8	4	3,97

Dove Io ed Mw = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Is = Intensità sismica percepita



**Fig. n. 12_ Tabella e
grafico reperiti
dall'Archivio DBMI04,
consultabili al sito
<http://emidius.mi.ingv.it/>
DBMI04**

La sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 Km, è molto diffusa in catena e più localizzata in pianura, specie nella Dorsale Ferrarese.

I meccanismi focali calcolati risultano compressivi e trascorrenti, indicando direzioni di compressione sia NE – SW che NW – SE; i meccanismi focali distensivi sono nettamente secondari. Ne consegue che la cinematica delle principali strutture attive superficiali è di tipo transpressivo.

La sismicità crostale, con ipocentri compresi tra 15 e 35 Km, ha una distribuzione simile a quella più superficiale, ma è caratterizzata da una minore densità.

I meccanismi focali sono anche in questo caso compressivi e trascorrenti, con direzione di compressione sia NW – SE che NE – SW; i meccanismi focali distensivi sono rari e ben localizzati.

La sismicità più profonda, essenzialmente a bassa magnitudo, con ipocentri da 35 ad oltre 50 Km di profondità, interessa quasi esclusivamente il settore di catena, il margine appenninico – padano e, solo raramente, la pianura. Ne risulta un modello geodinamico attivo in cui le strutture superficiali della copertura, quelle crostali e quelle del mantello, sebbene tra loro distinte, sono tutte coerenti ed inquadrabili in un

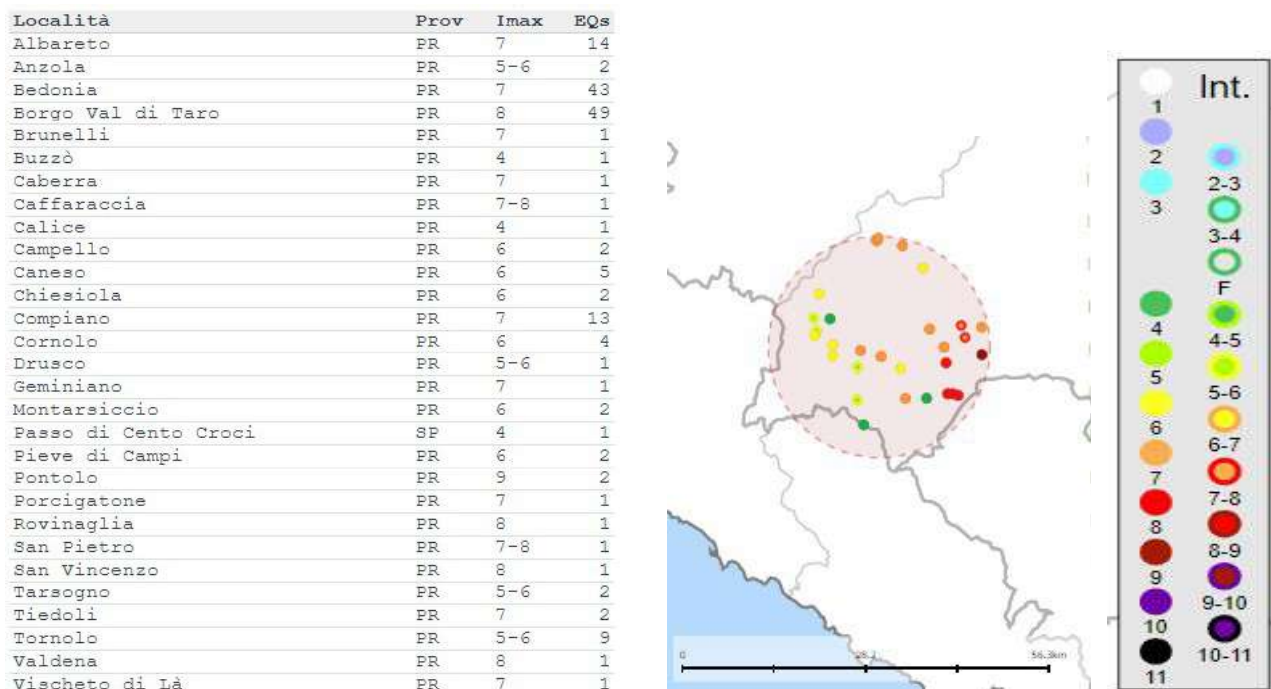
sistema transpressivo, che rispetto alle zone esterne dell'avampaese padano, relativamente stabili, assume il significato di un sistema inferiore all'interno di un sistema di trascorrenza destra.

La Provincia di Parma è soggetta ad un'attività sismica medio-bassa, indotta dai frequenti e storicamente documentati terremoti, con epicentro nell'ambito del territorio provinciale, e di riflesso dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe.

Dall'esame delle registrazioni dei terremoti, riportati anche nella specifica letteratura divulgativa (catalogo ENEL - PFG, bollettino sismico mensile dell'Istituto Nazionale di Geofisica e rapporti sull'attività sismica dell'Istituto di Geofisica e Geodetica dell'Università di Genova), si evince che la sismicità si concentra, in particolar modo, in corrispondenza del margine morfologico dell'Appennino e lungo i lineamenti ad esso trasversali (Val d'Enza, Val Parma e Val Taro).

Nel complesso il territorio provinciale può essere ritenuto potenzialmente pericoloso, anche se la pianura presenta una sismicità molto bassa. Nell'ambito territoriale della pianura parmense gli epicentri dei terremoti sono concentrati lungo i piani di rottura del substrato terziario in corrispondenza dei fasci di accavallamento del Fronte di Accavallamento Pedeappenninico (P.T.F.) e del Fronte Esterno Sepolto (E.T.F.).

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Compiano il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15, Versione 4.0, a cura di Andrea Rovida, Mario Locati, Romano Camassi, Barbara Lolli, Paolo Gasperini, Andrea Antonucci, consultabile alla pagina https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/description_CPTI15.htm#indice documenta eventi sismici giungenti al 9 - 10° grado della Scala Mercalli – Cancani – Sieberg, con intensità massima corrispondente ad $M = 6,53$, come descritto nella tabella estratta dal suddetto catalogo (Fig. n. 6).



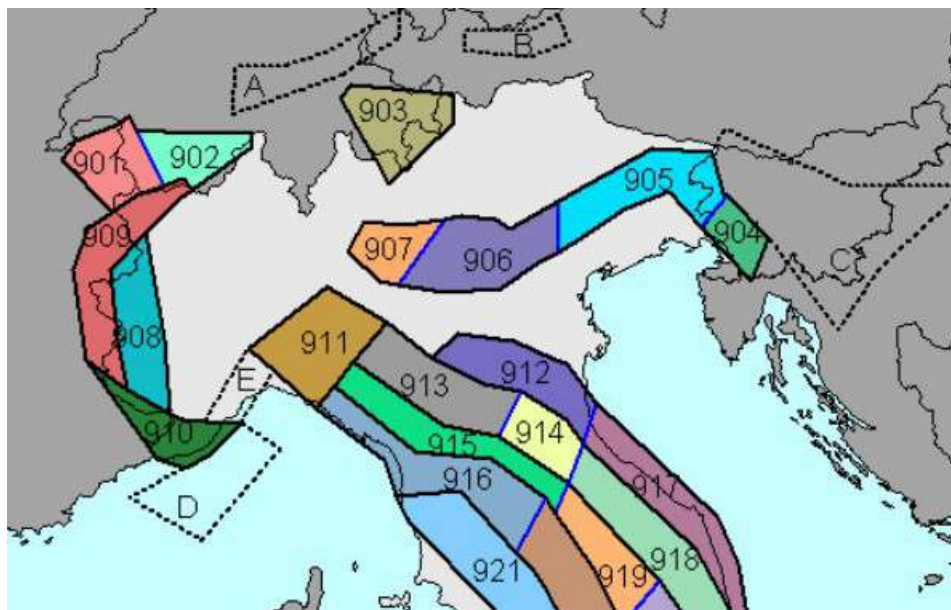


Fig. n. 14_ Zonazione sismogenetica ZS9 (a cura di C. Melettil e G. Valensise. NGV, 2004)

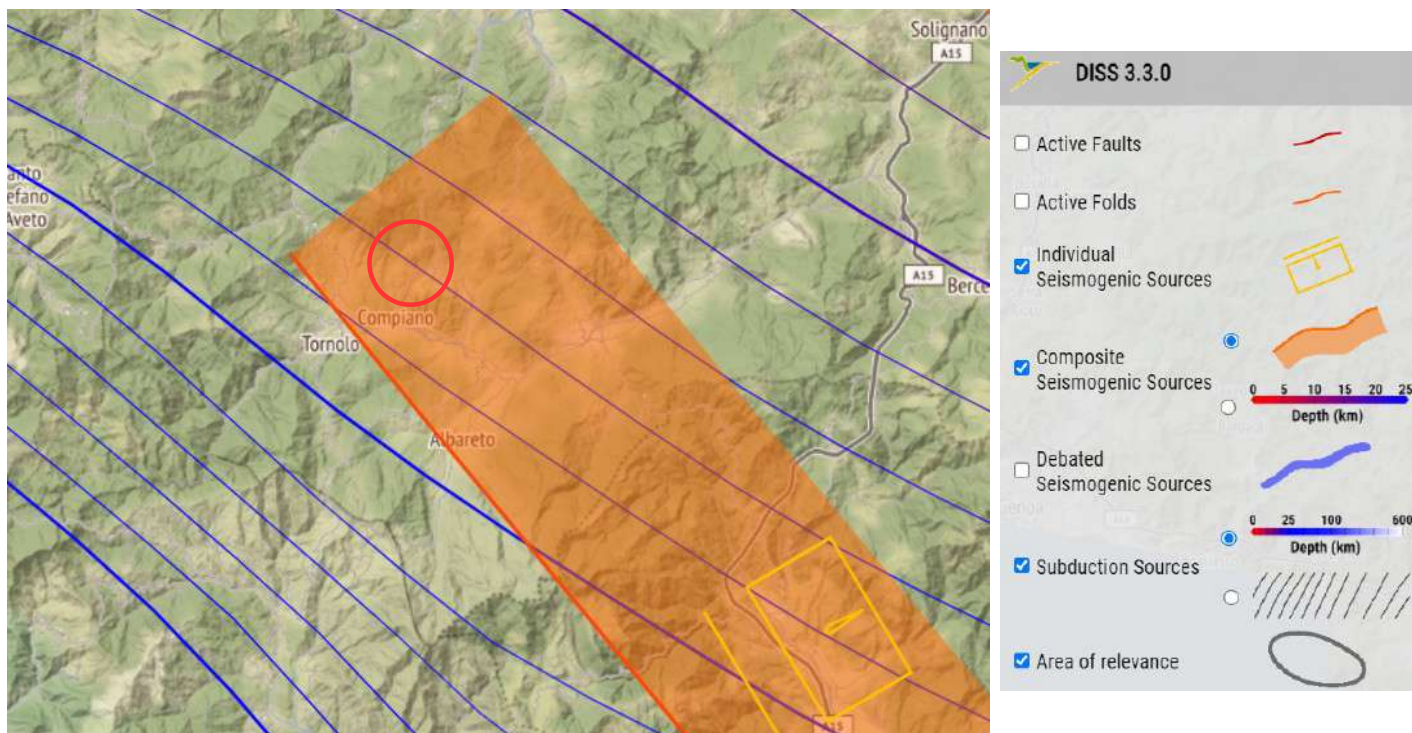


Fig. n. 15a_ Sorgenti sismogenetiche – DISS 3.3.0

ID DISS	ITCS026
Nome	Lunigiana
Compilatore/i	Burrato P.(1), Valensise G.(1)
Contributori)	Burrato P.(1), Valensise G.(1)
Affiliazione/i	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italia
Creato	08/01/2005
Aggiornato	14/05/2010
Visualizza mappa	
Fonti correlate	ITIS067 ITIS085

