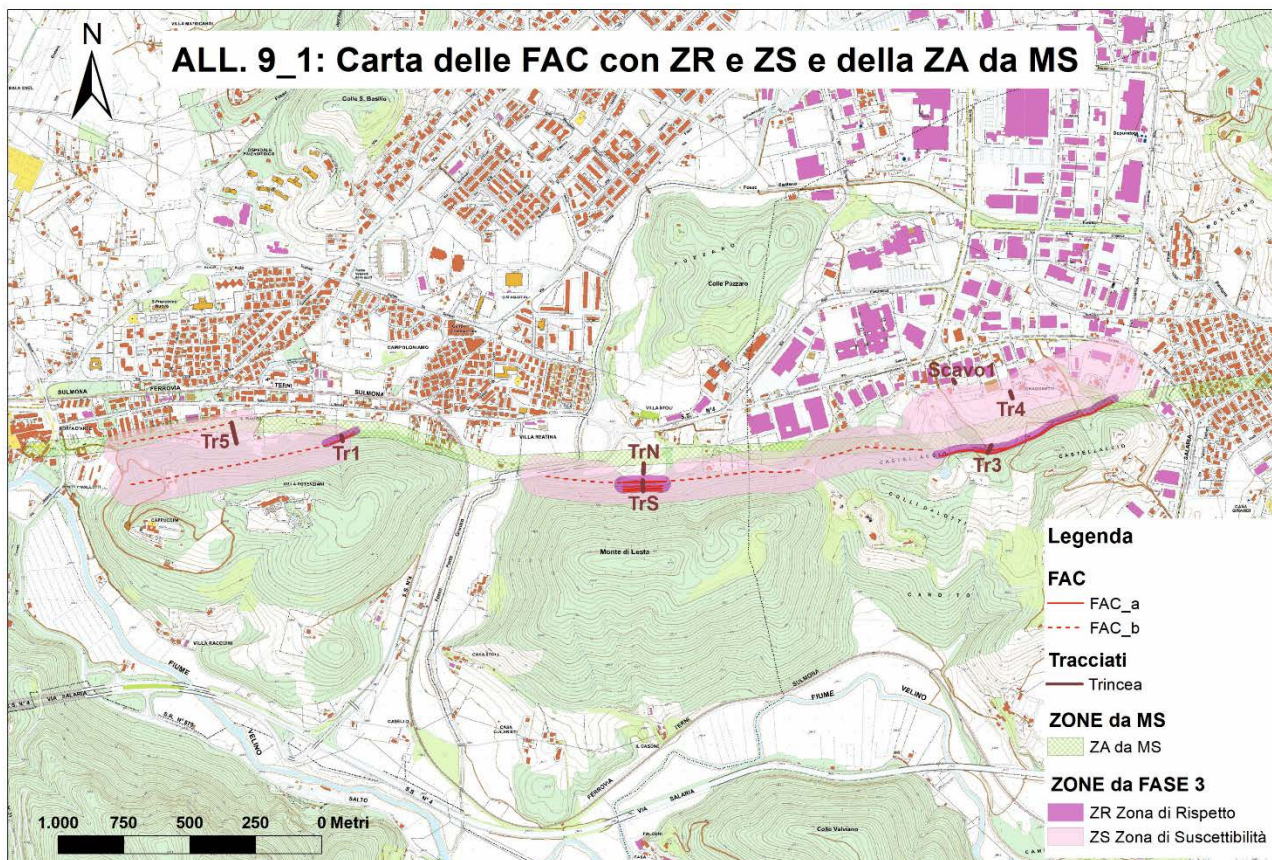


## RAPPORTO TECNICO

**Relazione sui risultati dell'Accordo di Collaborazione scientifica tra ISPRA e INGV per "l'aggiornamento degli studi di microzonazione sismica a seguito degli approfondimenti dedicati alle zone delle faglie attive e capaci presenti nei territori dei Centri abitati di Rieti e Cittaducale (RI)". Lotto VI.**

### Relazione tecnica – Fase 3



RT/GEO-RIS 01/2022

Roma, settembre 2022

## INDICE

<b>1. Introduzione</b>	4
1.1 Ubicazione Indagini geofisiche e Trincee paleosismologiche	6
1.2 Autorizzazioni per vincoli archeologico e idrogeologico	8
1.3 Descrizione dell'area di studio con indicazioni delle unità litostratigrafiche presenti	8
<b>2. Indagini geologiche e geomorfologiche</b>	9
2.1 Stratigrafia quaternaria	9
2.2 Carta geologica	10
2.3 Carta geomorfologica	12
<b>3. Indagini geofisiche</b>	14
3.1 Profili ERT 12 e ERT 13	14
3.2 Profili GPR L2 e GPR L3	17
<b>4. Studi paleosismologici</b>	26
4.1 Trincea TR1 (Rieti)	28
4.2 Trincea TR5 (Rieti)	33
4.3 Trincea TR3 (Cittaducale)	37
4.4 Trincea TR4 (Cittaducale)	48
4.5 Trincea Scavo1 (Cittaducale)	52
<b>5. Carta delle FAC e delle Zone di Rispetto e Suscettibilità</b>	54
5.1 Zone di Rispetto e di Suscettibilità	55
<b>6. Conclusioni</b>	59
<b>Bibliografia</b>	59
<b>Allegati</b>	
All. 1a – Ubicazione delle Indagini geofisiche e delle Trincee paleosismologiche (Rieti)	
All. 1b - Ubicazione delle Indagini geofisiche e delle Trincee paleosismologiche (Cittaducale)	
All. 2 – Carta Geologica	
All. 3 – Carta Geomorfologica	
All. 4 – Log Trincea 1 (Rieti)	
All. 5 – Tavola Log Trincea 5 (Rieti)	
All. 6 – Tavola Log Trincea 3 (Cittaducale)	
All. 7 – Tavola Log Trincea 4 (Cittaducale)	
All. 8 – Tavola Trincea Scavo1 (Cittaducale)	
All. 9_1 – Carta delle FAC con ZR e ZS e della ZA da MS	
All. 9_2- Carta delle FAC con ZR e ZS e della ZA da MS – Area Cappuccini - Potenziani	
All. 9_3 – Carta delle FAC con ZR e ZS e della ZA da MS – Area Villa Stoli - Castellaccio	
All. 9_4 – Carta delle FAC con ZR e ZS e della ZA da MS – Area Castellaccio – Santa Rufina	

Rapporto Tecnico a cura di:

Valerio Comerci, Anna Maria Blumetti, Fernando Ferri, Fiorenzo Fumanti, Maurizio Guerra, Luca Guerrieri, Francesco Miscione, Roberto Pompili, Luca Maria Puzzilli, Mauro Roma, Valerio Ruscito (ISPRA)

Marco Caciagli, Stefano Urbini (INGV)

Alessandro Maria Michetti (Università dell'Insubria)

con la consulenza scientifica sulla pedologia di Paolo Lorenzoni e la collaborazione di Matteo Carrozzoni e Domenico Marchetti

\*In copertina: Carta delle FAC e delle relative Zone di Rispetto e di Suscettibilità del Lotto VI, ricadente nei Comuni di Rieti e Cittaducale (RI)



## 1. Introduzione

La presente relazione sintetizza i risultati dell’Accordo di Collaborazione scientifica tra ISPRA e INGV per “l’aggiornamento degli studi di microzonazione sismica a seguito degli approfondimenti dedicati alle zone delle faglie attive e capaci presenti nei territori dei Centri abitati di Rieti e Cittaducale (RI)”, sottoscritto in data 08 aprile 2022. Gli studi condotti rappresentano la Fase 3, successiva alle precedenti Fase 1 e Fase 2 definite dall’Accordo di Collaborazione scientifica per la “ridefinizione delle Zone di Attenzione delle Faglie Attive e Capaci emerse dagli studi di microzonazione sismica effettuati nel territorio comunale di Cittaducale (RI) e Rieti, interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016”, siglato in data 10/12/2020. L’obiettivo della Fase 3 è stato la ridefinizione delle Zone di Attenzione delle Faglie Attive e Capaci emerse dagli studi di microzonazione sismica effettuati nel “Settore meridionale dell’abitato di Rieti, al confine con il comune di Cittaducale”, indicato come zona f) nella convenzione commissariale, corrispondente al Lotto VI. L’area indagata corrisponde alla porzione di territorio compresa tra Rieti e S. Rufina (frazione di Cittaducale) interessata dalla presenza della Zona di Attenzione definita negli studi di Microzonazione Sismica di livello 3 nei Comuni di Rieti e Cittaducale, riportata in rosso nella Figura 1\_1. La linea grigia che taglia quasi perpendicolarmente la Zona di Attenzione corrisponde al limite amministrativo tra i due citati Comuni.

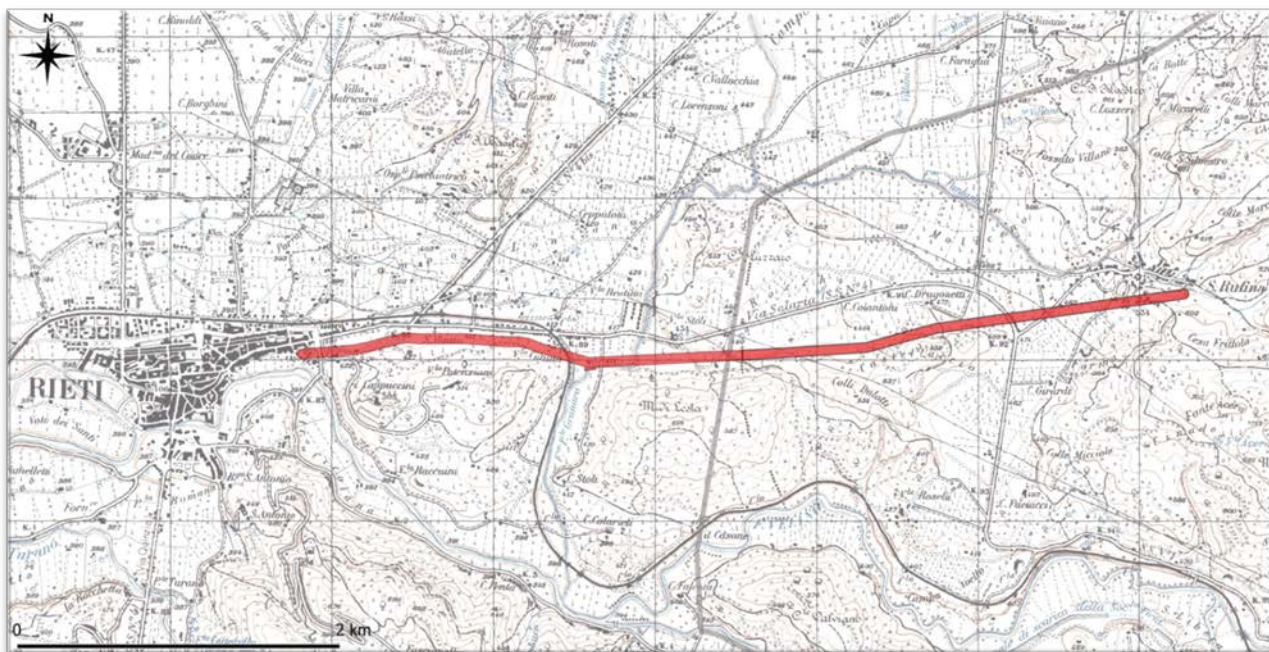


Figura 1\_1 - Stralcio della Tavoletta IGM 138 II SE “Rieti” con la Zona di Attenzione definita negli Studi di microzonazione sismica di livello 3 per la presenza di una faglia attiva e capace nel territorio dei Comuni di Rieti e Cittaducale.

Le attività sono state suddivise in due Fasi. La prima fase di studio, o Fase 1, è stata finalizzata “alla distinzione delle FAC riportate nella cartografia di microzonazione sismica meritevoli di approfondimento da quelle che possono essere riclassificate, in quanto non coerenti con il modello sismotettonico regionale e con gli indizi di carattere geologico e geomorfologico, in accordo con le informazioni pregresse e a seguito degli eventuali sopralluoghi e indagini realizzati in campo”.

In tale fase sono state analizzate le foto aeree e le immagini Lidar reperite ed eseguiti sopralluoghi finalizzati al rilevamento geologico, geomorfologico e morfotettonico nell’area di



studio. Inoltre, ISPRA ha eseguito indagini di tomografia elettrica (ERT – *electrical resistivity tomography*) in quattro aree selezionate sulla base di criteri geologico-geomorfologici.

In data 15/12/2020 (Prot. ISPRA n. 2020/58859) è stata consegnata ad INGV la relazione tecnica descrittiva dei risultati raggiunti nella Fase 1.

Nella Fase 2, invece, l'attività è stata *“incentrata sulla raccolta di tutti gli elementi informativi specifici (esecuzione di rilievi e indagini ex-novo) utili alla ridefinizione della traccia di ciascuna FAC (o tratto di FAC) ed eventualmente alla riperimetrazione della ZA per FAC”*. Pertanto, nella Fase 2 sono proseguite le attività di rilevamento geologico, geomorfologico e morfotettonico, sono state eseguite da ISPRA ulteriori indagini ERT, per un totale di 11 e una lunghezza totale di 2250 m, sono state eseguite da INGV 6 indagini elettromagnetica radar (*Ground Penetrating Radar*, GPR) per una lunghezza totale di 550 m, e sono state effettuate indagini paleosismologiche e pedologiche in tre trincee esplorative lunghe 40, 36 e 24 metri. Le indagini hanno consentito di realizzare una carta geologica e una geomorfologica in scala 1:5000, con indicazione dell'ubicazione delle faglie. In località Villa Stoli, dove sono state scavate due trincee ed effettuate analisi paleosismologiche, sono state definite una Zona di Rispetto e una Zona di Suscettibilità. Per le altre faglie individuate e considerate potenzialmente attive e capaci sono state delimitate delle Zone relative (Figura 1\_2), in attesa della loro definizione attraverso gli studi paleosismologici che sono poi stati realizzati nella Fase 3.

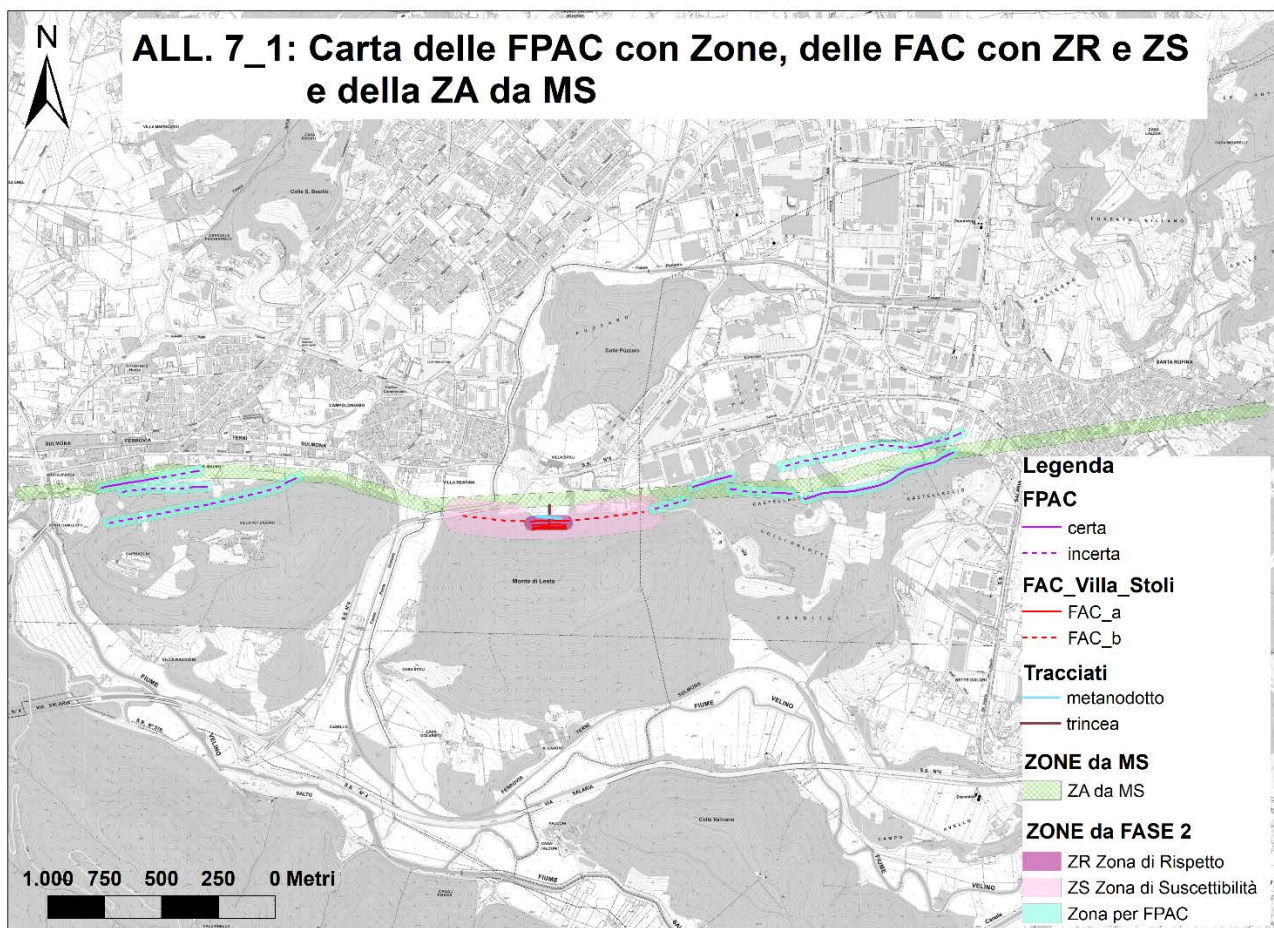


Figura 1\_2 – Zona di Rispetto, di Suscettibilità e per Faglia Potenzialmente Attiva e Capace definite nella Fase 2 dell'Accordo nei territori di Rieti e Cittaducale. In verde la Zona di Attenzione definita nel precedente studio di MS

Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni e agli elaborati cartografici consegnati al termine delle Fasi 1 e 2 (<https://sisma2016data.it/faglie-attive-e-capaci/>).

Nella Fase 3, oggetto della presente relazione, l'attività principale è stata l'esecuzione di studi paleosismologici. Sono state, infatti, scavate 5 trincee e prelevati 16 campioni di terreno che sono stati sottoposti a datazione radiometrica da parte di Beta Analytic Inc. (Miami, FL, USA). Nel Comune di Rieti la ditta Chiaretti Scavi Soc. Coop. Di Leonessa (RI), incaricata da INGV (in qualità di committente), ha scavato una trincea di 21 m ed una di 77 m. In territorio di Cittaducale la ditta Edilscavi srl di Cittaducale (RI), incaricata dal Comune di Cittaducale (in qualità di committente), ha scavato tre trincee, ognuna per una lunghezza di oltre 32, 26 e 15 m. Lungo le pareti delle trincee sono state effettuate analisi litostratigrafiche e strutturali, rilievi fotografici e rilievi 3D tramite l'utilizzo di laser scanner speditivi (iPad Pro - Polycam).

Anche nella Fase 3 sono state realizzate delle indagini geofisiche. In particolare, ISPRA ha realizzato due ulteriori ERT, una nel territorio del Comune di Rieti (per una lunghezza di 141 m) e una in Comune di Cittaducale, frazione di Santa Rufina (per una lunghezza di 285 m). In corrispondenza della ERT realizzata a Santa Rufina è stato eseguito da INGV un profilo georadar GPR, di pari lunghezza (270 m). Inoltre, INGV ha effettuato un altro profilo lungo 63 m nella zona industriale di Santa Rufina.

L'insieme di indagini realizzate nelle Fasi 2 e 3 hanno consentito di individuare le FAC presenti nei territori di Rieti e Cittaducale e di definire le relative Zone di Rispetto e di Suscettibilità intorno rispettivamente alle FAC\_a (FAC certe e definite) e alle FAC\_b (FAC incerte), le cui cartografie vengono allegate alla presente relazione.

Anche nella Fase 3, come nelle precedenti, il Dott. Geol. Matteo Carrozzoni, rappresentante della Struttura Commissariale per la Ricostruzione, e il Dott. Geol. Domenico Marchetti, autore dello studio di Microzonazione Sismica nel comune di Rieti, hanno fornito un contributo prezioso per il raggiungimento dei risultati ottenuti.

### **1.1 Ubicazione Indagini geofisiche e Trincee paleosismologiche**

La Figura 1.1\_1 e gli Allegati 1a e 1b riportano l'ubicazione di tutte le indagini geofisiche e di tutte le trincee paleosismologiche che sono state realizzate sia nella Fase 2 che nella Fase 3 nei territori di Rieti e Cittaducale (RI).



