

**Dott. Geol. Paolo Dal Negro** Via Faverio 2, 22079 Villa Guardia (CO)

Cell 339 – 1468733 Tel e fax 031 - 5007224 [www.paolodalnegro.it](http://www.paolodalnegro.it)

---

**COMO ACQUA** Srl

**RIFACIMENTO ACQUEDOTTO E FOGNATURA IN VIA GARIBALDI,  
VIA SANT'AMBROGIO, VIA SAN CALOGERO, VIA ADAMELLO  
NEL COMUNE DI CASLINO D'ERBA (CO)**

**- Relazione geologica, geotecnica sulle indagini e sismica -**

**Committente: Como Acqua srl**

**Professionista incaricato: Dott. Geol. Paolo Dal Negro**



n°	Data	Rev.	Riferimento
00	04/06/2021	1° emissione	
01			
02			

## INDICE

1 - PREMESSA .....	3
2 - PROGETTO .....	4
3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO .....	6
4 - STUDI DI RIFERIMENTO .....	10
4.1 - Studio Geologico Comunale .....	10
4.2 Studio del Reticolo Idrico Minore .....	11
4.3 - Piano Gestione Rischio Alluvioni .....	11
5 - ASPETTI SISMICI .....	12
5.1 - Zonizzazione sismica Nazionale e Regionale .....	12
5.2 - Effetti sismici di sito .....	13
5.3 - Definizione dell'azione sismica di base .....	14
5.4 - Verifica esclusione liquefazione .....	15
6 - INDAGINI IN SITO .....	16
6.1 Rilievo di terreno .....	18
6.2 Prove penetrometriche DPSH .....	18
6.3 Scavi esplorativi .....	19
6.4 - Indagini sismiche in sito .....	19
6.3.1 - Microtremori ambientali .....	20
6.3.2 - Basi teoriche .....	20
6.3.3 - Procedura di analisi .....	21
6.3.4 - Risultati indagine .....	22
6.5 Dati bibliografici .....	23
7 - RILIEVO DI DETTAGLIO- MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	24
8 - ASPETTI AMBIENTALI .....	27
9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	29

## ALLEGATI

- Documentazione fotografica
- Diagrammi Prove penetrometriche tipo DPSH
- Report sondaggi sismici verticali
- Schede scavi esplorativi
- Certificati analisi chimiche
- Elaborati grafici – Planimetrie di dettaglio singoli lotti – Scala 1:1.000

## **1 - PREMESSA**

Su incarico della Società Como Acqua Srl è stata redatta la presente relazione geologica, geotecnica sulle indagini e sismica a supporto della progettazione definitivo-esecutiva di alcuni interventi sulla rete fognaria da realizzarsi in 3 lotti diversi, di via Garibaldi, via S. Ambrogio - via S. Calogero e via Adamello, in comune di Caslino d'Erba (CO).

Il progetto prevede il rifacimento di alcuni tratti della rete della fognatura mista e di alcuni tratti dell'acquedotto esistente.

L'area in esame è vasta in quanto comprende alcune delle strade principali del comune di Caslino d'Erba, in figura 1 viene riportata l'immagine ortofotografica dell'area di intervento, con evidenziati i lotti interessati dal progetto.



*Figura 1 – Ortofoto digitale dell'area di intervento, in rosso i lotti interessati dalle indagini (non in scala)*

La presente relazione è stata redatta ai sensi e nel rispetto della vigente normativa:

- DM 17.01.18 - Norme Tecniche delle Costruzioni e succ. circolare esplicativa;
- D.M. 11.03.88 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, e succ. circolare esplicativa;
- D.Lgs n.50/2016 Codice degli appalti Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;
- D.P.R. n.207/2010 (artt. 14-43) e smi;
- L.R. 12/05 Legge per il governo del territorio e criteri applicativi per la componente geologica, idrogeologica e sismica DGR 28/05/2008 n. 8/7374.

Nella presente relazione, che costituisce relazione geologica, geotecnica sulle indagini e sismica a supporto della progettazione definitiva ed esecutiva delle opere, vengono

prioritariamente definiti:

- Caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici dell'area di intervento;
- Modello geologico con particolare riguardo alla ricostruzione della stratigrafia litologica al fine di definire una stima delle porzioni di scavo in terreni sciolti o roccia;
- Condizioni di pericolosità geologica;
- Compatibilità geologica degli interventi con gli strumenti di pianificazione geologica ed idraulica vigenti;
- Determinazione del modello geotecnico del sottosuolo atta ad indirizzare la progettazione delle opere e la geometria di scavo;
- Determinazione delle caratteristiche sismiche del sito;
- Valutazione della qualità ambientale dei terreni prelevati in alcuni punti di intervento.

Ciò è stato effettuato mediante le seguenti analisi:

- ricerca di informazioni bibliografiche;
- rilievo geologico-geomorfologico di dettaglio;
- effettuazione di n. 3 prove penetrometriche tipo DPSH;
- effettuazione di n. 3 indagini sismiche secondo la tecnica HVSR;
- effettuazione di n. 3 scavi esplorativi con prelievo di campioni da sottoporre ad Accertamento di Qualità Ambientale (a cura della Committenza).

## 2 - PROGETTO

E' prevista la realizzazione dei lotti d'intervento individuati cartograficamente in figura 1, ovvero:

- **Lotto 1: "Via Garibaldi":** L'intervento contempla la sostituzione della rete di acquedotto esistente in ferro, mediante posa di una tubazione in PEAD DN 110 oltre che il rifacimento dell'esistente collettore della fognatura mista lungo il medesimo tracciato, mediante posa di nuove condotte in PVC-SN8 Ø 400, Ø 315 e Ø 500 mm.

Il tracciato è collocato all'interno della sede stradale per uno sviluppo di circa 150 m.

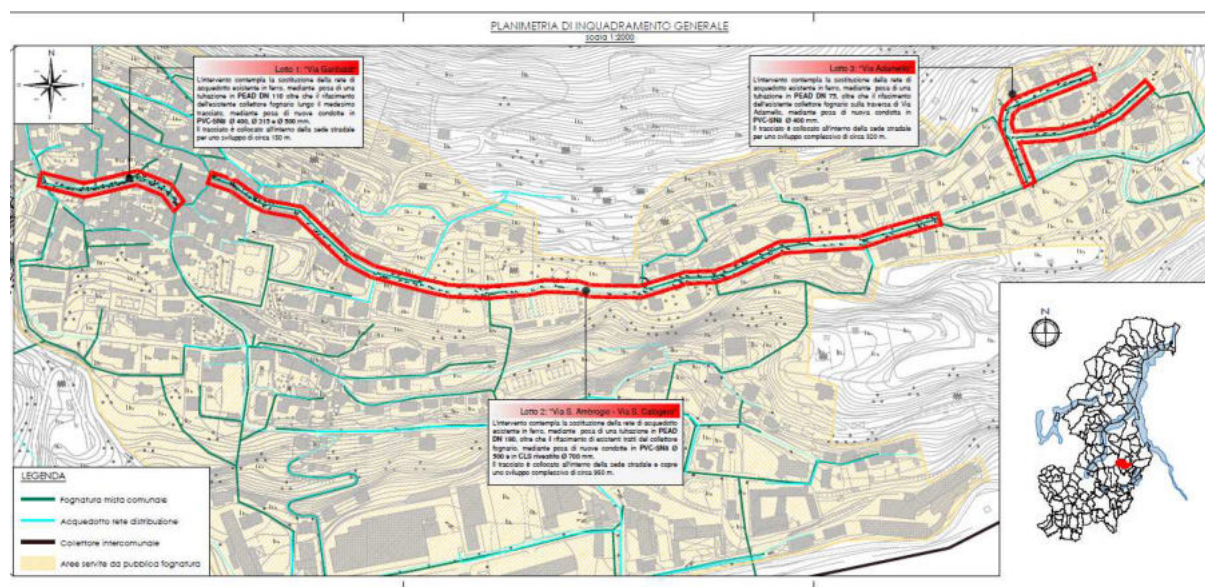
- **Lotto 2: "Via S. Ambrogio – Via S. Calogero":** L'intervento contempla la sostituzione della rete di acquedotto esistente in ferro, mediante posa di una tubazione in PEAD DN 180, oltre che il rifacimento di esistenti tratti del collettore della fognatura mista, mediante posa di nuove condotte in PVC-SN8 Ø 500 e in CLS rivestito Ø 700 mm.

Il tracciato è collocato all'interno della sede stradale e copre uno sviluppo di 315 m lungo via S.Ambrogio. Lungo via S.Calogero, ove è prevista la sola sostituzione della rete acquedottistica, è previsto uno sviluppo di 425 m della tratta di intervento.

- **Lotto 3: "Via Adamello":** L'intervento contempla la sostituzione della rete di

acquedotto esistente in ferro, mediante posa di una tubazione in PEAD DN 75, oltre che il rifacimento dell'esistente collettore fognario sulla traversa di Via Adamello, mediante posa di nuova condotta in PVC-SN8 Ø 400 mm. Il tracciato è collocato all'interno della sede stradale per uno sviluppo complessivo di circa 320 m.

Vengono riportati di seguito (figura 2), il progetto generale delle opere previste ed una tabella riassuntiva degli interventi.



*Figura 2 – Progetto generale di rifacimento della rete fognaria per i 3 lotti interessati*

*Tabella 1 - Sintesi interventi*

Tratta		Lunghezza (m)
Via Garibaldi	A. Miste	150
	Acquedotto	150
Via S. Ambrogio	A. Miste	250
	Acquedotto	315
Via S. Calogero	Acquedotto	425
Via Adamello - Traversa	A. Miste	150
	Acquedotto	150
Via Adamello	Acquedotto	170

### 3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO

L'area in esame si colloca in comune di Caslino d'Erba, nella porzione meridionale del territorio comunale, in pieno centro abitato. In particolare essa si snoda lungo le principali strade comunali e comprende larga parte della lunghezza dello stesso comune; da via Garibaldi a via Sant'Ambrogio, per proseguire lungo via San Calogero; qui gli interventi proseguono e finiscono in via Adamello, una traversa a nord di via S. Calogero. L'area è sub-pianeggiante e si pone a circa 430 m slm.

L'area in esame si ubica nel Triangolo Lariano, settore occupato da formazioni di età variabile tra il Trias superiore ed il Cretaceo superiore (220-70 Milioni Anni).

Di seguito si riporta una descrizione delle formazioni rocciose affioranti nel territorio comunale, dalla più recente alla più antica.

#### **Depositi fluvio-glaciali recenti :**

- **Sintema del Po – POI** – (Olocene) : ghiaie massive da fini a grossolane, a supporto clastico o di matrice limoso-argillosa, clasti da spigolosi ad arrotondati, ghiaie stratificate da fini a grossolane, a supporto clastico o di matrice sabbiosa, clasti da subangolosi ad arrotondati, possibile embricatura dei clasti. Sabbie da massive a laminate, limi massivi o debolmente laminati; corpi lenticolari a diversa granulometria(fluviali); sabbie a supporto di matrice, ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti(depositi di conoide dominati da debris flow); limi laminati,sabbie fini, argille e torbe(depositi lacustri o di torbiera).Alterazione assente, morfologie ben conservate ed ancora in evoluzione.
- **Supersintema della Colma – CM** – (Pleistocene): Diamicton massivi, talvolta sovraconsolidati, con blocchi fino a metrici (till di ablazione e di alloggiamento); ghiaie medie e grossolane stratificate, a supporto di matrice sabbiosa o in lenti alternate a diversa granulometria (dep. fluvioglaciali); diamicton,ghiaia ,sabbie,limi con grande variabilità di facies(dep. di contatto glaciale).