INFORMAZIONI PARAMETRICHE			
	Parametro	Qualità	Evidenza
Profondità minima [km]	1.0	OD	Sulla base dei dati geologici e sismologici di Solarino (2007).
Profondità massima [km]	10.0	OD	Sulla base dei dati geologici e sismologici di Solarino (2007).
Colpo [gradi] min... max	310...330	OD	Basato su dati geologici.
Dip [gradi] min... max	30...45	OD	Sulla base dei dati geologici e sismologici di Solarino (2007).
Spoglia [gradi] min... max	260...280	EJ	Dedotto da dati geologici.
Velocità di scorrimento [mm/a] min... max	0.1000... 1.0000	EJ	Sconosciuto, valori assunti dai vincoli geodinamici.
Magnitudine massima [Mw]	7.0	E.R	Stimato dalle relazioni di scala di Leonard (2014)

Fig. n. 15b_ Caratteristiche generali Sorgenti sismogenetiche relative all'area di interesse – DISS
3.3.0

Relativamente alle sorgenti sismogenetiche agenti nell'area, possiamo osservare da **Fig. n. 15 a e b** che la fonte Composita dei terremoti in tale zona, denominata con la sigla **ITCS026**, è una fascia estensiva che si trova a cavallo della regione a ridosso della Val Taro, all'interno dell'Appennino Ligure e Tosco-Emiliano. Questa Sorgente può essere vista come il possibile prolungamento nord-occidentale del sistema di faglie etrusche a immersione NE, che segna il confine estensionale nord-occidentale dell'Appennino Settentrionale. I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano un intermedio denso ($4.5 < M_w < 5.0$) a sismicità dannosa all'interno dell'area, oltre ai principali terremoti dannosi del (da nord-ovest a sud-est) del 14 febbraio 1834 (M_w 5.6, Alta Lunigiana) e del 7 maggio 1481 (M_w 5.8, Lunigiana). Questa Fonte comprende un insieme di faglie che forse mimano le strutture ereditate che delimitano i bacini estensionali, e che sono state in parte riattivate cosismicamente durante i terremoti che riportiamo. Ciò si adatterebbe particolarmente al settore meridionale dell'area, dove il rilascio del momento sismico è stato maggiore. Alcuni segmenti di questa Fonte sono stati associati ai principali terremoti di questa regione. La profondità minima e massima, **1 Km – 10 Km**, sono state basate su dati del sottosuolo e su considerazioni geometriche. Il tasso di scorrimento è

stato dedotto dalle osservazioni geologiche in strutture adiacenti che condividono lo stesso ambiente tettonico con questa Sorgente.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

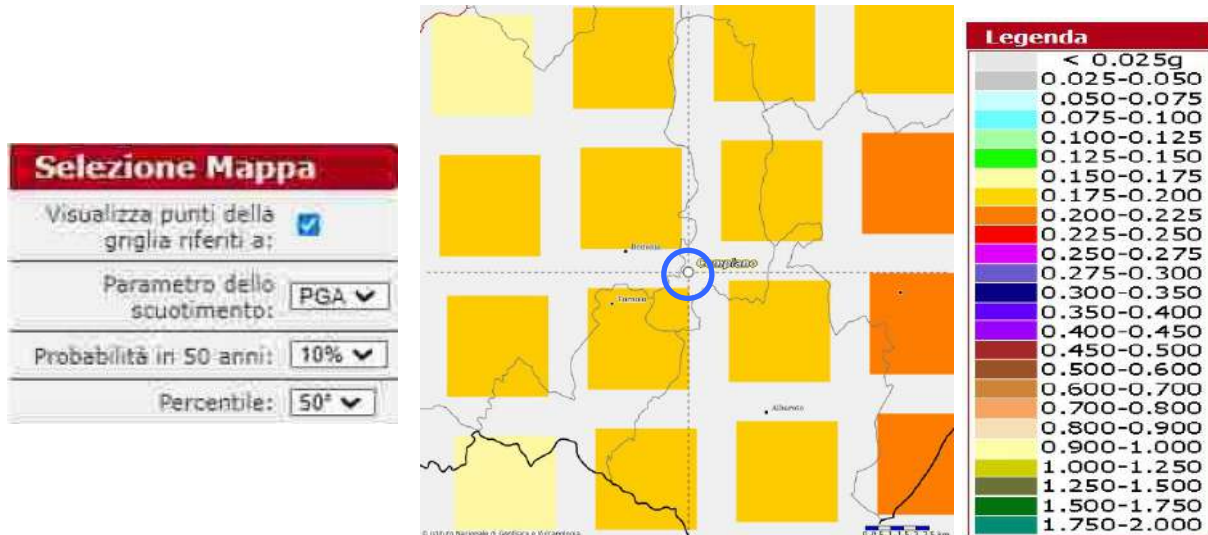


Fig. n. 16_ Mappa di pericolosità sismica ricavata dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV. Cerchiata in blu l'area di interesse

La zonazione sismica nazionale, che identifica le zone soggette a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da INGV (2003), attribuisce l'ambito territoriale in oggetto alla Zona Sismogenetica 913, quindi alla zona di dominio delle pieghe pedeappenniniche.

La riclassificazione sismica del territorio nazionale, recepita dal D.M. 17.01.18, attribuisce il Comune di Compiano alla **Zona 2** con grado di sismicità, riferito alla previgente normativa, equivalente agli ambiti con $S = 9$.

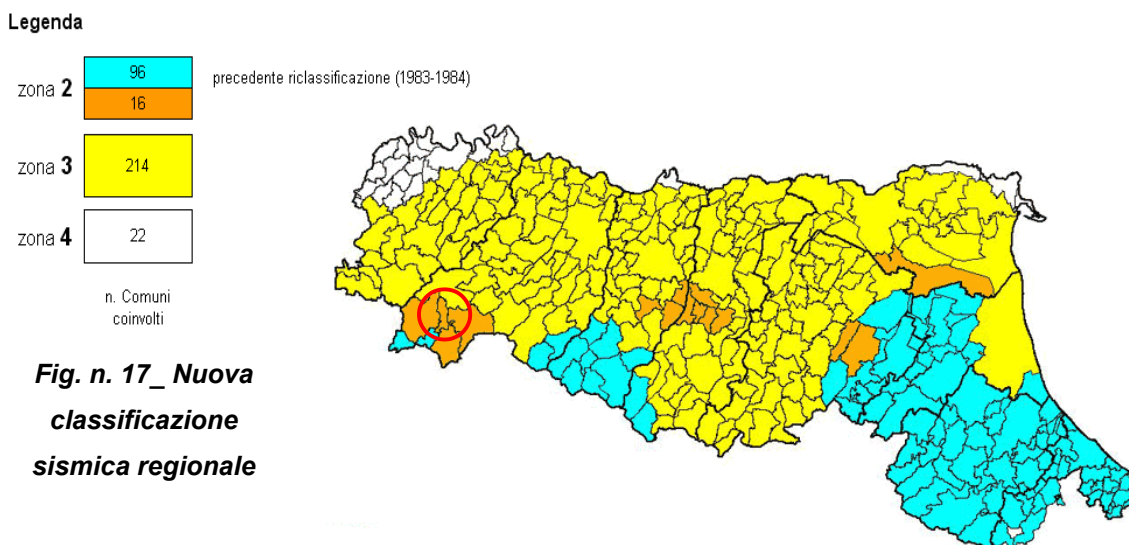


Fig. n. 17_ Nuova classificazione sismica regionale

L'azione sismica per detta zona, prevede un'accelerazione orizzontale massima equivalente ad: $a_g = 0,25g$.

L'elaborazione dei parametri della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale redatta INGV (2004) e riportata nell'OPCM 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", identifica, per la fascia territoriale in oggetto, valori di accelerazione compresi tra: **$a_g = 0,175$ e $0,200g$** . (ricavato dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV, **Fig. n. 16**).

La medesima Ordinanza stabilisce per l'area in esame un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g], compresa tra **0,15 e 0,25**.

La zona 2, così come le zone 1 e 3, può essere suddivisa in una sottozona caratterizzata da valori di a_g intermedi rispetto a quelli descritti nell'OPCM 3519, intervallati da valori non minori di 0,025g.

Il valore di a_g di riferimento riportato nell'allegato A4 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia – Romagna n. 112/2007 corrisponde, per il Comune di Compiano a:

$$a_{refg} = 0,195g$$

* a_{refg} costituisce l'accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, per $T = 0$, espressa in frazione di g

9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

9.1 CALCOLO Vs30

Per arrivare alla determinazione dell'azione sismica di progetto, il D.M.17.01.18 prevede una classificazione dei terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni ed il bedrock sulla base del Vs30 / Vseq, parametro correlato alla velocità delle onde di taglio Vs degli strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo o nello spessore di terreno H posto al di sopra di un orizzonte sismico con Vs > 800 m/s. In tal caso essendo verificata la seconda condizione si procederà al calcolo di Vseq = VsH.

La determinazione del parametro Vseq e la definizione della categoria topografica, sono propedeutici alla definizione dello spettro di risposta elastico secondo quanto previsto dalle norme.

La prova utilizzata ha consentito di definire il parametro impiegando la formula riportata nel D.M. 17.01.18:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

da intendersi come la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi H m di sottosuolo, dove h_i e V_i , indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei primi H m di profondità.

I risultati dell'indagine sismica MASW sono sviluppati e descritti nell'Allegato B

Utilizzando la formula sopra riportata si ottiene il seguente valore (quota iniziale = p.c.):

$$\text{MASW Vs30} = 393 \text{ m/s}$$

a cui corrisponde la categoria di suolo di fondazione di **tipo B** descritto nella tabella seguente (D.M. 14.01.08, punto 3.2.2. - Tabella 3.2.II).

Categoria	Descrizione
A	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.
B	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.
C	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.
D	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.
E	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.