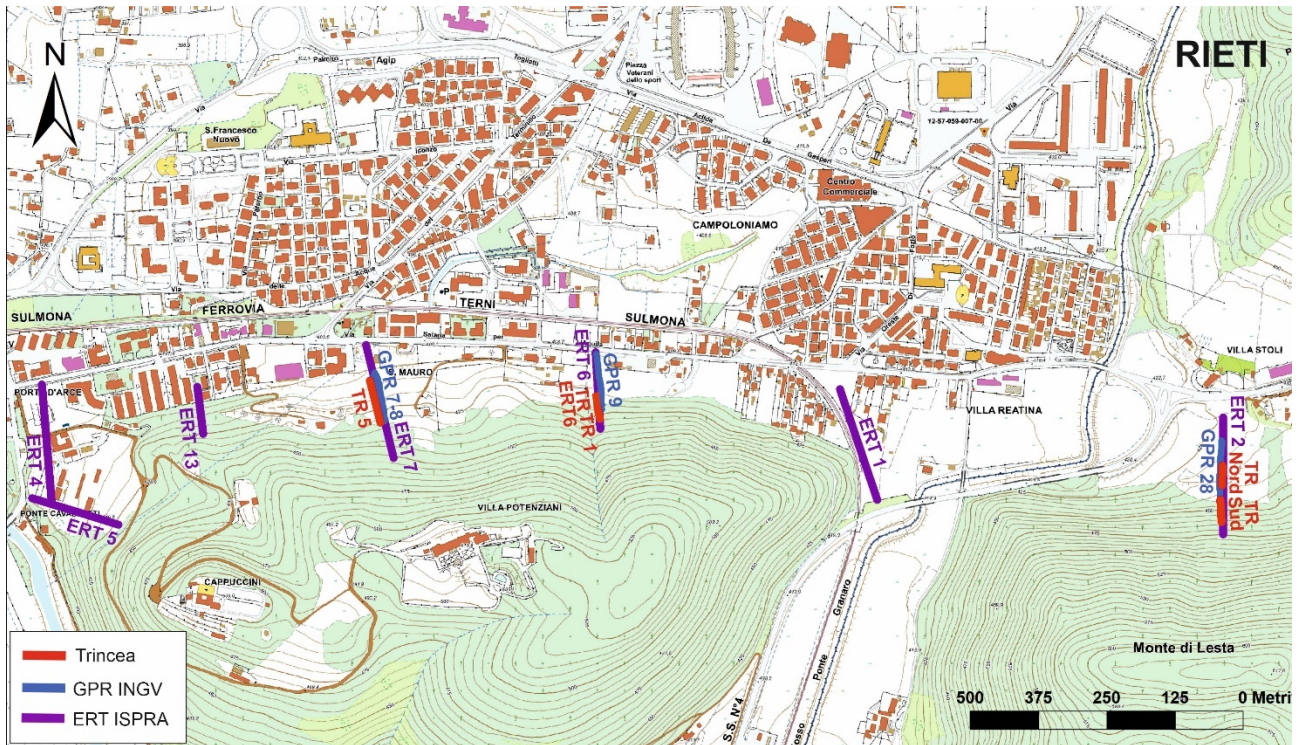


Figura 1.1\_1 – Ubicazione delle Indagini geofisiche e delle Trincee paleosismologiche eseguite nei territori di Rieti e Cittaducale (RI) nelle Fasi 2 e 3 dell'Accordo.



## 1.2 Autorizzazioni per vincoli archeologico e idrogeologico

Al fine di eseguire gli scavi delle suddette 5 trincee è stato necessario ottenere l'autorizzazione da parte dei proprietari dei terreni e varie autorizzazioni da parte degli organi competenti. In particolare, per le due trincee eseguite in Comune di Rieti è stato necessario ottenere il nulla osta da parte del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le Province di Frosinone, Latina e Rieti, in quanto i terreni investigati ricadono in area coperta da vincolo archeologico (Figura 1.2\_1). Il rilascio del nulla osta ad INGV (committente degli scavi) è stato subordinato alla presenza di un archeologo durante le fasi di scavo. Difatti, sia lo scavo della Trincea 1 che della Trincea 5 sono stati seguiti da una archeologa di Archexplorers s.n.c., operatore abilitato alla redazione del documento di valutazione preliminare di opera pubblica. Durante gli scavi non sono emerse evidenze archeologiche di rilievo. Inoltre, INGV ha richiesto ed ottenuto dal Comune di Rieti il rilascio di nulla osta preventivo per vincolo archeologico e per abbattimento alberi.

Per quanto riguarda le trincee scavate nel territorio di Cittaducale, i siti interessati non sono coperti da vincolo archeologico. Gli adempimenti per il vincolo idrogeologico e abbattimento alberi sono stati svolti dal Comune di Cittaducale, committente stesso degli scavi.

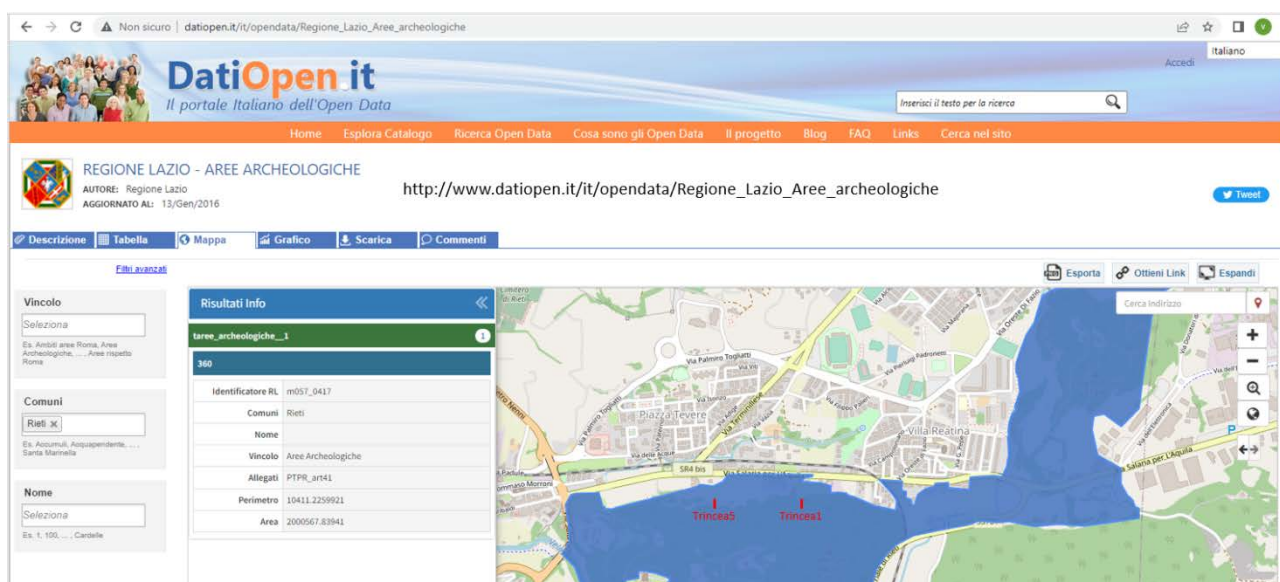


Figura 1.2\_1 – Stralcio cartografico dal sito datiopen.it con ubicazione delle trincee 1 e 5, da cui si evince che le due trincee ricadono in area coperta da vincolo archeologico

## 1.3 Descrizione dell'area di studio con indicazioni delle unità litostratigrafiche presenti

I siti oggetto di studio si collocano al margine meridionale del bacino di Rieti e sono compresi nei Comuni di Rieti e Cittaducale. L'area presenta una elevata urbanizzazione, sviluppata essenzialmente negli anni 1960-80 a ridosso della SS4Bis (Via Salaria per L'Aquila). Le aree urbanizzate sono essenzialmente di carattere residenziale nel territorio del comune di Rieti e ad uso industriale e di servizi nel comune di Cittaducale dove si sviluppa gran parte del Nucleo Industriale Rieti-Cittaducale (Figura 1.3\_1). L'urbanizzazione interessa solo parzialmente e marginalmente le aree immediatamente ai piedi dei versanti nord di Cappuccini - Monte di Lesta - Castellaccio, investigate come potenziali sedi di Faglie capaci.

I rilievi citati sono allineati in direzione circa Est-Ovest e presentano altezze modeste, culminanti nei 618m di Monte di Lesta. Sono impostati su depositi continentali quaternari in facies

fluviale, lacustre e di conoide alluvionale poggianti su un substrato carbonatico meso-cenozoico costituito da alternanze di facies calcarenitiche e micritiche della *Formazione della Scaglia Rossa*.

La successione continentale ha potenza di diverse centinaia di metri ed è rappresentata da litofacies appartenenti al Supersistema del bacino Tiberino (Pleistocene inferiore) e del Supersistema di Rieti (Pleistocene medio - Olocene).

Al Supersistema del bacino Tiberino appartengono i conglomerati cementati in facies prevalentemente di conoide del *Sistema di Fosso Canalicchio* (Pleistocene inferiore basale) cui si sovrappongono le alternanze conglomeratico-sabbiose-argillose in facies prevalentemente fluviale del *Sistema di Monteleone Sabino* (Pleistocene inferiore finale). Al Supersistema di Rieti appartengono, infine, i travertini in facies di pendio e di cascata del Pleistocene medio, affioranti in località Villa Stoli e bordanti ad ovest il rilievo di Cappuccini (*Sistema di Casale Giannantoni*).



Figura 1.3\_1 - Inquadramento geografico dell'area in esame, ricadente nei Comuni di Rieti e Cittaducale (RI)

## 2. Indagini geologiche e geomorfologiche

Nella Fase 3 dell'Accordo sono proseguite le indagini geologiche e geomorfologiche nell'area di studio, che hanno permesso di aggiornare la Carta geologica e la Carta geomorfologica, a scala 1:5.000, le cui versioni provvisorie erano state già presentate nella Fase 2. Le carte mostrano, tra l'altro, le strutture tettoniche individuate.

### 2.1 Stratigrafia quaternaria

L'area di studio, compresa tra Rieti e Santa Rufina (RI), è stata oggetto di rilevamenti geologici nell'ambito del Progetto CARG di ISPRA per la realizzazione del Foglio geologico 347 Rieti, alla scala 1:50000. Secondo il Foglio 347 Rieti, nell'area studiata affiorano essenzialmente depositi quaternari e olocenici, che sono poggiati su un substrato meso-cenozoico di natura carbonatica, affiorante solo localmente (Formazione della Scaglia Rossa, calcari micritici stratificati, Cretacico-Paleocene).

La stratigrafia dei depositi continentali quaternari si inquadra nei seguenti due supersintemi:

- *supersintema del bacino Tiberino* (Pleistocene inferiore), riferibile al primo periodo di emersione della catena appenninica, in cui il reticolo idrografico era ancora fortemente condizionato dagli elementi strutturali: nel bacino di Rieti (*half graben*) il drenaggio dei fiumi Nera e Velino avveniva da nord a sud;

- *supersintema di Rieti* (Pleistocene medio-Olocene), caratterizzato dal drenaggio del fiume Velino da sud verso nord (diversione fluviale) e comprendente diverse unità deposizionali legate alla crescita e alla reincisione di soglie di travertino indotta dalle oscillazioni climatiche che favorivano la sedimentazione lacustre verso monte.

Due sintemi compresi nel supersintema del bacino Tiberino affiorano nell'area studiata:

- *Sintema di Fosso Canalicchio* (Pleistocene inferiore basale): Conglomerati cementati, mediamente ben classati, costituiti da clasti di natura carbonatica, a spigoli sub-angolosi, con matrice ghiaiosa e sabbiosa, disposti in bancate con spessore metrico in diminuzione verso l'alto, in facies prevalentemente di conoide. Lo spessore complessivo è pari ad almeno alcune centinaia di metri, come documentato in Valle del Salto (Cavinato, 1993). Da un punto di vista cronologico si inquadrano nella parte bassa del Pleistocene inferiore (Villafranchiano inferiore Auct.). Nell'area di indagine affiorano soprattutto in facies di brecce con clasti sub-angolosi.

- *Sintema di Monteleone Sabino* (Pleistocene inferiore finale): Conglomerati cementati stratificati con clasti prevalentemente carbonatici e subordinatamente silicei, con alternanze di livelli prevalentemente sabbiosi, ma anche limo-argillosi, in facies prevalentemente fluviale (*braided channel*). Lo spessore è variabile e localmente raggiunge i 200 m (Cavinato, 1993). Da un punto di vista cronologico, grazie al ritrovamento di denti di *Equus stenonis* è possibile inquadrare questo sintema nella parte finale del Pleistocene inferiore (Villafranchiano superiore Auct.). Nell'area indagata affiora sia in facies conglomeratica più o meno cementata che in facies argilloso-sabbiosa.

Inoltre, nell'area in studio affiora un sintema riferibile al supersintema di Rieti:

- *Sintema di Casale Giannantoni* (Pleistocene medio): Travertini in facies di pendio e di cascata, con spessori affioranti di alcuni metri, che sbarravano il corso della Media Valle del fiume Velino e favorivano la formazione verso monte di orizzonti limo-argillosi in facies lacustre. Almeno due dei cinque ordini di terrazzi di travertino identificati da Carrara et al. (1993) sono riferibili a questo sintema. I travertini affiorano in località Villa Stoli e bordano ad ovest il rilievo di Cappuccini.

Le coperture recenti ed attuali di natura alluvionale nei fondivalle e detritico-colluviale alla base dei versanti sono riferibili all'Olocene.

## 2.2 Carta geologica

I rilevamenti geologici eseguiti alla scala 1:5000, insieme a tutte le altre indagini eseguite nell'area di studio (descritte in seguito) hanno consentito di realizzare la Carta geologica (Allegato 1a) che viene riportata in Figura 2.2\_ 1.



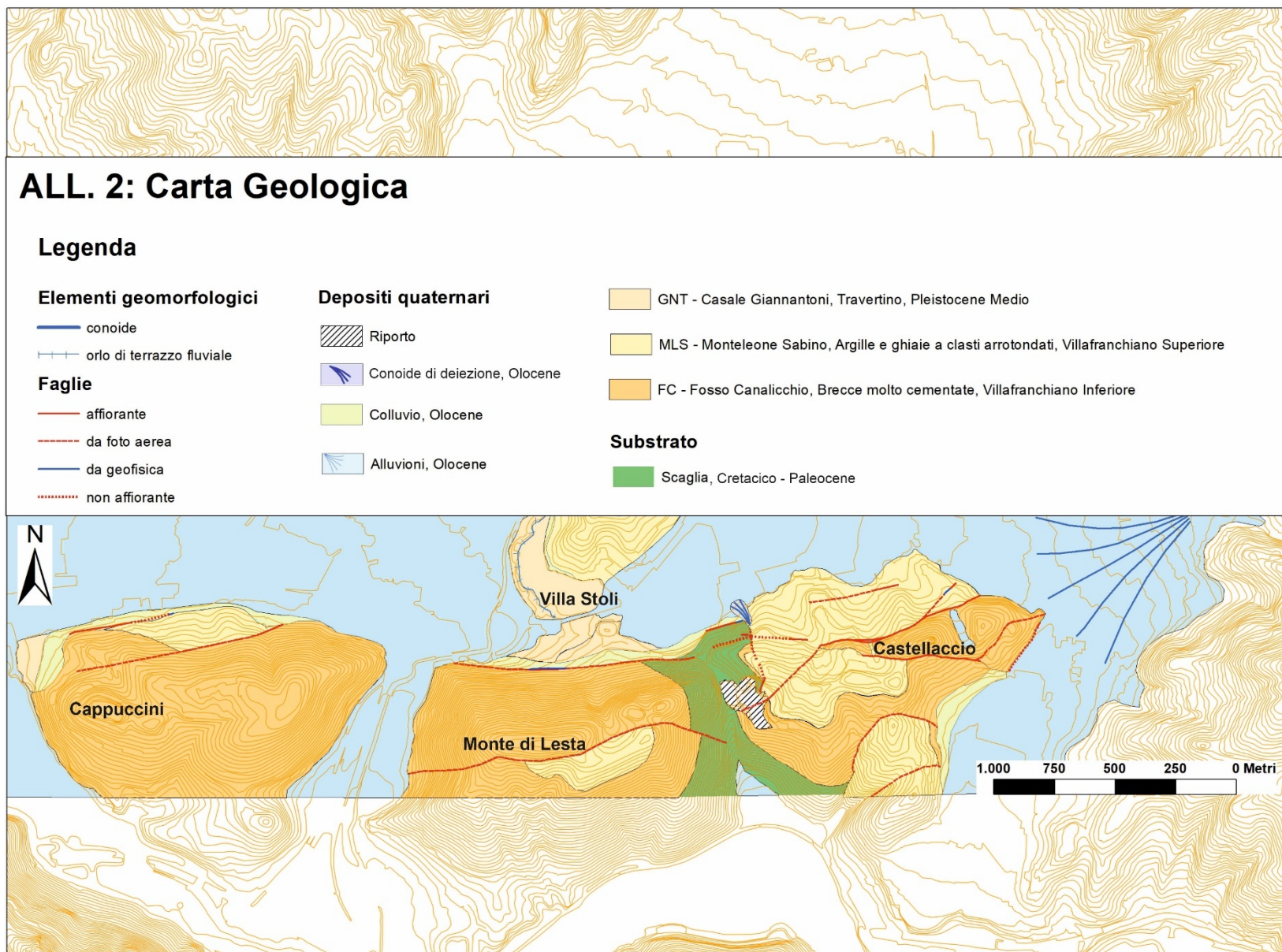


Figura 2.2\_1 – Carta geologica dell'area di studio (da rilevamento in scala 1: 5000), con indicazione delle strutture tettoniche individuate

### **2.3 Carta geomorfologica**

I rilevamenti geomorfologici e geologici eseguiti alla scala 1:5000, insieme a tutte le altre indagini eseguite nell'area di studio hanno consentito di realizzare la Carta geomorfologica (Allegato 1b) che viene riportata in Figura 2.3\_1.

## ALLEGATO 3: Carta Geomorfologica

### Legenda

#### Forme strutturali

- Faglia certa, affiorante/da trincea
- - - Faglia certa, da dati geofisici
- - - Faglia certa, non affiorante
- - - Faglia certa, traccia da foto aerea e lidar
- ..... Faglia presunta
- ▲- Orlo di scarpata di faglia
- ▨ Versante di faglia
- △ Flatiron
- Cresta

#### Forme fluviali e di dilavamento

- Fosso di erosione concentrata
- ▨ Conoide alluvionale
- ]]]] Vallecola sospesa a fondo piatto
- ▨ Terrazzo fluviale
- ▨ Terrazzo d'erosione
- ▨ Superficie d'erosione

#### Forme crionivali

- Nicchia di nivazione del L.G.M

#### Forme antropiche

- ▨ Ripiano di Cava
- Orlo di scarpata antropica

### Corografia

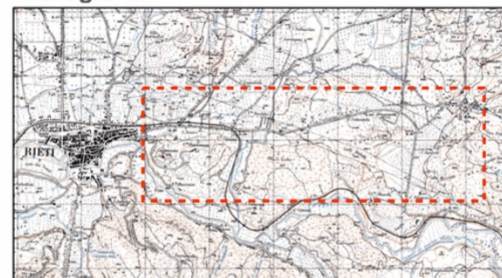


Figura 2.3\_1 – Carta geomorfologica dell'area di studio, con indicazione delle faglie individuate



### 3. Indagini geofisiche

Nella Fase 3 degli studi sono state svolte ulteriori indagini geofisiche, che si sono aggiunte a quelle realizzate nella precedente Fase 2. In particolare, ISPRA ha eseguito due nuove tomografie elettriche, la cui numerazione (ERT 12 e ERT 13) è progressiva rispetto alle ERT realizzate durante le Fasi 1 e 2, e INGV ha realizzato due nuovi profili georadar (GPR L2 e GPR L3) che vengono di seguito descritti. L'ubicazione delle suddette indagini è riportata in Figura 1.1\_1 e Allegati 1a e 1b.

#### 3.1 Profili ERT 12 e ERT 13

L'ubicazione dei due nuovi profili di tomografia elettrica è stata scelta a seguito di sopralluoghi e considerazioni di tipo geologico, tenuto conto anche dei risultati ottenuti durante la precedente campagna di misure della Fase 2. Anche per questa campagna di misure, nella Fase 3, si è fatto uso di geo-resistivimetro multicanale MAE - Molisana Apparecchiature Elettroniche srl, modello X612EM+ in grado di gestire fino ad un massimo di 96 elettrodi, collegati a mezzo di cavi bidirezionali a 24 uscite con inter-distanza massima di 3 metri tra gli elettrodi. Per quanto riguarda i dispositivi di misura (array) e le sequenze, in corrispondenza dei 2 profili investigati sono stati utilizzati almeno due tipi di array variando eventualmente alcuni parametri di misura (numero di stack, tempi di energizzazione ed intervallo tra due energizzazioni successive). In particolare, in tutti i siti di indagine sono stati adottati dispositivi *dipolo-dipolo*, *wenner-schlumberger* e/o *polo-dipolo* in quanto ritenuti idonei alla caratterizzazione di aree in cui sono presenti sia variazioni laterali che verticali di resistività. Tale scelta ha consentito inoltre di coniugare esigenze di copertura orizzontale delle misure, risoluzione, profondità di investigazione oltre che necessità legate alla tempistica e alla logistica (accesso temporaneo alle aree private). Le sequenze di acquisizione utilizzate durante i rilievi sono costituite da un numero sempre molto elevato di misure, come meglio specificato in Tabella 1.