#### **Substrato roccioso :**

- **Maiolica** (Tithoniano - Barremiano): calcari bianchi compatti con noduli e liste di selce di colore grigio scuro o bluastrò, caratterizzati da stratificazione di spessore decimetrico. Sono comuni strutture stilolitiche parallele ai piani di stratificazione. In superficie tale litotipo presenta una caratteristica patina di alterazione di colore grigiastro. Lo spessore di tale formazione varia in genere tra 130 e 160 m. Strati generalmente sottili ma spesso rinsaldati in pacchi di 1 m.
- **Rosso ad Aptici** (Kimmerdgianno – Tithoniano): è costituito da calcari marnosi e marne con rare intercalazioni silicee, con presenza di Aptici. La colorazione tipica di tali rocce è rossastra, talora con venature verdi. Poca selce in noduletti rossi. Strati in spessore medio di 10-20 cm.

- **Radiolariti** (Kalloviano – Kimmerdgiense): si tratta di radiolariti (rocce sedimentarie a composizione silicea) di colorazione varia ed in genere molto accesa, quale verde, rossa, grigio azzurra, a cui si intercalano marne silicee ed argilliti. Gli spessori di tale formazione variano tra pochi metri e 50 m. Sono localmente intercalate marne silicee ed argilliti.
- **Rosso Ammonitico** (Toarciano – Aaleniano): Calcari rosati nodulari. Noduli calcarei e clasti calcarei rosati chiari centimetrici in argilliti e marne rossastre. La stratificazione è data da allineamenti dei noduli appiattiti e dei livelli di marne. Presenza di rari noduli verdastri. Colore vinaccia in frattura fresca. Localmente ricca di biotite lungo i piani di stratificazione. Strati medio-sottili.
- **Calcere di Domaro** (Giurassico): Calcari marnosi ben stratificati, di colore grigio chiaro e nocciola, ricchi in selce bluastro nella parte inferiore, mentre superiormente si passa a calcilutiti color nocciola prive di selce con evidenti impronte di ammoniti piritizzate. Lo spessore di questa formazione arriva anche a 100 m.
- **Calcere di Moltrasio** (Giurassico): calcari selciferi con colorazione tipica sulle tonalità del grigio scuro e con patina di alterazione nocciola. Sono presenti interstrati marnoso-argillosi di spessore variabile, talora di diversi centimetri. Nella zona di studio la selce si presenta sia come costituente della roccia sottoforma di cemento o spicole, che in liste e noduli di selce. La roccia è ben stratificata ed alterna strati di spessore centimetrico con strati che possono superare i 50 cm. Si osserva la presenza di laminazione millimetrica o centimetrica, da planare ad ondulata. In alcuni casi sono osservabili delle discordanze stratigrafiche interne alla formazione date da terminazioni laterali di strati che originano una morfologia a becco di flauto. In alcuni affioramenti si osserva stratificazione convoluta e piegata ad opera di slump sinsedimentari, cioè di scivolamenti che avvenivano lungo un pendio durante la deposizione stessa del sedimento ancora non litificato. Le pieghe dovute a slump sinsedimentari sono caratterizzate da avere geometria isoclinale, con fianchi dritti e cerniera arrotondata, spesso con piano assiale suborizzontale.

Vengono di seguito riportate le carte geologiche dell'area di intervento (figura 3 e 4); sia del CARG, foglio n. 75 di Como, sia la carta geo-litologica redatta dal PGT comunale di Caslino d'Erba.



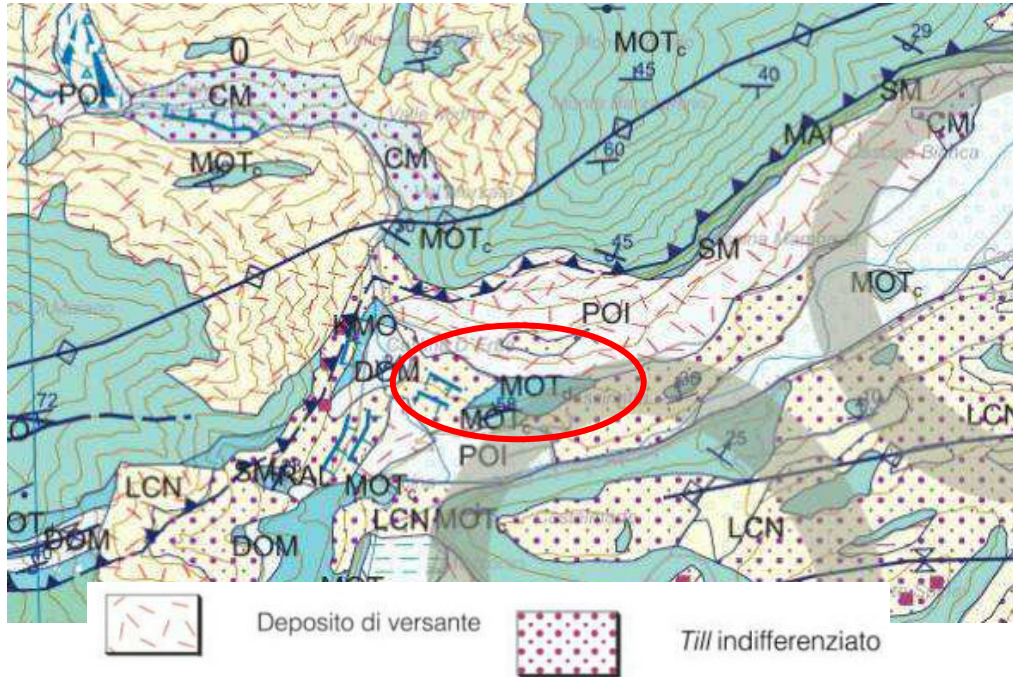


Figura 3 - Estratto Foglio geologico CARG n. 75 Como. In rosso l'area in esame. POI=Sintema del PO. MOT= calcare di Moltrasio. CM= supersintema della Colma

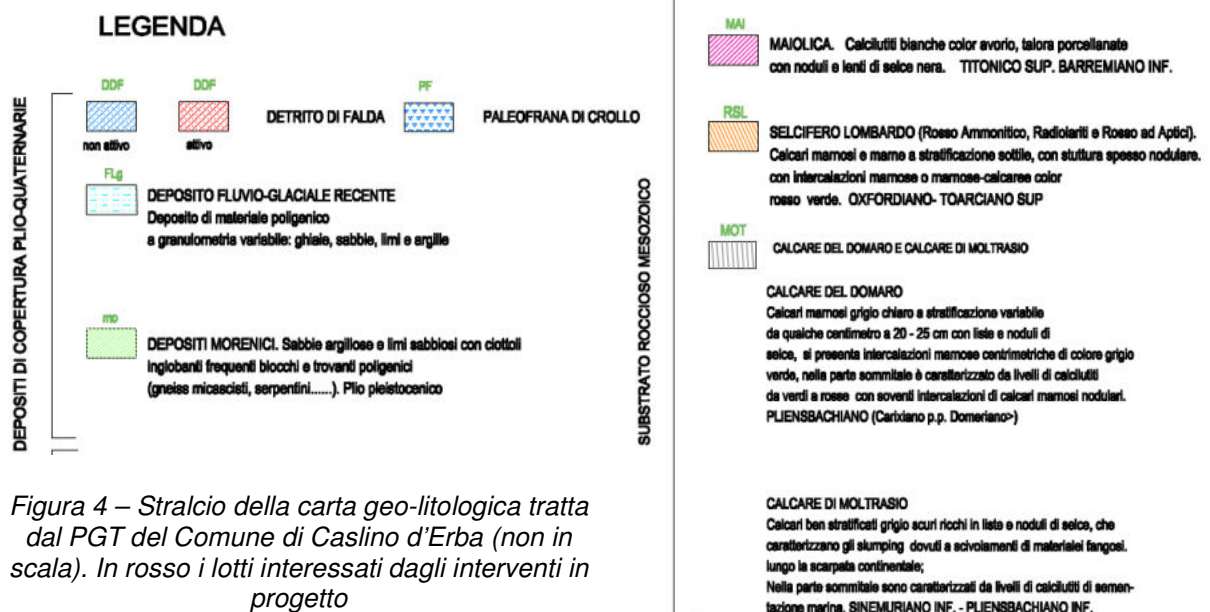
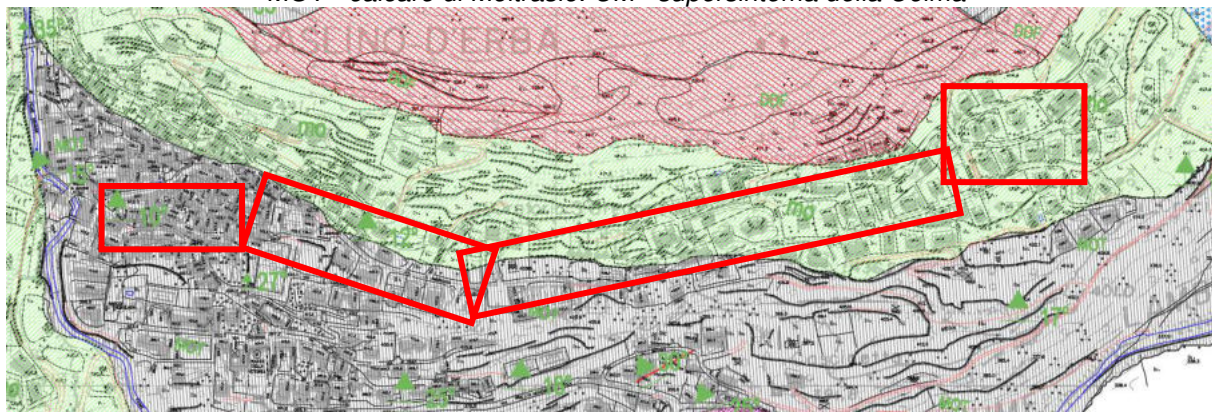
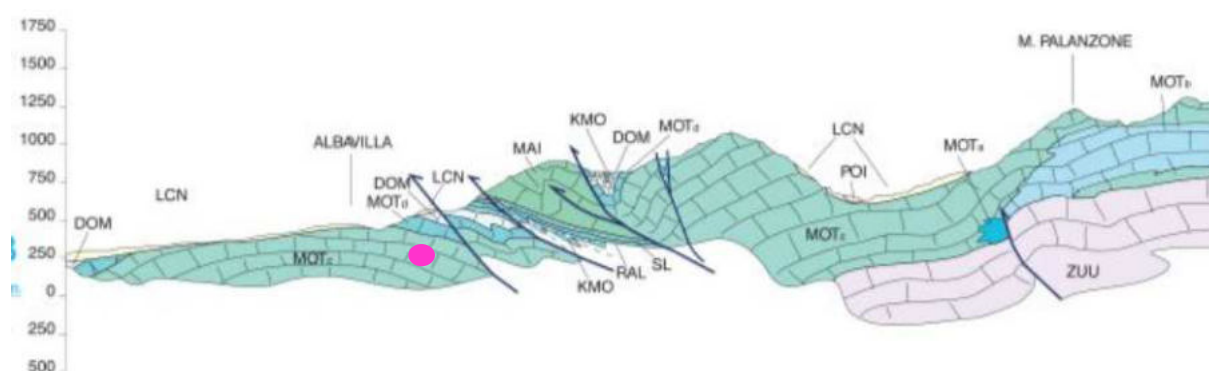


Figura 4 – Stralcio della carta geo-litologica tratta dal PGT del Comune di Caslino d'Erba (non in scala). In rosso i lotti interessati dagli interventi in progetto



Il quadro geologico del territorio comunale (figura 3 e 4), già abbastanza articolato e complesso a causa del ricco assetto stratigrafico, è ulteriormente complicato dall'assetto tettonico dell'area. Le unità sedimentarie sono infatti interessate da ampi piegamenti e sovrascorrimenti vergenti verso sud. La porzione meridionale del Triangolo Lariano è infatti interessata da un sovrascorrimento di notevole continuità. Tale faglia, all'interno del territorio comunale è ben esposta lungo le pendici orientali del Monte Barzaghino, e porta a sovrascorrere i calcari di Moltrasio (giurassici) sui calcari della Maiolica (cretacici), determinando una ripetizione della sequenza stratigrafica. Tale assetto è ben illustrato nella sezione geologica di figura 5.