Tab. n. 2_ Categoria suolo di fondazione

9.2 PERICOLOSITA' SISMICA

La pericolosità sismica si quantifica in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A (Par. 3.2.2 D.M. 17.01.18), e in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento PVR (Par. 3.2.1) nel periodo di riferimento VR (Par. 2.4). Per la definizione dello spettro elastico e delle differenti modalità applicative si rimanda ai punti 3.2.3.2.1 e 3.2.3.2.2 del citato decreto (D.M. 17.01.18).

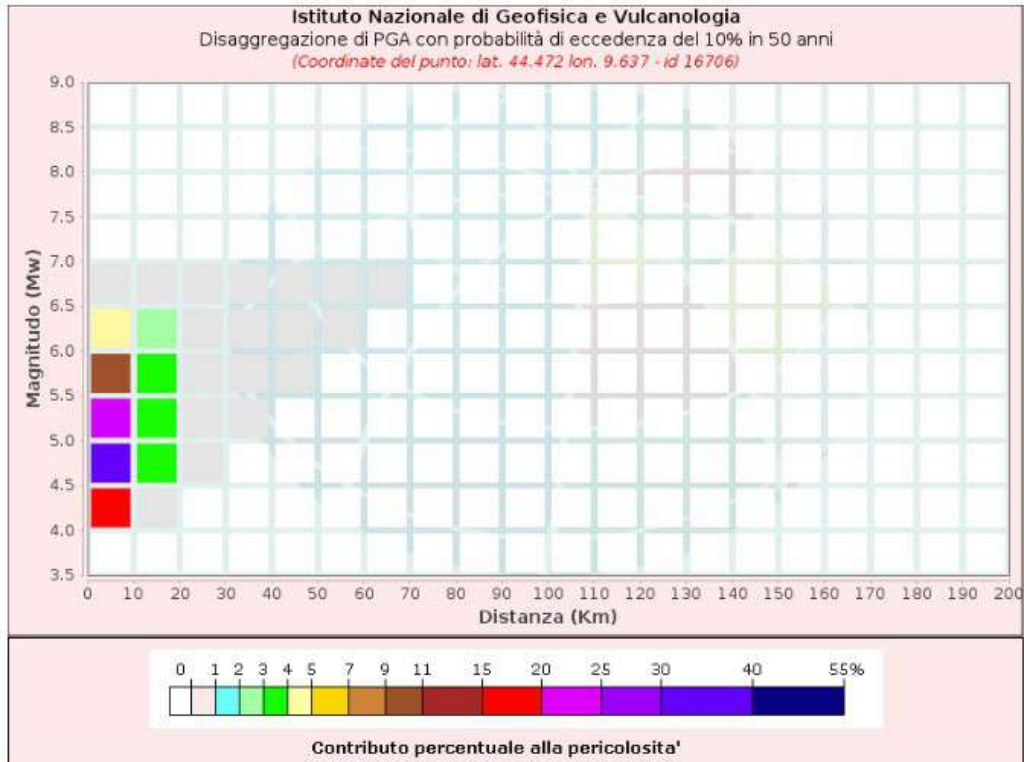
La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC e delle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_{c*} periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi non distano tra loro più di 10 Km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

**INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE STRADA COMUNALE CABOARA – TOLLARA
PRESSO RIO DEI BURRONI**



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 44.472 lon. 9.637 - id 16706)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5- 4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0- 6.5	6.5- 7.0	7.0- 7.5	7.5- 8.0	8.0- 8.5	8.5- 9.0
0-10	0.0000	16.9000	33.3000	20.2000	10.3000	4.5300	0.4990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.7220	3.0400	3.7500	3.0500	2.1000	0.3020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0249	0.2950	0.4090	0.3280	0.0601	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0055	0.0564	0.0716	0.0165	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0149	0.0052	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.05	6.09	0.928

Fig. n. 18_ Grafico di disaggregazione da cui si ricava che il principale contributo alla pericolosità sismica del quadrante è determinato da terremoti con Magnitudo (Mw) compresa tra 4.5 e 5,0, con distanza dal sito compresa tra 0 e 10 Km

Per la definizione dei parametri sismici del sito si è fatto riferimento al software GEOSTRU:

Parametri sismici

Sito in esame.	Siti di riferimento	Parametri sismici
latitudine: 44,541308	Sito 1 ID: 16484 Lat: 44,5223 Lon: 9,6344 Distanza: 5576,554	Categoria sottosuolo: B
longitudine: 9,699495	Sito 2 ID: 16485 Lat: 44,5246 Lon: 9,7044 Distanza: 1898,742	Categoria topografica: T2
Classe: 2	Sito 3 ID: 16263 Lat: 44,5745 Lon: 9,7012 Distanza: 3697,736	Periodo di riferimento: 50anni
Vita nominale: 50	Sito 4 ID: 16262 Lat: 44,5723 Lon: 9,6311 Distanza: 6418,443	Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):	Danno (SLD):	Salvaguardia della vita (SLV):	Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 81%	Probabilità di superamento: 63%	Probabilità di superamento: 10%	Probabilità di superamento: 5%
Tr: 30[anni]	Tr: 50[anni]	Tr: 475[anni]	Tr: 975[anni]
ag: 0,055 g	ag: 0,073 g	ag: 0,194 g	ag: 0,251 g
Fo: 2,403	Fo: 2,422	Fo: 2,417	Fo: 2,415
Tc*: 0,235[s]	Tc*: 0,245[s]	Tc*: 0,275[s]	Tc*: 0,279[s]

Coefficienti sismici

SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,160
Cc: 1,470	Cc: 1,460	Cc: 1,420	Cc: 1,420
St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200
Kh: 0,016	Kh: 0,021	Kh: 0,067	Kh: 0,098
Kv: 0,008	Kv: 0,011	Kv: 0,034	Kv: 0,049
Amax: 0,781	Amax: 1,036	Amax: 2,744	Amax: 3,432
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,240	Beta: 0,280

Il vecchio D.M. del 2008, introduce il parametro S che amplifica il valore dell'azione sismica di progetto, variabile sia sulla base della Categoria del suolo di fondazione che delle condizioni topografiche del sito, mediante la seguente relazione:

$$S = S_s * S_T$$

Dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica; S_T = coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente S_s per la Categoria di suoli B viene determinato mediante l'espressione (Tab. 3.2.V):

$$1,00 \leq 1,40 - 0,40 * F_0 * ag/g \leq 1,20$$

Mentre il coefficiente S_T per una categoria topografica T_1 viene assunto pari a 1,0 (Tab. 3.2.VI)

Pertanto nel caso in esame $S = S_s * S_T = 1,20 * 1,00 = 1,20$

Tale parametro S fornisce il valore dell'amplificazione S dello scuotimento sismico, necessario per valutare l'accelerazione massima attesa in superficie attraverso la seguente relazione:

$$a_{max} = S * a_g$$

In caso di Salvaguardia della vita (SLV) con Probabilità di superamento: 10%

$$a_{max} = S * a_g = 1,20 * 0,194g = 0,2328g$$

9.4 VERIFICA DELLA POSSIBILITA' DELL'OCCORENZA DI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

I depositi e i terreni presenti hanno caratteristiche granulometriche e tessiturali tali da poter essere ritenuti non liquefacibili (assenza di significativi livelli sabbiosi), inoltre i sondaggi svolti non hanno intercettato falda, per cui il rischio di liquefazione è molto ridotto o assente.

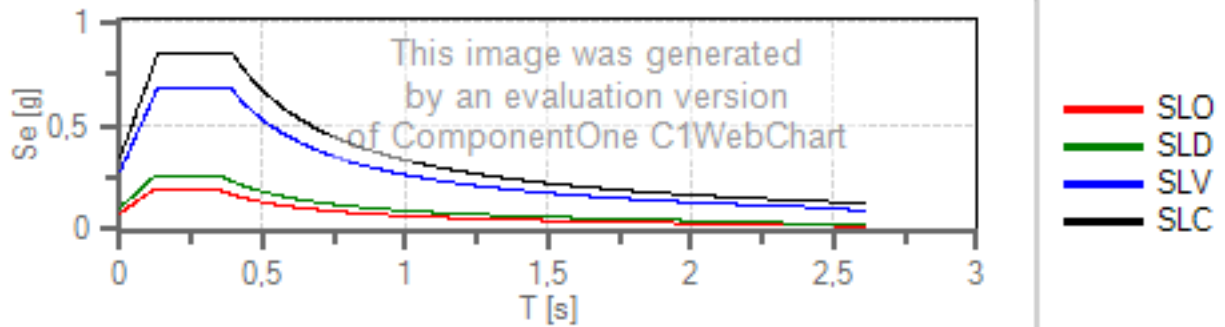
Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

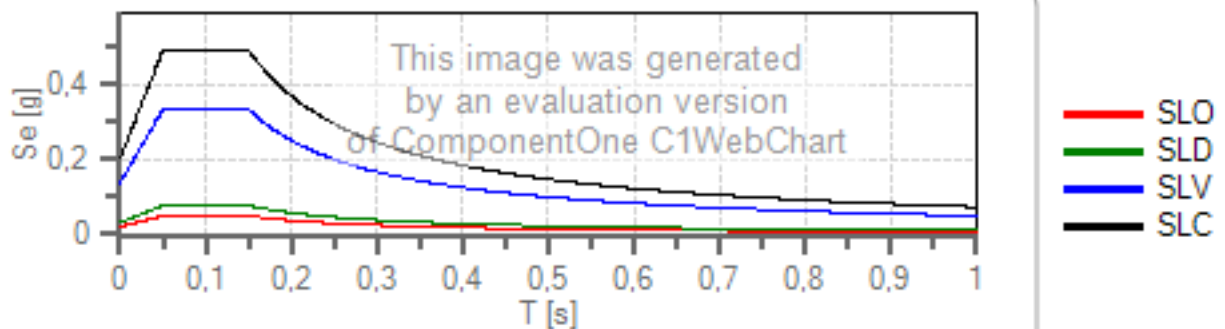
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,055	2,403	0,235	1,200	1,470	1,200	1,440	1,000	0,115	0,346	1,821
SLD	1	0,073	2,422	0,245	1,200	1,460	1,200	1,440	1,000	0,119	0,357	1,893
SLV	1	0,194	2,417	0,275	1,200	1,420	1,200	1,440	1,000	0,130	0,390	2,377
SLC	1	0,251	2,415	0,279	1,160	1,420	1,200	1,392	1,000	0,132	0,396	2,606