Sito	Array (tipo)	Misure (n.)	Stack (n.)	Elettrodi (n.)	Spaz. elett. (m)	Lunghezza profilo (m)
ERT12	wen-schlumb	1644	3	96	3	285
	dipolo-dipolo	4870	3			
ERT13	dipolo-dipolo	1000	4	48	3	141
	polo-dipolo	4580	4			

Tabella 2.1\_1 - profili ERT realizzati nell'area di studio con indicazione dei principali parametri di rilievo (array quadripolari di misura, numero di elettrodi, spaziatura elettroica, lunghezza profilo).

Nel seguito, per ciascun profilo di indagine viene fornita la planimetria di dettaglio ed il modello bidimensionale di resistività adottato per la descrizione del sottosuolo. La numerazione progressiva segue quella adottata durante la Fase 2 di studio delle FAC, durante la quale sono state realizzate n.11 ERT.

#### Profilo ERT 12

In Figura 3.1\_1a viene riportata la posizione in planimetria dell'indagine ERT 12, orientata SSE-NNO ed il modello di resistività derivato dall'inversione congiunta dei dati acquisiti con i due array di misura (vedi Tabella 3.1\_1). Il profilo è stato sviluppato a partire da SSE in direzione NNO lungo il versante settentrionale del rilievo collinare denominato "Castellaccio" (559 m s.l.m.). Sono stati impiegati 96 elettrodi equidistanti 3 metri, per una lunghezza complessiva di 285 ml di indagine. Il risultato ottenuto in termini di modello 2D del sottosuolo è riportato nell'immagine di

Figura 3.1\_1b (RMS 6.5%, iterazione 4): in base alla distribuzione dei valori di resistività e alla presenza di alcuni gradienti sono stati identificati n. 5 distinti settori con indizi riconducibili a possibile presenza di fagliazione dei terreni pur in assenza di chiare evidenze geofisiche di fagliazione superficiale. In linea generale i valori di resistività apparente non presentano variazioni laterali e verticali molto marcate, nel complesso non superano i 350  $\Omega\text{m}$  circa ad eccezione di un breve tratto mediano (freccia n. 4) entro cui è presente un settore anomalo chiuso, di elevata intensità, posto pochi metri sotto la superficie. Per circa metà della ERT i valori superficiali di resistività risultano variabili tra i 50 e i 150  $\Omega\text{m}$ , tipici di depositi a prevalente contenuto sabbioso; tali valori risentono anche dell'effetto della areazione superficiale provocata dalla lavorazione del terreno ad uso agricolo. Da notare, ad inizio sezione, entro la progr.  $x \leq 48$  m, la presenza di una struttura sepolta resistiva a sviluppo pseudo-verticale, contornata da gradienti molto diversi a monte e a valle. In particolare, la presenza di un gradiente molto accentuato verso monte potrebbe indicare la presenza di un elemento di discontinuità (frattura/faglia?) in questo settore che però la ERT non è in grado di definire nel dettaglio. Verso valle il gradiente è poco definito ma è possibile ipotizzare che esso possa essere dovuto alla presenza di un elemento strutturale (frattura/faglia?). Procedendo verso valle, lungo la tomografia i valori di resistività decrescono per via dello spessore progressivamente crescente di depositi di versante a grana medio-fine. A partire dalla progr.  $x = 165$  m circa i valori superficiali decrescono sensibilmente anche per via della presenza di circolazione idrica sub-superficiale che, in base alle notizie acquisite in loco, dava luogo a fuoriuscite superficiali d'acqua ai piedi del versante, provocando lo scivolamento lento verso valle di piccoli volumi di terreno. La venuta d'acqua è stata regolata mediante la realizzazione di un sistema di drenaggio subverticale interrato che la ERT risolve in termini di resistività e di posizione tra le progressive  $x = 192$  e  $x = 194$  m da inizio profilo.

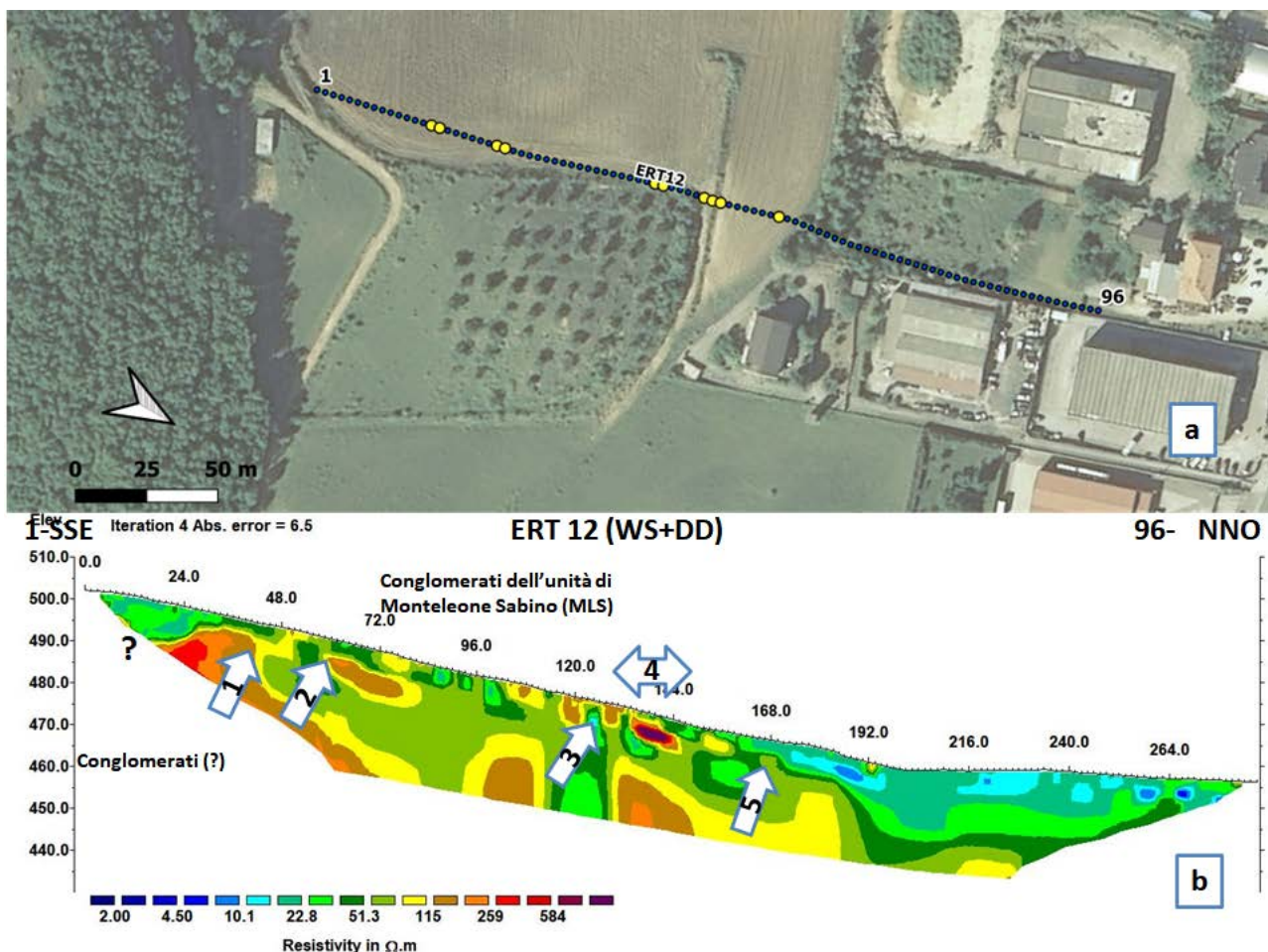


Figura 3.1\_1 - Ubicazione planimetrica dell'indagine ERT 12 (a) e modello tomografico adottato per la caratterizzazione del sottosuolo (b). I settori della tomografia interessati da significativi gradienti di resistività sono numerati da 1 a 5 (freccie) e riportati anche in planimetria in corrispondenza della posizione degli elettrodi (punti gialli).

### Profilo ERT 13

In Figura 3.1\_2a è riportata la posizione in planimetria dell'indagine ERT 13, orientata in direzione SSE-NNO lungo il fianco settentrionale del colle de "I Cappuccini" presso Rieti. Il profilo è stato materializzato lungo una morfologia piuttosto articolata e di difficile accessibilità al fine di caratterizzare il settore compreso tra la ERT 4 (posta più ad Ovest) e la ERT 7, che ha andamento parallelo ed è posta più ad Est lungo lo stesso versante. Il modello di resistività derivato dall'inversione dei dati acquisiti con array di misura PD (vedi Tabella 3.1\_1) viene mostrato in Figura 3.1\_2b. Sono stati impiegati 48 elettrodi equidistanti 3 metri, sviluppando il profilo per una lunghezza complessiva di 141 m. Il risultato ottenuto in termini di modellazione 2D del sottosuolo è riportato nell'immagine di Figura 3.1\_2b (RMS 25.3% dopo 6 iterazioni) a partire dai dati acquisiti con array Polo Dipolo. In linea generale la distribuzione di resistività risulta piuttosto articolata lungo tutta la sezione: in corrispondenza del settore sommitale si registrano i valori più elevati di resistività, in accordo con l'affioramento di depositi molto coerenti attribuiti al Sintema di Fosso Canalicchio (FC) e alle coperture sciolte derivate dalla disgregazione superficiale di detti depositi. Entro le progressive  $x < 51$  m da inizio sezione, sono chiaramente visibili alcuni gradienti orizzontali di resistività compatibili con la presenza di zone di frattura/faglia ad alto angolo



(identificati con frecce 1 e 2 lungo la ERT). Poco più a valle, in corrispondenza di circa metà sezione, sono presenti due ulteriori settori (frecce 3 e 4) caratterizzati da gradienti di resistività orizzontali, verso monte e verso valle, anch'essi compatibili con la presenza di elementi di discontinuità che interessano il substrato locale (Sintema di FC). Non sono state rilevate chiare evidenze di fagliazione superficiale dei terreni.

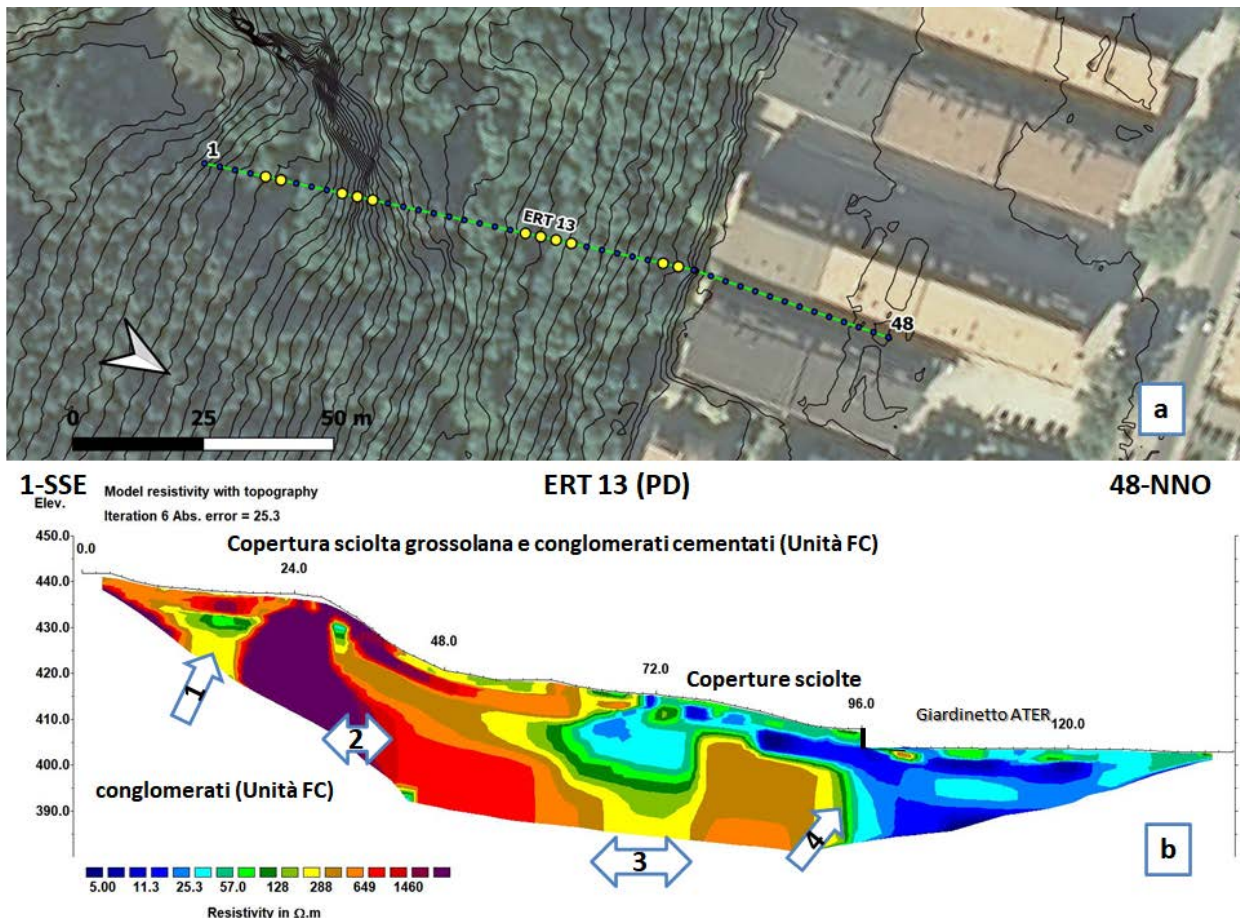


Figura 3.1\_2 - Ubicazione planimetrica dell'indagine ERT 13 (a) e modello tomografico adottato per la caratterizzazione del sottosuolo (b). I settori della tomografia interessati da significativi gradienti di resistività sono numerati da 1 a 4 (frecce) e riportati anche in planimetria in corrispondenza della posizione degli elettrodi (punti gialli).

### 3.2 Profili GPR L2 e GPR L3

La tecnica di indagine radar ha avuto lo scopo principale di fornire una visione ad alta risoluzione dei primi metri di terreno cercando di identificare le zone che possano essere associate alla propagazione in superficie del movimento della faglia. A causa dell'esiguo spessore investigato, il problema principale di questo tipo di indagine è quello di acquisire dati su terreni rimaneggiati dall'attività antropica e che possono quindi presentare discontinuità "artificiali". Per questo motivo la sovrapposizione dei profili GPR su quelli prodotti dalle indagini ERT risulta fondamentale sia per integrarne i risultati, diminuendo al tempo stesso le incertezze insite in ciascuna singola tecnica, e sia per avere una migliore localizzazione per l'apertura delle trincee geognostiche.

Le anomalie radar evidenziate in questo rapporto sono essenzialmente di due tipi ed identificate dalle seguenti notazioni nelle figure allegate:

- Dsc(numero): rappresentano discontinuità riconoscibili in terreni con comportamento elettromagnetico coerente;
- CR(numero): identifica una brusca interruzione delle caratteristiche elettromagnetiche del mezzo investigato. Questo tipo di notazione sarà usato sia per cambiamenti repentini della costante dielettrica del mezzo (es. terreni di natura diversa a contatto) e sia per interruzioni improvvise di orizzonti continui, corredate o meno da iperboli di diffrazione.



Figura 3.2\_1 - Zone indagate con tecnica GPR nella Fase 3 dell'Accordo

### **Profilo GPR L2 2022 (in corrispondenza con ERT 12)**

Questo profilo, lungo circa 270 m, è stato acquisito in territorio di Cittaducale, in sovrapposizione al profilo ERT\_12 (linea rossa in Fig. 3.2\_2).



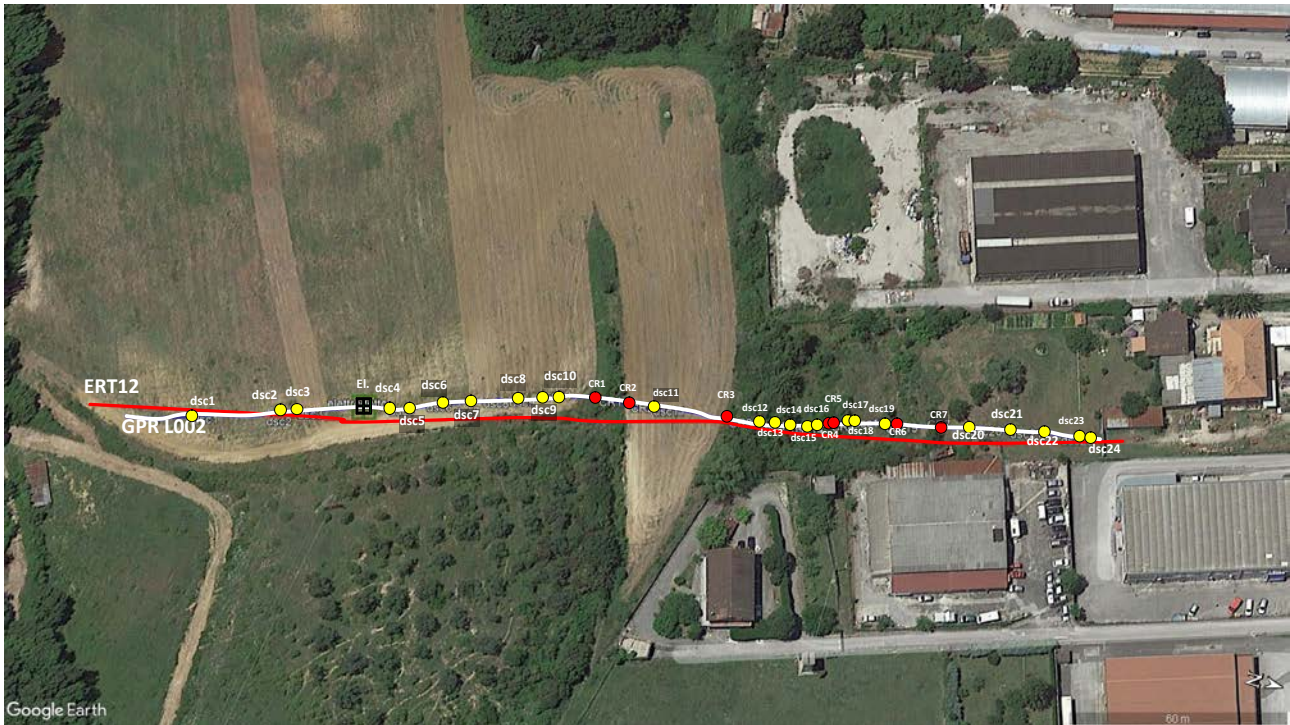


Figura 3.2\_2 - Ubicazione del profilo GPR L2 lungo la ERT 12

Il radargramma corretto per la topografia del profilo acquisito è riportato in alto nella figura 3.2\_3 mentre la figura in basso mostra il dato non corretto.



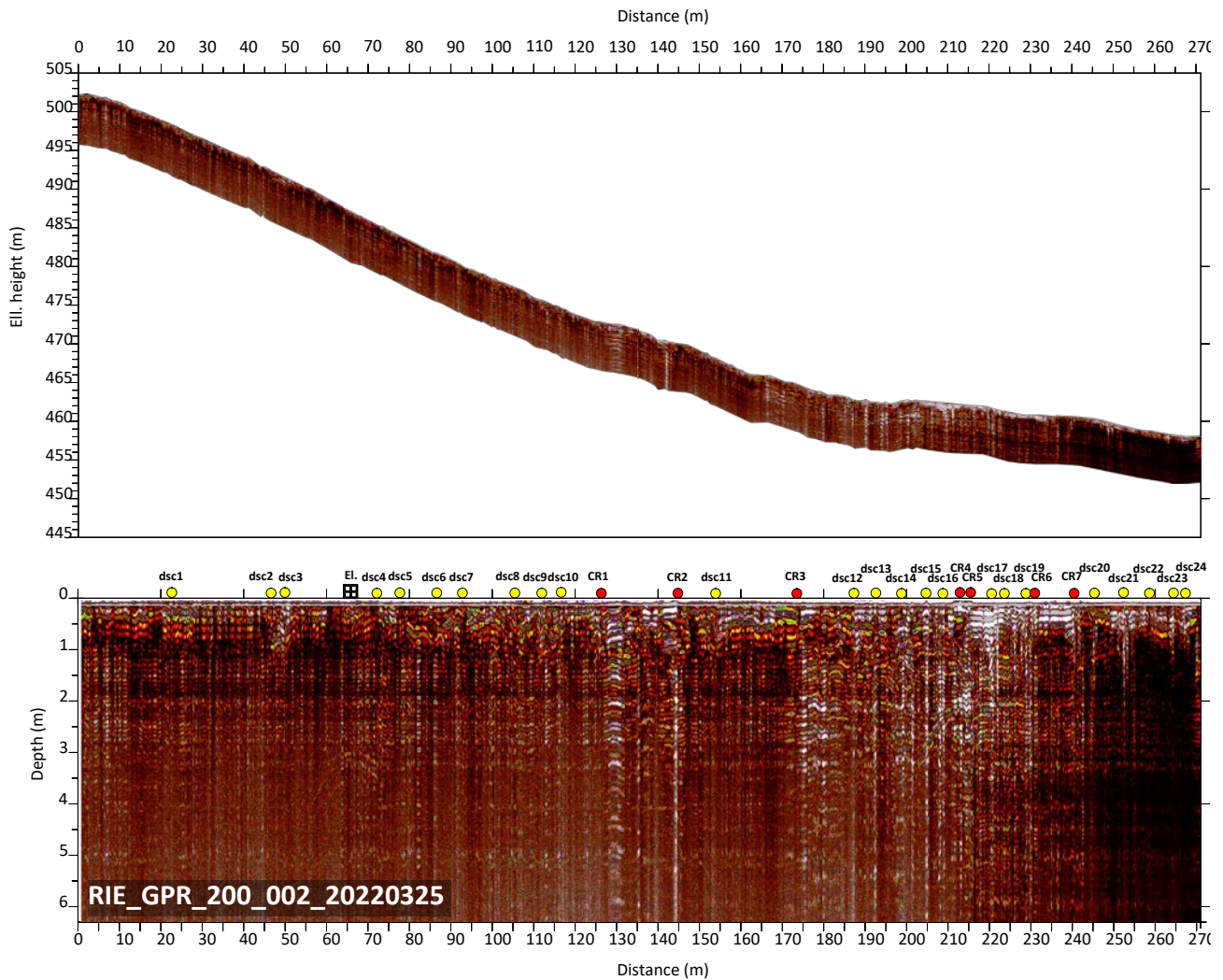


Figura 3.2\_3 – Radargrammi corrispondenti al profilo GPR\_L2; in alto radargramma corretto per la topografia; in basso senza correzione topografica.