*Figura 5 - Estratto Foglio geologico CARG Como. In magenta l'area in esame.*

Il settore di intervento si colloca a Sud del sovrascorrimento che taglia l'area pedemontana del Triangolo Lariano, e si pone in contesto in cui il substrato roccioso è costituito da Calcere di Moltrasio (Mot in figura 3, 4 e 5). Il substrato è interessato da una serie di pieghe con asse con direzione prevalente Est-Ovest.

Il substrato roccioso è coperto da spessori variabili di depositi detritici. Nello specifico ambito viene indicata la presenza di till indifferenziato e diamicton massivi, talora sovraconsolidati appartenenti al supersistema della colma (CM). Tali depositi contengono blocchi sino a metrici e mostrano profilo di alterazione poco evoluto.

I versanti sono ammantati da depositi di versante. Tali depositi detritici sono afferibili al Sistema del Po (sigla POI), ovvero ai depositi più recenti.

L'assetto idrogeologico del comune di Caslino d'Erba è condizionato dalla presenza di una piana alluvionale sita nel settore orientale del territorio comunale, compresa tra le Loc. C.na Mambretti e C.na Bianca, in adiacenza dell'asta fluviale del Fiume Lambro, che nasce presso il Piano Rancio in comune di Magreglio ad una quota di 944 metri s.l.m..

Una seconda piana alluvionale di interesse idrogeologico è compresa tra il T. Piot e il F. Lambro; in tale area sono presenti due pozzi utilizzati dal Comune di Caslino per uso industriale e potabile.

## 4 - STUDI DI RIFERIMENTO

### 4.1 - Studio Geologico Comunale

Il comune di Caslino d'Erba è dotato di uno studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale, il cui ultimo aggiornamento risale al Febbraio 2014. In tale elaborato vengono analizzate le caratteristiche geologiche generali del territorio, e cioè le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e geotecniche. Tutte queste informazioni, opportunamente sintetizzate, portano alla redazione della carta di fattibilità, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare.

In particolare, la Carta di fattibilità suddivide il territorio in 4 classi di fattibilità, con limitazioni crescenti dalla classe 1 alla classe 4. Le aree di intervento (figura seguente) ricadono in **classe di fattibilità 2, ovvero con modeste limitazioni.**

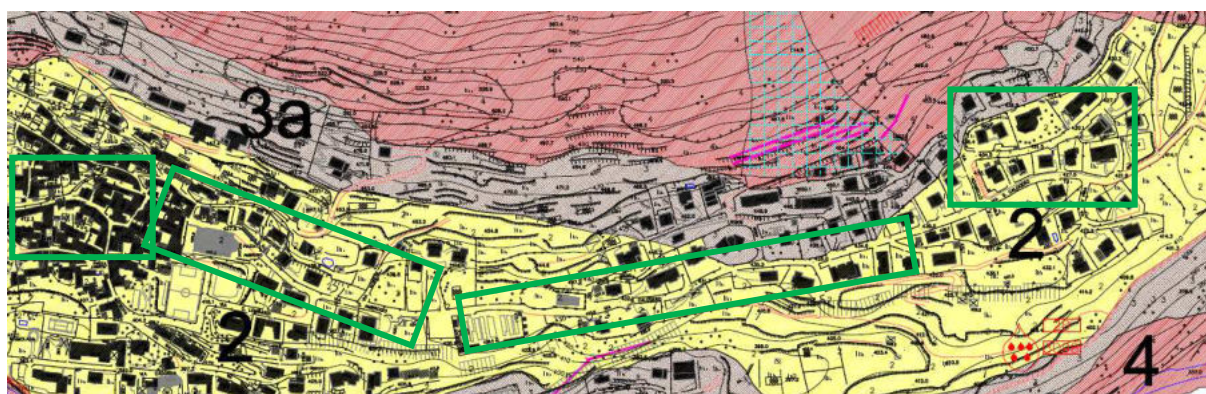
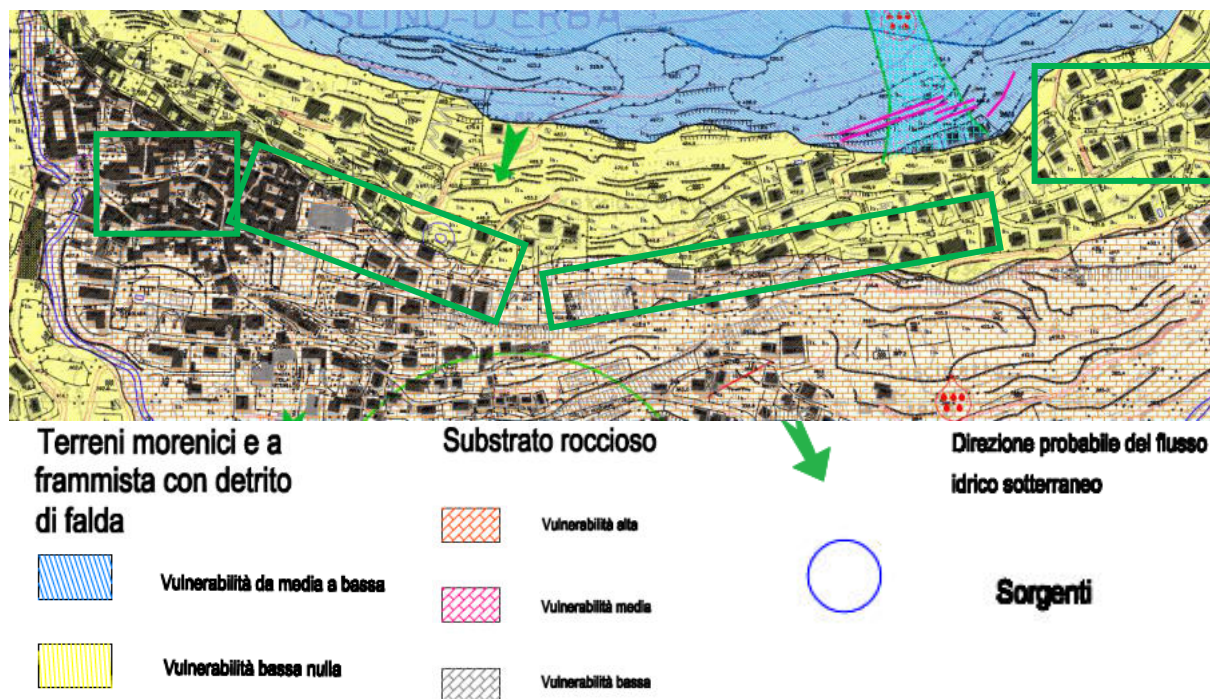


Figura 6 - Stralcio carta di fattibilità geologica (non in scala). In verde l'area di intervento

La classe 2 comprende i settori nei quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Queste aree presentano puntuali o ridotte condizioni che possono limitare la modifica delle destinazioni d'uso. Si tratta in genere di aree sub-pianeggianti con inclinazione massima  $<20^\circ$  con problemi di dissesto od assoggettati ad un rischio di entità limitata.

*Per le aree ricadenti in questa sottoclasse le modeste limitazioni al cambio di destinazione d'uso sono rappresentate dalle caratteristiche geotecniche dei terreni che sono prevalentemente scarse in superficie fino a profondità variabili da 1.0 a 5.0 m da p.c. La profondità sopra indicata è da ritenersi del tutto indicativa a causa della variabilità litologica dei depositi tipica dei materiali di origine glaciale, che si riflette nella variabilità dei parametri geotecnici. Data l'estrema variabilità granulometrica, sarà possibile rilevare la presenza di orizzonti a granulometria fine o anche di blocchi e massi di dimensioni metriche. Tale situazione potrà determinare localmente la presenza di venute d'acqua o di falde sospese. Queste limitazioni richiedono la realizzazione di indagini geognostiche puntuali che serviranno a determinare in modo esaustivo le caratteristiche meccaniche dei terreni al fine di eseguire una corretta progettazione delle opere di fondazione. Si specifica che le indagini dovranno essere programmate in numero adeguato alle dimensioni del progetto e preferibilmente ubicate nei punti di maggior carico della struttura.*

Nella Carta dei Vincoli e della vulnerabilità viene indicata la presenza di una piccola sorgente ad un centinaio di metri da lotto di via S. Ambrogio, adiacente a via Sirese; a parte questa nota, non si riscontrano ulteriori vincoli di natura geologica. Il substrato roccioso è classificato come ad alta vulnerabilità per tutta l'area di interesse.



*Figura 7 - Stralcio carta dei Vincoli e della vulnerabilità dal PGT comunale (non in scala). In verde i lotti facenti parte del sito in esame*

#### 4.2 Studio del Reticolo Idrico Minore

Lo strumento di riferimento per l'identificazione del reticolo idrografico minore e principale è lo studio redatto ai sensi del d.g.r. 25/01/2002 n. VII/7868 e s.m.i. che permette alle Amministrazioni comunali di esercitare le attività di polizia idraulica sul reticolo di propria competenza (reticolo idrico minore). Il comune di Caslino d'Erba è dotato di tale studio, aggiornato al 2013.

Per l'area in esame relativa al presente lavoro, non risultano corsi d'acqua interferenti.

#### 4.3 - Piano Gestione Rischio Alluvioni

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D. Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace.

Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in



modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

Le mappe di pericolosità del Piano di Gestione del Rischio alluvioni del Bacino del fiume Po non individuano alcuna perimetrazione interferente con il sito in esame.

## 5 - ASPETTI SISMICI

### 5.1 - Zonizzazione sismica Nazionale e Regionale

In merito all'applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, è stata redatta una mappa della pericolosità sismica di base per tutto il territorio nazionale, con l'individuazione di quattro zone sismiche a pericolosità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) e la formazione degli elenchi dei comuni compresi in ciascuna zona.

Ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso *range* di valori del parametro  $a_g$  corrispondente alla accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , secondo la seguente tabella.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [ $a_g/g$ ]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

- *Zona 1: è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti*
- *Zona 2: zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti*
- *Zona 3: zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti*
- *Zona 4: zona meno pericolosa; possibilità di danni sismici bassa*

L'Ordinanza PCM 3274 ha richiesto anche la compilazione di una nuova mappa di pericolosità del territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s).

Tale mappa è stata approvata con Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519.

La Regione Lombardia, con d.g.r. 7 novembre 2003 n. 7/14964 ha stabilito la classificazione sismica dei singoli comuni proposta dalla OPCM sopracitata ed ha stabilito i modi e i tempi di applicabilità della nuova normativa sismica sia per le costruzioni esistenti che per quelle future. La d.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)" ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni.

Secondo questa nuova classificazione al comune di Caslino d'Erba è stata attribuita la zona sismica 4.

## 5.2 - Effetti sismici di sito

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (definite come “condizioni locali”) possono influenzare la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area stessa. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti, ricavabile dall'identificazione delle caratteristiche del terreno presente nell'area.

In funzione di tali caratteristiche, si distinguono due gruppi di effetti locali:

- Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Gli effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento) relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock) può subire a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Tali effetti si distinguono in:
  - effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono caratterizzate da morfologie articolate ed irregolari;
  - effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche.
- Effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati da fenomeni di instabilità consistenti in collassi e/o movimenti di grandi masse di terreno.

La valutazione degli effetti sismici di sito riportata nella delibera di riferimento (d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12*” e successive modifiche) prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente:

- 1° livello: da realizzarsi in fase di pianificazione urbanistica;
- 2° livello: obbligatorio per i Comuni ricadenti in Zona Sismica 2 e 3 in aree classificate Z3 e Z4;
- 3° livello: da realizzarsi, se necessario, in fase di progettazione.

Il 1° livello consiste in un approccio qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Si tratta di un metodo empirico che permette l'individuazione delle zone dove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili.