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

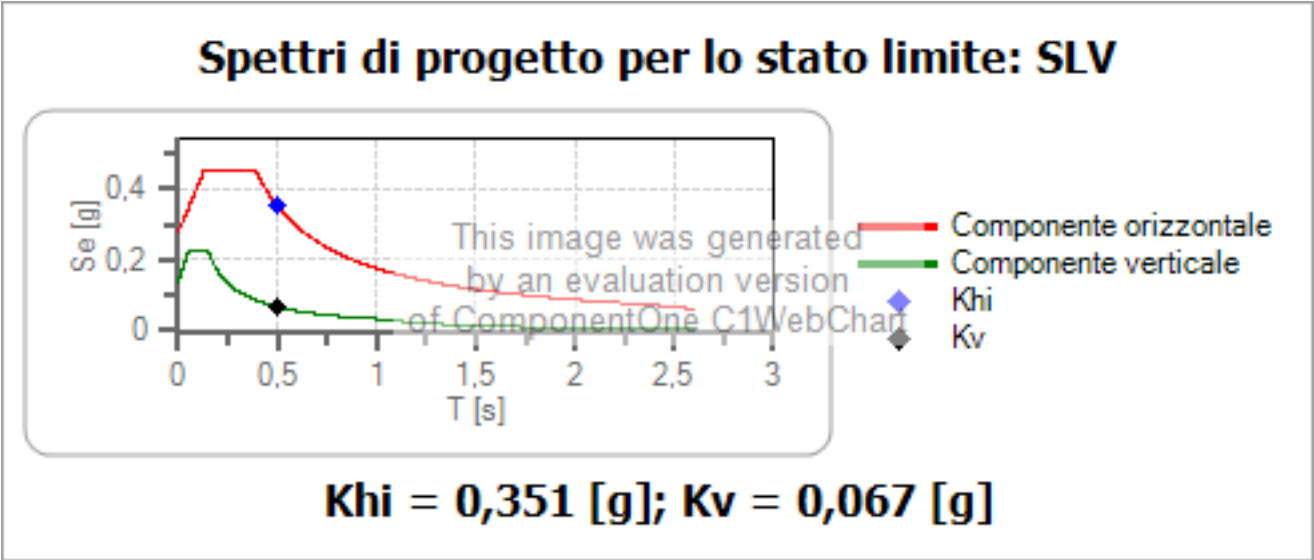


	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,055	2,403	0,235	1,000	1,470	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,073	2,422	0,245	1,000	1,460	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,194	2,417	0,275	1,000	1,420	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,251	2,415	0,279	1,000	1,420	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667
 Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5
 per lo spettro verticale = 0,667
 Stato limite: SLV



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	1	0,194	2,417	0,275	1,200	1,420	1,200	1,440	1,500	0,130	0,390	2,377
SLV verticale	1	0,194	2,417	0,275	1,200	1,420	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000

Periodo: 0,5[sec]
 Khi: 0,351 [g]
 Kv: 0,067 [g]

10. CONCLUSIONI

Lo studio svolto è stato finalizzato alla sistemazione di un tratto di strada comunale, coinvolto da un dissesto che ne sta pregiudicando l'utilizzo, costituito da uno smottamento lungo la scarpata sottostradale, che ha coinvolto circa 35 – 40 m di carreggiata, il cui bordo esterno risulta attualmente sospeso.

Il piccolo e superficiale fenomeno franoso si è innescato a seguito di un periodo di forti piogge, e causato dalla forte acclività presente ed in parte da possibile azione di scalzamento al piede esercitato dal Rio che drena la profonda incisione presente. Attualmente la scarpata è priva di vegetazione e quindi soggetta a fenomeni di erosione, che ne peggiorano le condizioni di stabilità.

Il dissesto si evidenzia anche lungo settori della scarpata di monte, anch'essa piuttosto ripida e scoscesa, lungo la quale affiorano lembi rocciosi della formazione litologica caratterizzante il substrato (Arenarie di Scabiazza – SCB), che si manifestano con chiara giacitura a reggipoggio, con angoli di inclinazione piuttosto bassi e prossimi a 25 - 30°. Si tratta di locali fenomeni di crollo, con dilavamento della superficie di scivolamento, che hanno interessato limitate e sottili porzioni detritiche, costituente la coltre di alterazione superficiale presente. Tali fenomeni più che a scivolamenti e crolli gravitativi, possono essere assimilati a processi erosivi, di denudamento del bedrock presente, che appare superficialmente piuttosto alterato, disgregato e fratturato, come evidenziato anche dai sondaggi svolti, specie nel carotaggio S1.

Lo sviluppo dei fenomeni, che hanno una certa tendenza retrogressiva, ha lasciato blocchi e massi in equilibrio precario, incombenenti sulla carreggiata e una corona di distacco superiore, in cui sono presenti alberi ed arbusti in precario equilibrio e che esercitano un'azione destabilizzante sul ciglio della scarpata.

Le indagini geognostiche hanno evidenziato una stratigrafia piuttosto semplice come intuibile anche dagli affioramenti presenti lungo la scarpata stradale superiore, costituita, al di sotto di un livello antropico caratterizzato da bitume e massicciata stradale dello spessore di circa 0,60 cm, da terreno roccioso, costituito da sequenze torbiditiche riferibili alle Arenarie di Scabiazza, che si differenziano per diverso grado di alterazione e fratturazione e maggiore o minore spessore delle alternanze arenacee / pelitiche presenti, evidenziati dalla velocità di avanzamento della trivella. Le Cassette catalogatrici evidenziano argilliti laminate e debolmente marnose, da dure a molto dure, con livelli decimetrici di calcareniti durissime.

Non è stato raggiunto ed individuato il livello della falda e si è osservato nel S1, alla profondità di circa 9,00 m dal p.c. una debole venuta d'acqua in foro

Il suolo di fondazione, relativamente alla nuova normativa tecnica adottata in materia di progettazione e prevenzione sismica (D.M.18-01-2018), alla luce delle risultanze ottenute può essere riferito alla **Categoria "B"** (*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. $V_{seq} = 393 \text{ m/s}$ con $H = 8,00 \text{ m}$*).

Nel settore non sono presenti faglie capaci e cavità, sono attesi modesti fenomeni di amplificazione stratigrafica, mentre sussistono condizioni per averne di tipo topografico, con pendenza dei fianchi $> 15^\circ$,

Categoria topografica T2.

I terreni non appaiono suscettibili di liquefazione in quanto litologicamente non predisposti al fenomeno ed in quanto non interessati da falda.

Sulla base di quanto osservato, in funzione delle condizioni morfometriche del sito, si individuano come praticabili soluzioni di intervento, che, per quanto riguarda la sistemazione della scarpata stradale ed il ripristino della percorribilità stradale, non possono prescindere da soluzioni basate sulla realizzazione di pali trivellati, che a causa della forte acclività della scarpata e del conseguente scarso confinamento laterale, dovranno avere lunghezza di almeno 8,00 – 10,00 m. I micropali potranno essere disposti per una maggiore efficienza a quinconce e al cuni di essi, per un migliore ancoraggio potranno essere inclinati di alcuni gradi rispetto alla verticale

Tali elementi colonnari dovranno essere collegati in testata da un cordolo in cls armato, con la funzione di irrigidire la palificata.

In Fig. n. 10 si propone uno schema indicativo, non in scala, dell'intervento previsto, in cui si evidenziano i principali principi da utilizzare ed uno schema indicativo dello schema di intervento, che potrà essere completato con opere di sistemazione mutate dalla bioingegneria al fine di consolidare la scarpata, riducendo l'erosione e favorendo la ripresa del soprassuolo arboreo e arbustivo, come ad esempio realizzato nel tratto adiacente, mediante alcuni ordini di palizzate, che appaiono aver avuto un positivo impatto e che potranno essere costituite da cordonate, fascinate ed inerbimento, con posa di biostuoie

Relativamente ai settori di scarpata a monte della strada, oggetto di fenomeni di erosione e crollo, si dovrà provvedere ad un'azione di disaggancio nei confronti dei massi e dei livelli rocciosi fratturati ed in equilibrio precario, a cui dovrà seguire un'azione di taglio, pulizia e scoronamento lungo la ripa superiore, per rimuovere le piante poste lungo il ciglio della scarpata e regolarizzarne il profilo. Tale azione si consiglia di eseguirla lungo l'intero tratto stradale a scopo preventivo, per evitare futuri fenomeni di crollo.

Terminata tale fase di messa in sicurezza si consiglia di provvedere ad interventi di consolidamento dei fronti di scarpata in degradazione attuale, mediante sistemi di contenimento e antierosivi, che consentano una rapida e diffusa ripresa della copertura vegetale ed il contenimento nei riguardi di elementi che potrebbero scivolare e crollare lungo la carreggiata.

Tali finalità potranno essere raggiunte con moderni sistemi di biostuoie, combinate con reti metalliche di adeguata maglia e inerbimento, per accelerare e favorire l'azione radicante e antierosiva della copertura vegetale. Attualmente sono in produzione sistemi costituiti da un Geocomposito avente funzione consolidante della massa rocciosa maggiore e trattenimento del detrito fine. Il geocomposito è preaccoppiato in fase di produzione mediante sovrapposizione di una rete metallica e la posa avviene quindi simultaneamente. A riguardo si può richiedere preventivo e sopralluogo a ditte specializzate esperte nel settore.

Si raccomanda infine, che, nell'esecuzione dei lavori di sistemazione e asfaltatura della strada, vengano realizzate le necessarie opere di raccolta delle acque defluenti lungo la carreggiata, mediante la realizzazione di un'adeguata cunetta e della regimazione delle acque incombenti su di essa e percolanti dal versante.

Dallo Studio non emergono ulteriori indicazioni e prescrizioni

*INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE STRADA COMUNALE CABOARA – TOLLARA
PRESSO RIO DEI BURRONI*

In caso di problematiche o condizioni difformi da quanto previsto nel presente lavoro, è opportuno contattare il geologo, per valutare la situazione ed individuare soluzioni e pratiche da adottare in merito.

L'osservanza di queste elementari prescrizioni e l'azione delle normali attività antropiche di sistemazione e monitoraggio dell'area, sicuramente salvaguarderanno la situazione attuale e potranno consentire nel tempo l'utilizzo della Strada Comunale in esame.