La sovrapposizione dei risultati ottenuti con la tecnica GPR con quelli provenienti dall'ERT permette di evidenziare se esiste correlazione fra anomalie nella coltre superficiale (GPR) e strutture più profonde (ERT).

Nel caso specifico dei profili GPR L2 e ERT12, la proiezione dei punti *dsc* e *CR* sulla sezione di tomografia elettrica ha fornito elementi utili per la scelta del posizionamento della trincea paleosismologica TR4 (Fig. 3.2\_4).

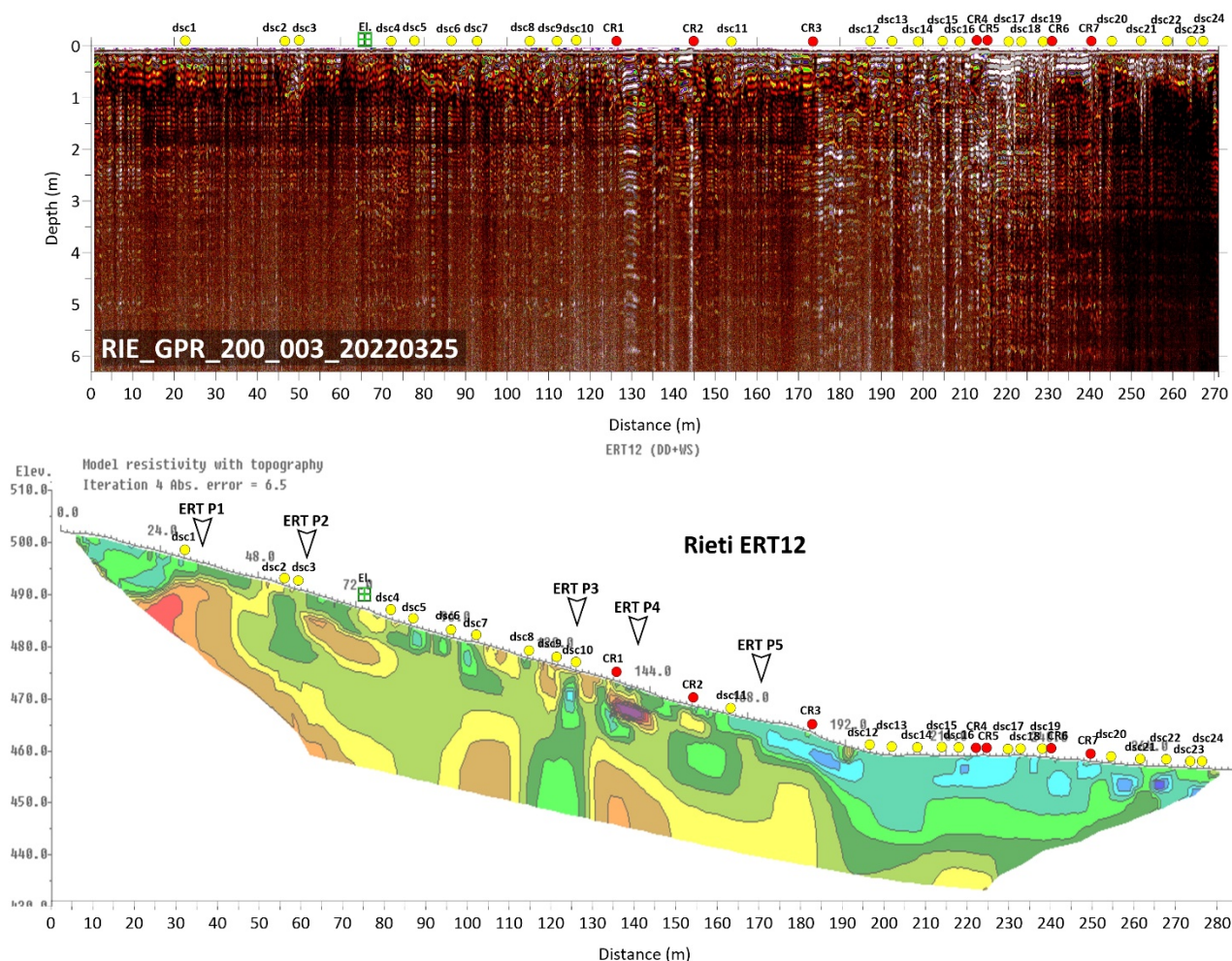


Figura 3.2\_4 – Confronto fra le anomalie GPR identificate lungo il profilo GPR L2 e la sezione ERT12.

Dal confronto dei risultati, potenzialmente interessanti risultano essere le sovrapposizioni di alcuni repentini cambiamenti nella risposta elettromagnetica del terreno (soprattutto CR1-2-3) con l'andamento delle stratigrafie elettriche risultanti dall'inversione dell'ERT12.

Osservando invece esclusivamente il dato radar, anche i punti CR4 e CR5 risultano piuttosto singolari ma il loro confronto con la tomografia elettrica ne riduce notevolmente il significato.

Al fine di incrementare l'efficacia dell'interpretazione, alcuni tratti di profilo sono stati analizzati in dettaglio.



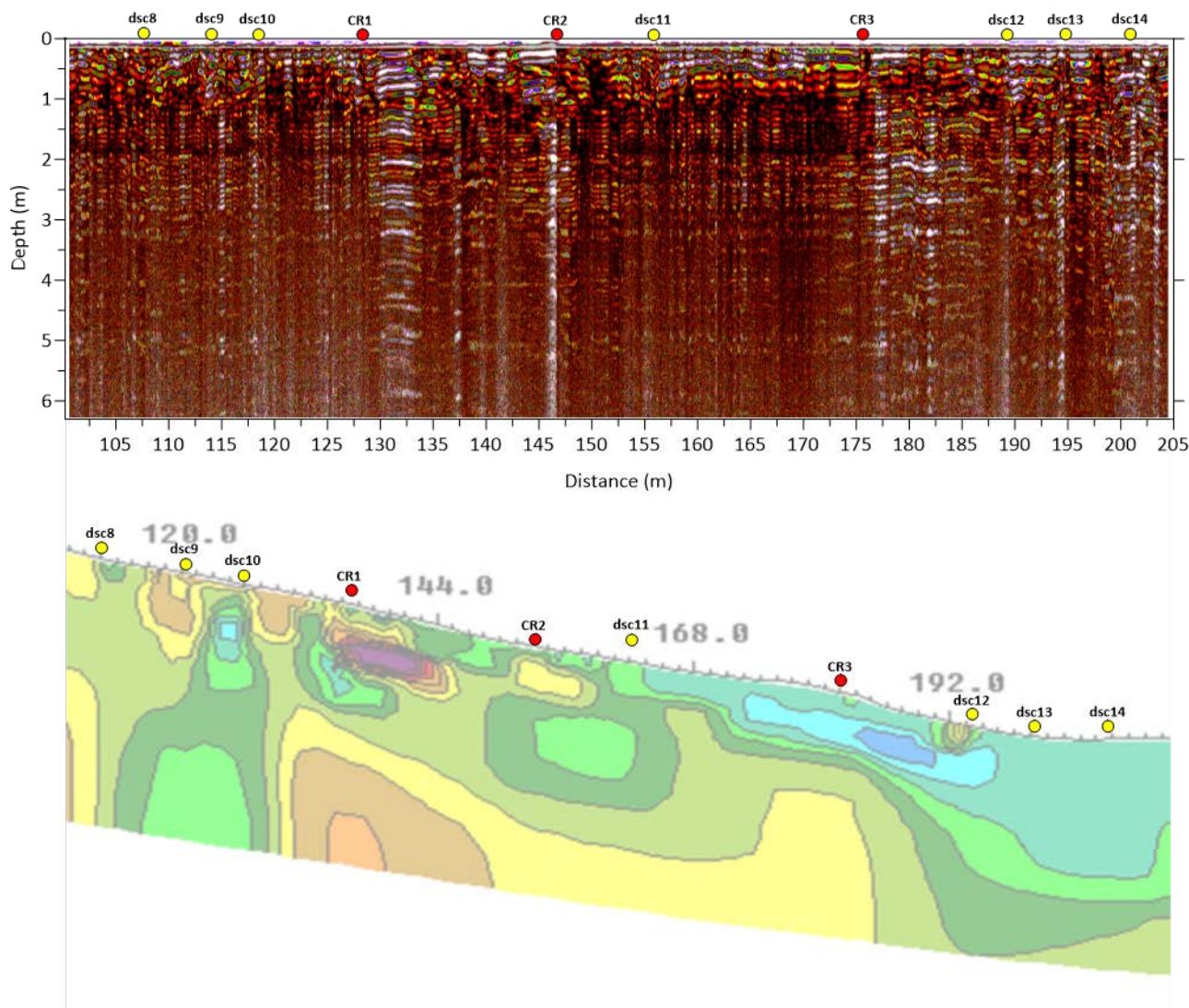


Figura 3.2\_5 – Comparazione di dettaglio dei punti GPR caratterizzati da un repentino cambio delle proprietà elettromagnetiche del mezzo (CR). Per la posizione di CR1, CR2 e CR3 si veda la Figura 3.2\_2

Nella Figura 3.2\_5 i punti nell'ordine *dsc9*, *dsc10*, *CR1*, *CR2* e *dsc11* sembrano essere relativi ad una frammentazione di un elemento resistivo superficiale mentre il *CR3*, caratterizzato anche da un cambio nella pendenza superficiale, potrebbe essere legato all'approfondimento di tale strato. Più in profondità la ERT non riscontra discontinuità di resistività rilevanti.

Analogamente a quanto riportato sopra, la figura 3.2\_6 riporta un secondo dettaglio di analisi su alcuni cambi di risposta nel segnale GPR posti a valle dei precedenti.



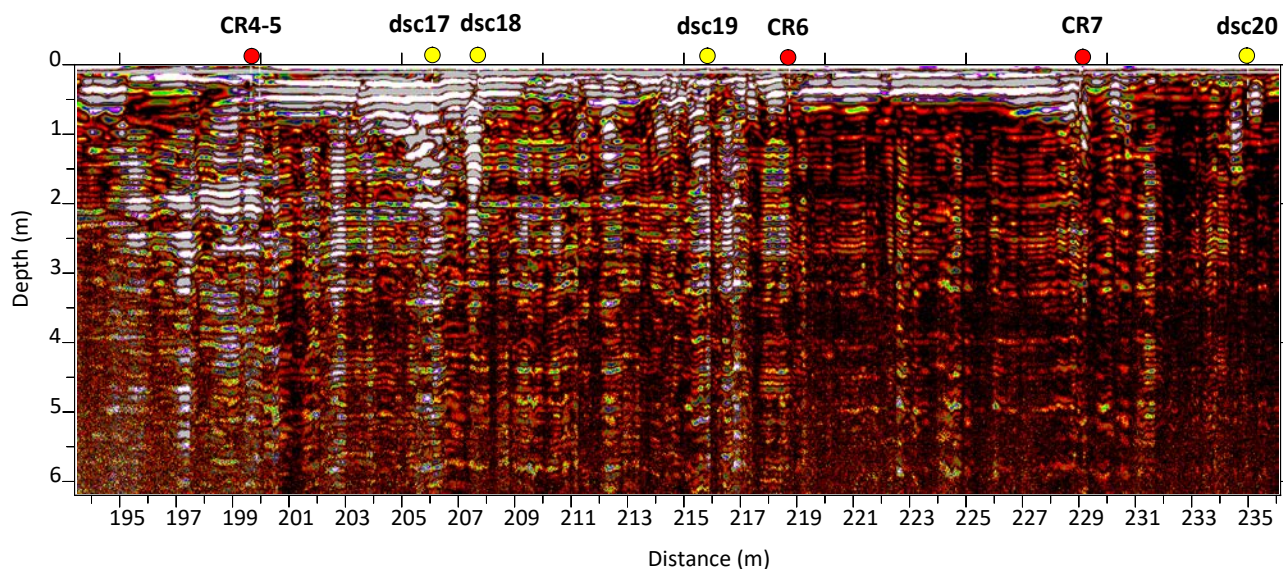


Figura 3.2\_6 – Comparazione di dettaglio dei punti GPR caratterizzati da un repentino cambio delle proprietà elettromagnetiche del mezzo (CR). Per la posizione di CR4, CR5 e CR6 e CR7 si veda la Figura 3.2\_2

In questo caso si nota che le discontinuità nel segnale radar non hanno corrispondenza con particolari anomalie nelle stratigrafie elettriche e quindi la loro interpretazione ha un grado di incertezza maggiore.

### Profilo GPR L3

Questo profilo, lungo circa 62 m, è stato acquisito nella zona industriale di Santa Rufina (Comune di Cittaducale). In corrispondenza di questo profilo, a differenza degli altri casi, non è stata eseguita una indagine ERT (Figura 3.2\_7).

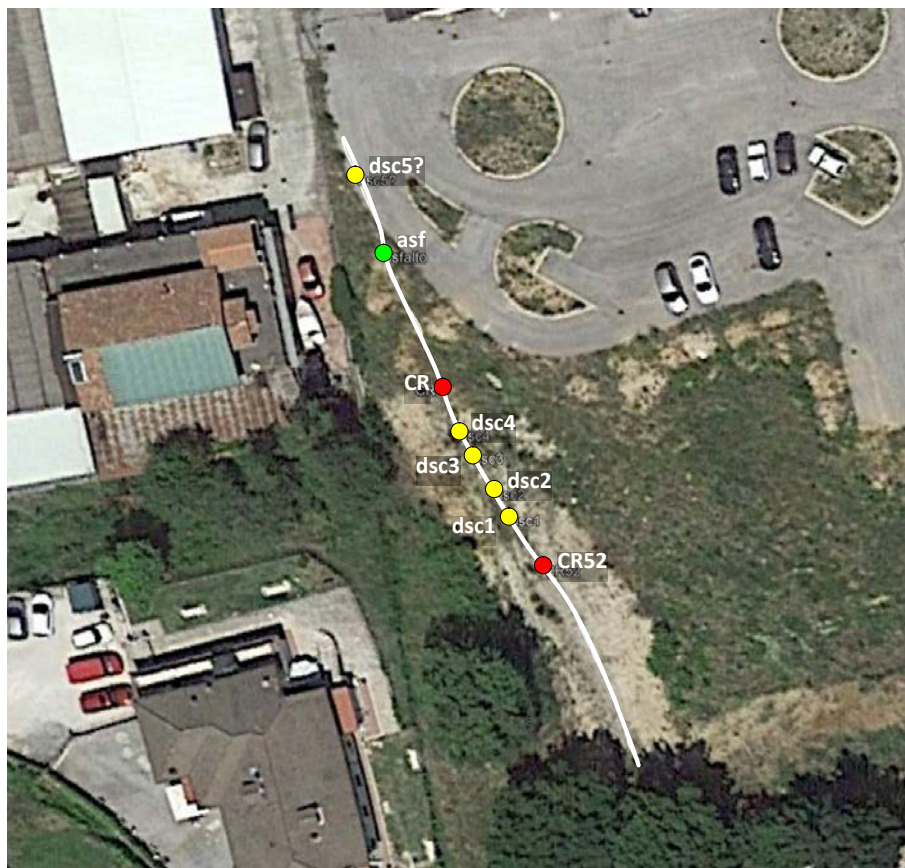


Figura 3.2\_7 – Ubicazione del profilo GPR L003

Il radargramma corretto per la topografia del profilo acquisito è riportato in alto nella figura 3.2\_8 mentre la figura in basso mostra il dato non corretto.

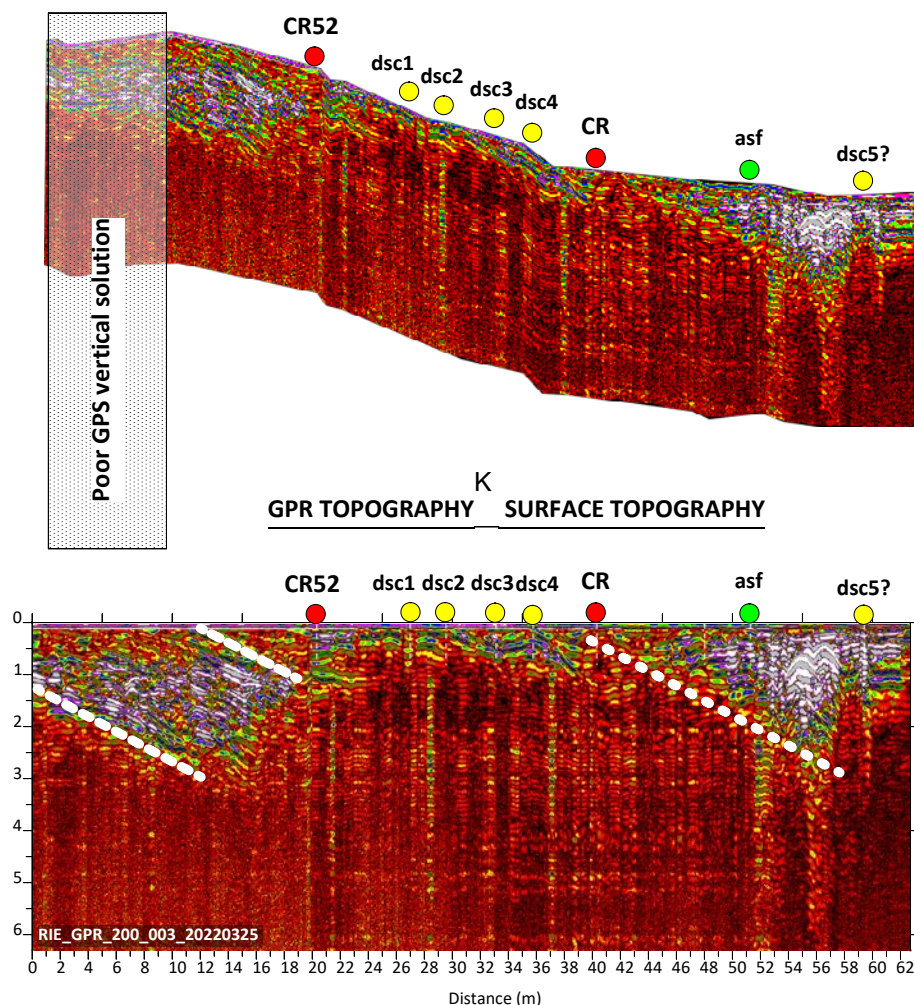


Figura 3.2\_8 – Radargrammi corrispondenti al profilo GPR L3; in alto radargramma corretto per la topografia; in basso senza correzione topografica.

L'analisi dei dati GPR evidenzia l'interruzione improvvisa (punto CR52) di una stratigrafia elettromagnetica inclinata caratterizzata da buona risposta dielettrica (linee tratteggiate bianche).

Interessante risulta la ricomparsa poco più avanti (punto CR) di una copertura con caratteristiche elettromagnetiche che sembrano simili e con un angolo del tutto paragonabile a quello visto in precedenza. Tale discontinuità potrebbe però anche essere relazionabile alla presenza della struttura del manto stradale.



#### **4. Studi paleosismologici**

L'attività principale durante la Fase 3 è consistita nell'esecuzione di studi paleosismologici a seguito dello scavo di apposite trincee, per verificare l'età dell'attività delle faglie individuate nelle precedenti fasi. Nel territorio del Comune di Rieti sono state scavate la Trincea 1 (lunga 21 m), eseguita lungo la prosecuzione verso sud della Trincea ERT6 già scavata durante la Fase 2 e la Trincea 5 (lunga 77 m). Inoltre, durante la Fase 2, in località Villa Stoli, erano già state scavate due trincee (Villa Stoli N e Villa Stoli S) ed eseguite le relative indagini paleosismologiche, descritte nella Relazione di Fase 2.

