



IGEA S.A.S.

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C DOCUMENTI LAVORI 2023 021 23 001 1 1

PROSPEZIONI SISMICHE PRESSO BAGNI SAN MICHELE A POMARANCE (PI)

RELAZIONE TECNICA

COMMITTENTE: SMAF srl

IGeA sas

Dott. Geol. Guglielmo Braccesi



1.0	13/06/23	C:/Documenti/LAVORI/2023/02123_Indagini sismiche Bagni San Michele SMAF srl					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROVATO	AUTOR.	

**1 PREMESSA**

Nel periodo 15/05/23 - 01/06/23, presso la Loc. Bagni San Michele nel Comune di Pomarance (PI) è stata realizzata una campagna di indagini sismiche con metodologia sismica a riflessione. L'indagine è stata eseguita mediante strumentazione Geometrix ed elaborata con software ReflexW.

Il lavoro è stato eseguito su incarico della soc. SMAF srl con sede in Via Atene, 10 a Ponsacco (PI) e supervisionato dal Dott. Geol. Roberto Chetoni.

2 INDAGINI EFFETTUATE

Sono state acquisite tre sezioni di sismica a riflessione ad alta risoluzione su una stesa geofonica superficiale complessiva pari a 177.5 m, 177.5 m e 117.5 m, per un totale di 472.5 metri lineari totali:

Sezione	L1
lunghezza stesa	177.5 m
geofoni	72 in lettura simultanea
passo geofonico	2.5 m
ricoprimento	2400%

Sezione	L2
lunghezza stesa	177.5 m
geofoni	72 in lettura simultanea
passo geofonico	2.5 m
ricoprimento	2400%

Sezione	L3
lunghezza stesa	117.5 m
geofoni	48 in lettura simultanea
passo geofonico	2 m
ricoprimento	2400%



IGEA S.A.S.

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C

DOCUMENTI

LAVORI

2023

021

23

001

1

3

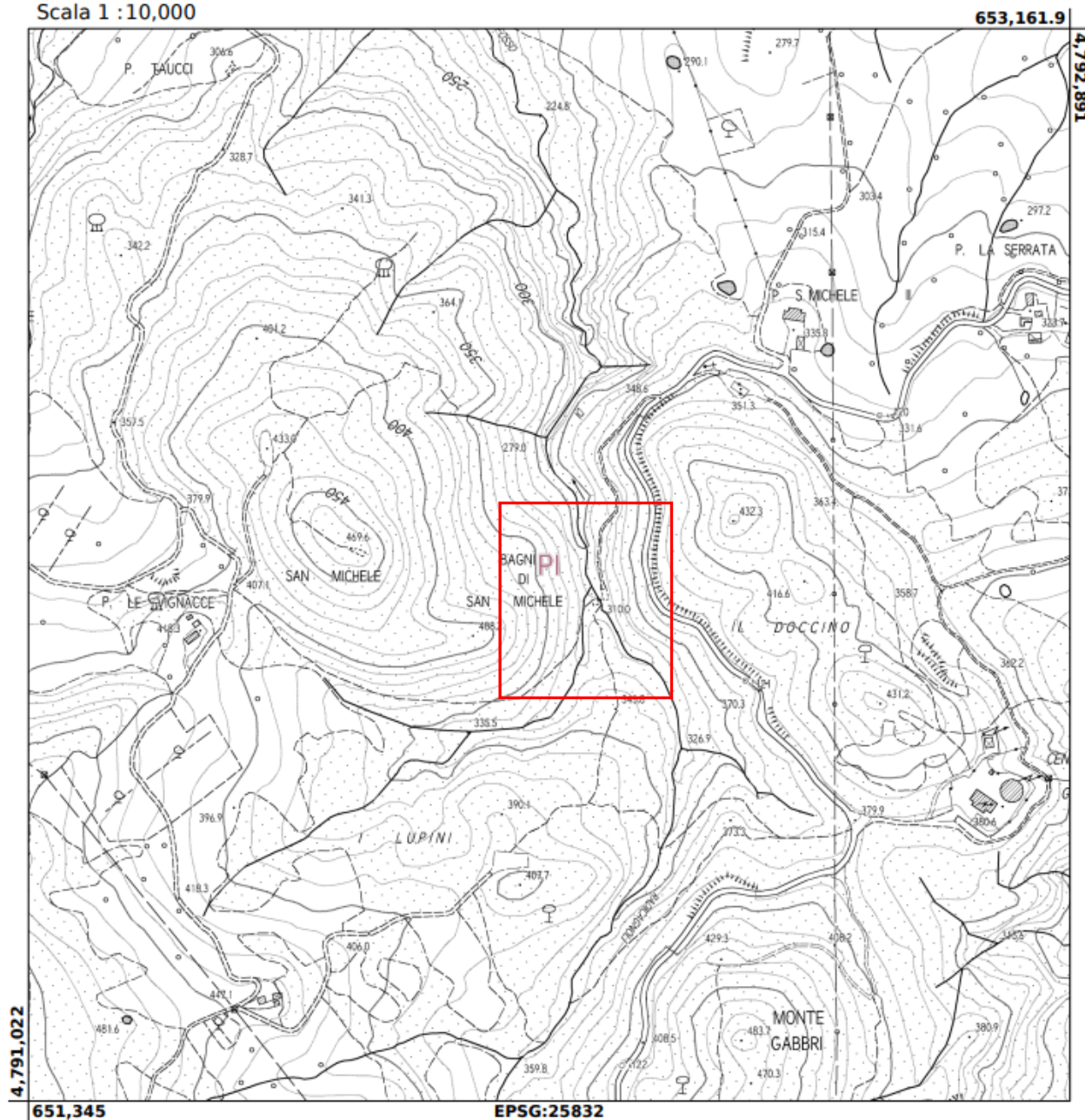


Regione Toscana



Regione Toscana - SITA: 10.000

Scala 1 :10,000



Ubicazione dell'area di indagine

IGeA s.a.s. di Guglielmo Braccesi e C.

Via Sagginalese 128, 50032 Borgo San Lorenzo (FI) - Tel. 055-6148449 - Fax 055-5609272
C.F./P.I. 05351980486 - Iscr. CCIAA Firenze R.I. 05351980486 - R.E.A. 540470 - www.igeasas.it



IGEA S.A.S.