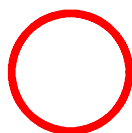
Borgo Val di Taro, Agosto 2023



TAVOLA 1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Stralcio C.T.R., Scala 1:25.000
Tav. n. 216 NO "Cereseto"

LEGENDA



Area di interesse



Limite comunale

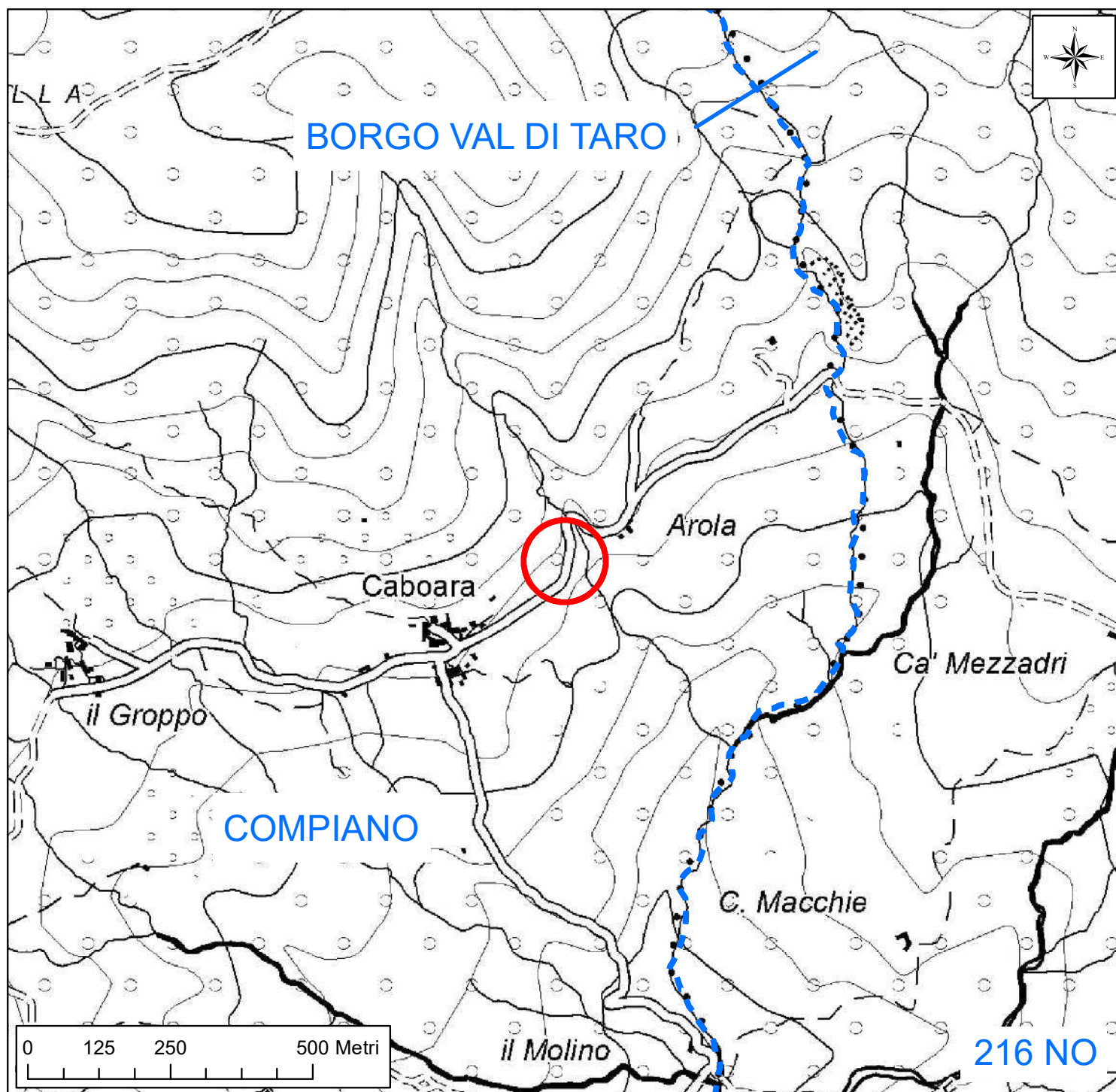


TAVOLA 2 CARTA DEL DISSESTO

Carta del dissesto del P.T.C.P. della Provincia di Parma - Variante specifica 2013 - 2014
Scala 1:10.000. Sezione n. 216050 "Porcigatone"

LEGENDA

**AREE A PERICOLOSITA'
GEOMORFOLOGICA MOLTO ELEVATA**
art. 21 delle N.T.A.



Frana attiva

**AREE A PERICOLOSITA'
GEOMORFOLOGICA MODERATA**
art. 22 bis delle N.T.A.

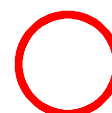


Depositi di versante

**AREE A PERICOLOSITA'
GEOMORFOLOGICA ELEVATA**
art. 22 delle N.T.A.



Frana quiescente



Area di interesse

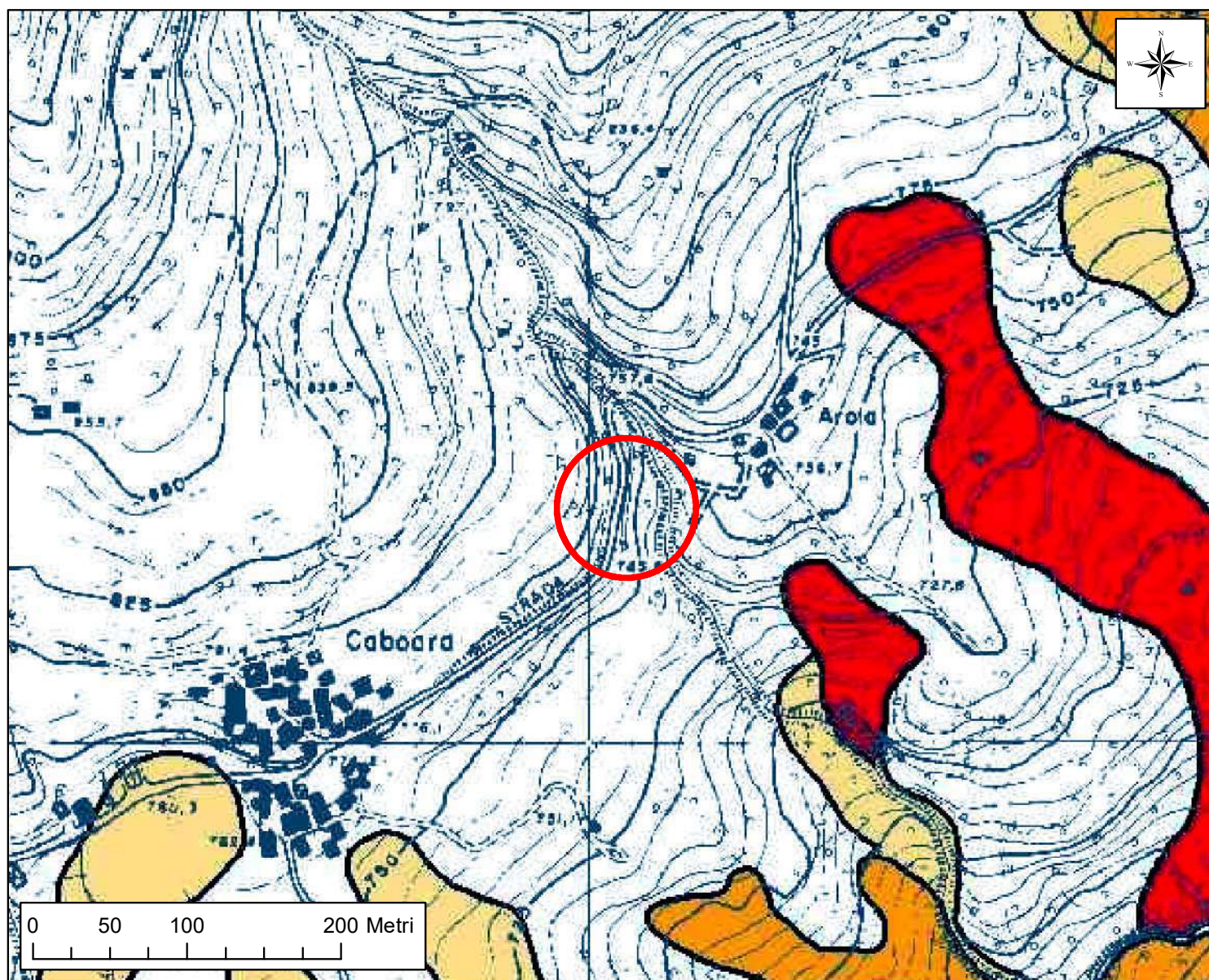
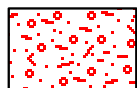


TAVOLA 3 CARTA GEOLOGICA

Carta geologica Progetto CARG, Scala 1:10.000. Sezione n. 216070 "Ostia Parmense"

LEGENDA

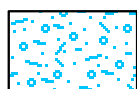
COPERTURE QUATERNARIE



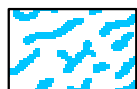
a1b_ Deposito di frana attiva
per scivolamento



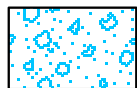
a1d_ Deposito di frana attiva
per colamento lento



a2b_ Deposito di frana quiescente
per scivolamento



a2d_ Deposito di frana quiescente
pr colamento lento

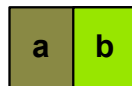


a2g_ Deposito di frana quiescente
di tipo complesso



a3_ Depositi di versante

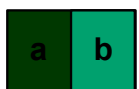
UNITA' LIGURI



ACM_ Arenarie di Campi
a) affiorante; b) sub - affiorante



SCB_ Arenarie di Scabiazza
a) affiorante; b) sub - affiorante



SCB_ Arenarie di Scabiazza
a) affiorante; b) sub - affiorante

DATI STRUTTURALI



34 Giacitura degli strati



Area di intervento

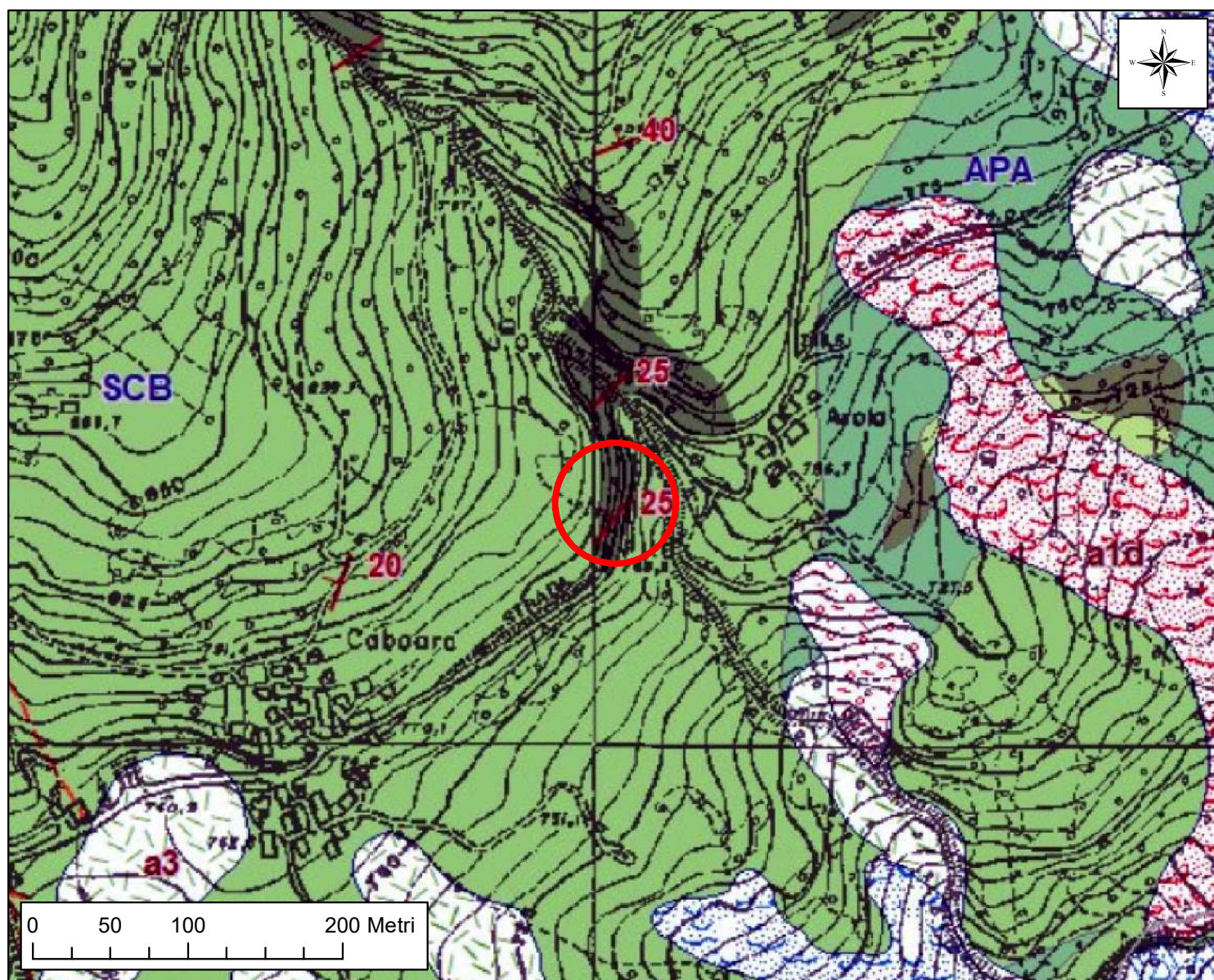


TAVOLA 4

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Stralcio C.T.R. Scala 1:25.000