In Figura 4.1 viene riportato il Log della Trincea Villa Stoli S, con le datazioni radiometriche eseguite su due campioni di depositi fagliati, di età pari a 21.261-20.961 BC e 11.835-11.630 BC. La Figura mostra anche il rigetto misurato lungo la faglia più settentrionale riscontrata in trincea, pari a circa 30 cm, associabile ad un singolo evento.

Nel territorio del Comune di Cittaducale, nella frazione di Santa Rufina, durante la Fase 3 sono stati realizzati studi paleosismologici in altre tre trincee: la Trincea 3 (lunga 32 m), la Trincea 4 (lunga 26 m) e lo Scavo 1 (lungo 15 m).

L'ubicazione di tutte le trincee paleosismologiche eseguite è riportata in Figura 1.1\_1 e in Allegato 1a e 1b.

Di seguito si riportano i risultati degli studi paleosismologici.

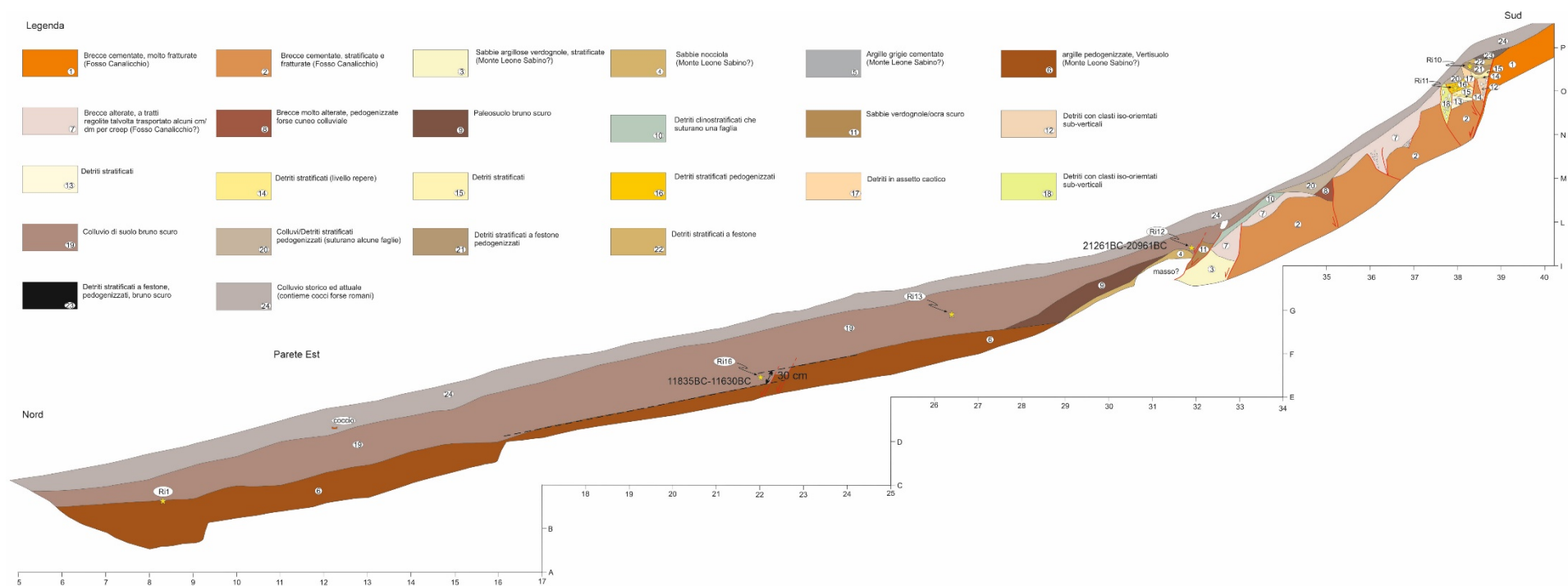


Figura 4.1 – Log della parete est della Trincea Villa Stoli S con l'indicazione dell'età radiometrica dei due campioni datati (prelevati da terreni fagliati) e del rigetto lungo faglia pari a 30 cm, associabile ad un singolo evento (per altri dettagli si veda la Relazione di Fase 2).

#### 4.1 Trincea TR1 (Rieti)

La Trincea TR1 è stata scavata in continuità, verso sud, della Trincea ERT6, scavata nella Fase 2 per investigare le discontinuità geofisiche che erano state individuate dalla ERT 6 e dalla GPR 9 (vedi Relazione di Fase 2). A causa della presenza di fitta vegetazione, lo scavo ERT6 non si è esteso sufficientemente verso sud ed è stato quindi necessario eseguire il nuovo scavo TR1, che si è prolungato verso sud per una lunghezza di 20 m (Figura 4.1\_1).



*Figura 4.1\_1 – Vista da nord verso sud della Trincea TR1 (vedi ubicazione in Figura 2\_1), lunga 20 m, scavata in prosecuzione verso sud della Trincea ERT6 (realizzata nella Fase 2 e che si era fermata al limite del bosco).*

#### Descrizione Log Trincea 1

La TR1 ha confermato la presenza di una zona di faglia che interessa sia il Sintema di Monteleone Sabino, che in questo settore si presenta completamente pedogenizzato, sia colluvi recenti che affiorano prevalentemente nella parte alta della trincea (scalino superiore). In Figura 4.1\_2 è rappresentato il Log della parete ovest della trincea, corredato di una legenda che descrive i vari orizzonti di suolo impostati sui depositi del Sintema di Monteleone Sabino ed i colluvi sovrastanti, in netta discordanza. A tale legenda si rimanda per i dettagli della descrizione della stratigrafia visibile nelle pareti della trincea.

Una faglia principale disloca sia il Sintema di Monteleone Sabino, in modo tale che gli orizzonti di suolo presenti al suo footwall non si correlano con nessuno degli orizzonti al suo hangingwall, sia la successione di colluvi sovrastante (vedi Figure 4.1\_2 e 4.1\_3). La Figura 4.1\_3 mostra la porzione della parete ovest della trincea (dalla base sino al top dello scavo) interessata da tale faglia (indicata dalle bandierine rosse) che ribassa i depositi verso nord. Dettagli della faglia



sono riportati nelle Figure 4.1\_4 e 4.1\_5. La faglia presenta direzione N60°E ed immerge verso NO di 70°.

Nel gradino superiore della trincea è visibile il contatto per faglia tra il sintema di Monteleone Sabino pedogenizzato (livello 11) ed un colluvio (livello 3) che sono stati entrambi campionati (campioni C1 e C2 rispettivamente).

Nel gradino più in basso è visibile la stessa faglia che mette a contatto il livello 11 con un colluvio (livello 6), anch'esso campionato (campione C5).

### **Risultati delle datazioni radiometriche**

Nella Trincea 1 sono stati prelevati 5 campioni per le datazioni radiometriche. I campioni TR1 C1, C2, C3 e C4 sono stati prelevati nella zona corrispondente alle progressive H8 - L10, nello scalino superiore dello scavo (Figura 4.1\_4). Il campione C1 è stato prelevato al footwall della faglia individuata alla progressiva H8, mentre i campioni C2, C3 e C4 all'hangingwall di tale faglia (Figure 4.1\_2 e 4.1\_4).

Il campione TR1 C5 è stato, invece, prelevato nell'hangingwall della faglia individuata dopo la progressiva C9 (Figure 4.1\_2 e 4.1\_5) nella parete dello scalino inferiore della trincea.

Le datazioni C14 eseguite da Beta Analytic hanno restituito le seguenti età:

TR1 C1: 7818 - 7597 cal BC

TR1 C2: 3811 - 3701 cal BC

TR1 C3: 3011 - 2885 cal BC

TR1 C4: 6438 - 6340 cal BC

TR1 C5: 20919 - 20458 cal BC

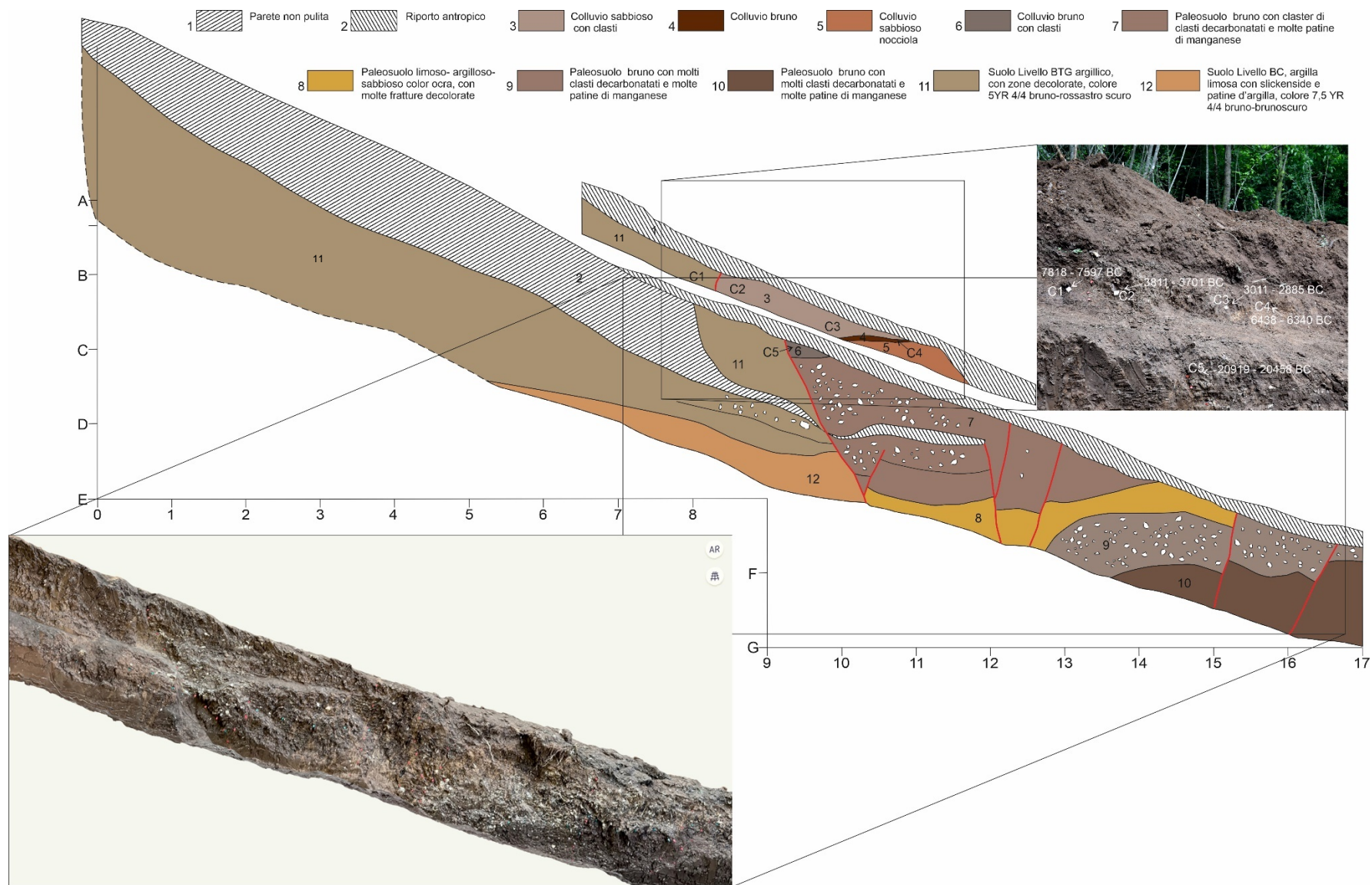


Figura 4.1\_2 - Log della parete ovest della trincea 1, corredato di una legenda che descrive i vari orizzonti di suolo che interessano i depositi del Sintema di Monteleone Sabino ed i colluvi sovrastanti in netta discordanza.





Figura 4.1\_3 – Porzione della parete ovest della trincea TR1. Le bandierine rosse mostrano la faglia che è orientata N60° E ed immerge di circa 70° verso NO



Figura 4.1\_4 – Punti di prelievo dei campioni C1, C2, C3 e C4 in corrispondenza delle progressive H8 – L10 (gradino superiore dello scavo)





Figura 4.1\_5 – Punto di prelievo del Campione TR1 C5 nell’*hangingwall* della faglia individuata tra le progressive C9 e D10 (parete dello scalino inferiore)

### Dislocazioni rilevate in trincea

Nelle pareti di Trincea 1 sono state riscontrate diverse dislocazioni (vedi Figure 4.1\_2 e 4.1\_3) ed in particolare una di queste è stata individuata come la faglia principale alla base del versante (del rilievo Cappuccini-Villa Potenziani), che non era stata raggiunta con la Trincea ERT6, scavata durante la Fase 2 del progetto (per i dettagli di questa trincea si veda la Relazione di Fase 2).

Come già detto, la faglia in parola disloca sia il Sintema di Monteleone Sabino, in modo tale che gli orizzonti di suolo presenti al suo footwall non si correlano con nessuno degli orizzonti al suo *hangingwall*, sia la successione di colluvi sovrastante (vedi Figura 4.1\_3).

Rimane, però, difficoltoso, dalle evidenze riscontrate in trincea, individuare dislocazioni associabili a singoli eventi sismici.

L’unico deposito che potrebbe, per la sua geometria, essere assimilato ad un *colluvial wedge* (in senso paleosismologico) è il livello 6 (di Figura 4.1\_2), da cui è stato prelevato il campione C5. L’età (calibrata) di questo campione, compresa tra 20.919 e 20.458 anni BC, è indicativa dell’evento sismico che ha prodotto il rigetto, poi in parte riempito, dal deposito stesso.

Altro deposito, più recente, coinvolto nella dislocazione è il livello 3, nella parte alta della trincea. La datazione C14 del Campione C2, compresa tra 3.811 e 3.701 anni BC, rappresenta l’età dopo la quale il livello 3 è stato fagliato.

L’analisi della sequenza visibile nella parte alta della parete ovest della Trincea 1 non evidenzia la presenza di *colluvial wedge*, e non fornisce, quindi, elementi per stabilire il rigetto lungo faglia legato ad un singolo evento sismico.



L'unico parametro che è possibile considerare indicativo della dislocazione lungo faglia è lo spessore del sopra descritto livello 6, che è pari a circa 15 cm.

#### 4.2 Trincea TR 5 (Rieti)

La Trincea TR5 (ubicazione in Figura 1.1\_1) è stata scavata, per una lunghezza di 77 m (Figura 4.2\_1 e 4.2\_2), in corrispondenza della traccia lungo la quale sono state eseguite le indagini ERT7, GPR7 e GPR8 (vedi Relazione di Fase 2). La trincea ha messo in evidenza una serie di strutture tettoniche secondarie che dislocano la stratigrafia fino a raggiungere lo strato antropico (suolo arato).



Figura 4.2\_1 – Vista panoramica da est verso ovest del sito dove è stata scavata la Trincea 5 (si noti la recinzione arancione).



Figura 4.2\_2 – Vista da nord verso sud della Trincea 5, lunga 77 m. Per ubicazione in carta, vedi Figura 1.1\_1



La trincea ha interessato, per tutta la sua lunghezza, i depositi sabbiosi e limosi prevalentemente pedogenizzati del Sintema di Monteleone Sabino.

Alla testata sud della trincea (parete sud; Figura 4.2\_3) è stata osservata, dall'alto al basso la seguente stratigrafia: suolo attuale spesso 40 cm; suolo Bt di colore Ocr 5YR 4/4 bruno rossastro, spesso 70 cm con idromorfia, con componente sabbiosa e comuni frammenti silicei sabbiosi, quasi privo di scheletro, ricco di mangans, con zone decolorate; suolo Btg argillico con mangans spesso 1,5 m, con zone decolorate, di colore 5YR 3/4 bruno rossastro scuro; suolo BC argilloso-limoso spesso 1 m, con slickenside, patine di argilla, di colore 7,5 YR 4/4 bruno-brunoscuro. Sempre nella parte iniziale della trincea, lungo la parete ovest, sono visibili fratture nel paleosuolo, che presenta sembianze di un fragipan periglaciale (Figura 4.2\_4).

Lungo entrambe le pareti di scavo, circa dalla progressiva 40 in poi, i depositi più o meno pedogenizzati del sintema di Monteleone Sabino sono interessati da faglie che delimitano strutture tipo *horst* e *graben* (Figura 4.2\_5 e Tavola Log Trincea 5). Alcune di queste faglie sembrano interessare anche i colluvi recenti che affiorano nella parte alta delle pareti di scavo (gradino superiore), anche se non sono state individuate chiare evidenze di dislocazione in superficie con relativi *colluvial wedge*. In corrispondenza della progressiva 53, lungo la parete ovest, un campione di suolo che potrebbe essere stato dislocato ha restituito un'età radiometrica di 2673 - 2474 cal BC (Figure 4.2\_6). Però le evidenze sono tali da non garantire la certezza che la dislocazione sia effettivamente dovuta ad un evento sismico. In Figura 4.2\_7 è riportata una possibile interpretazione.



Figura 4.2\_3 – Parete sud di inizio scavo della Trincea 5.





*Figura 4.2\_4 – Particolare della parete ovest della Trincea 5, presso l'inizio sud della stessa.*

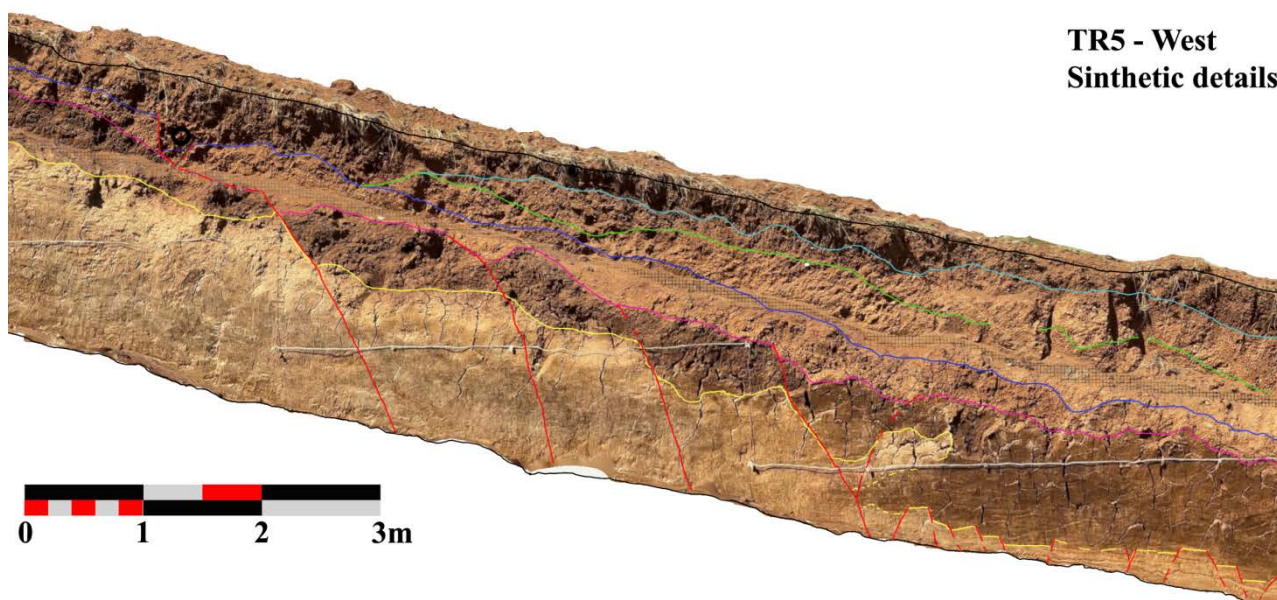


Figura 4.2\_5 – Porzioni delle pareti est ed ovest della Trincea 5 interessate da sistemi di faglie che definiscono strutture ad horst e graben





*Figura 4.2\_6 – Punto di prelievo del Campione TR5 C3, lungo la parete ovest della trincea, in corrispondenza della progressiva 53.*



*Figura 4.2\_7 – Interpretazione della porzione della parete ovest della Trincea 5, in cui, in corrispondenza della progressiva 53 (vedi Figura 4.2\_6) è stata individuata una possibile dislocazione, anche se mancano chiari indizi (es. un colluvial wedge) di fagliazione superficiale.*

### **4.3 Trincea TR 3 (Cittaducale)**

La Trincea TR 3 è stata scavata in corrispondenza della rottura di pendio del versante settentrionale del rilievo Castellaccio (Figure 4.3\_1 e 4.3\_2), con l'intento di intercettare spessori cospicui di depositi tardo quaternari e olocenici da investigare dal punto di vista paleosismologico.



L'ubicazione in carta della trincea è riportata in Figura 1.1\_1. Lo scavo della trincea è stato iniziato, a sud (Figura 4.3\_3), in corrispondenza di una rottura morfologica dovuta ad una faglia nei depositi conglomeratici cementati del *Sintema di Fosso Canalicchio* (Pleistocene inferiore basale). La trincea ha confermato la presenza di tale faglia, in corrispondenza della quale, lungo la parete dello scavo si rinvenivano fratture beanti riempite di materiale colluviale (Figura 4.3\_4).