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C

DOCUMENTI

LAVORI

2023

021

23

001

1

4



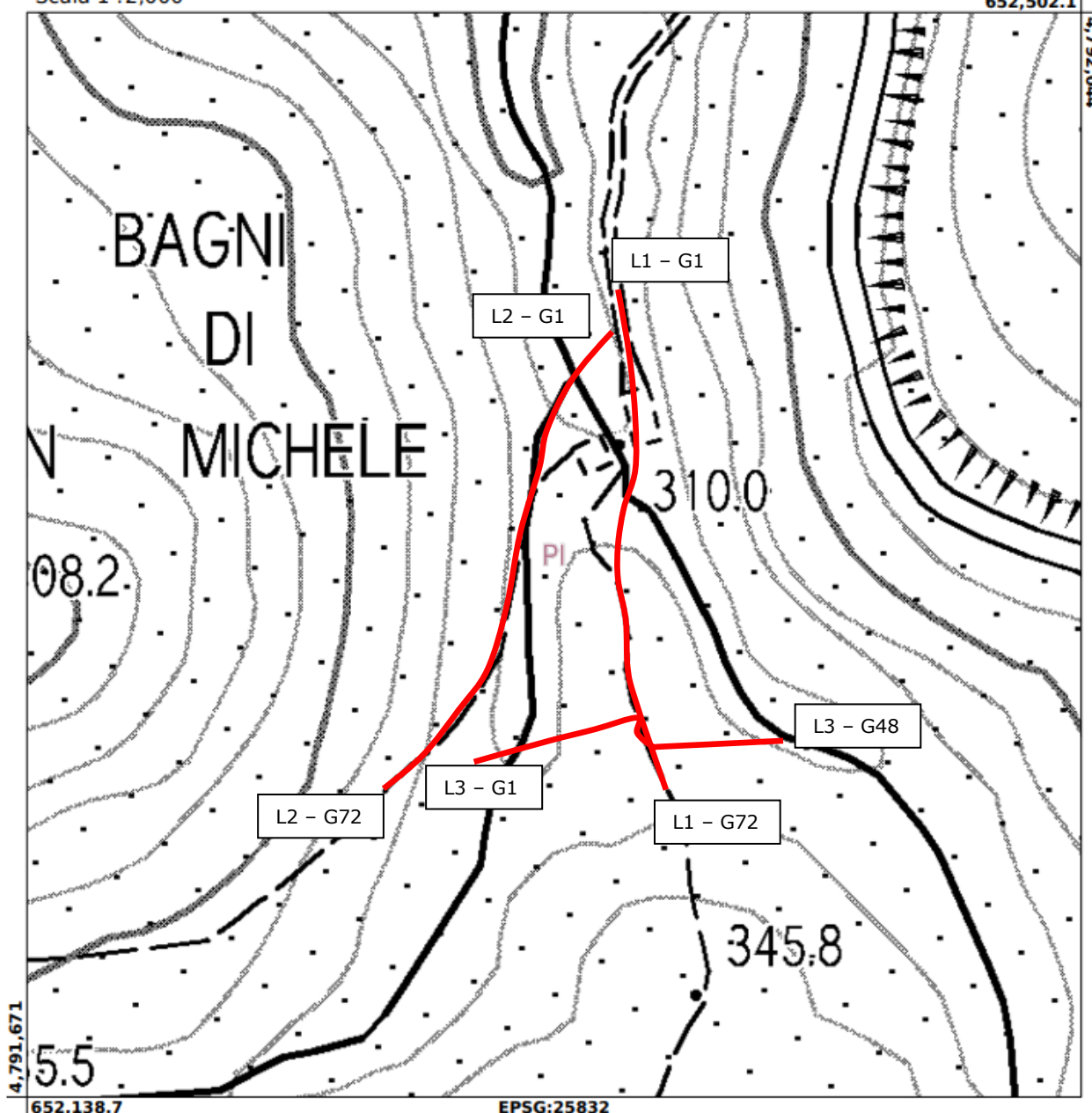
Regione Toscana



Regione Toscana - SITA: 2.000

Scala 1 : 2,000

652,502.1



Ubicazione dell'area di indagine con tracce sismiche

Prot. n. 0003931 del 13-09-2023 arrivo Cat. 6 Cl. 9 S.Cl. 1

IGeA s.a.s. di Guglielmo Braccesi e C.

Via Sagginalese 128, 50032 Borgo San Lorenzo (FI) - Tel. 055-6148449 - Fax 055-5609272
C.F./P.I. 05351980486 - Iscr. CCIAA Firenze R.I. 05351980486 - R.E.A. 540470 - www.igeasas.it



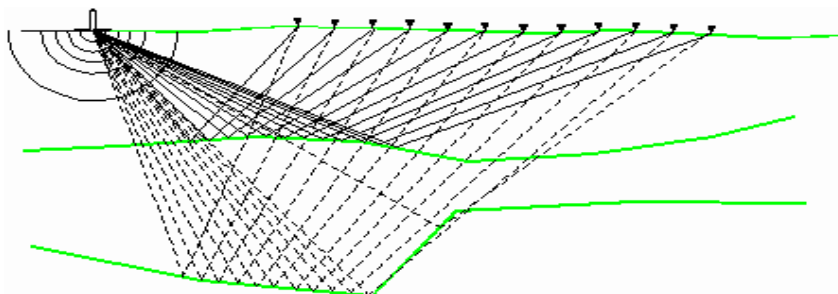
3 PROSPEZIONE SISMICA A RIFLESSIONE

La metodologia geofisica denominata "sismica a riflessione", se confrontata con tutte le altre metodologie di indagine geofisica, consente la miglior descrizione delle caratteristiche dei terreni e delle loro geometrie, nonché la possibilità di esplorare a notevoli profondità utilizzando sorgenti energizzanti di potenza limitata.

Nei primi anni '80, l'avvento di geofoni ad alta frequenza e dei sismografi digitali, nonché di computer veloci e a basso costo, ha consentito sempre maggiori e più valide applicazioni in campo ingegneristico, ambientale e per ricerca d'acqua. Un altro aiuto è venuto dalla disponibilità di sorgenti sismiche a basso costo e ad alta frequenza.

Per sismica a riflessione "superficiale" s'intende quella volta ad indagare fra un metro e 1000 metri di profondità con utilizzo di frequenze sismiche fra 50 e 1000 Hz.

Il principio fisico utilizzato dalla metodologia, consiste nella riflessione parziale di energia delle onde elastiche al loro passaggio attraverso un piano di discontinuità di velocità sismica. L'energia riflessa sarà maggiore per contrasti più spiccati di velocità.



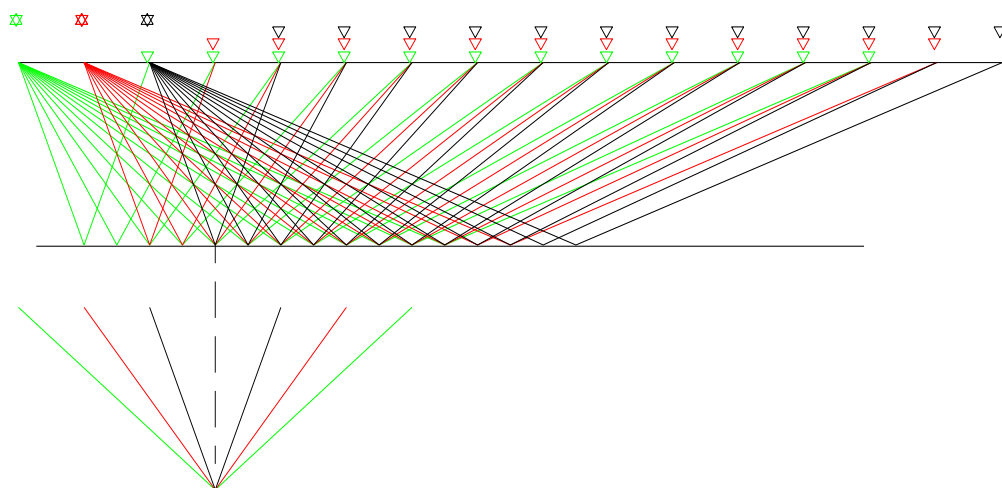
Stendimento a riflessione e percorso delle onde sismiche

La tecnica di prospezione è organizzata secondo il modello del profilo continuo che consente di seguire gli orizzonti riflettenti con continuità e molteplicità di copertura d'indagine.

Lo stendimento illustrato in figura è la geometria di acquisizione base per una singola energizzazione. L'onda sismica provocata da un fucile sismico o dall'esplosivo si propaga nel sottosuolo ed è parzialmente riflessa verso la superficie, dalle discontinuità geologiche. Una sequenza di geofoni allineati in superficie consente di rilevare simultaneamente le forme d'onda sismica riflesse.



Questa geometria di base è spostata lungo l'allineamento dei geofoni di un passo geofonico, a ciascuna energizzazione. Questa procedura consente, quindi, di registrare più volte le informazioni provenienti dallo stesso riflettore in profondità.



Coperture multiple

Oltre a poter disporre di una "copertura multipla", così procedendo, si ottiene un ulteriore vantaggio; le onde sismiche provenienti dallo stesso punto in profondità hanno seguito diversi percorsi caratterizzati da angoli di incidenza diversi.

La somma delle tracce sismiche relative allo stesso punto in profondità sarà costruttiva solo se sarà fatta una scelta corretta relativamente al valore di velocità media del materiale sovrastante l'interfaccia riflettente. In tutti gli altri casi la media sarà distruttiva per il segnale riflesso. L'elaborazione numerica dei dati acquisiti secondo il modello descritto, consente quindi di evidenziare i riflettori solo a seguito di una corretta scelta di velocità che, naturalmente, corrisponde anche ad una definizione precisa di ubicazione in profondità (profondità = velocità media x tempo / 2).

La qualità dei dati ottenuti in fase di acquisizione, oltre che dalla qualità dei terreni, dipende in gran parte dai parametri di acquisizione scelti. Questa definizione è affidata all'esperienza dell'operatore o all'esecuzione di un profilo di test denominato "walkaway" realizzato allo scopo di saggiare le caratteristiche dei terreni e quindi consentire di scegliere le migliori geometrie e i migliori parametri di acquisizione.



I parametri da definire sono i seguenti:

- *Lunghezza della registrazione*

Tempo di ascolto del sismografo, sufficiente ad esaurire la ricezione di ogni informazione di interesse.