Lo Studio geologico comunale attribuisce alcuni degli ambiti di intervento (Lotto via Adamello, lotto via S. Calogero) ai seguenti scenari di pericolosità sismica locale:

- **Z4c** - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche).
- **Z1c** - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana.



### 5.3 - Definizione dell'azione sismica di base

Con il Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 sono state aggiornate le Norme Tecniche per le Costruzioni. La parte relativa alla determinazione delle azioni sismiche rappresenta una delle novità del testo normativo. Viene definitivamente abbandonato il concetto di “Zone Sismiche” e viene introdotto il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale.

La “pericolosità sismica di base” costituisce quindi l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alla progettazione strutturale dei manufatti. Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastica costituito da uno spettro normalizzato considerato indipendente dal livello di sismicità, moltiplicato per il valore dell'accelerazione massima ( $a_g \times S$ ) del terreno che caratterizza il sito di fondazione.

Gli spettri sono definiti in base a tre parametri fondamentali:

- $a_g$  : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro;
- $T_c^*$  : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione.

Questi parametri sono calcolati in funzione del “reticolo di riferimento”. Sul territorio italiano è infatti stata individuata una maglia di circa 10 km di lato, associando a ciascun nodo la definizione di tali parametri. Partendo dai valori nei nodi, per ogni punto individuato sul territorio mediante le sue coordinate geografiche (longitudine, latitudine) e attraverso interpolazione, è possibile individuare i parametri di pericolosità sismica per un periodo di ritorno ( $T_R$ ) assegnato. Il periodo di ritorno viene valutato in funzione della “Vita di Riferimento” ( $V_R$ ) ed in base alla corrispondente probabilità del suo superamento allo stato limite che si intende verificare. La “Vita di Riferimento” ( $V_R$ ) viene calcolata in funzione della “Vita Nominale” e del “Coefficiente d'uso” ( $C_U$ ).

Per l'opera in esame, è stata considerata una Vita nominale delle opere (VN) 50 anni.

È stata inoltre valutata una classe d'uso II (coefficiente  $C_U=1,0$ ).

Il periodo di riferimento dell'azione sismica è quindi pari a 50 anni.

Eventuali diverse indicazione da parte dei Progettisti dell'opera comporterà la rideterminazione dell'azione sismica.

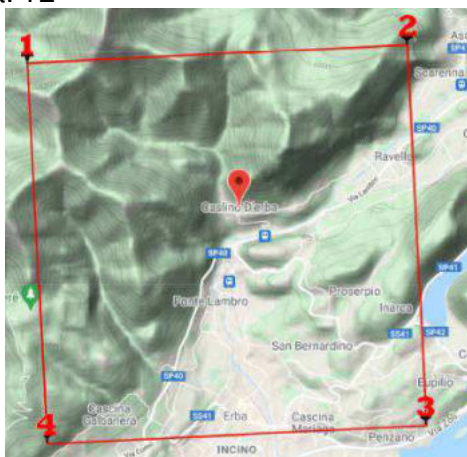
Dall'elaborazione (effettuata con il programma online Geostru PS Parametri sismici) si ottengono i parametri di azione sismica per i diversi stati limite.

La definizione delle azioni di progetto comporta, oltre alla conoscenza della “pericolosità sismica di base”, la definizione di altri parametri. Si tratta in pratica di “modificare” la forma spettrale del sottosuolo di categoria A, attraverso un coefficiente stratigrafico ( $S_s$ ), un coefficiente topografico ( $S_t$ ) e un coefficiente in funzione della categoria ( $C_c$ ) che modifica il valore del periodo  $T_c$ . Nel caso in esame, le indagini e gli approfondimenti condotti portano a

far ritenere utilizzabile, nelle condizioni maggiormente sfavorevoli, la categoria topografica **T2** (pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i > 15^\circ$ ) e per quanto riguarda la categoria di suolo la **Categoria B**.

Pertanto:

- Vita nominale: 50 anni
- Classe d'uso: II
- Categoria sottosuolo: B
- Categoria topografica: T2



Nella tabella 2 sono sintetizzati i parametri sismici specifici per l'areale in esame.

Stati limite		PVR (%)	Tr (anni)	ag (g)	Fo	Tc (s)	Coefficienti sismici fondazioni						
							Ss	CC	St	kh	kv	A max (m/s <sup>2</sup> )	$\beta_s$
SLE	SLO	81	30	0,017	2,591	0,157	1,20	1,59	1,20	0,005	0,002	0,245	0,20
	SLD	63	50	0,022	2,575	0,178	1,20	1,55	1,20	0,006	0,003	0,305	0,20
SLU	SLV	10	475	0,045	2,652	0,277	1,20	1,42	1,20	0,013	0,006	0,637	0,20
	SLC	5	975	0,055	2,693	0,298	1,20	1,40	1,20	0,016	0,008	0,772	0,20

*Tabella 2 - Parametri sismici e coefficienti sismici sito*

#### 5.4 - Verifica esclusione liquefazione

Le NTC richiedono di verificare che il sito sul quale è ubicato il nuovo manufatto risulti stabile nei confronti della liquefazione.

Come consentito dal D.M. 17.01.18, viene omessa la verifica alla liquefazione in quanto gli eventi sismici attesi sull'area per lo stato limite considerato (SLV), mostrano accelerazioni massime attese al piano campagna minori di 0,1 g.

## 6 - INDAGINI IN SITO

Al fine della ricostruzione del modello geologico del sottosuolo è stato condotto un accurato rilievo di terreno, integrato con informazioni assunte in sito, in corrispondenza di ciascun lotto di intervento. Sono inoltre stati effettuati n. 3 prove penetrometriche tipo DPSH, n. 3 sondaggi sismici verticali e n. 3 scavi esplorativi con prelievo di campioni per analisi ambientali.

Le indagini sono state ubicate, in accordo con la Committenza, ove consentito sia per l'accessibilità dei luoghi sia per la presenza di sottoservizi.

### LOTTO 1

- n. 2 indagini HVSR denominata **CA1** e **CA2**



*Figura 8 - Ubicazione indagini Lotto Via Garibaldi – non in scala*

### LOTTO 2

- n. 1 indagine HVSR denominata **CA3**
- n. 1 scavo esplorativo denominato **SC1** con prelievo di n.1 campione per accertamento qualità ambientale
- n. 2 prove penetrometriche DPSH denominate **P1** e **P2**





Figura 9 - Ubicazione indagini Lotto Via S.Ambrogio – non in scala



Figura 10 - Ubicazione indagini Lotto via S. Calogero – non in scala

### LOTTO 3

- n. 1 indagine HVSR denominata **CA4**
- n. 1 prova penetrometrica DPSH denominata **P3**
- n.2 scavi esplorativi denominati **SC2,SC3** con prelievo di n.2 campioni per accertamento qualità ambientale



Figura 11 - Ubicazione indagini Lotto 3 – non in scala

### 6.1 Rilievo di terreno

In corrispondenza di ciascun lotto di intervento è stato svolto un accurato rilievo di terreno finalizzato a ricavare una ricostruzione dell'assetto geologico del sottosuolo e dei principali elementi della dinamica geomorfologica.

### 6.2 Prove penetrometriche DPSH

La prova penetrometrica dinamica continua (DPSH) consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno dal piano campagna una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta prolungabile mediante l'aggiunta di successivi spezzoni. L'infissione avviene per battitura facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard. Durante l'esecuzione della prova viene contato il numero di colpi (N20) necessario all'avanzamento dell'asta per tratti successivi di 20 cm. Questo tipo d'indagine ha il pregio di fornire informazioni continue sulla resistenza alla penetrazione dinamica, ma presenta il difetto di non dare indicazioni specifiche circa la natura litologica del terreno investigato.

È stato utilizzato un penetrometro dinamico Pagani modello TG 63/100 installato su di un cingolato semovente con le seguenti caratteristiche tecniche:

- peso del maglio: 63,5 kg
- altezza di caduta: 75 cm
- angolo al vertice punta conica: 90°
- diametro punta conica: 51 mm
- diametro aste: 32 mm

In allegato sono riportati i diagrammi delle prove eseguite.



Le prove sono state ubicate il più possibile vicino ai tracciati in progetto, tenendo però in debita considerazione le condizioni logistiche del sito (accessibilità, proprietà private, etc) e la presenza di sottoservizi.

Le 3 prove si sono arrestate a profondità variabili. Le prove P1 e P3 si sono arrestate per rifiuto a causa della presenza di blocchi grossolani che impedivano l'avanzamento della prova. Si specifica che il rifiuto all'avanzamento delle prove può essere determinato sia dalla presenza di substrato roccioso che da singoli blocchi lapidei.

In nessuna delle verticali di indagine è stata riscontrata la presenza di flussi idrici.

Nella tabella 3 è presentato un quadro riassuntivo delle prove effettuate.

*Tabella 3 - Sintesi prove penetrometriche*

Lotto	Denominazione prova	Profondità massima raggiunta (m)	Profondità rifiuto (m)
Via S. Ambrogio	P1	2,6	2,6
	P2	4,0	-
Via Adamello	P3	1,8	1,8

### 6.3 Scavi esplorativi

Sono stati effettuati n.3 scavi esplorativi, a cura della Committenza, mediante utilizzo di escavatore 50 q.

Gli scavi sono stati spinti sino alla profondità massima di 1,5 m dal p.c..

Lo scavo SC1 ha evidenziato la presenza di terreno di riporto per tutto lo spessore indagato, mentre nei restanti scavi si è osservata la presenza di prevalenti terreni detritici.

Si osserva che lo scavo SC2 ha mostrato difficoltà di approfondimento oltre 0,90 m a causa della presenza di blocchi grossolani.

In allegato sono riportate le stratigrafie degli scavi realizzati. In esse sono indicate le profondità di prelievo dei campioni sottoposti ad accertamento di qualità ambientale.

### 6.4 - Indagini sismiche in sito

Al fine di procedere ad una caratterizzazione sismica sito - specifica dei terreni, è stata eseguita un'indagine geofisica con misurazione del rumore sismico ambientale mediante Tromino. Sono state effettuate n.4 misure di microtremore ambientale della durata di 20 minuti con un tromografo digitale progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento di misura è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente ed è fornito di GPS interno. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

### *6.3.1 - Microtremori ambientali*

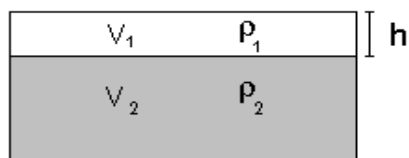
Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Viene definito microtremore in quanto riguarda oscillazioni di ridotta entità, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. L'utilizzo della tecnica HVSR comporta la misurazione di tali microtremori naturali.

### *6.3.2 - Basi teoriche*

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi sono stati proposti diversi metodi per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970).

Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale; sebbene su questo punto non sia ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che l'HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli.

Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere in linea di principio usato come strumento stratigrafico. Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Si consideri il sistema di figura 12, in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) e le diverse velocità delle onde sismiche ( $V_1$  e  $V_2$ ).



*Figura 12 - Modello di suolo costituito da due strati a diverse velocità delle onde sismiche e densità*

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati; l'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $H$  del primo strato.



Ripresa fotografica tromografo digitale  
TROMINO® per acquisizione microtremori

In altre parole, la frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1}/(4 H)$$

mentre quella relativa alle onde S è:

$$f_r = V_{S1}/(4 H)$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore  $H$  degli strati.

Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, per la risposta strumentale e per l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo. Si rileva inoltre come i microtremori siano solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994).

Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime è poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

L'applicabilità pratica delle formule sopra indicate è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (per un riassunto cf. Gallipoli *et al.*, 2000; Mucciarelli e Gallipoli, 2001; Castellaro *et al.*, 2005). Poiché la situazione illustrata è tipica delle coltri sedimentarie sovrastanti basamenti rocciosi, il metodo HVSR è parso immediatamente applicabile alla determinazione dello spessore delle coltri sedimentarie.