Figura 4.3\_1 – Ubicazione della Trincea 3, nel territorio di Cittaducale (RI), in corrispondenza della rottura di pendio del rilievo Castellaccio





Figura 4.3\_2 – La Trincea 3, lunga 32 m, vista da nord verso sud. L'ubicazione in carta della trincea è riportata in Figura 1.1\_1



Figura 4.3\_3 – Parte iniziale meridionale della Trincea 3. La trincea è stata iniziata in corrispondenza di una sospetta parete di faglia nei conglomerati carbonatici del sistema di Fosso Canalicchio





Figura 4.3\_4 – Inizio sud della Trincea 3 con presenza di una faglia ad alto angolo. Le fratture beanti risultano riempite da colluvi

La presenza di tale zona di debolezza è stata osservata anche durante la fase di escavazione; infatti, la benna, in corrispondenza della faglia avanzava con facilità a differenza delle zone limitrofe che opponevano molta resistenza allo scavo per la presenza dei conglomerati cementati.

### Descrizione Log Trincea 3

La trincea inizia a monte (sud) in corrispondenza di un piano di faglia che era stato rilevato nel bosco. Non si tratta di un liscione, ma di un piano di faglia scabroso, comunque evidente.

Da questo punto, verso valle, nelle pareti della trincea affiorano le brecce del Sintema di Fosso Canalicchio, interessate da fratture parallele al suddetto piano di faglia (Figura 4.3\_4). Si tratta, verosimilmente, di fratture cosismiche (apertesi durante terremoti) ed in particolare una di queste, visibile alla progressiva 1 delle pareti di scavo, è riempita da un paleosuolo bruno, che è stato campionato nella parete orientale, sia nella parte bassa che nella parte alta dello scavo (Campioni Tr3 C6 e Tr3 C7; vedi rispettivamente Figura 4.3\_5 e Figura 4.3\_6).

La stratificazione primaria delle brecce, proprio per la presenza delle fratture sub-verticali, pur essendo difficilmente distinguibile, sembra a reggipoggio, con inclinazione degli strati da 45° a 60°.

Le brecce presentano clasti da sub-angolosi ad angolosi, con diametri generalmente intorno al decimetro, ma anche centimetrici.



Dalla progressiva 11, è presente una zona di faglia ampia oltre un metro, che mette a contatto il sintema di Fosso Canalicchio con il sovrastante sintema di Monteleone Sabino; la zona di faglia è costituita da almeno 3 singoli elementi, che sono stati contrassegnati con delle bandierine rosse (vedi Figure 4.3\_7, 4.3\_8 e Tavola Log Trincea 3).

Tra i depositi recenti, un colluvio di suolo ed un paleosuolo (livelli 6 e 7 di Figura 4.3\_9) risultano evidentemente coinvolti in questa zona di faglia. In particolare, un paleosuolo bruno, poco evoluto, sviluppato sulle sabbie del sintema di Monteleone Sabino (livello 7 in Figura 4.3\_9) si è sviluppato nella parte alta di tale formazione, all'hanginwall della zona di faglia (dove è stato prelevato il Campione Tr3 C1). Sopra il livello 7 (in marrone in Figura 4.3\_9) dove è stato prelevato il campione C1, è presente un colluvio di suolo (indicato come livello 6 in Figura 4.3\_9), che contiene piccoli clasti calcarei, da cui è stato prelevato il campione C2. Salendo stratigraficamente sono presenti il livello 5, dove è stato prelevato il Campione Tr3 C3 (vedi Figure 4.3\_8 e 4.3\_9) ed un deposito di clasti sub-angolosi-angolosi, di dimensioni pluri-centimetriche (Livello 4, in arancio in Figura 4.3\_9), del quale è stata campionata la matrice pedogenizzata (Campione Tr3 C4). La parte più a valle di questo livello risulta ispessita all'hanginwall della zona di faglia, e viene interpretata come una sorta di cuneo colluviale (*colluvial wedge* nella letteratura), depositatasi cioè a seguito di un evento di fagliazione superficiale, a riempire parzialmente il dislivello prodotto da tale evento. In questa ipotesi, il colluvio di colore bruno scuro sottostante (livello 5, in viola in Figura 4.3\_9) si deve essere depositato prima dell'evento sismico suddetto.

Il Sintema di Monteleone Sabino si presenta in strati subverticali, paralleli alla zona di faglia, verosimilmente perché trascinati (dragged) lungo la faglia stessa. Si tratta di alternanze di strati sabbiosi e limosi, a luoghi intervallati da rari strati di ghiaietto minuto (clasti millimetrici).

Talvolta gli strati si "orizzontalizzano" cioè mostrano una pendenza minore, ed in tali casi è evidente come essi siano tagliati da faglie sub verticali, che sono state contrassegnate in trincea da bandierine rosse (vedi Tavola Log Trincea 3). Essendo le faglie sub-parallele agli strati, vengono, ipotizzati anche scorrimenti interstrato.

Verso la progressiva 26-24, si rinviene il contatto tra il Sintema di Monteleone Sabino ed un colluvio pedogenizzato con clasti alterati dalla pedogenesi (fantasmi di clasti o clasti "biscottati"). Il contatto ha una pendenza di circa 30° verso valle (vedi Figura 4.3\_10).

Sopra il colluvio pedogenizzato, è visibile il contatto con un colluvio che presenta frequenti clasti calcarei di diametro decimetrico, sub-arrotondati, immersi in abbondante matrice di suolo. Tale contatto che inizialmente è inclinato di una ventina di gradi verso valle, poi bruscamente si "orizzontalizza" nella zona terminale nord della trincea (vedi Tavola Log Trincea 3).





Figura 4.3\_5 – Indicazione del punto di prelievo del Campione di colluvio TR3 C6, nella parte basale della trincea, la cui datazione al C14 ha restituito un'età di 4988 - 4797 cal BC.



Figura 4.3\_6 – Indicazione del punto di prelievo del Campione di colluvio TR3 C7, nella parte alta della trincea (parete Est), la cui datazione al C14 ha restituito un'età di 326 - 424 cal AD.





Figura 4.3\_7 – Porzione della parete Est della TR3 dove è possibile osservare una zona di faglia i cui elementi sono stati indicati con bandierine rosse.



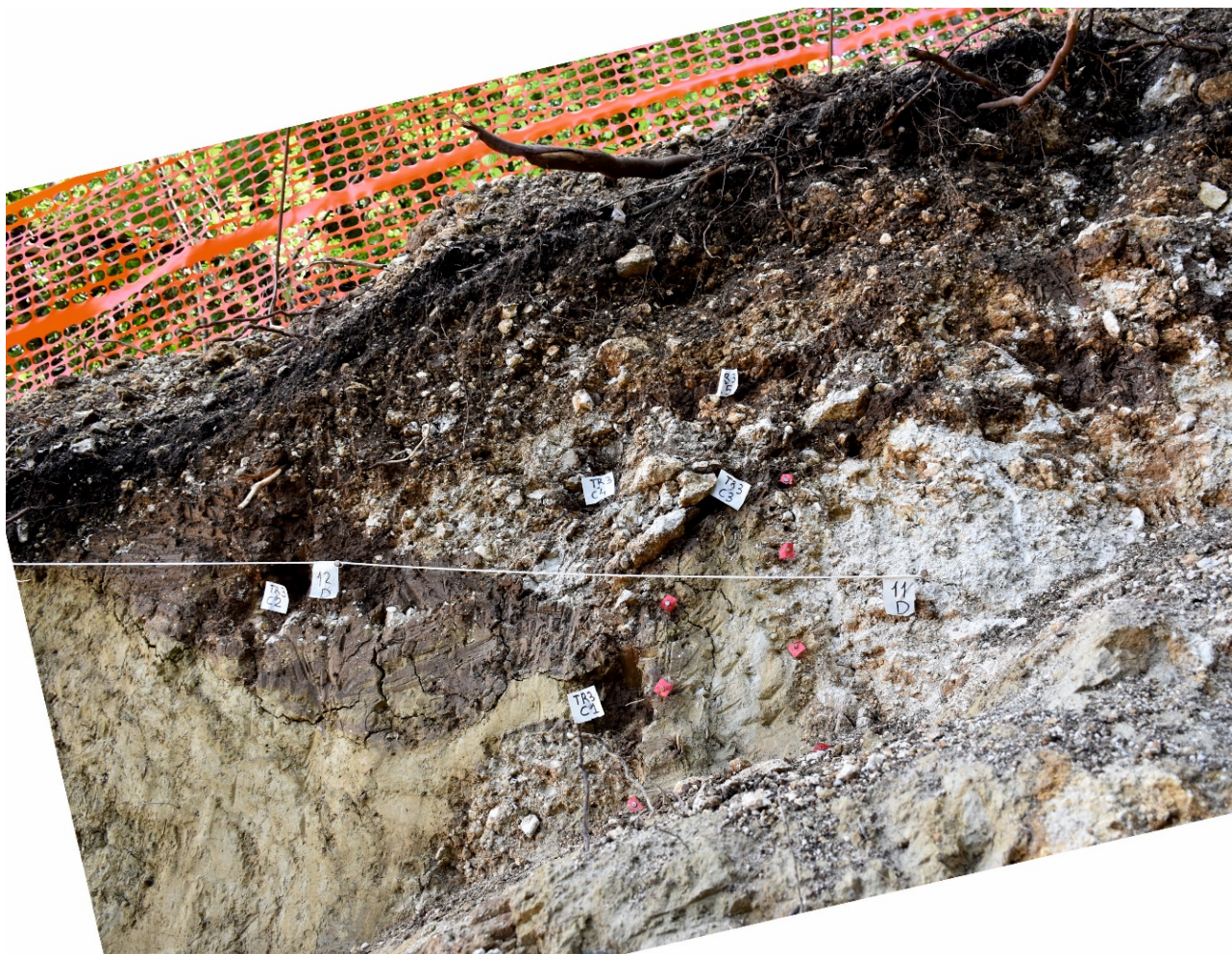


Figura 4.3\_8 – Indicazione dei punti di prelievo dei Campioni TR3 C1, C2, C3, C4 e C5 nella zona di faglia individuata tra le progressive D11 e D12. Le datazioni al C14 hanno restituito le seguenti età: per TR3 C1 4171 - 4036 cal BC, per TR3 C2 7729 - 7589 cal BC, per TR3 C3 3711 - 3627 cal BC, per TR3 C4 3243 - 3102 cal BC e per TR3 C5 4846 - 4712 cal BC



### TR3 - East Details

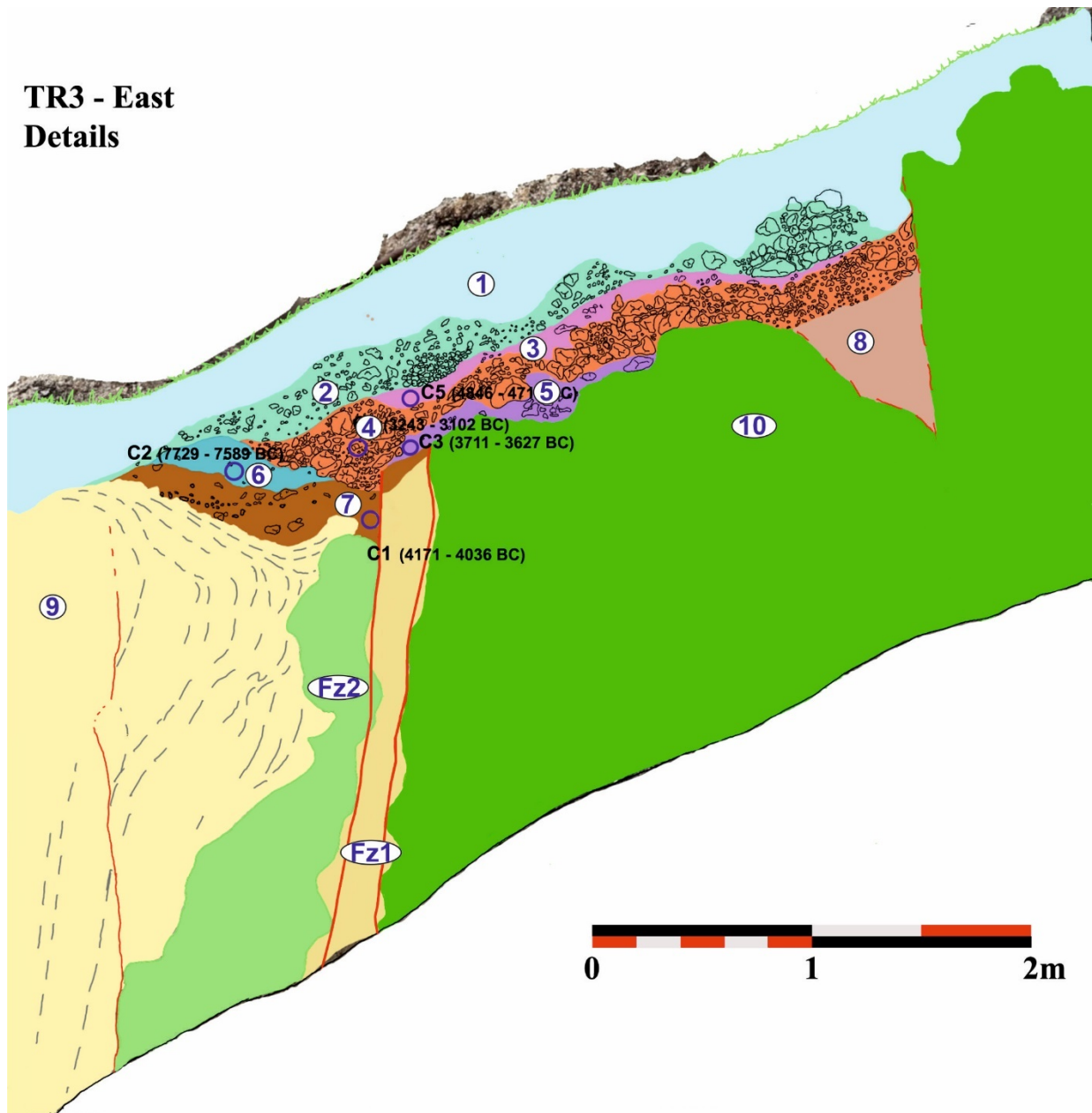


Figura 4.3\_9 – Log della zona di faglia, lungo la parete Est della TR3, che mette a contatto i sintemi di Fosso Canalicchio (10) e di Monteleone Sabino (9), con indicazione degli elementi tettonici, dei colluvi e dei punti di prelievo dei campioni che sono stati datati al C14. Fz1 e Fz2 indicano due zone di faglia.



Figura 4.3\_10 – Indicazione del punto di prelievo del campione CIT\_02 nei colluvi presenti nella terminazione settentrionale della parete est della trincea.

### Risultati delle datazioni radiometriche

In corrispondenza della zona di faglia coincidente con la testata meridionale della trincea, sono stati prelevati due campioni di colluvio per essere sottoposti a datazione radiometrica con il C14, il TR3 C6 nella parte basale della parete di scavo (Figura 4.3\_5) ed il TR3 C7 nella parte alta della parete (Figura 4.3\_6). La datazione al C14 di TR3 C6 ha restituito l'età di 4988 - 4797 cal BC mentre per TR3 C7 l'età molto recente di 326 - 424 cal AD.

In corrispondenza della zona di faglia individuata alle progressive D11 e D12 della parete Est della trincea sono stati prelevati i Campioni di terreno TR3 C1, C2, C3, C4 e C5 (Figura 4.3\_8 e 4.3\_9). Le datazioni al C14 hanno restituito le seguenti età:

TR3 C1: 4171 - 4036 cal BC

TR3 C2: 7729 - 7589 cal BC

TR3 C3: 3711 - 3627 cal BC

TR3 C4: 3243 - 3102 cal BC

TR3 C5: 4846 - 4712 cal BC

Infine, in corrispondenza della terminazione nord della trincea, lungo la parete est (Figura 4.3\_10), è stato prelevato un campione di carbone (CIT\_02) dai colluvi che ricoprono in discordanza i depositi del Sintema di Monteleone Sabino, la cui datazione radiometrica ha restituito un'età di 7799 - 7597 cal BC.

### Dislocazioni rilevate in trincea

Come anticipato nel paragrafo descrittivo del Log della Trincea 3, i livelli 6 e 7 risultano dislocati dalle faglie della Fz1. La dislocazione lungo la faglia che limita a valle Fz1 è di 13 cm (Figura 4.3\_11). Considerando la data calibrata del campione C1, preso nel livello 7, compresa tra



4171 e 4036 anni BC, e quella del campione C4, preso nel livello 4 (che, come detto, viene interpretato almeno in parte come un *colluvial wedge*, deposto quindi dopo un evento sismico) di 3243 - 3102 BC, si ipotizza un evento di fagliazione in superficie tra 4171-4036 e 3243-3102 anni BC.

Si noti che non è stata tenuta in considerazione l'età del campione C2, prelevato da un colluvio di suolo che potrebbe essere stato contaminato da apporti di colluvi più antichi.

### TR3 - East Details

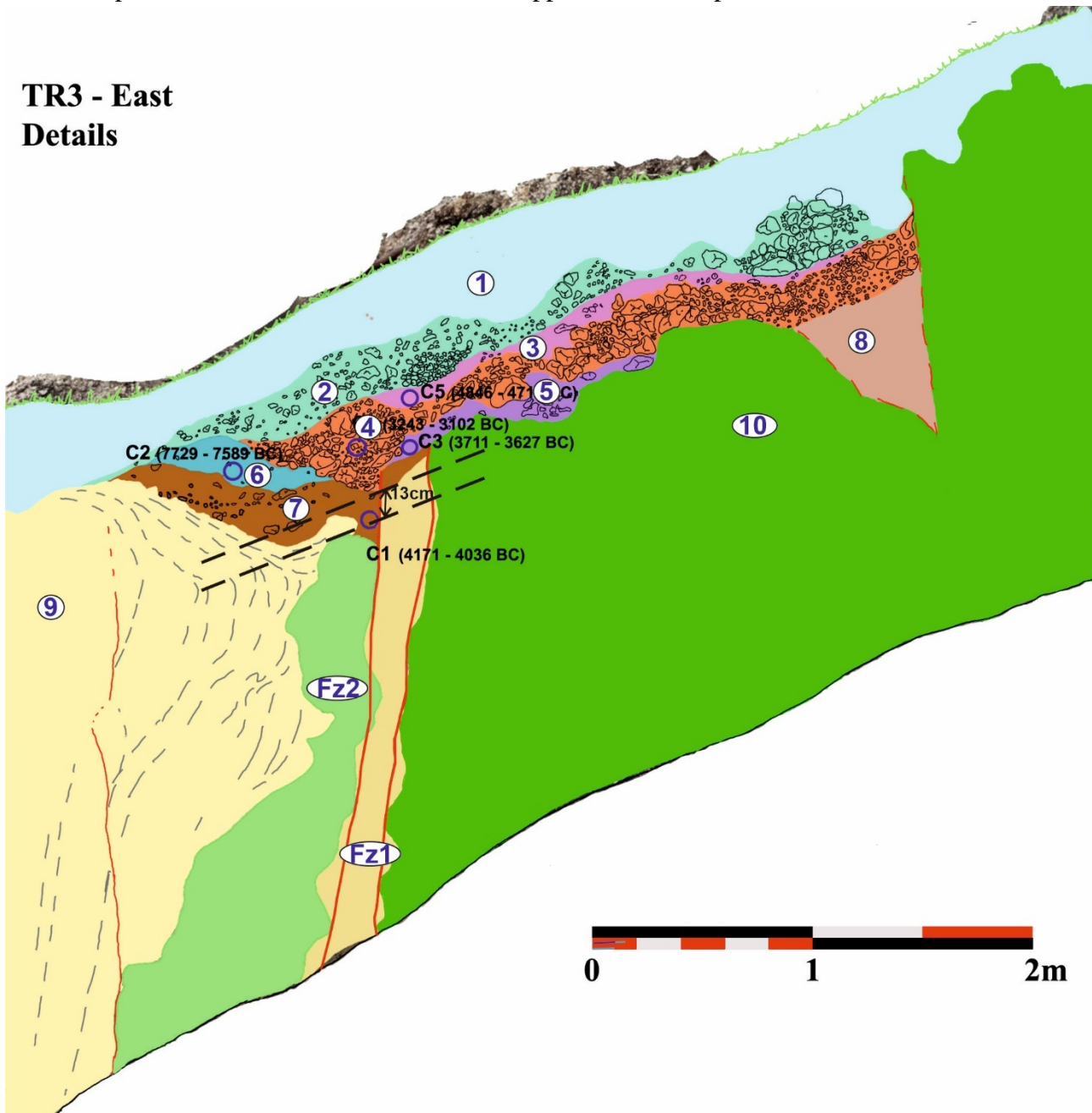


Figura 4.3\_11 – Log della Trincea 3 con indicazione della dislocazione del livello 7. Il rigetto verso nord di 13 cm è stato interpretato come il risultato di un singolo evento sismico.

#### 4.4 Trincea TR4 (Cittaducale)

La Trincea TR4 è stata scavata in corrispondenza della traccia del profilo ERT 12 e del profilo GPR P2, per investigare le rispettive discontinuità geofisiche riscontrate nel settore indicato con la freccia “4” in Figura 3.1\_1 e nei punti “CR1” e “CR2” delle Figure da 3.2\_2 a 3.2\_5. Un altro indizio considerato per la scelta dell’ubicazione della trincea è la presenza di una rottura morfologica lungo il versante, individuata come “faccetta triangolare” nella carta geomorfologica di Figura 2.3\_1 e Allegato 3.