- *Passo di campionamento*

Tempo di acquisizione di un singolo valore la cui sequenza costituisce la forma d'onda. Non deve essere superiore alla metà del periodo della più alta frequenza contenuta nel segnale.

- *Distanza fra sorgente e geofono più lontano*

Determina la profondità esplorata per la quale è ancora possibile una buona analisi delle velocità.

- *Distanza fra sorgente e geofono più vicino*

deve essere non troppo grande in modo da consentire una buona valutazione degli spessori e delle velocità del primo strato aerato.

- *Distanza fra i geofoni*

dipende dai parametri precedenti e dal numero di canali disponibili sul sismografo. Quanto più breve è, quanto maggiore è la risoluzione superficiale. La simultaneità di una buona risoluzione superficiale e di una buona penetrazione in profondità, è proporzionale al numero di canali disponibile.

- *Filtri analogici*

La miglior scelta dei filtri consente l'eliminazione dei rumori e il miglior sfruttamento della dinamica del sismografo. In particolare questo vale per la scelta del filtro passa alto.

SORGENTE DI ENERGIA

Quale sorgente di energia è stato utilizzato un apposito fucile sismico Minibang da 1000 Kgm, con cartucce industriali calibro 8.



Il collegamento di time-break fra il punto di sparo e la stazione di acquisizione è stato realizzato con un doppio filo elettrico.

SISTEMA DI RICEZIONE

Per la registrazione delle forme d'onda in superficie, sono stati utilizzati 48 geofoni in lettura simultanea. L'interdistanza fra le stazioni (geofoni) è stata mantenuta a 5 metri.

SISTEMA DI ACQUISIZIONE

Le forme d'onda simultaneamente presenti ai geofoni, sono state acquisite utilizzando un sismografo a canali simultanei.

Ciascuna energizzazione ha portato alla registrazione su Hard-Disk interno di un sismogramma costituito da 48-72 tracce.

Oltre al numero di canali di cui si è detto, è una caratteristica importante di un sismografo la dinamica del segnale, vale a dire la differenza fra il più piccolo e il più grande valore di segnale che lo strumento è in grado di acquisire sulla stessa traccia.

ELABORAZIONE DEI DATI

La procedura standard per l'analisi dei dati è la seguente:

- *Trasferimento dei dati su PC e conversione in formato KGS-SEG-Y*
- *Montaggio in sequenza di tutte le acquisizioni in un unico file e rinumerazione progressiva.*
- *Eliminazione delle tracce scadenti*

Consente di intervenire su ciascuna acquisizione e di cancellare le tracce che visivamente contengono troppo rumore oppure solo rumore. Queste tracce saranno ignorate nelle successive fasi di elaborazione dei dati.

- *Eliminazione delle onde rifratte*

Questa operazione consente di azzerare ciascuna traccia, dal tempo 0 ad un tempo appena successivo all'esaurirsi della prima onda rifratta. Non eseguendo questa operazione, oltre ad un generale degrado delle informazioni relative alla parte più superficiale del sismogramma,



è facile ritrovare delle apparenti riflessioni superficiali ad alta velocità.

- *Eliminazione delle onde di suono dovute allo sparo*

Questa operazione consente di eliminare dalle tracce sismiche il treno d'onda associato al propagarsi del suono nell'aria. L'operazione è svolta azzerando la traccia sismica in corrispondenza dell'onda in questione. La posizione dell'onda di suono è nota essendo note la geometria del sistema ricevente e la velocità del suono nell'aria.

- *Eliminazione delle onde dirette*

Questa operazione, simile alle precedenti, permette di rimuovere l'onda diretta (o ground roll) dai sismogrammi di acquisizione. L'eccessiva applicazione di queste operazioni o la loro non applicazione possono degradare la qualità delle informazioni di interesse contenute nei dati acquisiti.

- *Raggruppamento delle tracce che si riferiscono al medesimo punto in profondità (Common Depth Point)*

Questa operazione consiste nel fornire al programma di elaborazione, le informazioni relative alla posizione di ciascuna diversa energizzazione e la relativa posizione di tutti i geofoni. La conoscenza della geometria complessiva del sistema, consentirà al programma di elaborazione di raggruppare le tracce che si riferiscono al medesimo punto in profondità e quindi di procedere all'analisi delle velocità.

- *Correzioni statiche*

Questa operazione fornisce al programma le informazioni relative alla quota di ciascun geofono e alla velocità degli strati più superficiali, onde consentire di realizzare quelle correzioni capaci di portare i sismogrammi in condizioni equivalenti a quelle di assenza di discontinuità topografiche.

- *Filtraggio generale dei dati*

E' un'operazione molto delicata in quanto da una sua corretta esecuzione emergono accentuate le frequenze contenenti le riflessioni. Normalmente si procede ad un'analisi e ad un'elaborazione completa dei dati per diverse finestre di filtraggio.

- *Scalatura generale delle onde sismiche*

Consente di rendere confrontabili e quindi sommabili forme d'onda a diversa energia.

- *Media di ciascun gruppo a diverse velocità*

Una volta raggruppate le tracce aventi in comune lo stesso punto in profondità, prima di procedere a sommarle fra loro, visto che hanno percorsi diversi, è necessario applicare delle correzioni basate sulla conoscenza della velocità dei materiali entro i quali queste onde sono



transitate. Poiché questo valore di velocità non è noto ma è uno degli obiettivi dello studio, si procede normalmente a eseguire l'analisi di velocità a tutte le velocità plausibili.

- *Stampa della media ad ogni velocità*

Questa operazione consente di visionare il grande materiale prodotto dall'operazione precedente. La visione simultanea di più stampe è di fondamentale importanza per la scelta del valore corretto di velocità. Un'analisi eseguita sullo schermo di un computer è necessariamente limitativa.

- *Analisi delle coerenze*

Poiché solo le velocità giuste porteranno ad una somma costruttiva per le riflessioni sismiche, questa è la fase in cui, dall'osservazione delle stampe alle diverse velocità, è possibile scegliere quelle in grado di produrre coerenza laterale. Ciò è fatto osservando la qualità della coerenza laterale delle riflessioni, ovvero osservando la disposizione a creare delle riflessioni continue e coerenti in senso orizzontale.

- *Creazione di un modello unico e complesso di velocità*

Poiché il risultato dell'analisi delle velocità è diverso da punto a punto della sezione sismica, il risultato del passo precedente sarà un complesso di valori di velocità che, una volta forniti al programma di elaborazione, consentiranno il calcolo della sezione sismica finale.

- *Stak finale*
- *Stampa della sezione finale*
- *Migrazione*

E' un'operazione che è eseguita in presenza di riflettori inclinati, allo scopo di traslarli nella loro reale posizione in profondità.

- *Deconvoluzione*

E' un'operazione che è eseguita allo scopo di ridurre la naturale ripetizione del segnale riflesso ed è volta a produrre una sezione sismica in cui ad una discontinuità riflettente corrisponda una sola traccia d'onda sismica.

- *Creazione della sezione profondità e velocità*

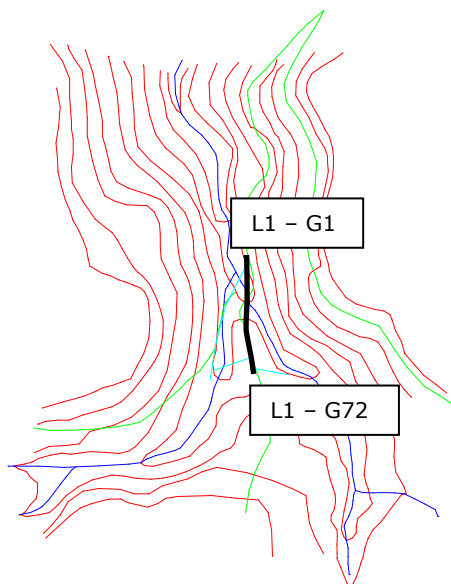
E' il passo finale dell'analisi sismica e produce quel modello fisico del terreno in grado di essere agevolmente interpretato.



4 RISULTATI

Le indagini sismiche svolte hanno consentito di caratterizzare il sottosuolo dal punto di vista geofisico, in particolare sono state realizzate delle sezioni relative al grado di copertura sismica e quindi del grado di attendibilità delle zone interpretate, delle sezioni di velocità delle onde sismiche e delle sezioni nelle quali sono stati evidenziati i sistemi di frattura principale rilevati.