### 6.3.3 - Procedura di analisi

L'indagine prevede l'acquisizione del rumore sismico nelle sue tre componenti attraverso un tromografo digitale ad alta sensibilità (TROMINO® - vedi figura).

Lo strumento è dotato di tre velocimetri che misurano le componenti N-S, E-W, e verticale del tremore che vengono amplificate, digitalizzate e memorizzate nella memoria dello strumento. La durata di acquisizione per ogni sondaggio è stata di 20 minuti.

Il segnale acquisito viene quindi rielaborato mediante software dedicato (Grilla®). Esso

procede nel seguente modo:

- *Suddivide la registrazione in finestre della durata di qualche decina di secondi ciascuna;*
- *Elimina il trend da ciascuna finestra;*
- *Ne fa il "taper" con una finestra Bartlett;*
- *Fa il "pad" di ciascuna finestra con degli zero;*
- *Calcola la trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;*
- *Calcola lo spettro di ampiezza per ciascuna finestra;*
- *Liscia ciascuna finestra secondo una funzione di lisciamo prescelta;*
- *Calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza per ciascuna finestra;*
- *Calcola la funzione HVSR finale effettuando la media di tutte le finestre. Per produrre l'HVSR finale le componenti orizzontali sono mediate tra loro con la media quadratica e vengono poi divise per la componente verticale.*

Le profondità  $H$  delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula di seguito riportata in cui  $V_0$  è la velocità al tetto dello strato,  $\alpha$  un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e  $v$  la frequenza fondamentale di risonanza (cf. ad esempio Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$H = \left[ \frac{V_0(1-\alpha)}{4v} + 1 \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} - 1$$

In presenza di variazioni litologiche, il rapporto H/V (componenti orizzontali/componenti verticali) mostra dei picchi in corrispondenza di determinate frequenze. Tali picchi sono tanto più marcati, quanto il cambiamento di litologia è netto e la loro posizione è funzione sia della profondità di tale variazione, che della velocità di trasmissione delle onde  $V_s$  nello strato superiore all'interfaccia di variazione. Per risalire alla profondità delle variazioni litologiche si ricorre a punti di taratura a stratigrafia nota.

#### *6.3.4 - Risultati indagine*

##### *Risultati*

I diagrammi dei sondaggi sismici eseguiti sono riportati in allegato, unitamente alla sintesi e validazione delle acquisizioni secondo le linee guida del progetto Sesame.

Nelle seguenti figure sono sintetizzati i diagrammi delle indagini sismiche svolte. Le frecce indicano i picchi ascrivibili a contrasti di impedenza di natura stratigrafica.

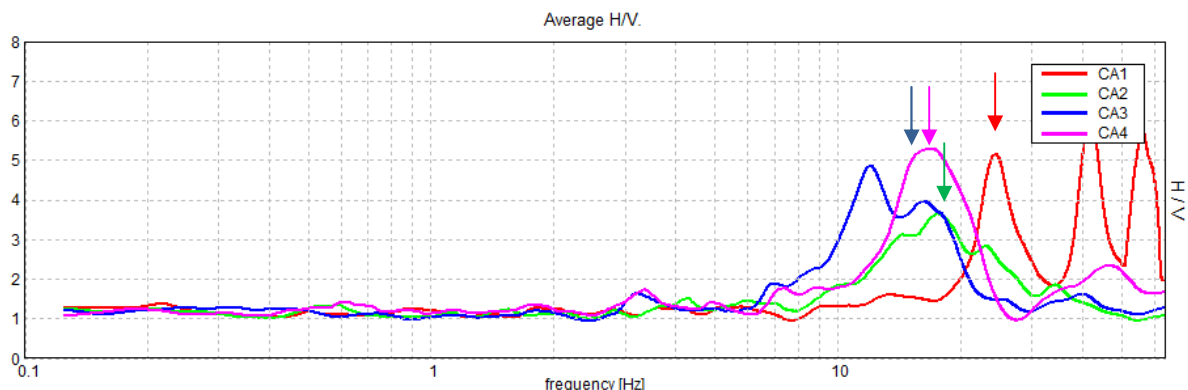


Figura 13 – Sintesi curve H/V. Le frecce indicano i contatti di natura stratigrafica.

In tutte le misure emerge la presenza di un picco principale, in genere ben marcato, associabile al passaggio tra depositi detritici e sottostante substrato roccioso, come dimostrato dal fatto che a frequenze inferiori, il rapporto H/V tende a valori unitari, tipico del substrato roccioso. In tutte le misure il picco principale si colloca a frequenze superiori a 14 Hz, identificativi di spessori di pochi metri delle coperture detritiche.

Sono stati assegnati dei valori tipici di Vs al substrato roccioso al fine di ricavare una ipotesi di inversione della curva sperimentale il più possibile attendibile, come riportato in allegato.

Di seguito si riporta una sintesi della frequenza cui si colloca il picco principale, ed una stima di profondità del substrato roccioso. I valori possono mostrare una certa variabilità come da attendersi per tutte le metodiche indirette, in particolare quelle geofisiche.

Tabella 4 - Indagini sismiche - sintesi

Tratta	Denominazione prova	Frequenze di risonanza principale (Hz)	Stima profondità tetto substrato roccioso (m)
Via Garibaldi	CA1	23,7	2,8
	CA2	17,7	4,0
Via S. Calogero	CA3	14,0	5,0
Via Adamello	CA4	16,7	4,2

In allegato sono riportate le inversioni delle curve sperimentali, tarate su valori tipici i Vs del substrato roccioso, desunte da indagini pregresse svolte in aree adiacenti.

Nelle condizioni più sfavorevoli, le indagini sismiche svolte indicano che risulta applicabile la categoria sismica di sottosuolo B.

## 6.5 Dati bibliografici

Si dispone di indagine sismica a rifrazione effettuata a monte della via Adamello. Essa mette in luce la presenza di spessori plurimetrici di coperture detritiche, come visualizzato nella figura seguente.





COMUNE DI CASLINO D'ERBA

Mitigazione del rischio idro-geologico  
nell'abitato di via Adamello

INDAGINE SISMICA  
ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



- Ubicazione sfera -

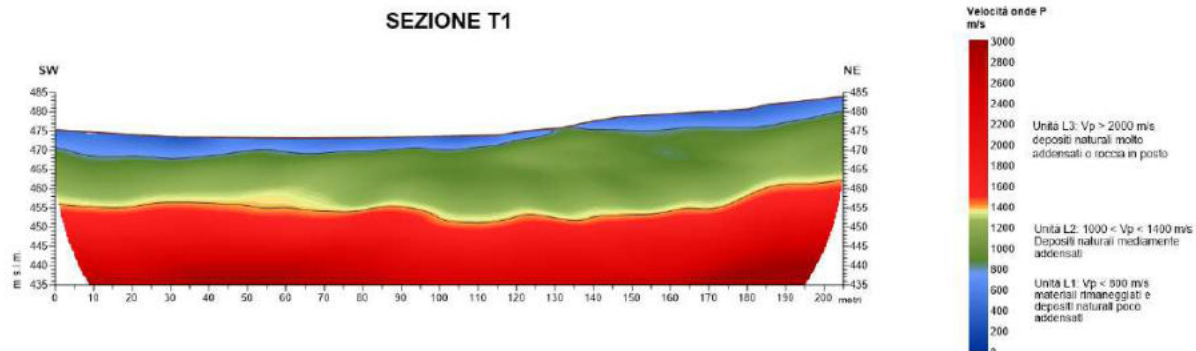


Figura 14 - Indagine sismica a rifrazione effettuata a monte di via Adamello (dato bibliografico)

## 7 - RILIEVO DI DETTAGLIO- MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 - Lotto via Garibaldi

Il Lotto di via Garibaldi si colloca nel centro storico di Caslino d'Erba. Ciò ha limitato la possibilità di effettuare indagini dirette.

Sono stati puntualmente riportati gli affioramenti di substrato roccioso rilevati, osservati nell'estremo settore occidentale della tratta, ovvero in direzione di Piazza Mazzini.



Figura 15 - Affioramento roccioso subito a valle di Piazza Mazzini

Si segnala che è stata indicata la presenza di un piano cantinato di edificio lungo via Garibaldi che interferisce, a bassa profondità, con il piano viario. Tale peculiare assetto è indicato nella Tavola 1 A in allegato.

Si segnala che il lotto di via Garibaldi si snoda entro centro storico, in cui si riscontra la presenza di edificato datato, e spesso con lesioni visibili lungo le facciate prospicienti le vie oggetto di intervento. Nella tavola di dettaglio sono individuati i fabbricati e manufatti con maggiori evidenze di lesioni, sebbene tale censimento non debba ritenersi esaustivo in quanto limitato alla visione dei manufatti dalla pubblica via. Nel rimandare alle prescrizioni indicate al capitolo conclusivo, si rimarca la necessità di adottare estrema cautela nella realizzazione degli scavi in ragione della presenza di edificato vetusto e con fragilità intrinseche a ridosso dei siti di intervento.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle coperture detritiche si ritiene applicabile quanto determinato ed esposto al paragrafo successivo, considerata la prevedibile natura similare delle coperture detritiche.

#### 7.2 - Lotto via S. Ambrogio – S. Calogero

Il Lotto in esame si colloca in settore mediamente completamente urbanizzato.

Nel settore di via S. Ambrogio sono stati osservati diversi affioramenti puntuali di substrato roccioso, costituiti da Calcari stratificati, con liste di selce, ascrivibili al Calcare di Moltrasio.

E' pertanto prevedibile che il settore occidentale di tale tratta possa intercettare il substrato roccioso.



*Figura 16 - Affioramento puntuale di substrato roccioso*

Nella tratta di via S.Calogero le indagini ed i dati di rilevamento indicano la presenza di spessori metrici di coperture detritiche. Si osserva la presenza di affioramenti di substrato roccioso unicamente a monte della via S.Calogero (porzione centrale della tratta), ed in prossimità del settore orientale della tratta oggetto di intervento, come indicato nell'elaborato grafico in allegato.

Di seguito si riporta la caratterizzazione geotecnica delle prove disponibili (P1 e P2). Si rammenta che la elevata presenza di sottoservizi e l'ambito urbanizzato hanno vincolata la possibilità di ubicare indagini dirette.

La correlazione tra  $N_{scpt}$  e  $N_{spt}$  (standard penetration test) è stata eseguita normalizzando i valori di  $N_{scpt}$  (determinato con penetrometro superpesante DPSH) per rendimenti del dispositivo di battitura pari al 60% ed adottando i fattori di correlazione proposti in letteratura, pari a 1,75.

*Tabella 5 - Sintesi parametri geotecnici*

		Orizzonte A
Spessore		2,5 - 4,0
$N_{20}$		3,6 - 5,1
$N_{SPT}$		6,3 - 9,0
Dr (%)		50-55
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )		17,4
$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )		20,0
$\phi$ (°)	<i>medio</i>	29,0 - 30,0
E (kPa)		18.000
Definizione		Poco / mediamente addensato

$N_{20}$  = numero colpi prova Scpt, in colpi/piede

$N_{SPT}$  = corrispondente valore  $N_{spt}$  in colpi/piede

Dr = densità relativa

$\gamma - \gamma_{sat}$  = peso di volume e peso di volume saturo, stimato sulla scorta del grado di addensamento del terreno

$\phi$  = angolo di attrito determinato sulla base di correlazioni in funzione della litologia presunta

E = modulo di elasticità

### 7.3 - Lotto via Adamello

Il Lotto di via Adamello si snoda nella porzione orientale del territorio comunale. Tale ambito si pone a valle di pendio acclive, caratterizzato dalla presenza di falde detritiche, costituite da depositi di origine gravitativa, con prevalenza di ghiaie, ciottoli e blocchi di natura calcarea, di spessore plurimetrico.