In effetti, a seguito di ulteriori rilevamenti di campagna e dei risultati emersi dalla trincea, la supposta faccetta triangolare è risultata corrispondere ad un *flatiron*, cioè ad un particolare assetto geologico e geomorfologico dovuto all’erosione selettiva in corrispondenza del passaggio stratigrafico da litotipi conglomeratici molto competenti a sabbie molto meno competenti, attraverso una superficie di strato parallela al versante e molto inclinata (le faccette triangolari ed i flatiron sono tipiche forme di convergenza geomorfologica). In Figura 4.4\_1 sono visibili gli strati di conglomerati e sabbie del sintema di *Monteleone Sabino* quasi verticalizzati, in corrispondenza dei quali si rinviene una scarpata morfologica di oltre 10 m.



Figura 4.4\_1 – Strati di conglomerati e sabbie del sintema di Monteleone Sabino (Pleistocene Inferiore finale) quasi verticalizzati e in corrispondenza dei quali è presente una scarpata morfologica di oltre 10 m.

La trincea, la cui ubicazione è riportata nella Figura 1.1\_1, è stata scavata in direzione circa S-N per una lunghezza di 26 m (Figura 4.4\_2).

La trincea ha messo in luce una sequenza di alternanze di strati conglomeratici, sabbiosi e limosi di depositi appartenenti al sintema di Monteleone Sabino (Pleistocene inferiore finale) immergenti in maniera paraconcordante verso nord-ovest con pendenze da 40° fino a 70° (Figure 4.4\_3, 4.4\_4 e Tavola Log Trincea 4). Presso la testata sud della trincea è stato possibile misurare la giacitura reale di uno strato calcarenitico litoide avente direzione N20°E ed immersione 40°NO. Inoltre, la direzione degli strati presa lungo le pareti della trincea è risultata essere N60°E e l’immersione verso NO. Alla progressiva B2 è stata misurata la pendenza di 60° del contatto sabbie-limi, quindi alla progressiva B4 la pendenza degli strati di 40°, alla progressiva B7 la pendenza di 50° del contatto limi-ghiaie, alla progressiva C12 la pendenza di 50° del contatto ghiaie-limi, alla progressiva C13 la pendenza di 55° del contatto limi bianchi-sabbie, alla progressiva D14-D15 la pendenza di 50° del contatto sabbie chiare – sabbie scure e alla progressiva



D17-D18 la pendenza di  $70^\circ$  del contatto tra suolo marrone e sabbie. In corrispondenza delle progressive D18-D19 (Figura 4.4\_5) è stata individuata una zona di faglia, indicata in rosso in Figura 4.4\_4. A valle di tale zona gli strati diminuiscono sensibilmente la loro pendenza verso nord. In linea generale si può apprezzare un aumento delle pendenze dall'inizio sud della trincea spostandosi verso nord, fino alla zona di faglia della progressiva D19, a valle della quale c'è una brusca diminuzione. Tale assetto giaciturale complessivo è senza dubbio il risultato di un'azione tettonica post-sedimentaria.



Figura 4.4\_2 – Trincea TR4 vista da nord verso sud. La trincea è stata scavata nel territorio di Cittaducale (RI) per una lunghezza di 26 m. Per l'ubicazione si veda la Figura 1.1\_1



Figura 4.4\_3 – Vista della parete est della Trincea TR4 (fino alla progressiva 19) che mostra una successione con alternanza di ghiaie, sabbie e limi appartenenti al sintema di Monteleone Sabino immergenti verso NO con pendenze tra  $40^\circ$  e  $70^\circ$ .



TR4 Log - Est



Figura 4.4\_4 – Parete est della Trincea 4, con strati inclinati fino a 70° verso nord e indicazione di una zona di faglia (vedi anche Tavola Log Trincea 4).

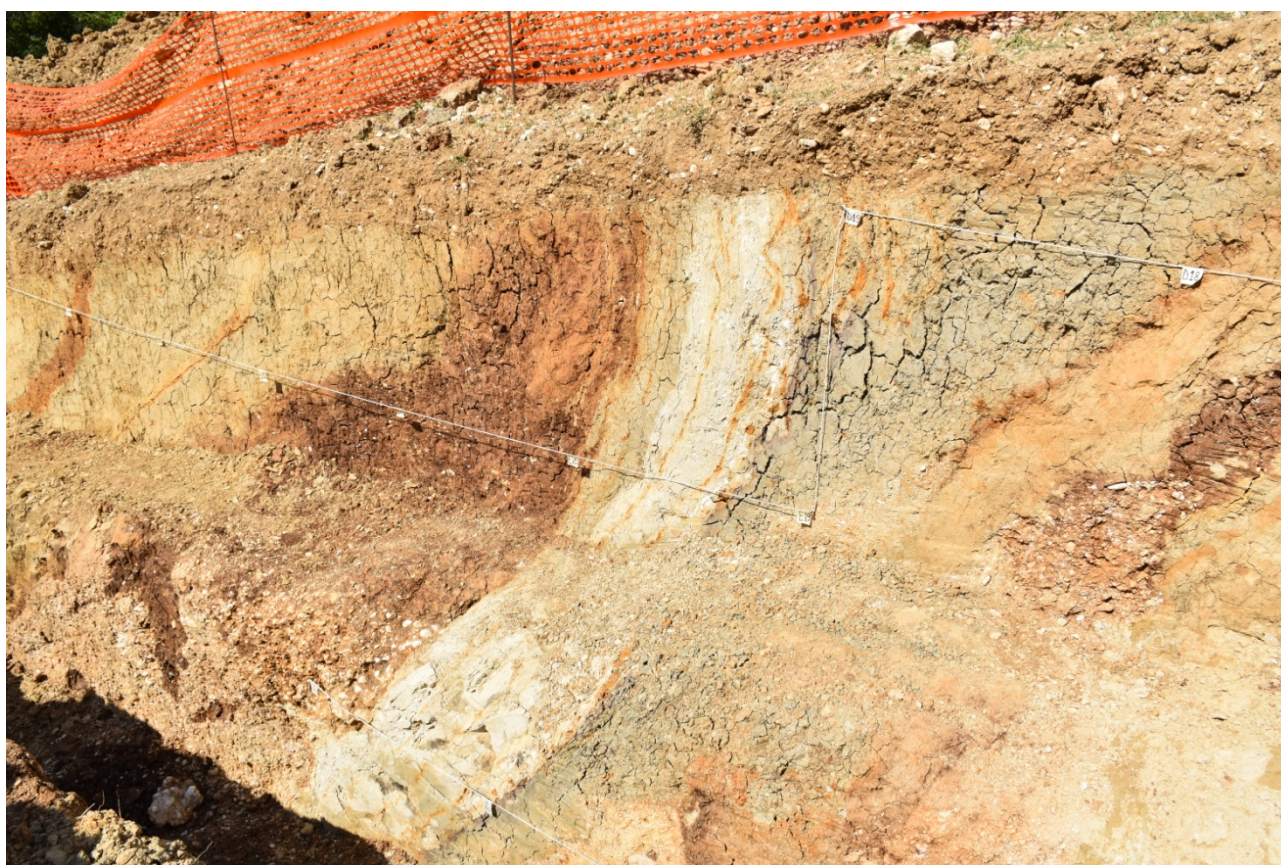


Figura 4.4\_5 – Alla progressiva D18 e D19 sono presenti limi grigi del sintema di Monteleone Sabino che si restringono dall'alto al basso della parete della trincea e che sono delimitati da due superfici di faglia (vedi Figura 4.4\_4)

In corrispondenza della progressiva B7 si può notare (Figura 4.4\_6) il passaggio stratigrafico tra le ghiaie e le sottostanti sabbie stratificate, entrambi appartenenti al Sintema di Monteleone Sabino. Tale passaggio corrisponde presumibilmente agli elevati contrasti di resistività e di impedenza riscontrati rispettivamente lungo i profili ERT e GPR (vedi Figura 3.1\_1 e CR2 in Figure da 3.2\_2 a 3.2\_5).





Figura 4.4\_6 – Passaggio stratigrafico tra le sabbie stratificate e le sovrastanti ghiaie, entrambi del sintema di Monteleone Sabino, con immersione apparente verso nord di 50°. Tale contatto è presumibilmente responsabile delle discontinuità geofisiche rilevate lungo i profili ERT 12 e GPR P2 (vedi Figura 3.1\_1 e CR2 in Figure da 3.2\_2 a 3.2\_5).

Nella Trincea TR4 è stato prelevato un solo campione, TR4 C1, per essere sottoposto a datazione radiometrica (Figura 4.4\_7). Il campione è stato prelevato lungo la parete ovest della trincea, alla base di una “tasca” che corrisponde alle progressive D19-E19 della parete est, dove è stata individuata la faglia sopra descritta. La datazione C14 ha restituito un’età di 224 - 376 cal AD.

Il contatto suborizzontale tra i terreni che sono stati campionati e le sottostanti sabbie stratificate, oltre alla mancanza di chiare strutture tettoniche in corrispondenza del contatto verticale tra le sabbie stratificate e gli stessi terreni fa propendere, però, l’interpretazione verso una origine per intervento antropico (aratura) della suddetta “tasca”, vista anche la bassa profondità rispetto al piano campagna.





Figura 4.4\_7 – Punto di prelievo del Campione TR4 C1 lungo la parete ovest della trincea, corrispondente, alle progressive D19-E19 misurate lungo la parete est, dove è stata individuata una zona di faglia. La superficie basale sub-orizzontale dei terreni da cui è stato prelevato il campione, insieme alla mancanza di altre evidenze di dislocazione tettonica, suggeriscono un'origine antropica (aratura) della "tasca" che contiene tali terreni

#### 4.5 Trincea Scavo 1 (Cittaducale)

Durante la Fase 2 degli studi, nella zona industriale di Santa Rufina, a meno di 100 m dalla S.S. Salaria per L'Aquila era stato già eseguito il profilo GPR 11 (Figura 6.2\_5 della Relazione di Fase 2). Durante la Fase 3 è stato eseguito il nuovo profilo GPR L3 che è stato prolungato maggiormente verso nord rispetto a GPR11 (Figura 1.1\_1). Successivamente, è stato deciso di investigare con la Trincea Scavo1 la discontinuità CR individuata lungo la GPR L03 (vedi Figura 3.2\_8).

La Trincea Scavo 1 (ubicazione in Figura 1.1\_1) presenta una lunghezza di 15 m ed è orientata in direzione NNO-SSE (Figure 4.5\_1 e 4.5\_2).

La stratigrafia della trincea è caratterizzata da alternanze di ghiaie, sabbie e limi del sintema di Monteleone Sabino (Figura 4.5\_3, 4.5\_4 e Tavola Trincea Scavo 1). La giacitura degli strati è suborizzontale o con immersione verso nord con pendenze di pochi gradi, quindi, sensibilmente inferiori rispetto a quelle misurate nella Trincea TR4, posta circa 180 m a SE di TR Scavo1. Considerando la direzione degli strati misurata nella TR4, compresa tra N20E e N60 E, si può notare che l'elevata inclinazione degli strati verso NO rilevata in TR4 (fino a 70°) diminuisce fino ad annullarsi in corrispondenza della TR Scavo1 in uno spazio di circa 80 m (misurato lungo la direzione SE-NO). Si può quindi ipotizzare la presenza di una sinclinale tra TR4 e TR Scavo1 con un'asse orientato tra N20 E e N60 E, a meno della presenza di una importante struttura tettonica, avente stessa orientazione, tra le due trincee, ma di cui le indagini eseguite non hanno rilevato



evidenza. Lungo le pareti della Trincea Scavo1 non sono state individuate rilevanti evidenze di tettonica e, pertanto, si può escludere nell'area indagata la presenza di FAC.



Figura 4.5\_1 – Vista da nord verso sud della Trincea Scavo 1, lunga 15 m



Figura 4.5\_2 – Vista da sud verso nord della Trincea Scavo 1, lunga 15 m e posta a meno di 100 m a sud della S.S. Salaria per L'Aquila, nella zona industriale di Santa Rufina (Cittaducale, RI).



Figura 4.5\_3 – Parete est della Trincea Scavo 1, lunga 15 m ed orientata circa SE-NO. Ubicazione in Figura 1.1\_1. Gli strati presentano giacitura suborizzontale o con immersione verso NO di pochi gradi.





Figura 4.5\_4 – Parete ovest della Trincea Scavo 1

Nella Trincea Scavo 1 non sono stati prelevati campioni da sottoporre a datazione radiometrica.

## 5. Carta delle FAC e delle Zone di Rispetto e Suscettibilità

Tutte le indagini eseguite nelle Fasi 2 e 3 dell'Accordo sono state finalizzate ad individuare e caratterizzare le FAC presenti nel territorio oggetto di studio. Le trincee paleosismologiche, corredate di datazioni al C14 dei campioni dei sedimenti fagliati, hanno permesso di accertare che alcune delle faglie individuate e classificate nella Fase 2 come Potenzialmente Attive e Capaci sono effettivamente FAC (sensu DPC, 2015). Altre faglie, invece, definite Potenzialmente Capaci nella Fase 2, sono state eliminate, poiché gli studi successivi non hanno confermato la loro presenza. Nelle figure che seguono e negli Allegati 9\_1, 9\_2, 9\_3 e 9\_4 vengono riportate le FAC\_a, le FAC\_b, le Zone di Rispetto relative alle FAC\_a e le Zone di Suscettibilità relative alle FAC\_b, ai sensi di DPC (2015).

La FAC\_a corrisponde a una FAC certa e definita, ossia il piano di rottura principale e i fenomeni cosismici ad essa collegati sono riconosciuti con certezza; in questa categoria sono comprese anche le strutture tettoniche secondarie e le zone di trasferimento tra segmenti distinti di una FAC).

La FAC\_b corrisponde a una FAC incerta, ossia gli elementi che compongono una FAC e i fenomeni cosismici collegati non sono cartografabili con certezza e/o dettaglio, per assenza di dati o perché non possono essere identificati - zone di trasferimento, gap, erosione, coperture, ecc.).

La Zona di Suscettibilità include l'area nella quale sono localizzate la traccia del piano di rottura principale della FAC e altre possibili strutture tettoniche secondarie associate al piano di rottura principale, e le zone di trasferimento tra segmenti distinti della faglia.

La Zona di Suscettibilità è definita per quelle faglie attive e capaci le cui informazioni disponibili, sia pregresse che acquisite appositamente, non permettano di definire con chiarezza la traccia principale della faglia e gli elementi secondari ad essa associati.

La Zona di Suscettibilità può essere tracciata sia per le FAC certe e definite (FAC\_a) che per le FAC incerte (FAC\_b).

La Zona di Suscettibilità può essere asimmetrica rispetto alla traccia della FAC. Valori indicativi di rapporto fra dimensioni delle zone al letto (*footwall*, FW) e al tetto (*hangingwall*, HW) della faglia, differenti in funzione della cinematica, sono riportati di seguito:

Tipo di Faglia Rapporto FW/HW

Faglia normale 1:4

Faglia inversa 1:2



Faglia trascorrente 1:1

La dimensione della zona varia a seconda del tipo di FAC (FAC\_a o FAC\_b) e della tipologia, numero e posizione sul terreno delle indagini svolte. Valori raccomandati sono 300 m per FAC\_b e 160 m per FAC\_a. Nel caso di FAC\_a, la Zona di Suscettibilità può essere assente (è presente soltanto la Zona di Rispetto).

La Zona di Rispetto è l'area individuata intorno alla traccia del piano di rottura principale della FAC identificata con certezza. La Zona di Rispetto può essere tracciata esclusivamente per le FAC certe e definite (FAC\_a).

La larghezza della Zona di Rispetto a cavallo della traccia della FAC è 30 m. La Zona di Rispetto può essere asimmetrica rispetto alla traccia della FAC, come per le Zone di Suscettibilità e con uguali rapporti indicativi FW/HW. La Zona di Rispetto è contenuta nella Zona di Suscettibilità, ma tra le due zone non c'è sovrapposizione.

Nel presente studio la larghezza delle Zone di Rispetto è di 30 m, mentre per le Zone di Suscettibilità si sono scelte diverse dimensioni a seconda delle informazioni di varia natura di volta in volta disponibili (che hanno guidato le scelte stesse).

### **5.1 Zone di Rispetto e di Suscettibilità**

#### **Zona di Suscettibilità ad est di Porta d'Arce, alla base del versante N di Cappuccini**

Sulla base dei risultati della ERT 13, mostrati in Figura 3.1\_2, il limite N della Zona di Suscettibilità è stato posto a 20 m a N del muro di contenimento che separa il bosco dall'area antropizzata occupata dalle case ATER. Proprio in corrispondenza del muro di contenimento la ERT mostra una discontinuità nelle caratteristiche resistive, che potrebbe corrispondere ad una faglia che borda a N il rilievo di Cappuccini. Infatti, il margine settentrionale del rilievo corrisponde morfologicamente con la discontinuità geofisica individuata.

Pertanto, il buffer settentrionale della FAC\_b che si prolunga verso est fino a S. Mauro è stato definito di 40 m.

Il buffer meridionale, invece, a causa della presenza lungo il versante di una serie di rotture morfologiche che potrebbero essere state generate da tettonica, è stato esteso 80 m verso sud, fino ad andare in contatto con la Zona di Suscettibilità della FAC\_b posta più a monte e subparallela (Figura 5.1\_1).

#### **Zona di Suscettibilità e Zona di Rispetto a N di Cappuccini e Villa Potenziani**

La Zona di Suscettibilità presenta una larghezza totale di 160 m a cavallo della faglia individuata tramite analisi del DTM Lidar a maglia 1 m e foto aeree a partire dalla FAC individuata nella Trincea TR1. A cavallo di tale FAC è stata definita una Zona di Rispetto di 30 m, ampia 6 m nel footwall e 24 m nell'hangingwall (Figura 5.1\_1).

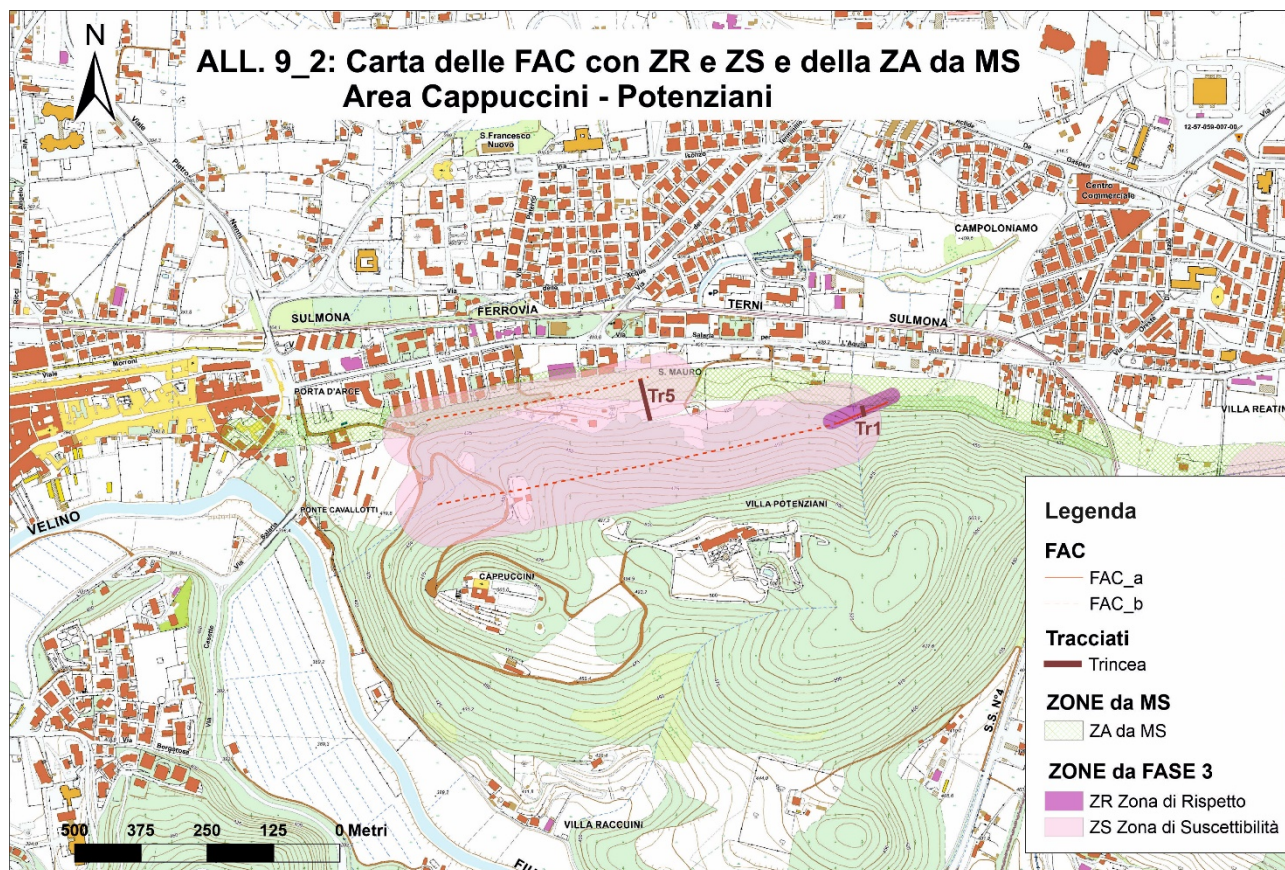


Figura 5.1\_1 – Carta delle FAC con indicazione delle Zone di Rispetto e di Suscettibilità per l'Area Cappuccini-Villa Potenziani. È indicata anche la ZA definita negli studi di MS

### Zona di Rispetto e Zona di Suscettibilità in località Villa Stoli

In località Villa Stoli la Trincea TRS e le indagini geofisiche hanno permesso di individuare una serie di FAC\_a (vedi Relazione di Fase 2). La larghezza della Zona di Rispetto è stata definita considerando 24 m a nord della FAC più settentrionale individuata tramite la ERT2 (nell'hangingwall) e 6 m a sud della FAC più meridionale individuata nella trincea TRS (nel footwall). A cavallo delle prosecuzioni verso est ed ovest (FAC\_b) di quella che è stata considerata la faglia principale è stata definita la Zona di Suscettibilità, avente un'ampiezza complessiva di 160 m (80+80). Nell'intorno della trincea TRN, che ha accertato l'assenza di FAC in quell'area, la Zona di suscettibilità non è stata tracciata (Figura 5.1\_2).