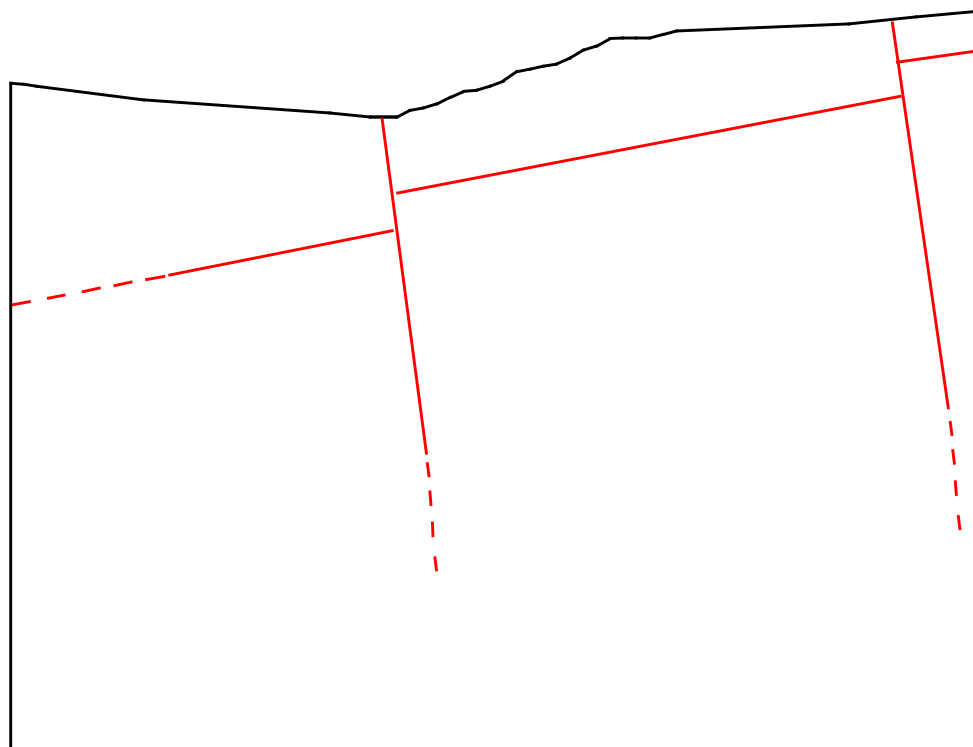
I sistemi di frattura non forniscono il dato sulla presenza o meno di acqua al loro interno, in quanto nessuna metodologia geofisica rileva la presenza o meno di falda acquifera. Ogni metodologia fornisce indicazioni geofisiche sullo stato del sottosuolo, attraverso le quali è possibile fare ipotesi idrogeologiche e dare indicazioni sulle aree preferenziali di perforazione.

**Allineamento 1**

Allineamento 1 - lunghezza stesa pari a 177.5 m, 72 geofoni in lettura simultanea con passo geofonico pari a 2.5 m ed un ricoprimento del 2400%.

Sono state riconosciute tre famiglie di riflettori, interpretabili come strutture tettoniche.

Una struttura sub-orizzontale rilevata ad una profondità di circa 20 m da p.c. e due strutture inclinate circa 80° (rispetto all'allineamento sismico) come riportato nella sezione sottostante.



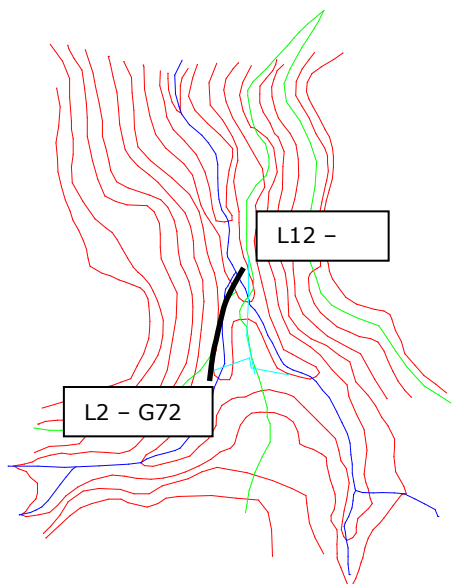
Linea 1 - Linea 2 - Linea 3

0m 5m 10m 20m 30m 40m 50m

Scala verticale e - scala orizzontale = 1:1



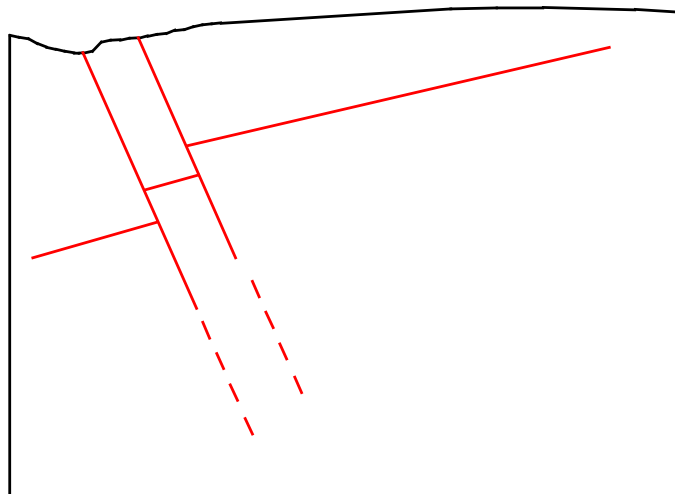
Allineamento 2



Allineamento 2 - lunghezza stesa pari a 177.5 m, 72 geofoni in lettura simultanea con passo geofonico pari a 2.5 m ed un ricoprimento del 2400%.

Sono state riconosciute tre famiglie di riflettori, interpretabili come strutture tettoniche.

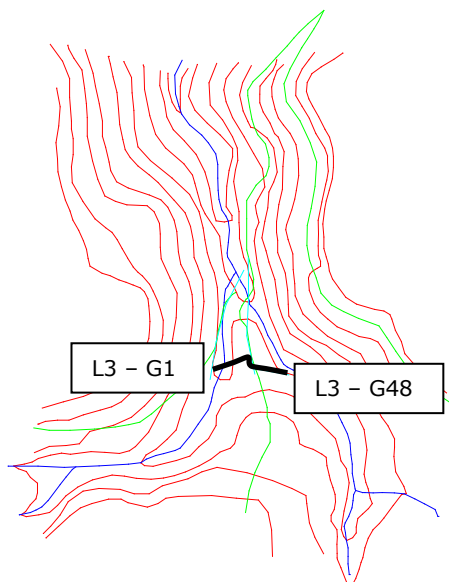
Una struttura sub-orizzontale rilevata ad una profondità di circa 20-60 m da p.c. e due strutture inclinate circa 65° (rispetto all'allineamento sismico) come riportato nella sezione sottostante.



Linea 4 - Linea 5 - Linea 6

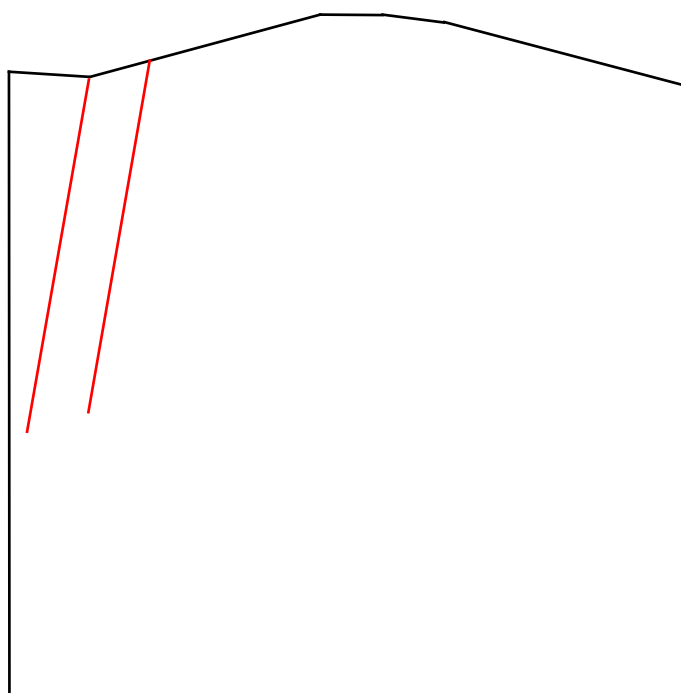


Scala verticale - scala orizzontale = 1:1

**Allineamento 3**

Allineamento 3 - lunghezza stesa pari a 117.5 m, 48 geofoni in lettura simultanea con passo geofonico pari a 2.5 m ed un ricoprimento del 2400%.