Tavola n. 216 NO "Cereseto"

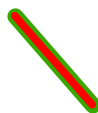
LEGENDA



**Area non soggetta a
Vincolo Idrogeologico**



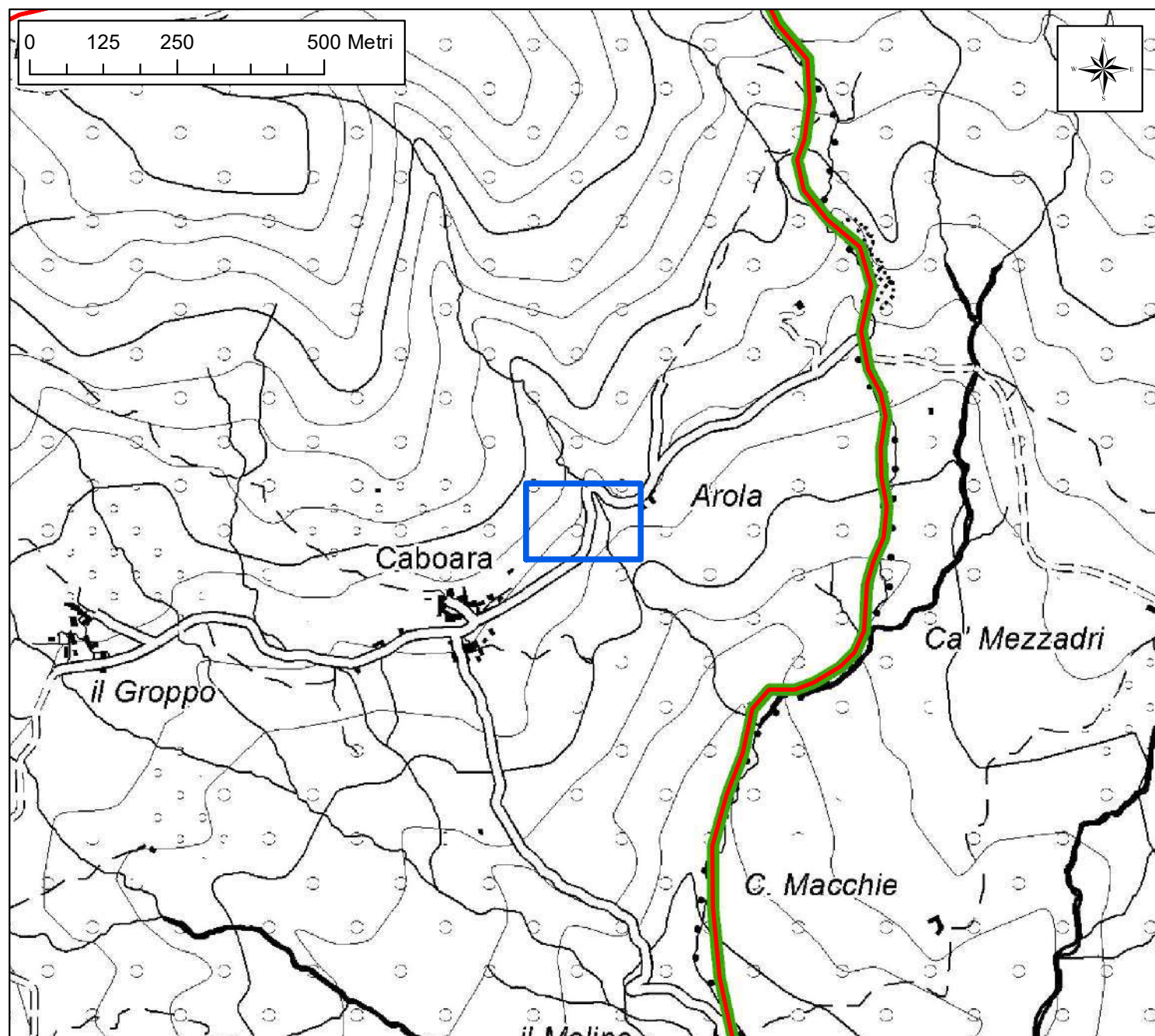
**Area soggetta a
Vincolo Idrogeologico**



Limite comunale



Area di intervento



ALLEGATO A

*Stratigrafie sondaggi a carotaggio continuo S1 e S2
con foto cassette catalogatrici*

40th
year
1981-2021



ESECUZIONE DI N° 2 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

COMUNE DI COMPIANO (PR), LOC.AROLA/CABOARA,

CUP G27H23000460001, CIG Z0B3BE2BBC.

CALZOLARI PERFORAZIONI S.r.l. unipersonale

Via Thomas Edison, 2
Rubbiano di Solignano - Parma
Tel: +39 0525 2140
info@calzolariperforazioni.it

www.calzolariperforazioni.it
P.IVA / CF 00784280349
REA Parma n°146204
Capitale sociale € 15.500,00 i.v.
CEE IT 00784280349



INDICE

1 – PREMESSA

2 – ATTREZZATURA IMPIEGATA PER L' INDAGINE GEOGNOSTICA

3 – DOCUMENTAZIONE SONDAGGI:

legenda e tabella e stratigrafica, S 1

legenda e tabella e stratigrafica, S 2

Documentazione fotografica

1 – PREMESSA

L'indagine si sviluppa attraverso:

- Esecuzione di n.4 sondaggi a carotaggio continuo, localizzati come da indicazioni della Committenza, spinti sino alla di profondità di:
S 1 -13.0 m da p.c.;
S 2 -10.0 m da p.c.;
- Esecuzione n. 4 SPT;
- Recupero, identificazione e custodia in apposite cassette catalogatrici del terreno prelevato;
- Descrizione e restituzione in forma grafica delle stratigrafie, dei tabulati e presentazione della documentazione fotografica;

I lavori di campagna sono stati eseguiti il 21 Luglio 2023.

Tabella indagine

Data	Sondaggio	Profondità (m)	tipo	SPT	
				Profondità (m)	N° colpi
21-07.2023	S 1	13	carotaggio continuo	1.5	25-15-31
				4.5	12-15-27
				12.0	50/5 cm
21-07.2023	S 2	10	carotaggio continuo	3.0	38-50/5 cm

2 – ATTREZZATURA IMPIEGATA PER LE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per l'esecuzione delle indagini sono state impiegate le seguenti attrezzatura tecnica: sonda cingolata

M.D.T. V80 dotata delle seguenti caratteristiche:

M.D.T. V80:

- _ Perforatrice montata su carro cingolato ad azionamento oleodinamico;
- _ Sistema di perforazione: rotazione a circolazione diretta, distruzione di nucleo con spurgo ad acqua, fango, aria;
- _ Torre: struttura tipo scatolato;
- _ Capacità max di tiro e spinta: 40 KN;
- _ Coppia di rotazione massima: 10000 Nm;
- _ Velocità di rotazione: 627 Rpm



3- DOCUMENTAZIONE SONDAGGI:

Committente: Comune di Compiano	Sondaggio: S 1
Riferimento: Loc.Arola/Caboara	Data: 21/07/2023
CIG: Z0B3BE2BBC CUP: G27H23000460001	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

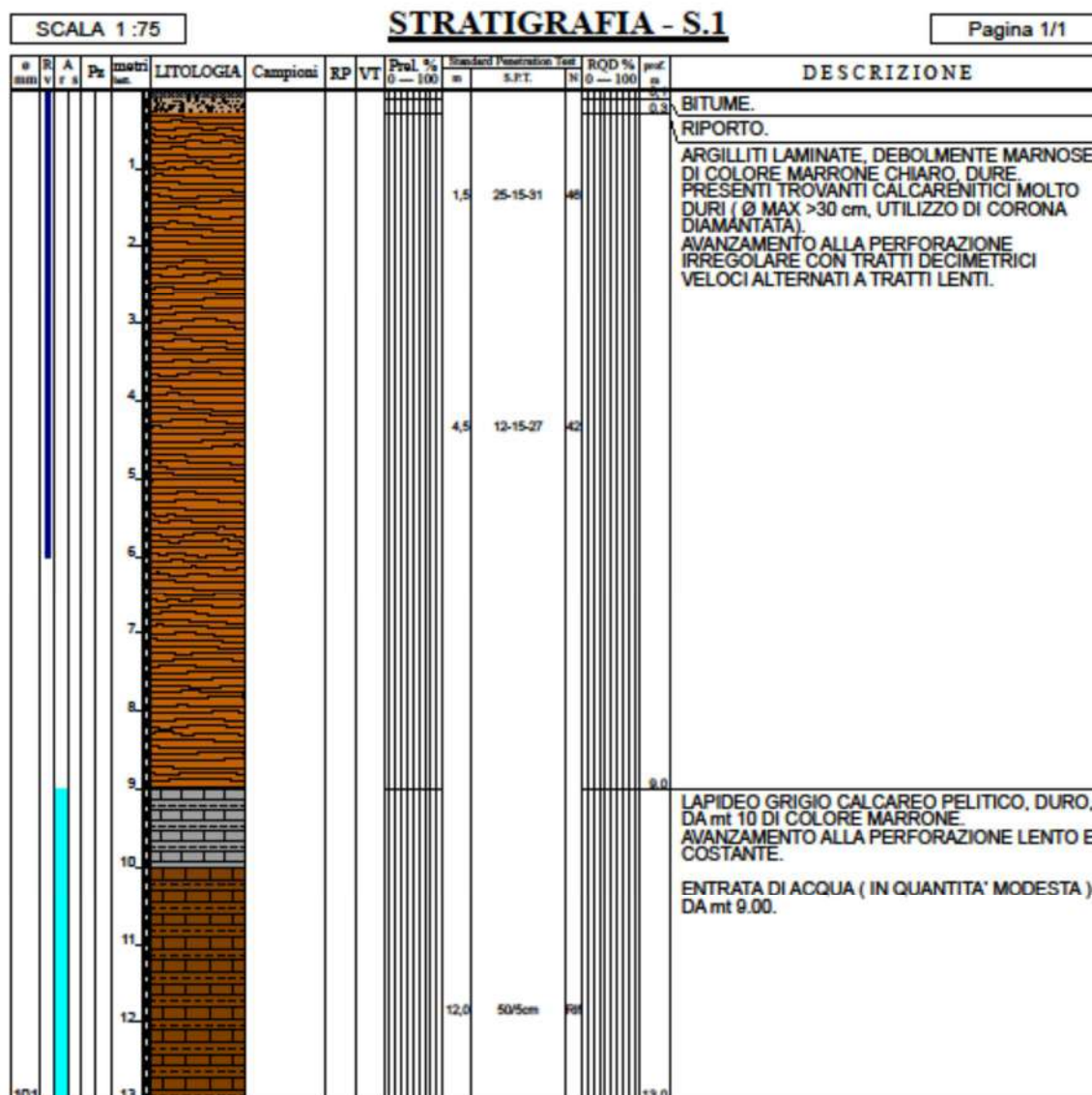
# mm	R v	A s	Pr metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Preli. % 0 — 100	Standard Penetration Test		RQD % 0 — 100	prof. m	DESCRIZIONE		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Valore di N_{spt}
- 14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Profondità della base dello strato (m)
- 16) Descrizione della litologia dello strato