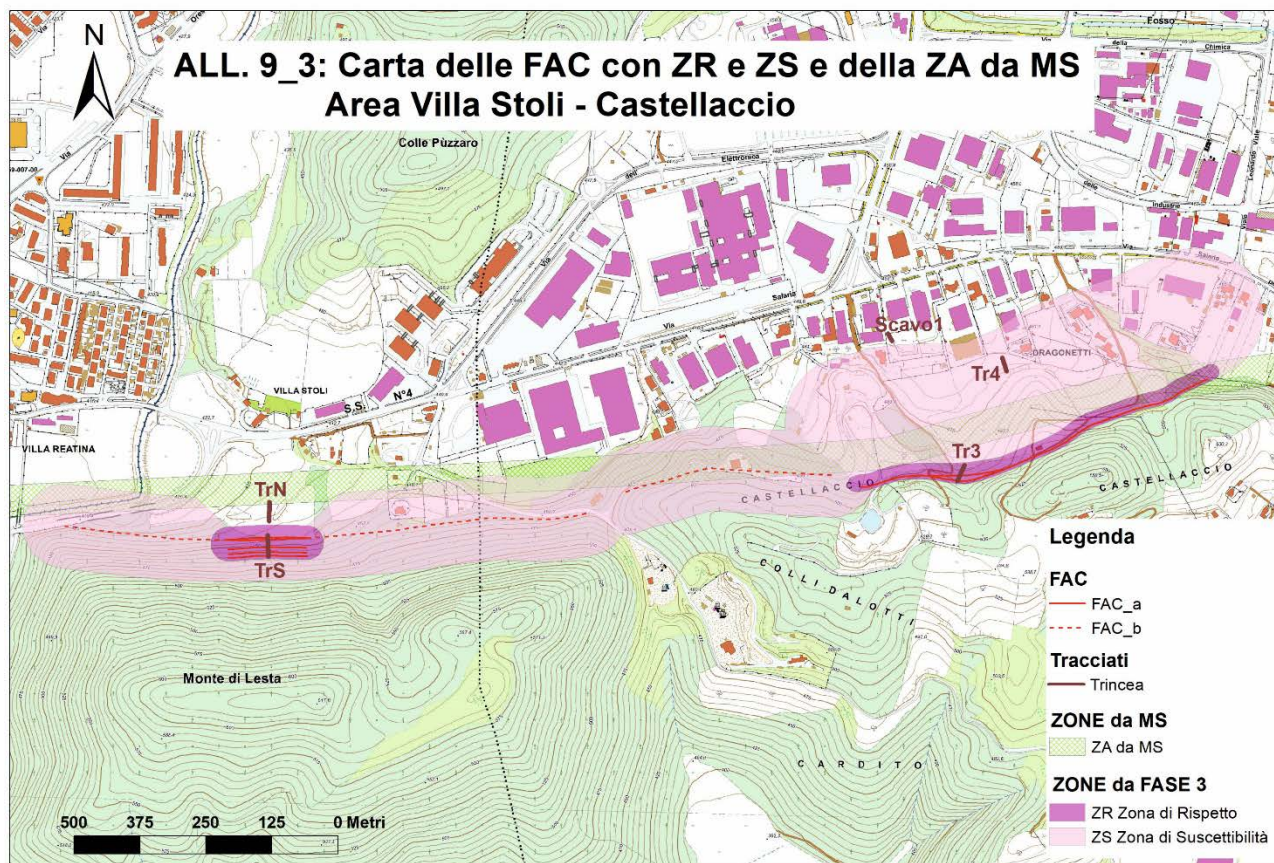


Figura 5.1\_2 – Carta delle FAC con indicazione delle Zone di Rispetto e di Suscettibilità per l'Area Villa Stoli – Castellaccio. È indicata anche la ZA definita negli studi di MS

### Zona di Rispetto e Zona di Suscettibilità a Castellaccio

La trincea TR3 ha messo in evidenza la presenza di due FAC\_a. In corrispondenza di tali due FAC\_a, la Zona di Rispetto è stata tracciata considerando 6 m a sud (nel footwall) della faglia più meridionale e 24 m a nord (nell'hangingwall) della faglia più settentrionale (Figura 5.1\_2).

Verso est ed ovest la traccia della FAC\_a è stata proseguita in corrispondenza di piani di faglia (evidenziati da "liscioni") e di altre tracce della faglia stessa, come rotture morfologiche, individuati durante il rilevamento di campagna. Inoltre, ad est la traccia della FAC\_a interseca anche una discontinuità di resistività individuata dalla ERT3 (discontinuità 1 in Figura 6.1\_3 della Relazione di Fase 2). Verso ovest, è stata tracciata una FAC\_b sulla base del rinvenimento in campagna di piani di faglia, discontinui e di affioramento estremamente limitato, sia nel substrato che nel Sintema di Monteleone Sabino.

La trincea TR Scavo1 non ha messo in luce la presenza di FAC e mostra i depositi del Sintema di Monteleone Sabino con giacitura sub-orizzontale.

La trincea TR4 ha mostrato i depositi stratificati del Sintema di Monteleone Sabino caratterizzati da elevate pendenze verso nord. Tale assetto giaciturale è certamente il risultato di attività tettonica. Tali elevate pendenze sono state riscontrate anche nella Trincea TR3. Nella trincea TR4 è stata individuata anche una faglia. Pertanto, è stata mappata una Zona di Suscettibilità a partire dalle faglie individuate nella Trincea TR3, che si estende verso nord per 250 m, arrestandosi prima della Trincea Scavo 1. Non si può escludere, infatti, la presenza di una FAC tra la terminazione nord della Trincea TR4 e la trincea Scavo 1.

Nell'area della frazione di Santa Rufina non sono state individuate FAC (Figura 5.1\_3).



Infine, nella piccola cava di prestito in disuso di Figura 5.1\_4 è stata individuata una faglia nei conglomerati cementati del sintema di Fosso Canalicchio che è stata mappata nella Carta geologica ma non nella Carta delle FAC. Non è stato possibile indagare la sua attività negli ultimi 40.000 anni per mancanza di affioramenti di depositi più giovani del Pleistocene inferiore.

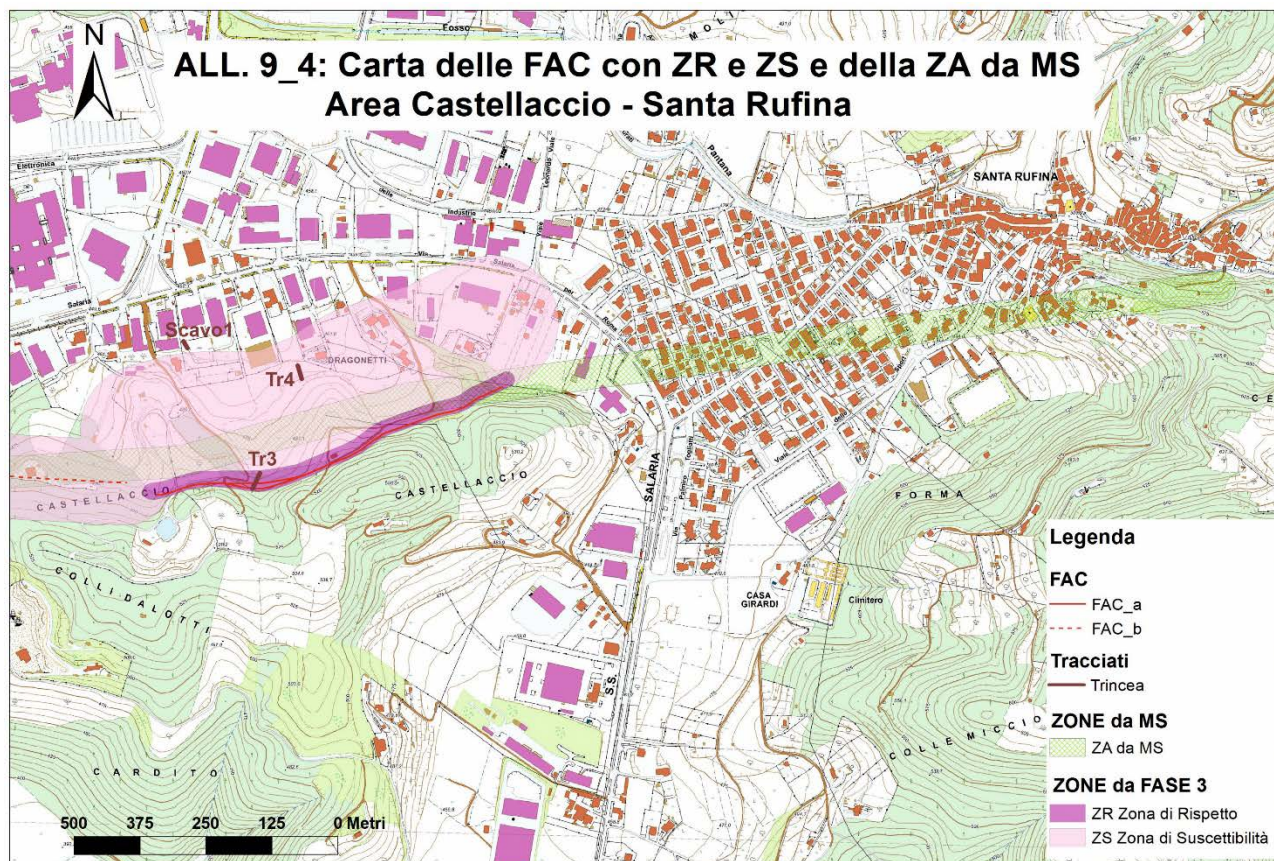


Figura 5.1\_3 – Carta delle FAC con indicazione delle Zone di Rispetto e di Suscettibilità per l'Area Castellaccio – Santa Rufina. È indicata anche la ZA definita negli studi di MS. Nell'area di Santa Rufina non sono state individuate FAC

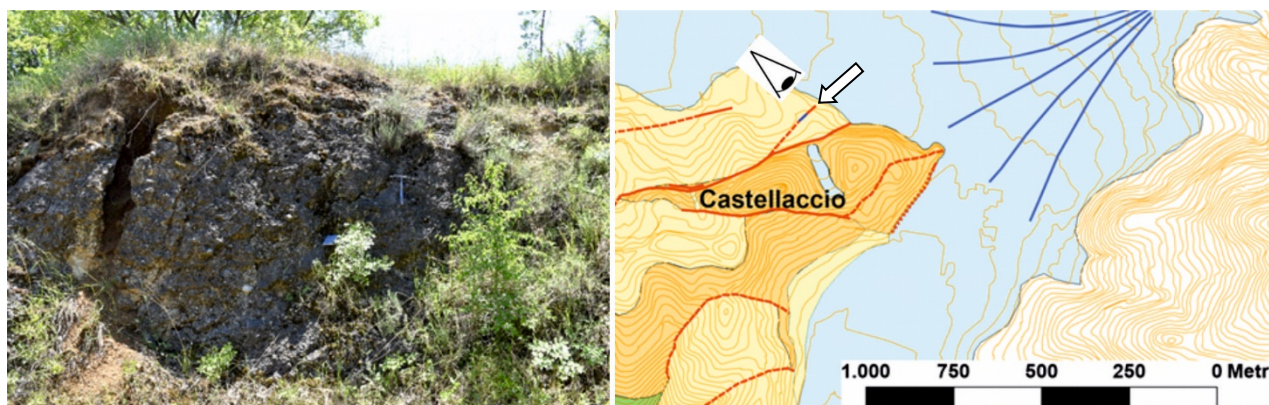


Figura 5.1\_4 – Piano di Faglia N60° individuato in una piccola cava nei conglomerati cementati del sintema di Fosso Canalicchio (Pleistocene Inferiore). La faglia è stata mappata nella Carta Geologica (freccia bianca) ma non nella Carta delle FAC.



## 6. Conclusioni

Tutte le attività svolte nelle Fasi 1 e 2 definite dall’Accordo di Collaborazione scientifica tra INGV e ISPRA per la “ridefinizione delle Zone di Attenzione delle Faglie Attive e Capaci emerse dagli studi di microzonazione sismica effettuati nel territorio comunale di Cittaducale (RI) e Rieti, interessati dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016”, siglato in data 10/12/2020, sono state propedeutiche agli studi di Fase 3 realizzati a seguito del successivo Accordo per “l’aggiornamento degli studi di microzonazione sismica a seguito degli approfondimenti dedicati alle zone delle faglie attive e capaci presenti nei territori dei Centri abitati di Rieti e Cittaducale (RI)”, sottoscritto in data 08 aprile 2022. Nella Fase 3, oltre ad ulteriori indagini geofisiche (ERT e GPR) sono state eseguite indagini paleosismologiche tramite lo scavo di trincee esplorative, lo studio delle pareti di scavo ed il prelievo di campioni di terreno. A seguito di tali indagini, sono state eseguite 17 datazioni radiometriche (2 in TR Villa Stoli, 5 in TR1, 8 in TR3, 1 in TR4 e 1 in TR5) che hanno permesso di individuare la dislocazione di terreni di età inferiore a 40.000 anni BP. In particolare, è stata individuata una FAC\_a nella trincea TR1, in cui è stato possibile misurare una dislocazione minima lungo faglia pari a 15 cm. Sono state individuate quattro FAC\_a nella Trincea Villa Stoli, lungo una delle quali è stato misurato un rigetto lungo faglia pari a 30 cm. Ed infine sono state individuate due FAC\_a nella trincea TR3, dove il rigetto minimo riscontrato lungo faglia è stato di 13 cm. Intorno alle FAC\_a individuate sono state definite le Zone di Rispetto mentre intorno alle FAC\_b individuate sono state mappate le relative Zone di Suscettibilità (Allegati 9\_1 – 9\_4).

## Bibliografia

- Annan A.P., Cosway S.W. (1992). Ground Penetrating Radar Survey Design, Conference Proceedings, 5th EEGS Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems, Apr 1992, cp-210-00020. DOI: [https://doi.org/10.3997/2214-4609-pdb.210.1992\\_020](https://doi.org/10.3997/2214-4609-pdb.210.1992_020)
- Barberi R. and Cavinato G.P. (1992). Analisi sedimentologiche ed evoluzione paleogeografica del settore meridionale del bacino di Rieti (Appennino centrale). Studi Geologici Camerti, Spec. Vol. (1992/1): 39-54.
- Barchi M., Lavecchia G., Galadini F., Messina P. Michetti A.M., Peruzza L., Pizzi A., Tondi E., Vittori E. (2000). Sintesi delle Conoscenze Sulle Faglie Attive in Italia Centrale: Parametrizzazione ai Fini della Caratterizzazione della Pericolosità Sismica. GNDT
- Brunamonte F., Michetti A.M., Serva L. & Vittori E. (1993). Seismic hazard evaluation in central Italy: preliminary results of the Rieti Basin Project. Annali di Geofisica, 36, p. 253-262.
- Calderoni G., Carrara C., Ferrelì L., Follieri M., Gliozzi E., Magri D., Narcisi B., Parotto M., Sadori L., Serva L. (1995). Palaeoenvironmental, palaeoclimatic and chronological interpretations of a late Quaternary sediment core from Piana di Rieti (Central Apennines, Italy). Giornale di Geologia, ser. 3a, vol. 56/2 (1994), 43-72, Bologna
- Carrara C., Brunamonte F., Ferrelì L., Lorenzoni P., Margheriti L., Michetti A.M., Raglione M., Rosati M. and Serva L. (1993). I terrazzi della medio-bassa valle del F. Velino. Studi Geol. Camerti, Spec. Vol. (1992/1), 97-102.
- Cavinato G.P., Chiaretti F., Cosentino D. and Serva L. (1989). Caratteri geologico-strutturali del margine orientale della conca di Rieti. Boll. Soc. Geol. It., 108(2), 207-218.

- Cavinato, G. P. (1993). Recent tectonic evolution of the Quaternary deposits of the Rieti Basin (Central Apennines, Italy): southern part. *Geologica Romana*, 29, 411-434.
- Comerci V., Molin D., Pasquaré F. A., Serva L., 2003, Risposta sismica dell'area urbana di Rieti in occasione del terremoto del 27 giugno 1898 nel bacino di Vazia (RI). *Bollettino Società Geologica Italiana*, 122, 147-156, 4 ff.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica (2015). Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), versione 1.0 Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma.
- Comune di Rieti, Assessorato Urbanistica – Piano Regolatore Generale.  
<https://www.comune.rieti.it/urbanistica-piano-regolatore>
- Comune di Rieti, Assessorato Urbanistica (2016) - Relazione allegata al programma pluriennale di attuazione 2016-2020
- Cosentino, D., Scoppola, C., Scrocca, D., & Vecchia, P. (1992). Stile strutturale dei Monti Reatini e dei Monti Sabini settentrionali (Appennino centrale) a confronto. *Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec. 1991/2, 55-61.
- Demangeot, J. (1965). *Géo morphologie des Abruzzes Adriatiques*. Éditions du Centre national de la recherche scientifique.
- Ferrelli, L., Brunamonte, F., Filippi, G., Margheriti, L., Michetti, A.M. (1992a). Riconoscimento di un livello lacustre della prima età del Ferro nel Bacino di Rieti possibili implicazioni neotettoniche. *Studi Geol. Camerti Vol. Spec. 1992 (1)*, 127–135.
- Ferrelli, L., Parotto, M., Serva, L. (1992b). Evoluzione del reticolo idrografico nella piana di Rieti negli ultimi 4000 anni. *Mem. Soc. Geol. Ital.* 45, 901–910.
- Guerrieri L., Comerci V., Ferrelli L., Pompili R., Brunamonte F., Michetti A.M. & Serva L. (2006). Geological evolution of the intermountain Rieti basin (Central Apennines). *Atlas "Mapping Geology in Italy"*, APAT, Servizio Geologico d'Italia, 124-130.
- Guidoboni E., Ferrari G., Tarabusi G., Sgattoni G., Comastri A., Mariotti D., Ciuccarelli C., Bianchi M.G., Valensise G. (2019). CFTI5Med, the new release of the catalogue of strong earthquakes in Italy and in the Mediterranean area, *Scientific Data* 6, Article number: 80 (2019). doi: <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0091-9>
- ISIDE Working Group. (2007). Italian Seismological Instrumental and Parametric Database (ISIDE). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/ISIDE>
- Micarelli L, Tondi E., Cello G. (2003). Evoluzione tettonica plio.quaternaria dell'area reatina: implicazioni per possibili scenari di pericolosità da terremoto. *Studi Geologici Camerti*, Nuova Serie, vol. 1/2003, 81-100.
- Michetti A.M., Brunamonte F., Serva L. and Whitney R.A. (1995). Seismic hazard assessment from paleoseismological evidence in the Rieti region (Central Italy). In: Serva L. & Slemmons D.B. (Editors) "Perspectives in Paleoseismology", *Bull. Assoc. Eng. Geol.*, Special Publication n°6 (1994), Seattle, WA, USA, pp. 63-82
- Raffy J. (1983). *Le versant tyrrhénien de l'Appennin Central: étude géomorphologique*. CNRS, Paris (1979) 705 pp.
- Ricci Lucchi M., Calderoni G., Carrara C., Cipriani N., Esu D., Ferrelli L., Girotti O., Gliozzi E., Lombardo M., Longinelli A., Magri D., Nebbiai M., Lucchi F., Vigliotti L. (2000). Late Quaternary record of the Rieti basin, central Italy: Paleoenvironmental and paleoclimatic evolution. *Giornale di Geologia*, vol. 62, pp. 105-136.



- Roberts G.P. and Michetti A.M. (2004). Spatial and temporal variations in growth rates along active normal fault Systems: an example from the Lazio-Abruzzo Apennines, central Italy, *Journal of Structural Geology*, 26 (2004), 339–376.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., Antonucci A. (2021). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.3>
- Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. (2007). TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 meters cell size (Version 1.0) [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>.