Sono state riconosciute due famiglie di riflettori, interpretabili come strutture tettoniche inclinate circa 80° (rispetto all'allineamento sismico) come riportato nella sezione sottostante.



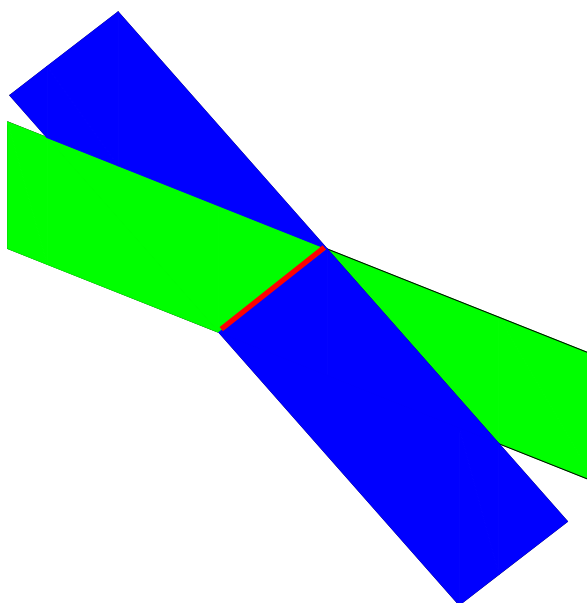
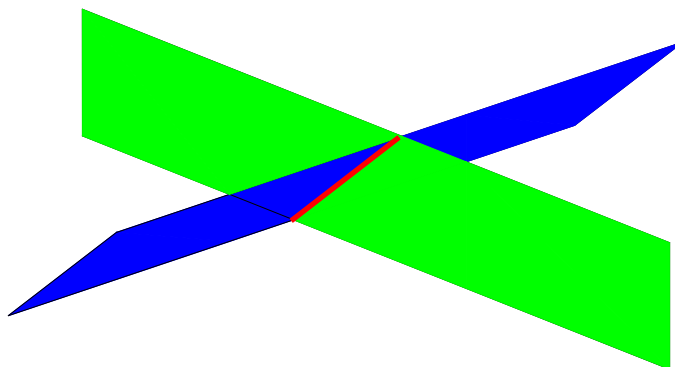
Linea 7 - Linea 8



Scala verticale - scala orizzontale = 1:1



Nella ricostruzione tridimensionale delle strutture tettoniche però, non è possibile dare una univoca interpretazione al piano di discontinuità in quanto nella sezione sismica rilevata abbiamo solamente la traccia di incrocio fra due piani, ma non è dato sapere l'orientazione del piano della faglia.



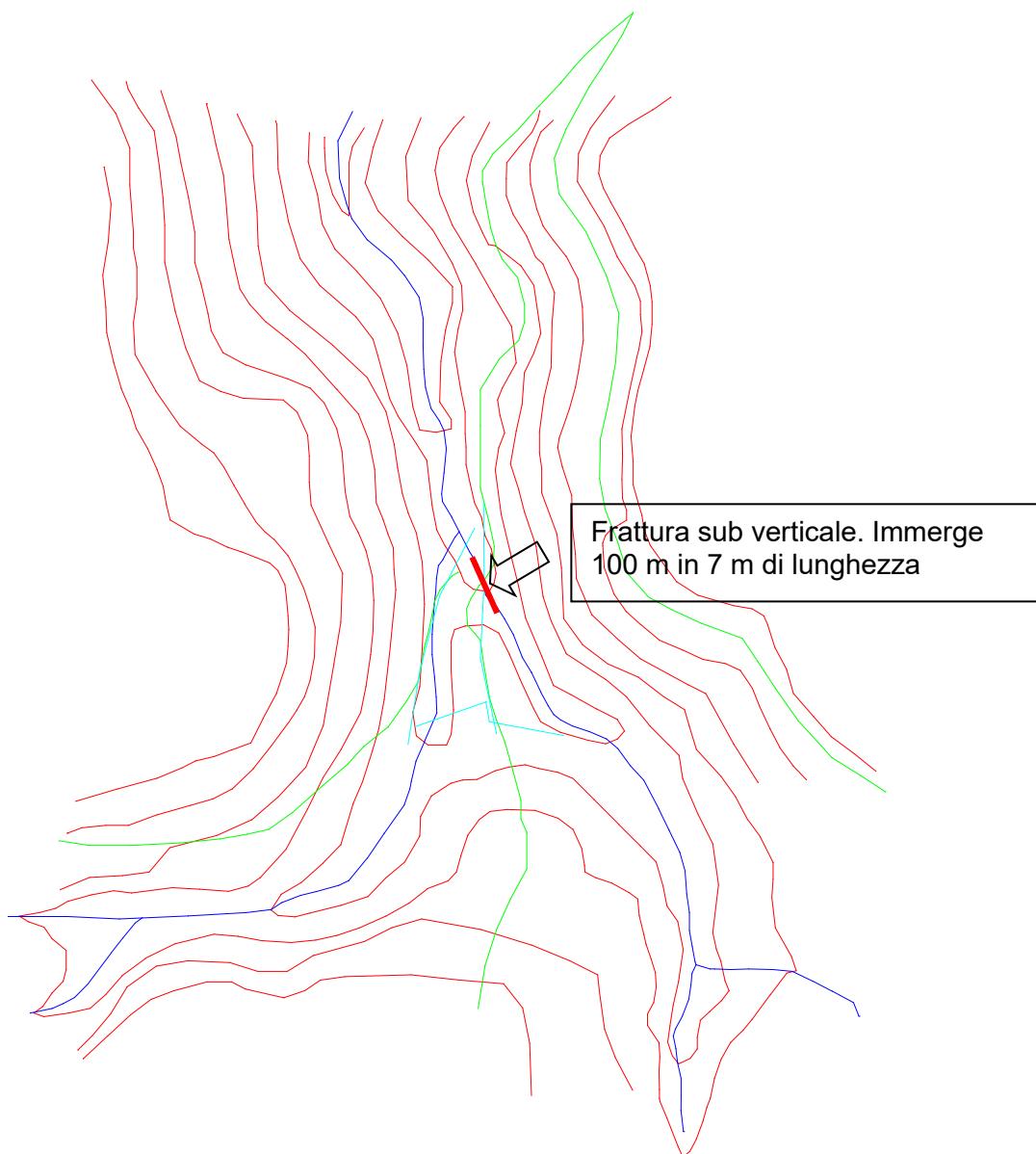


Quindi la medesima traccia (rossa) sulla solita sezione sismica (verde) può avere infinite orientazioni del piano attraversato, come evidenziato dai piani blu disegnati accanto.

Per poter fornire una interpretazione più vicina alla realtà geologica, abbiamo interpretato il punto di passaggio delle strutture individuate proprio nell'alveo dei torrenti, come faglie che possano aver dato origine ai torrenti stessi.

Quindi abbiamo interpretato la traccia nella sezione sismica rilevata e la direzione superficiale data dall'orientazione del corso d'acqua ottenendo le successive elaborazioni.

Allineamento 1





IGEA S.A.S.