She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Committente: Comune di Compiano	Sondaggio: S 1
Riferimento: Loc.Arola/Caboara	Data: 21/07/2023
CIG: Z0B3BE2BBC CUP: G27H23000460001	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	



Committente: Comune di Compiano	Sondaggio: S 2
Riferimento: Loc.Arola/Caboara	Data: 21/07/2023
CIG: Z0B3BE2BBC CUP: G27H23000460001	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

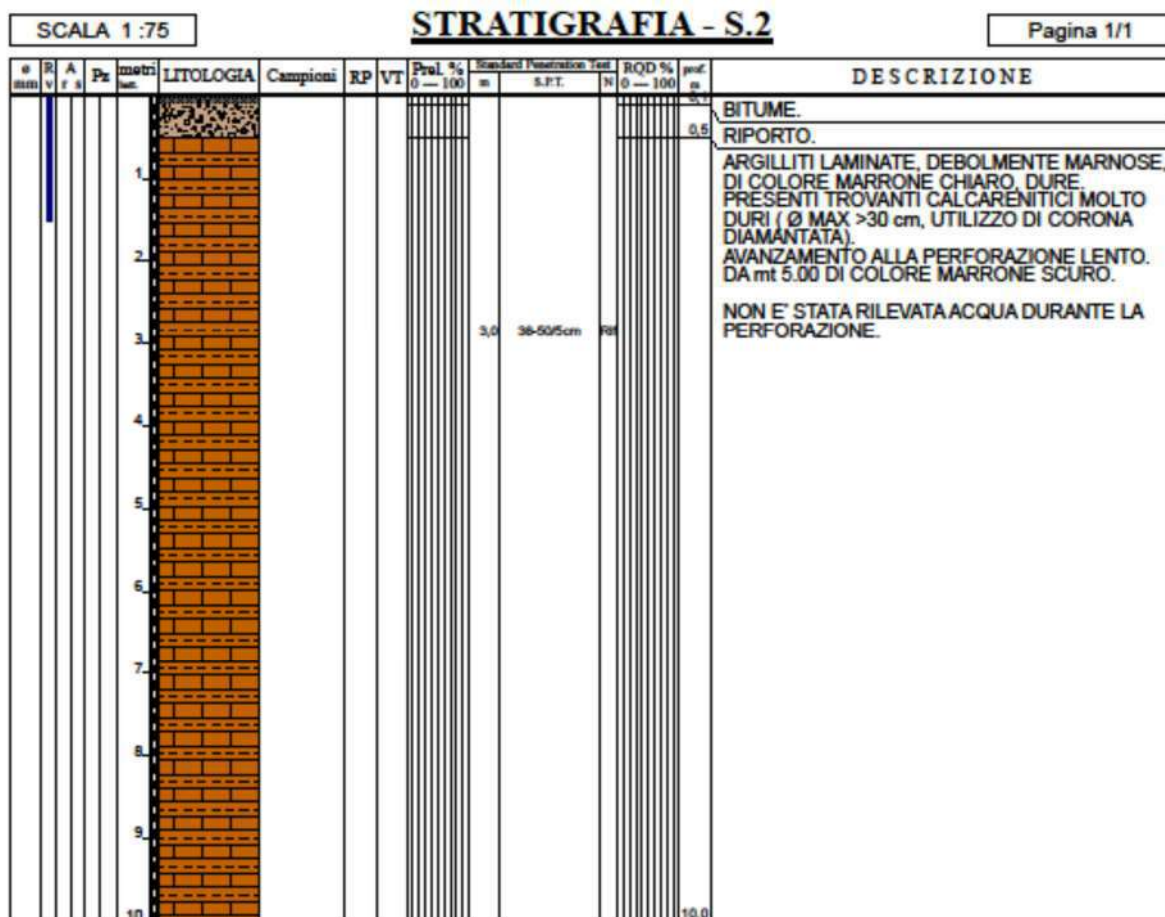
Ø mm	R v	A s	Pz	metri testa	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Pres. % 0 — 100	Standard Penetration Test S.P.T.		RQD % 0 — 100	prof. m	DESCRIZIONE	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Valore di N_{spt}
- 14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Profondità della base dello strato (m)
- 16) Descrizione della litologia dello strato



She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDt = Semi disturbato
SPT = SPT

Committente: Comune di Compiano	Sondaggio: S 2
Riferimento: Loc.Arola/Caboara	Data: 21/07/2023
CIG: Z0B3BE2BBC CUP: G27H23000460001	Quota:
Perforazione: Carotaggio continuo	



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

S 1



S 1: da 0.0 a 5.0 m



S 1: da 5.0 a 10.0 m



S 1: da 10.0 a 13.0 m



S 1: sonda

S 2



S 2: da 0.0 a 5.0 m



S 2: da 5.0 a 10.0 m



S 2: sonda

ALLEGATO B
Indagine geofisica MASW
e calcolo delle VS30/Vseq
D.M. 17.01.2018

INDAGINE MASW-HS

LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Castello, Bardi

COORDINATE WGS84 44°32'25.1"N 9°41'54.4"E (da GOOGLE MAP)

COMUNE: Compiano (PR)

DATA ACQUISIZIONE: 06.07.2023. ORA: 15.35



Localizzazione prova

Subsurface model

Vs (m/s): 160, 240, 335, 440, 620, 840, 950, 630, 1200, 1800, 2400

Thickness (m): 0.4, 0.6, 2.0, 2.0, 3.0, 40.0, 10.0, 48.0, 60.0, 60.0

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.78, 1.89, 1.98, 2.05, 2.15, 2.23, 2.26, 2.15, 2.33, 2.44, 2.52

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa)(appr. val): 46 109 222 397 825 1572 2041 853 3349 7897 14494

Poisson: 0.42 0.45 0.28 0.38 0.28 0.33 0.31 0.29 0.36 0.20 0.16

VsH (m/s): 393

H = 8m

CATEGORIA B

B - 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.

INDAGINE MASW-HS

ACQUISIZIONE MASW

Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
<i>Operatore in campagna</i>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<i>Lunghezza Stendimento</i>	55 metri
<i>Offset Minimo</i>	5 metri
<i>Incremento</i>	5 metri
<i>N° tracce</i>	11
<i>Tipo di Onda</i>	Rayleigh: n.3 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.3 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<i>Lunghezza dell'acquisizione</i>	2 secondi
<i>Intervallo di Campionamento</i>	0.001 secondi
<i>Stacking</i>	6 battute per punto sorgente: 3 Verticali + 3 Orizzontali