In tale ambito non sono stati osservati affioramenti rocciosi. Le indagini svolte indicano la presenza di coperture detritiche, anche grossolane, di spessore di alcuni metri. Si osserva che la presenza di blocchi ed il grado di addensamento dei depositi rende localmente lo stesso difficilmente scavabile, come accaduto nello scavo esplorativo n.2

Le indagini bibliografiche disponibili, sebbene collocate più a monte rispetto alle tratte oggetto di intervento, confermano tale assetto.

Per quanto attiene la caratterizzazione geotecnica di massima del primo sottosuolo, si rimanda a quanto già espresso al paragrafo precedente.

## 8 - ASPETTI AMBIENTALI

Come descritto in precedenza negli scavi di assaggio sono stati prelevati alcuni campioni di terreno da sottoporre ad accertamento di qualità ambientale.

In accordo con la normativa vigente (d.lgs. 152/06), al fine di ottenere la massima rappresentatività delle condizioni degli orizzonti attraversati, i campioni prelevati durante l'esecuzione degli scavi, sono stati formati in modo da preservare al meglio gli analiti da ricercare.

La preparazione delle aliquote dei campioni destinate all'analisi dei composti volatili è stata eseguita adottando gli accorgimenti operativi che seguono:

- sono stati ridotti al minimo i tempi di esposizione all'aria dei terreni e le operazioni di formazione dei campioni sono state condotte immediatamente dopo all'effettuazione dello scavo, ossia prima di procedere alla descrizione della stratigrafia dello scavo ed al prelievo del materiale per la formazione dei campioni per le sostanze non volatili (che comporta vagliatura e quartatura);
- Il materiale prelevato è stato immediatamente trasferito all'interno di un vial appositamente preparata dotata di tappo a tenuta;

Solo successivamente si è provveduto alla formazione dei campioni destinati alla determinazione dei composti non volatili. In corrispondenza degli orizzonti previsti, il materiale prelevato è stato privato della frazione maggiore di 2 cm (scartata in campo mediante setacciatura); le determinazioni analitiche sono state effettuate sulla quota parte di campione di granulometria inferiore a 2 mm.

Gli scavi non hanno messo in luce la presenza di materiali caratterizzati da evidenze di inquinamento o organolettiche.

Nello Scavo SC1 è stata individuata la matrice terreno di riporto da sottoporre ad analisi per la determinazione del test di cessione eseguito ai sensi del D.M. 186/06.

I campioni sono quindi stati etichettati con il nome del campione ed avviati a laboratorio accreditato per effettuazione delle determinazioni analitiche.

Gli orizzonti campionati sono rappresentati graficamente nelle stratigrafie allegate. Di seguito sono riassunti i campioni collezionati.

*Tabella 6 - Sintesi campioni prelevati ed avviati a laboratorio per analisi chimiche*

Scavo	Campione	Profondità di prelievo da p.c.	Tipologia
SC1	SC1	-1,0 / -1,5 m	→ terreno di riporto
SC2	SC2	0,0 / -0,9 m	→ terreno naturale
SC3	SC3	0,5 / -1,5 m	→ terreno naturale

Al fine di definire se i terreni possano essere riutilizzati in sito per il riempimento dello scavo previsto per la posa della nuova condotta o le modalità di allontanamento dall'area di cantiere, è stato eseguito (da laboratorio chimico incaricato dalla Committenza) il seguente set analitico:

- *Metalli (arsenico, cadmio, cobalto, cromo totale, cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco)*
- *Idrocarburi pesanti (C>12)*
- *Idrocarburi leggeri (C<12)*
- *Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)*
- *Composti aromatici policiclici (BTEXS)*
- *Amianto.*

Per quanto riguarda i limiti normativi di riferimento sono stati individuati nelle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) dell'Allegato 5 della Parte Quarta, del d.lgs. 152/06.

I risultati delle analisi chimiche condotte evidenziano come tutti i parametri ricercati presentano una concentrazione al di sotto dei limiti imposti per aree a destinazione d'uso commerciale ed industriale (colonna B).

Due campioni, ovvero SC1 ed SC2 presentano per il parametro C>12 dei valori superiori ai limiti imposti per aree a verde pubblico, privato e residenziale (colonna A).

Il campione SC1 si riferisce a terreno di riporto, ed è stato pertanto sottoposto a test di cessione, mostrando conformità ai limiti normativi, ovvero alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) delle acque sotterranee (Tabella 2 dell'Allegato 5 della Parte Quarta, del d.lgs. 152/06).

Il terreno naturale analizzato (per quanto attiene ai campioni analizzati) ha quindi le caratteristiche ambientali tali da poter essere riutilizzato in sito entro il contesto di strade pubbliche.

## **9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Su incarico della Società Como Acqua Srl è stata redatta la presente relazione geologica, geotecnica sulle indagini e sismica a supporto della progettazione definitivo-esecutiva di alcuni interventi da realizzarsi in comune di Caslino d'Erba (CO).

Il progetto prevede il rifacimento di alcune tratte di rete fognaria mista e di rete acquedottistica.

### **➤ Compatibilità geologica interventi con strumenti pianificazione vigenti**

Le analisi e le verifiche svolte indicano che gli interventi in progetto sulle 3 tratte sono compatibili con le perimetrazioni dello studio geologico, studio del reticolo idrico minore, vincoli PAI e PGRA vigenti. Si ribadisce in ogni caso che le infrastrutture in progetto sono classificabili come infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, e pertanto ammissibili anche in classe di fattibilità geologica 4.

### **➤ Stabilità dei versanti**

Le tratte in progetto si collocano in contesti in generale a pendenza contenuta o media, prive di indicatori evidenti di fenomeni di dissesto in atto o potenziali alla scala del versante.

### **➤ Scavabilità dei depositi e sostegno dei fronti di scavo**

Le opere in progetto prevedono scavi di entità media tra 1,0 e 1,5 metri, con valori massimi prossimi a 2,0 metri in corrispondenza dei salti di fondo delle camerette.

La porzione superficiale degli scavi interesserà ovviamente il sottofondo stradale, e quindi una porzione di spessore variabile di terreni rimaneggiati, con possibile presenza di blocchi ed elementi lapidei anche grossolani.

Lo spessore di terreni superficiali rimaneggiati mostra un spessore variabile, con un valore almeno pari in genere a 0,50 m. Localmente gli scavi interesseranno anche il sottostante orizzonte costituito da terreni da poco a moderatamente addensati che determinano il “*rifiuto alla penetrazione*” e che hanno mostrato difficoltà alla escavazione a causa del grado di addensamento, come accaduto nello Scavo 2. Si tratta in ogni caso di un livello che comporta difficoltà all'escavazione sia per il grado di addensamento che per la presenza di elementi lapidei grossolani.

Nelle Tavole di Dettaglio sono sintetizzati con segno grafico i settori ove, sulla scorta di tutti i dati disponibili è prevedibile che gli scavi intercettino il substrato roccioso. E' doveroso precisare che il tetto del substrato roccioso presenta tipicamente geometria irregolare anche su brevi distanze, con repentine variazioni di quota. In genere lo spessore delle coperture



detritiche può variare anche in maniera consistente spostandosi dal lato di monte a quello di valle della sede stradale.

La roccia, ove presente, è rappresentata dal Calcare di Moltrasio, con stratificazione centimetrica, in genere con discrete caratteristiche di resistenza. La presenza di disturbi tettonici ne incrementa localmente il grado di fratturazione.

Nelle tavola di dettaglio sono indicati i settori ove la sede stradale è impostata su terrapieni, quali rilevati stradali, muri di sottoscarpa, di altezza superiore a 1,5 m. In tali settori, qualora gli scavi vengano addossati al settore di valle della sede stradale, gli stessi interferiranno con terreni di riempimento di origine antropica, e quindi tipicamente eterogenei e con possibile presenza di elementi anche grossolani.

In merito alla scavabilità dei depositi si rammenta che i depositi che caratterizzano larga parte del territorio comunale contengono con una certa frequenza blocchi lapidei, anche di consistenti dimensioni. Per tali ambiti dovrà attentamente essere valutata la tecnologia di scavo da impiegarsi, prevedendo all'occorrenza tecnologie alternative all'uso del martello demolitore. In particolare elementi massivi dovranno essere escavati mediante tecnologie in grado di minimizzare l'insorgenza di sollecitazioni dinamiche al contorno quali taglio mediante dischi diamantati, uso di malte espansive per demolizioni o tecniche affini.

Particolare attenzione dovrà essere posta ove gli scavi in materiale tenace o resistente saranno posizionati a ridosso di manufatti di una certa importanza geometrica (muri di sostegno, edifici) o caratterizzati da modalità costitutive "deboli", quali muri in sasso a secco al fine di evitare la trasmissione di sollecitazioni dinamiche e vibrazioni in tali manufatti.

I lotti di via Garibaldi e di via Sant'Ambrogio si collocano per ampia parte nel centro storico in cui sono presenti diversi edifici e manufatti che si affacciano sulle vie oggetto di intervento i quali mostrano lesioni, in alcuni casi marcate. Nelle Tavole di dettaglio sono riportati i manufatti siti in prossimità delle tratte di intervento che presentano lesioni evidenti visibili dalla pubblica via. Ovviamente tale elaborato non costituisce un censimento esaustivo delle condizioni ante lavori o delle possibili situazioni di criticità. Si evidenzia che in contesto di centro storico sono tipicamente diffuse le condizioni di edificato con fragilità costitutive legate alla vetustà e modalità costitutive dei manufatti, tale per cui occorre adottare attente cautele nella apertura degli scavi, anche se di minima entità, ed un assoluto controllo delle sollecitazioni indotte al contorno in fase di lavorazione.

Si forniscono di seguito le prescrizioni generali da adottarsi per tutte le tratte esaminate, oltre alle prescrizioni specifiche sopra dettate:

- In generale, vista la entità degli scavi a progetto (con valori massimi di 2.0 m circa), dovrà essere osservato quanto disposto nel D. Lgs 81/2008 e smi a riguardo;
- Ove scavi di entità superiore a 0,80 m risultino prossimi ad edifici o manufatti, o al piede di pendii con inclinazione superiore a 30°, i medesimi andranno dotati di

opportuni sostegni temporanei;

- Qualora vengano intercettati flussi idrici negli scavi, gli stessi dovranno essere obbligatoriamente sostenuti da sostegni temporanei;
- Sarà da preferirsi l'esecuzione di scavi su tratte di limitata lunghezza, al fine di evitare di mobilitare gli sforzi di taglio dei terreni su ampi fronti;
- Si ritiene necessario, prima della realizzazione degli scavi in progetto, procedere ad un attento rilievo in contraddittorio con le proprietà dello stato fessurativo degli edifici e strutture prospicienti le aree di intervento;
- Dovrà essere effettuato controllo delle vibrazioni indotte al contorno dalle operazioni di scavo;
- Gli scavi non dovranno in alcun modo comportare la sottoescavazione del terreno di sottofondazione dei manufatti esistenti. Pertanto qualora gli scavi si collochino in prossimità di edificato e manufatti esistenti andranno cinturati.
- Problematiche idrogeologiche

I dati a disposizione e le indagini svolte non riportano indicatori di presenza di flussi idrici nel sottosuolo. In considerazione del contesto geologico delle aree di intervento, si ritiene possibile altresì l'insorgenza di flussi idrici, anche occasionali, su praticamente tutte le tratte in esame. Flussi idrici sono possibili infatti sia all'interfaccia tra substrato roccioso e coperture detritiche, sia entro il substrato roccioso. Qualora gli scavi intercettino flussi idrici, oltre alla predisposizione di idonee opere di aggotamento ed allontanamento delle acque, andranno realizzati sistemi di sostegno e cinturazione degli scavi.

Considerato il contesto geologico, geomorfologico e geologico tecnico dei siti di intervento, come ottenuto dai rilievi in sito condotti e dalle indagini svolte, fatta salva l'osservanza delle prescrizioni sopra indicate, si ritengono gli interventi in progetto compatibili con le condizioni geologiche riscontrate e più in particolare compatibili con le risultanze dello studio geologico di supporto alla pianificazione territoriale.