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C

DOCUMENTI

LAVORI

2023

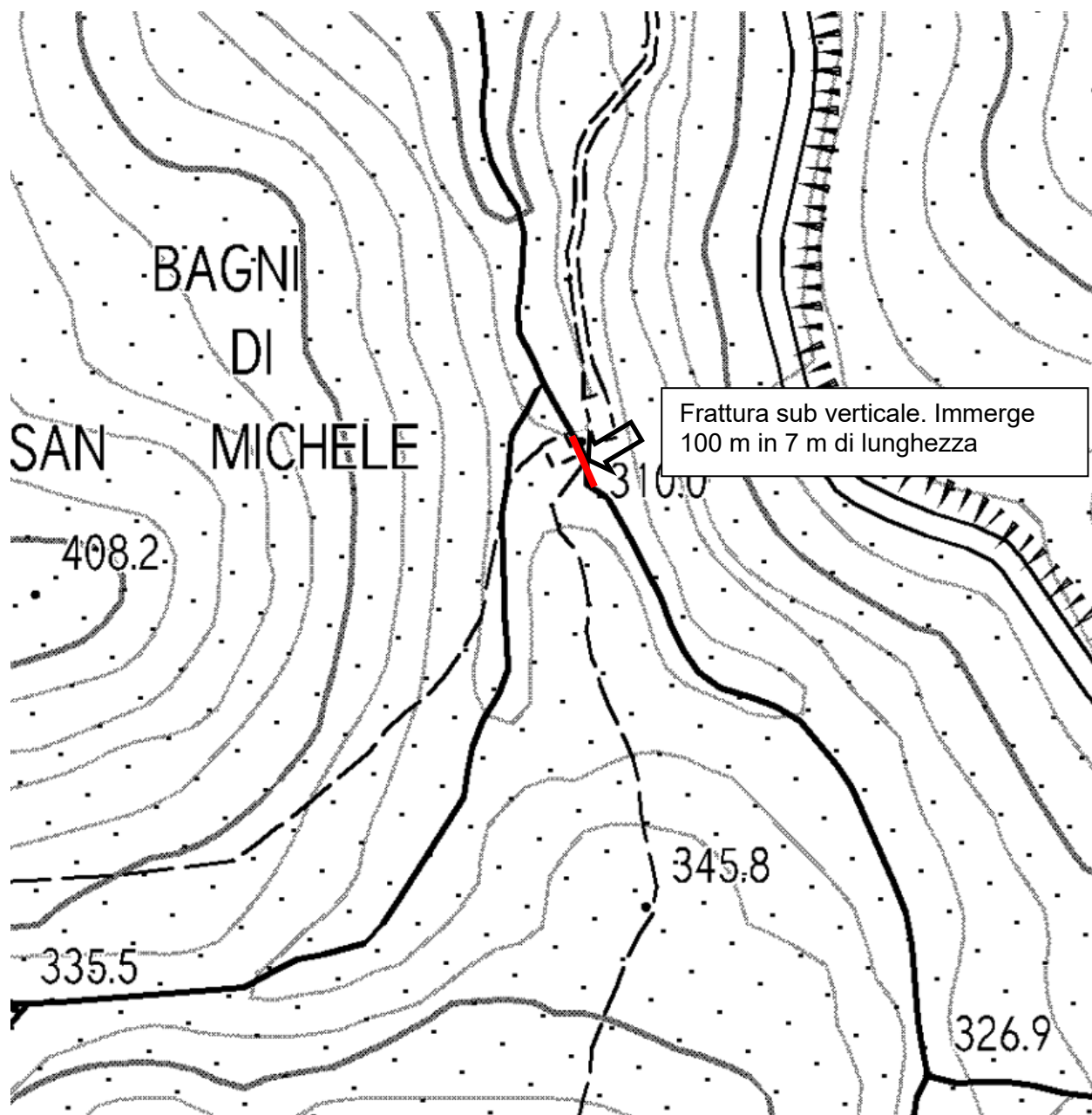
021

23

001

1

17



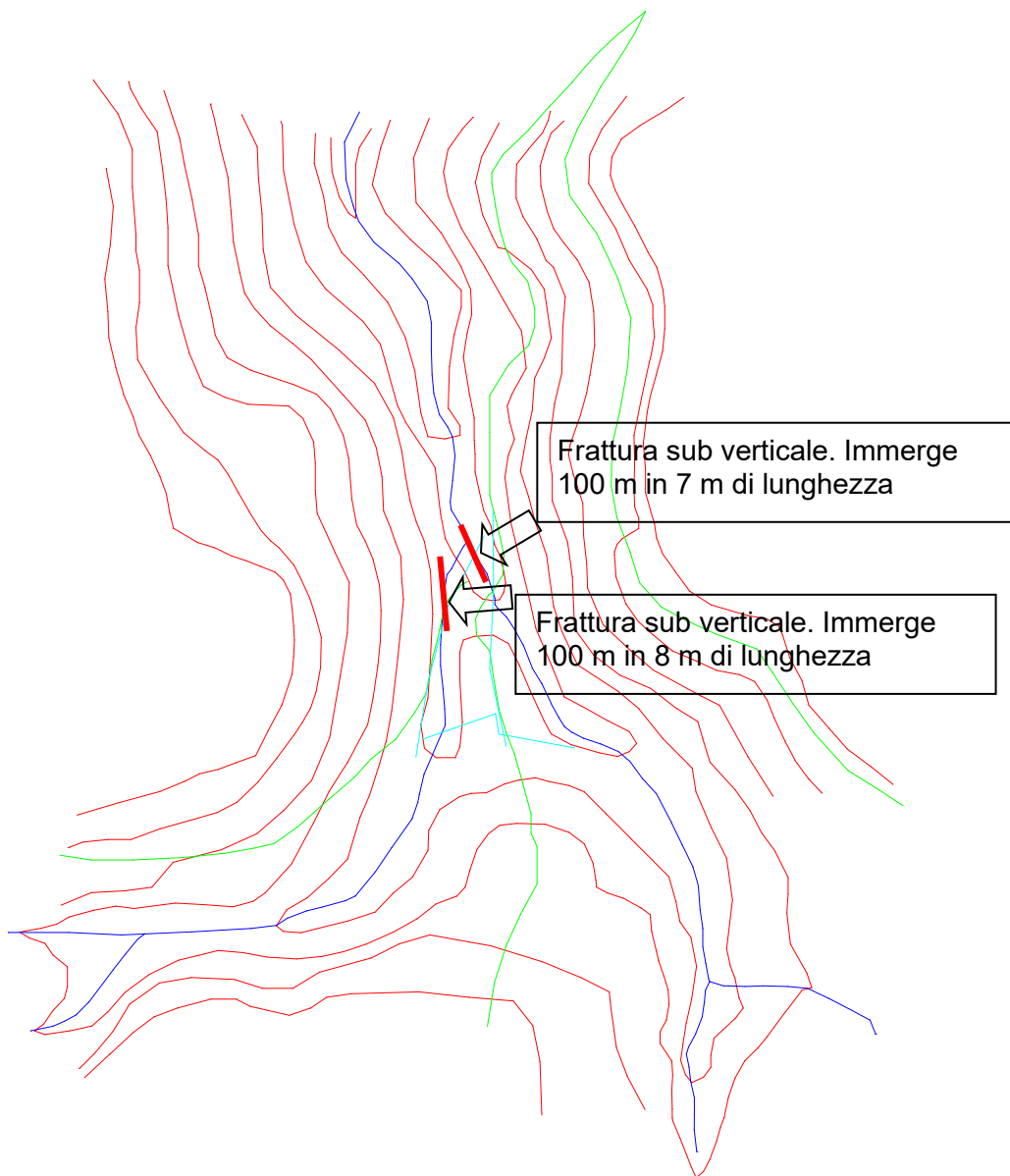
Prot. n. 0003931 del 13-09-2023 arrivo Cat. 6 Cl. 9 S.Cl. 1

IGeA s.a.s. di Guglielmo Braccesi e C.

Via Sagginalese 128, 50032 Borgo San Lorenzo (FI) - Tel. 055-6148449 - Fax 055-5609272
C.F./P.I. 05351980486 - Iscr. CCIAA Firenze R.I. 05351980486 - R.E.A. 540470 - www.igeasas.it



Allineamento 2





IGEA S.A.S.