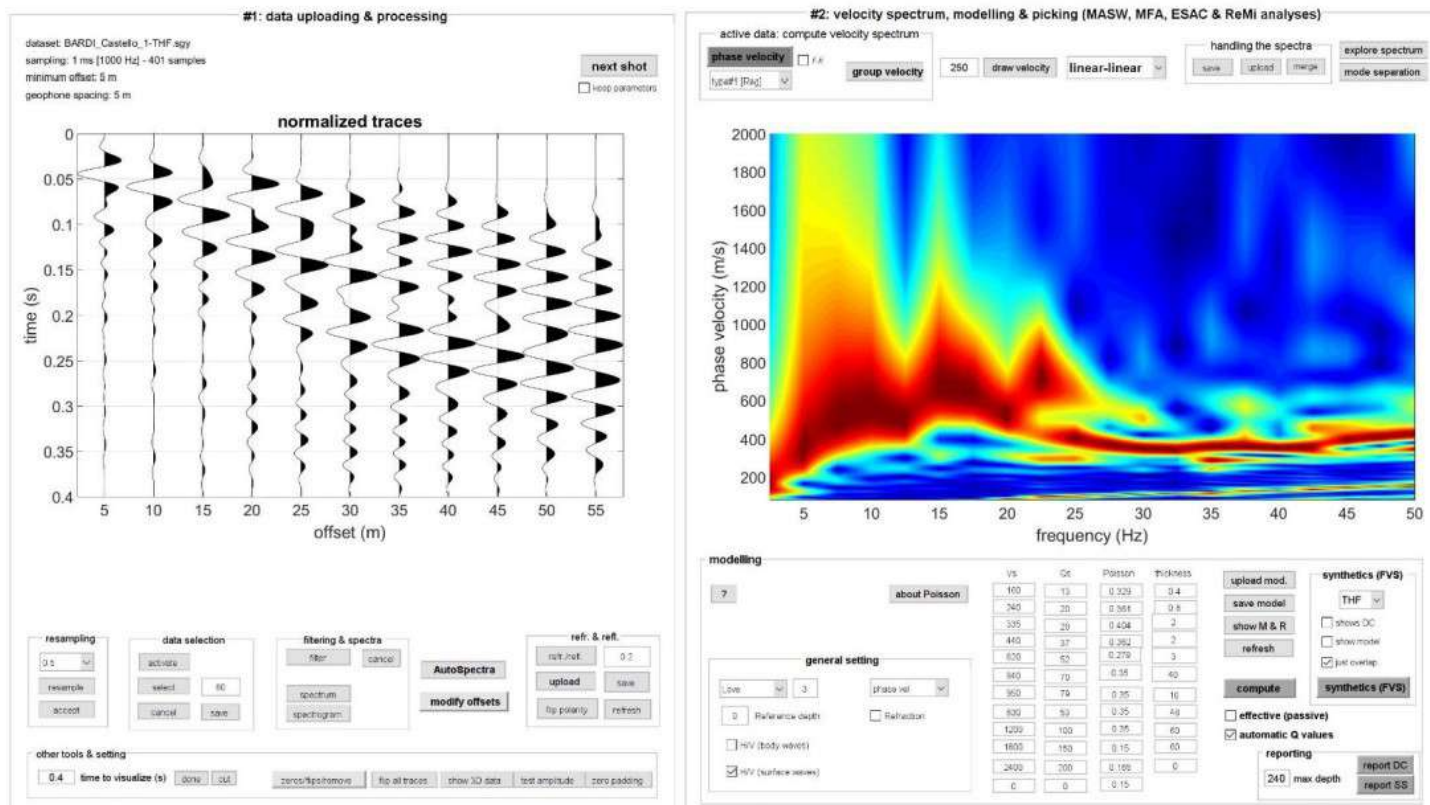
ACQUISIZIONE HS

Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

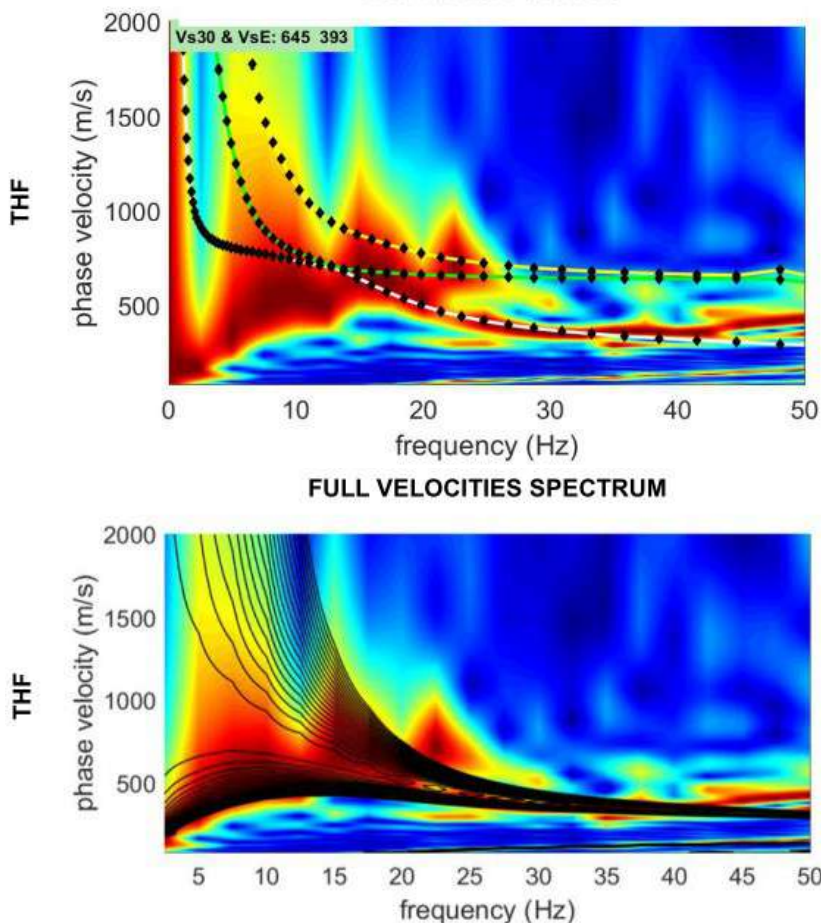
DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<i>Operatore in campagna</i>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<i>Lunghezza Stendimento</i>	30 metri
<i>Offset Minimo</i>	- metri
<i>Incremento</i>	- metri
<i>N° tracce</i>	1
<i>Tipo di Onda</i>	Rayleigh: n.3 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.3 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<i>Lunghezza dell'acquisizione</i>	2 secondi
<i>Intervallo di Campionamento</i>	0.001 secondi
<i>Stacking</i>	6 battute per punto sorgente: 3 Verticali + 3 Orizzontali

INDAGINE MASW-HS – ACQUISIZIONE MASW

Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in THF & HVSr



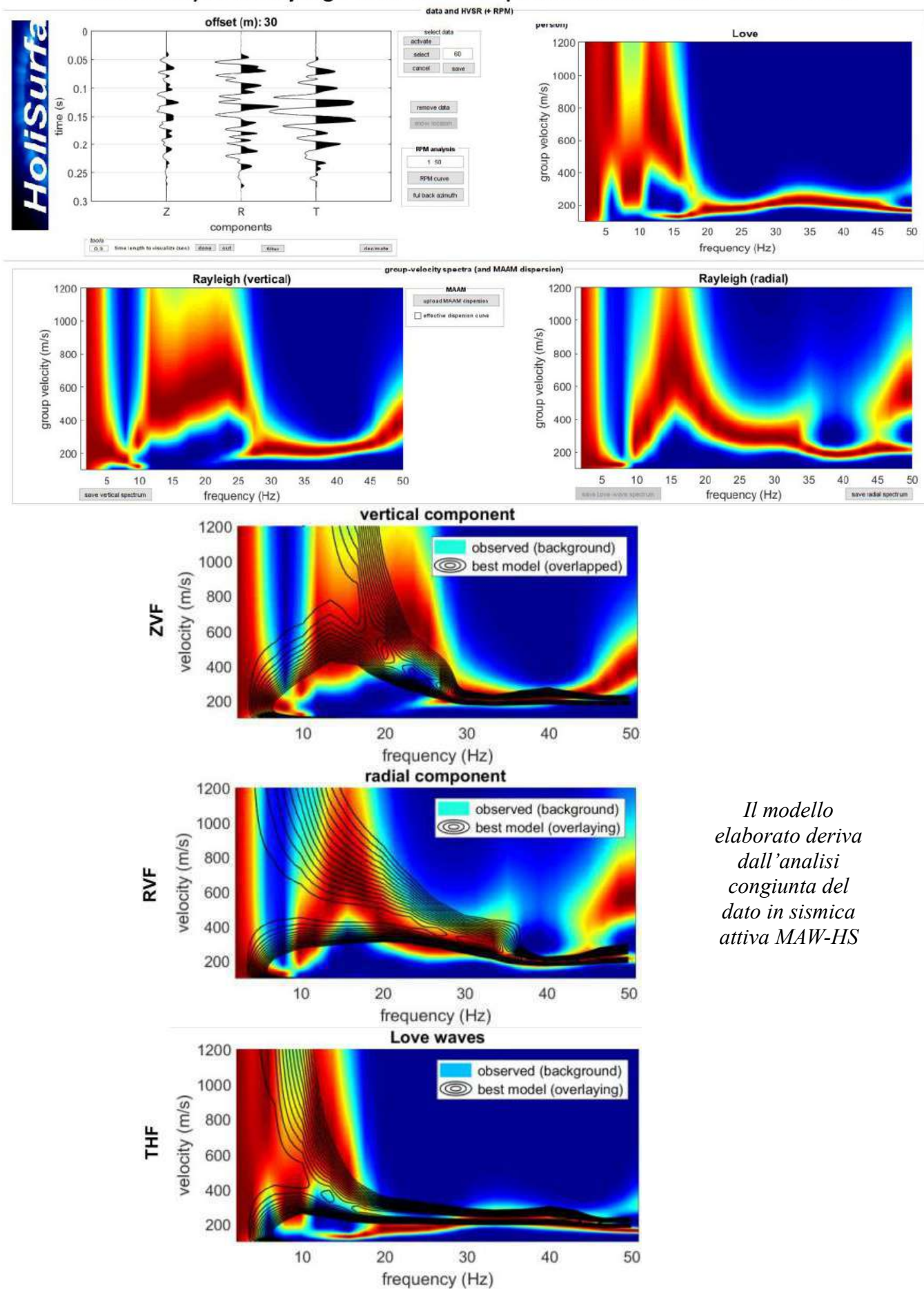
DISPERSION CURVES



I colori in sottofondo sono relativi agli spettri di velocità dei dati di campagna, le linee colorate in primo piano rappresentano le curve di dispersione del modello elaborato mentre le curve di contour nere si riferiscono al dato sintetico analizzato in FVS.

INDAGINE MASW-HS – ACQUISIZIONE HS a 30m

Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF & HVSr

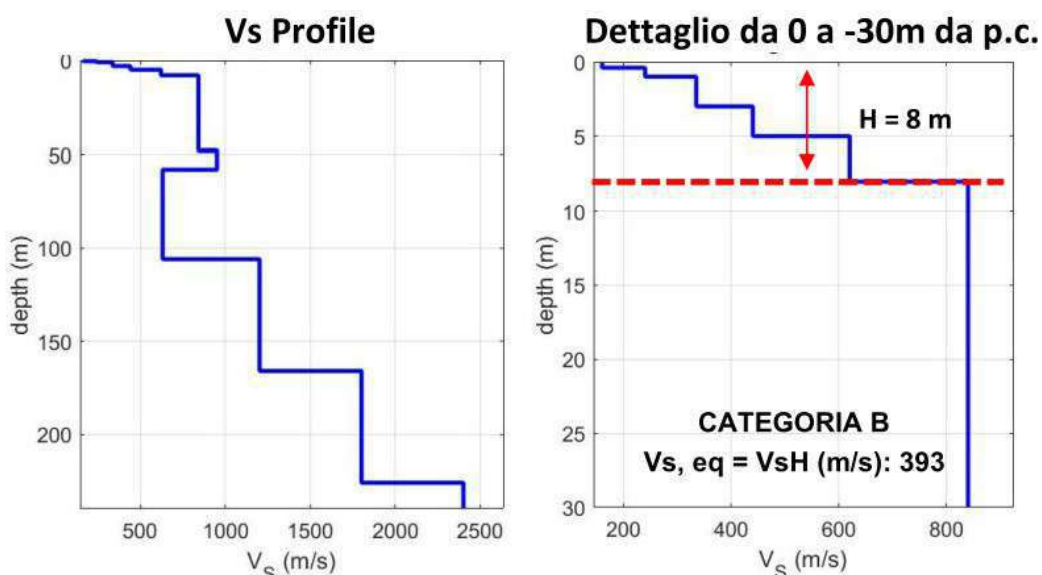


Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MAW-HS

INDAGINE MASW-HS

Tabella C - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	160
2	0,4	0,6	240
3	1,0	2,0	335
4	3,0	2,0	440
5	5,0	3,0	620
6	8,0	40,0	840
7	48,0	10,0	950
8	58,0	48,0	630
9	106,0	60,0	1200
10	166,0	60,0	1800
11	226,0	Inf.	2400



B - 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.

Tabella D - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	393	8	B
-0,5m	430	7,5	B
-1,0m	456	7	B
-1,5m	469	6,5	B
-2,0m	485	6	B
-2,5m	506	5,5	B