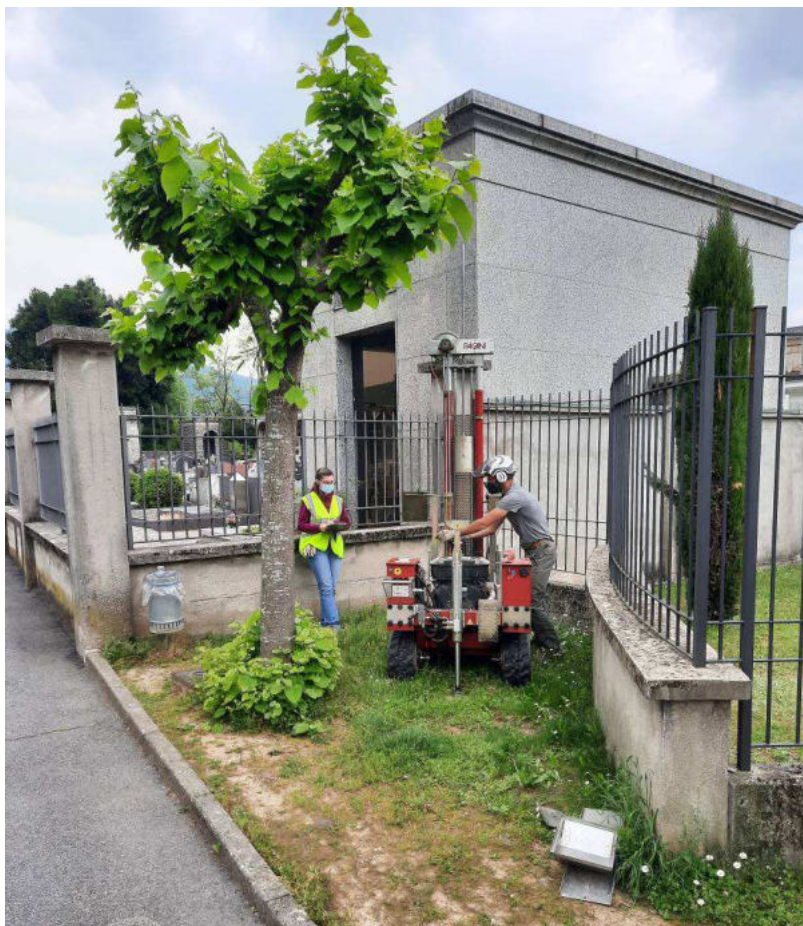
Per concludere è necessario sottolineare che tutte le considerazioni sopra espresse derivano principalmente dalle analisi puntuali realizzate. Rimane a carico della DL, quindi, verificare in corso d'opera i risultati cui si è giunti. Nel caso di mancata rispondenza tra il modello geologico proposto e lo stato di fatto si prescrive l'immediata sospensione dei lavori e la tempestiva comunicazione allo scrivente.

Villa Guardia, 04/06/2021

Geol. Paolo Dal Negro



### **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*Prova penetrometrica P1*



*Prova penetrometrica P2*





*Prova penetrometrica P3*



*Ubicazione scavo esplorativo n. 1*





*Ubicazione scavo esplorativo n.2*



*Ubicazione scavo esplorativo n. 3*





*Scavo esplorativo n. 1*



*Scavo esplorativo n. 2*



*Scavo esplorativo n. 3*



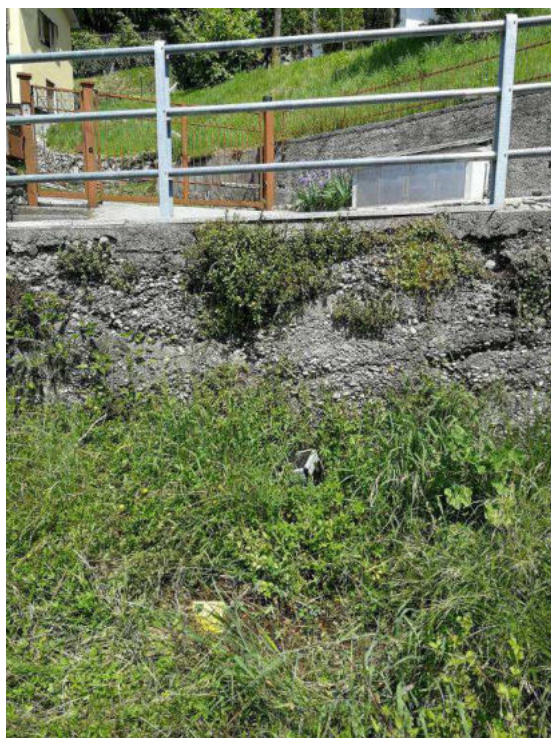


*Indagine tromografica CA1*



*Indagine tromografica C2*





*Indagine tromografica CA3*



*Indagine tromografica CA4*

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH

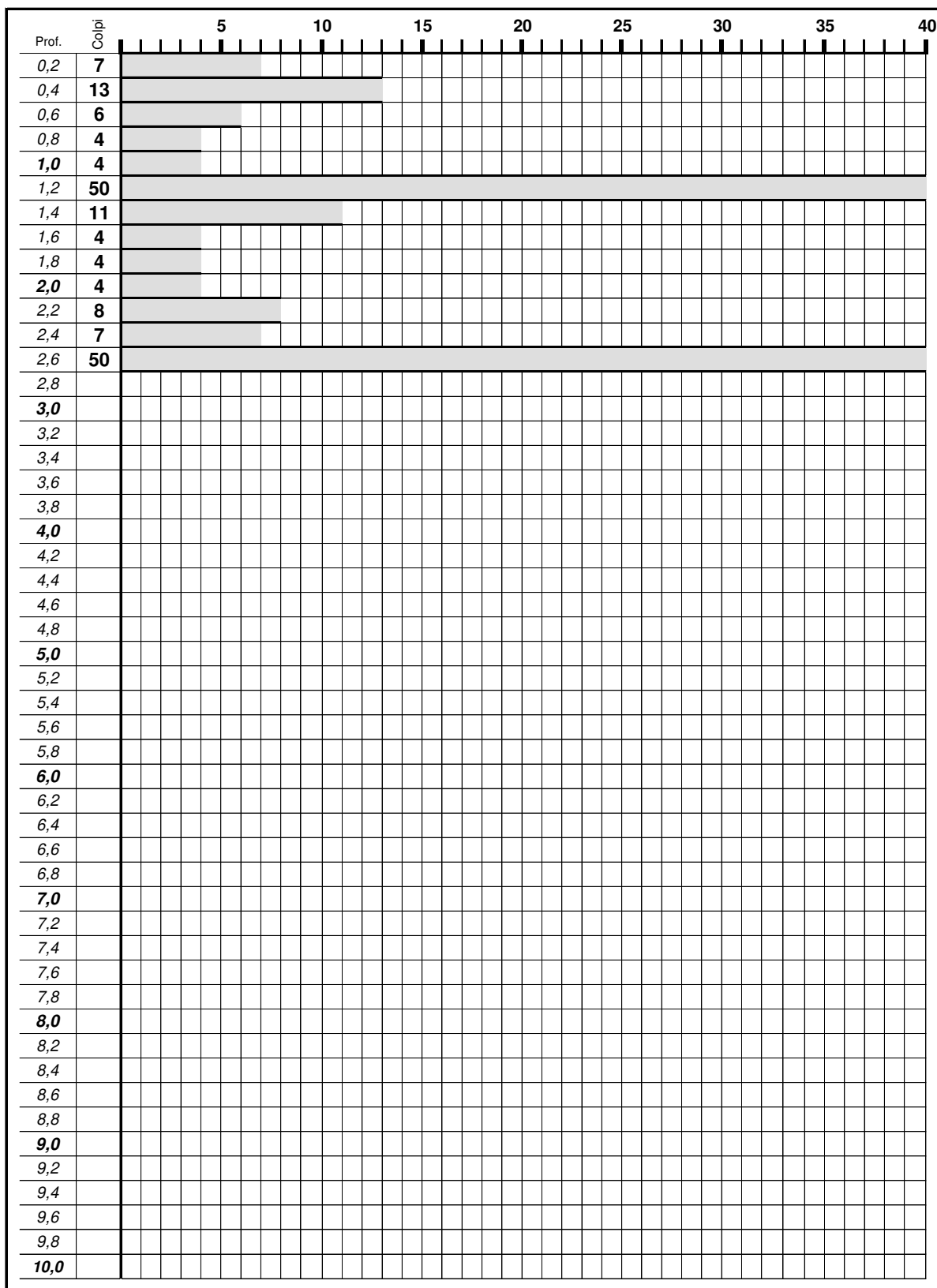
## diagramma profondità/numero colpi

### DATI GENERALI

- Denominazione prova : P1
- Committente : COMO ACQUA SRL
- Località : Caslino d'Erba (CO)
- Data cantiere : 10/05/2021
- Falda : non rilevata

### CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Peso maglio : 63,5 kg  
 Altezza caduta libera : 75 cm  
 Avanzamento punta : 20 cm  
 Angolo apertura punta : 90°  
 Area punta : 20 cmq  
 Diametro punta : 51 mm



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH

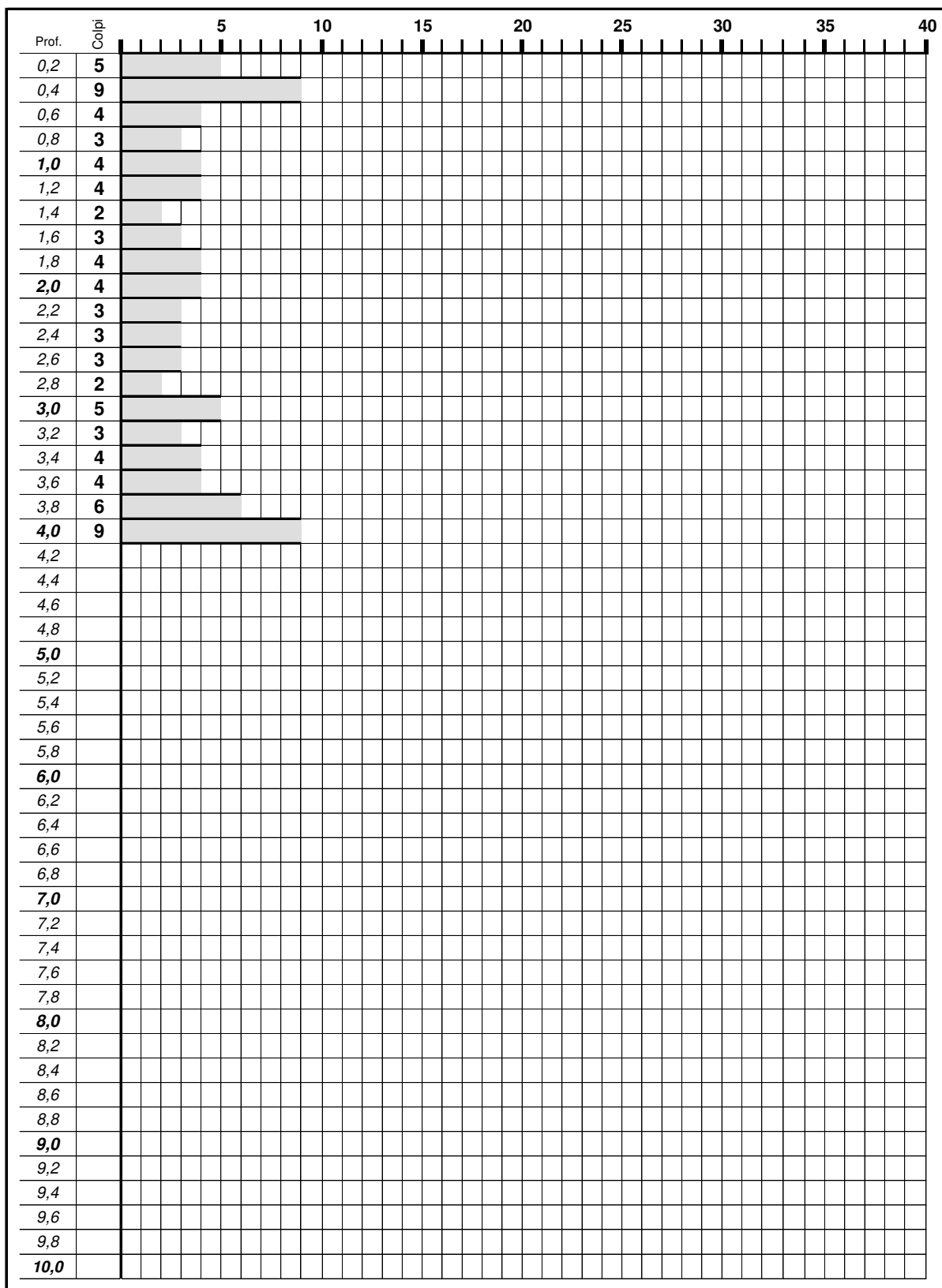
## diagramma profondità/numero colpi

### DATI GENERALI

- Denominazione prova : P2
- Committente : COMO ACQUA SRL
- Località : Caslino d'Erba (CO)
- Data cantiere : 10/05/2021
- Falda : non rilevata