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C

DOCUMENTI

LAVORI

2023

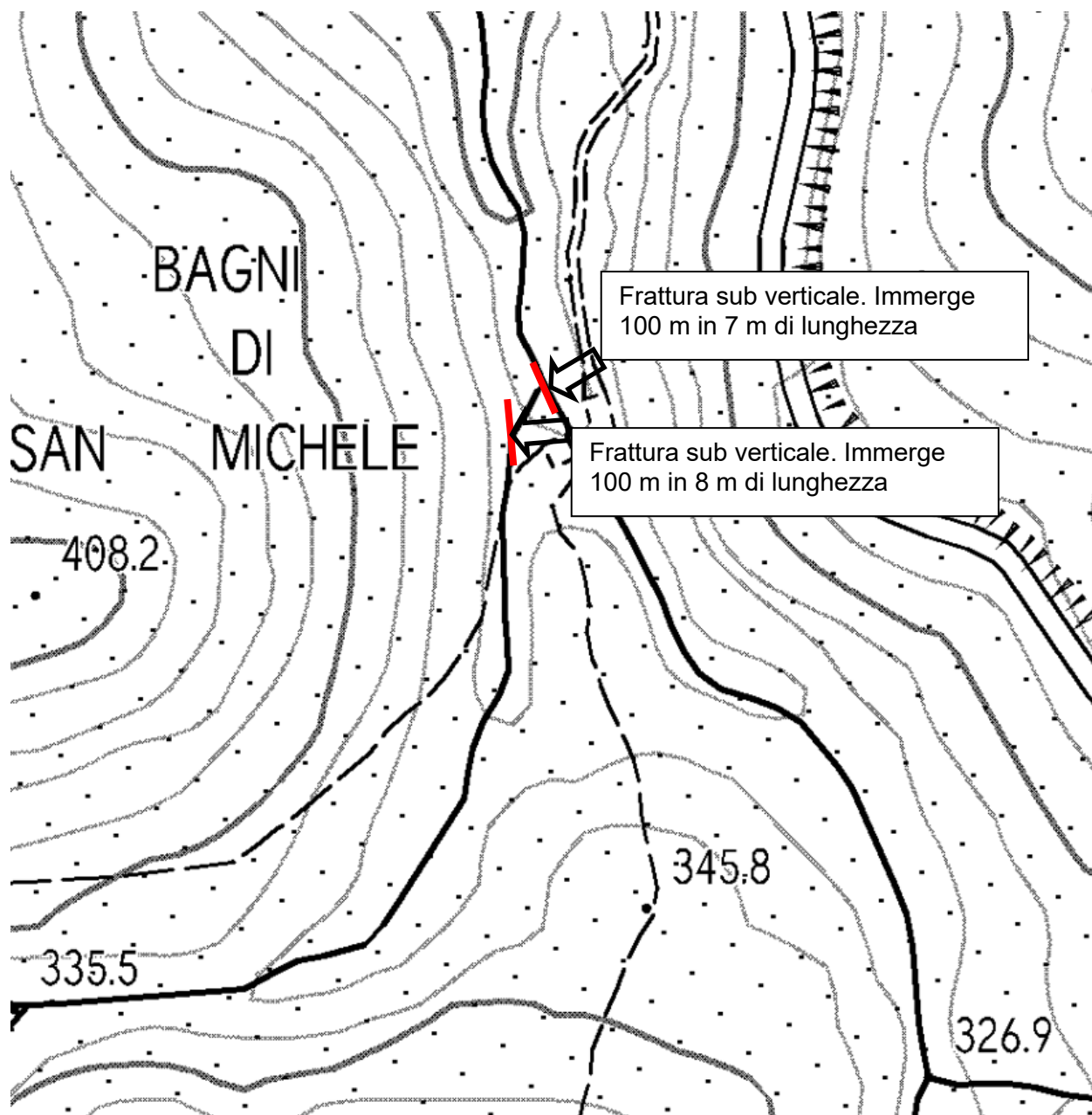
021

23

001

1

19



Allineamento 3

Prot. n. 0003931 del 13-09-2023 arrivo Cat. 6 Cl. 9 S.Cl. 1

IGeA s.a.s. di Guglielmo Braccesi e C.

Via Sagginalese 128, 50032 Borgo San Lorenzo (FI) - Tel. 055-6148449 - Fax 055-5609272
C.F./P.I. 05351980486 - Iscr. CCIAA Firenze R.I. 05351980486 - R.E.A. 540470 - www.igeasas.it



IGEA S.A.S.

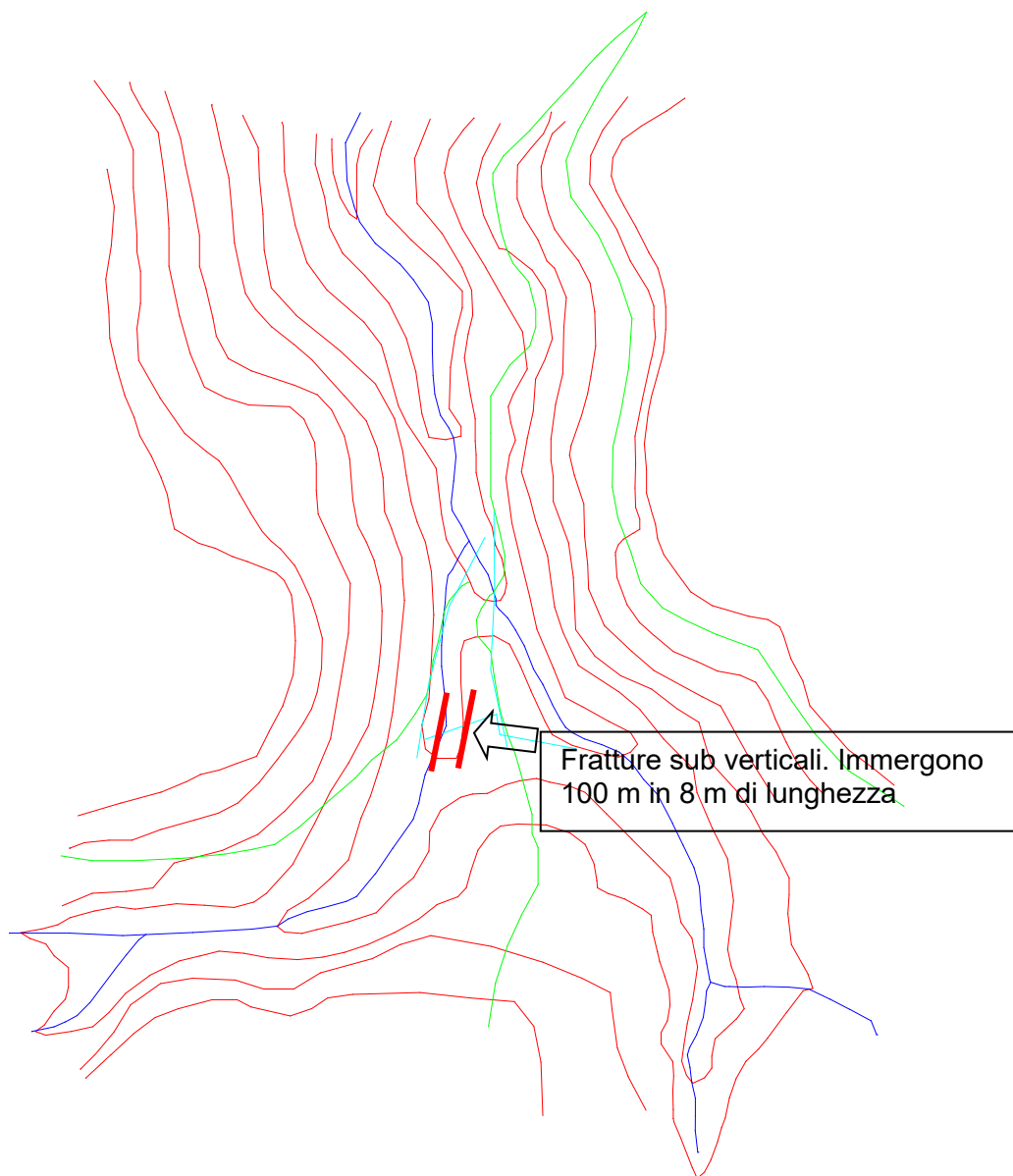
INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C DOCUMENTI LAVORI 2023 021 23 001 1 20



Prot. n. 0003931 del 13-09-2023 arrivo Cat. 6 Cl. 9 S.Cl. 1



IGEA S.A.S.

INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C

DOCUMENTI

LAVORI

2023

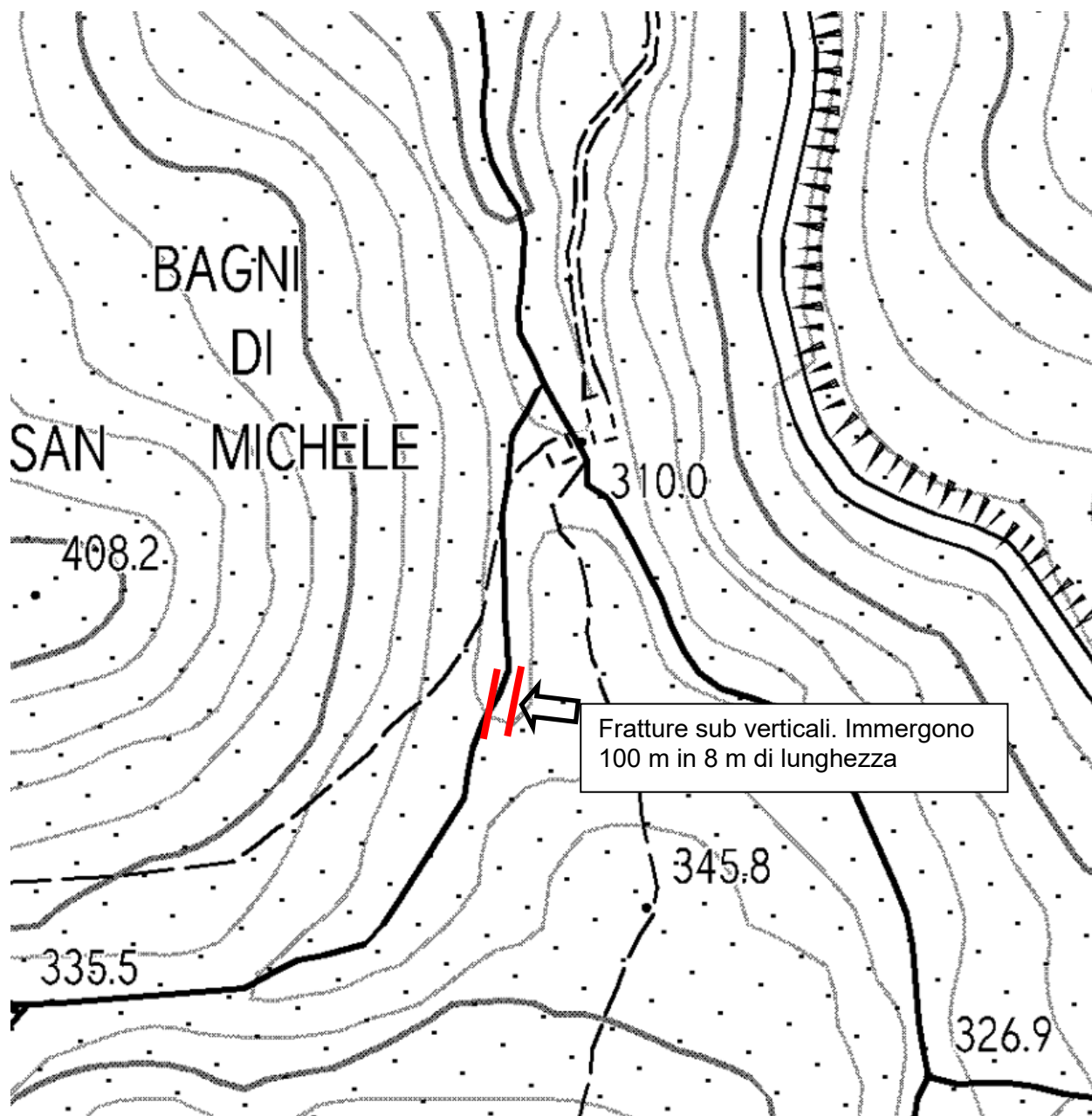
021

23

001

1

21



Prot. n. 0003931 del 13-09-2023 arrivo Cat. 6 Cl. 9 S.Cl. 1

IGeA s.a.s. di Guglielmo Braccesi e C.

Via Sagginalese 128, 50032 Borgo San Lorenzo (FI) - Tel. 055-6148449 - Fax 055-5609272
C.F./P.I. 05351980486 - Iscr. CCIAA Firenze R.I. 05351980486 - R.E.A. 540470 - www.igeasas.it



Uso e limitazioni della relazione

La prestazione è stata svolta con la professionalità e la cura di un geologo; inoltre il lavoro è stato realizzato tenendo presente i limiti e lo scopo per i quali è stato richiesto dal cliente, nonché le dimensioni e l'importanza dell'opera in progetto e le risorse economiche e umane disponibili, concordate tra IGeA e il cliente.

Rimane inteso che questa relazione dovrà essere usata unicamente per lo scopo per cui è stata redatta.

Nel caso dovessero cambiare gli scopi per i quali la relazione verrà usata, o se saranno apportate sostanziali modifiche al sito di indagine, nonché variazioni alla tipologia di progetto o di uso del sito stesso, questa relazione non dovrà più essere considerata valida e ogni ulteriore suo uso da parte del cliente, senza revisioni e verifiche da parte di IGeA, sarà unicamente a rischio del Cliente.

I dati messi a disposizione sono basati unicamente sulla valutazione delle prove in sito e di laboratorio eseguite sui campioni provenienti dai punti di indagine.

Queste informazioni non possono essere estrapolate a nessuna area al di fuori dei punti di indagine così come specificati in questa relazione. Alla luce delle informazioni in possesso di IGeA i dati ottenuti sono sufficienti per l'uso di progetto delle strutture previste, ma possono non esserlo per altre strutture diverse da quelle per cui sono state studiate.

L'interpretazione del sottosuolo è basata sulle osservazioni effettuate sul campo nei punti di indagine che sono stati scelti per ricostruire una rappresentazione significativa delle caratteristiche del sottosuolo. IGeA ha analizzato i dati di campagna e formulato un giudizio professionale per esprimere una opinione delle condizioni del sottosuolo nel sito al momento dell'indagine.

Le condizioni del sottosuolo possono tuttavia differire, tra i punti di indagine, da quelli indicati in questa relazione.

Questa relazione sulle indagini è basata sulle condizioni esistenti al momento dell'esecuzione delle indagini e dello studio basato su di esse e l'opinione sulle condizioni del sottosuolo è legata ai dati ricavati negli specifici punti di indagine.

I risultati e le conclusioni della nostra relazione possono essere influenzati da cambiamenti dovuti al passare del tempo, da azioni umane quali costruzioni sul luogo di indagine o nelle sue adiacenze, o da eventi naturali quali allagamenti, terremoti, instabilità del versante o fluttuazioni del livello di falda acquifera.

L'effettiva rispondenza di quanto riscontrato durante l'indagine dovrà essere verificato da un tecnico durante la realizzazione dell'opera.

IGeA dovrà essere avvisata se verranno riscontrate differenze rispetto a quanto contenuto in questa relazione.

Durante la realizzazione dell'opera e/o attività di scavo dovranno essere messi in atto monitoraggi, prove e confronti in numero sufficiente per confermare che le condizioni del sottosuolo realmente incontrate siano coerenti con quanto descritto in questa relazione e per poter fornire raccomandazioni e cambiamenti al progetto nel caso di differenze sostanziali rispetto a quanto previsto.

Use and constraints of the report

The Services were performed with the skill and care ordinarily exercised by a specialist.

Further, and in particular, the Services were performed by taking into account the limits of the scope of works required by the Client and the resources, including financial and manpower resources, agreed between IGeA and the Client.

It is IGeA's understanding that this report is to be used for the purpose described. Should the purpose for which the report is used, and/or should the Client's proposed development or use of the site change (including in particular any change in any design and/or specification relating to the proposed use or development of the site), this report may no longer be valid or appropriate and any further use of or reliance upon the report in those circumstances by the Client without IGeA's review and advice shall be at the Client's sole and own risk.

The information provided are based solely on evaluations of laboratory and in-situ tests at determined sample test locations. That information cannot be extrapolated to any area outside those locations unless specifically so stated in the report. In the light of the information available to IGeA, the information are considered appropriate for use in the report, but they may not be appropriate for the design of other structures.

This report is based on the existing conditions when conducting the study and our opinion concerning the ground conditions is strictly based on data collected at specific test locations.

The actual conditions may differ, between sampling locations, from those indicated in this report.

The findings and conclusions of our reports may be affected by the passage of time, by manmade events such as construction on or adjacent to the site, or by natural events such as floods, earthquakes, and slope instability or groundwater fluctuations

Interpretations of subsurface conditions are based on field observations at the test locations that were spaced to capture a 'representative' snap shot of subsurface conditions. The site exploration identifies subsurface conditions at the points of sampling only.

IGeA reviews the field data and then applies a professional judgment to formulate an opinion of subsurface conditions throughout the site.

The subsurface ground conditions should be verified by a qualified geotechnical technician during construction. IGeA should be notified if any discrepancies to this report or unusual conditions are found during construction. Sufficient monitoring, testing and consultation should be provided during construction and/or excavation activities, to confirm that the conditions encountered are consistent with those indicated by the investigation results in this report and to provide recommendations for design changes in case the conditions revealed during the actual work differ from those anticipated.

In addition, monitoring, testing and consultation should be completed by IGeA to evaluate whether or not earthwork activities are completed in accordance with our recommendations.