### CARATTERISTICHE DELLA PROVA

Peso maglio : 63,5 kg  
 Altezza caduta libera : 75 cm  
 Avanzamento punta : 20 cm  
 Angolo apertura punta : 90°  
 Area punta : 20 cmq  
 Diametro punta : 51 mm





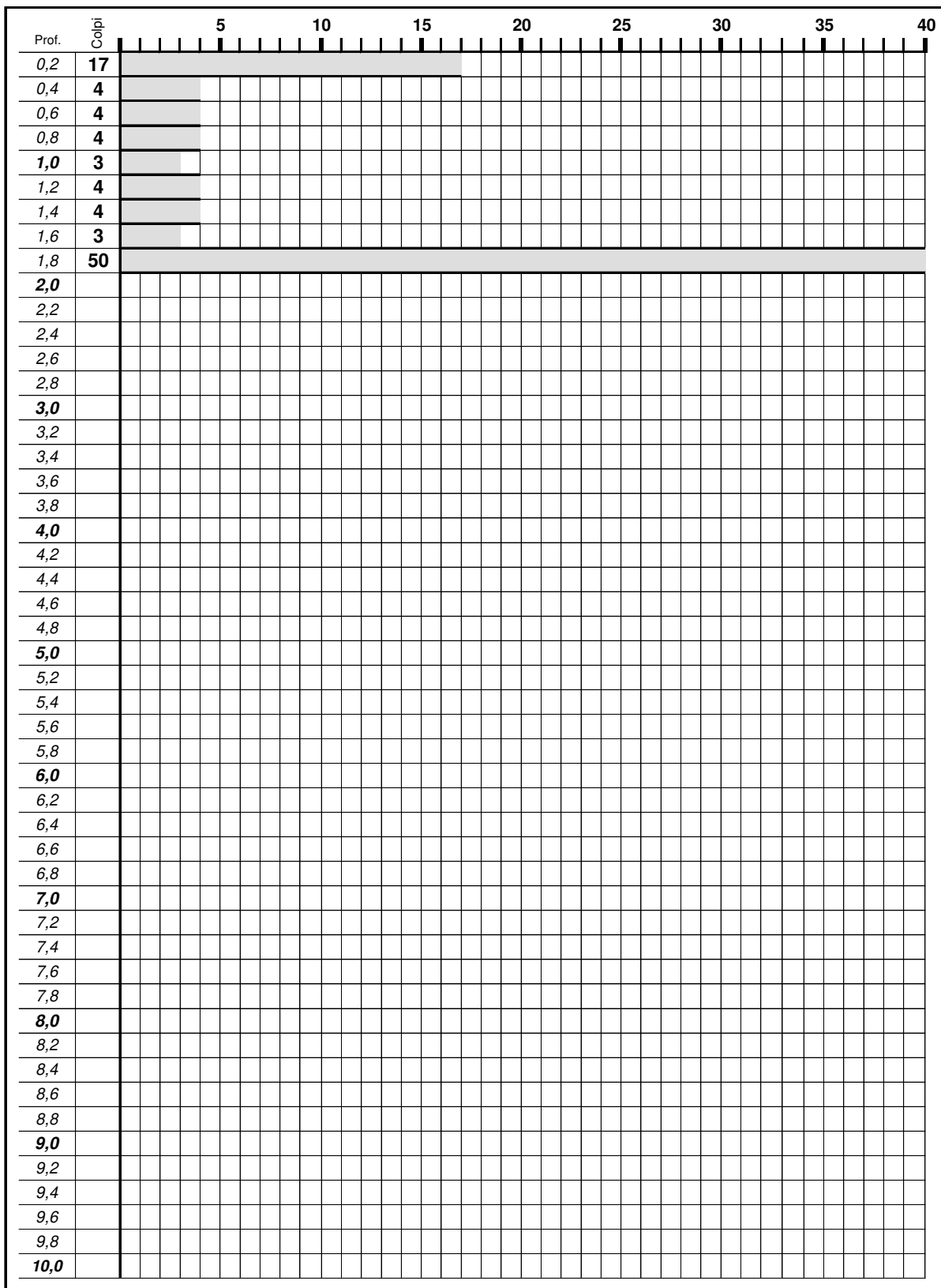
# **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TIPO DPSH** **diagramma profondità/numero colpi**

## **DATI GENERALI**

- Denominazione prova : P3
- Committente : COMO ACQUA SRL
- Località : Caslino d'Erba (CO)
- Data cantiere : 10/05/2021
- Falda : non rilevata

## **CARATTERISTICHE DELLA PROVA**

Peso maglio : 63,5 kg  
 Altezza caduta libera : 75 cm  
 Avanzamento punta : 20 cm  
 Angolo apertura punta : 90°  
 Area punta : 20 cmq  
 Diametro punta : 51 mm



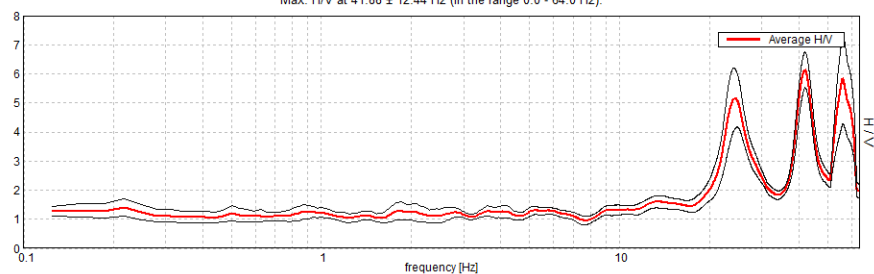
# CA1 - Via Garibaldi - Caslino d'Erba (Co)

Instrument: TRZ-0004/01-09  
Data format: 16 byte  
Full scale [mV]: n.a.  
Start recording: 26/05/21 10:31:56 End recording: 26/05/21 10:44:48  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
GPS data not available

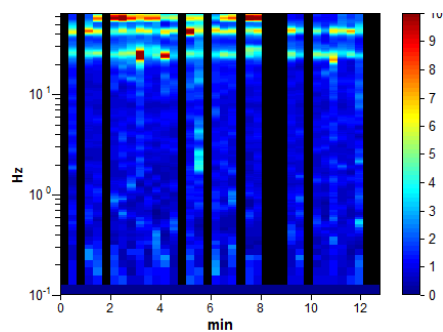
Trace length: 0h12'48". Analyzed 68% trace (manual window selection)  
Sampling rate: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing type: Triangular window  
Smoothing: 10%

## HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

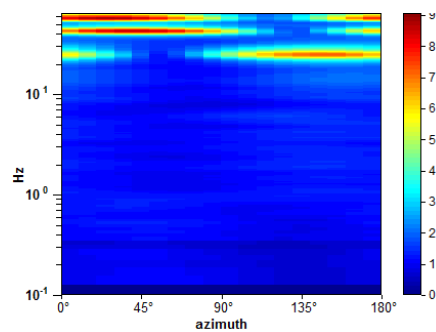
Max. H/V at  $41.88 \pm 12.44$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



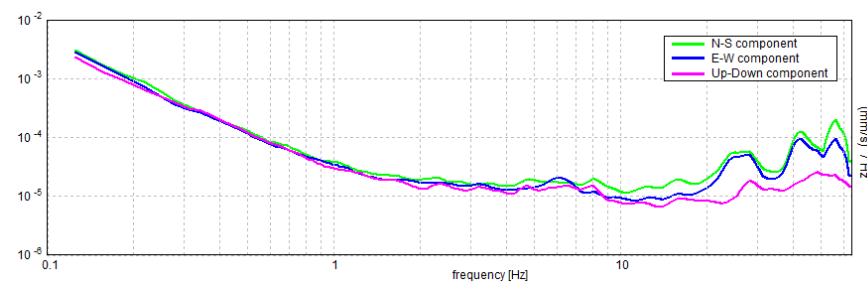
## H/V TIME HISTORY



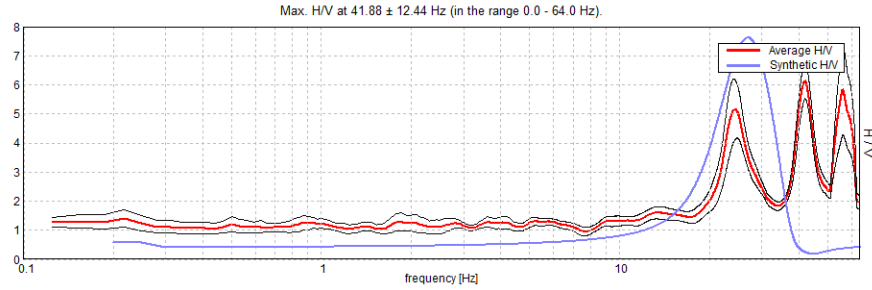
## DIRECTIONAL H/V



## SINGLE COMPONENT SPECTRA

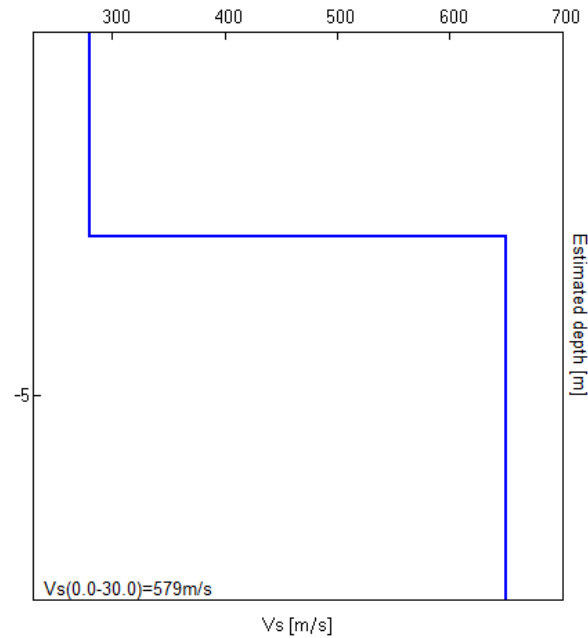


# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.80	2.80	280	0.45
inf.	inf.	650	0.45

Vs(0.0-30.0)=579m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 41.88 ± 12.44 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

## Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	41.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	21775.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1379 times	OK	

## Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	38.125 Hz	OK	
Exists $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	46.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.14 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.29707  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$12.43974 < 2.09375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6147 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## CA2 - Via Garibaldi - Caslino d'Erba (Co)

Instrument: TRZ-0004/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 26/05/21 10:47:48 End recording: 26/05/21 11:03:49

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 60% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

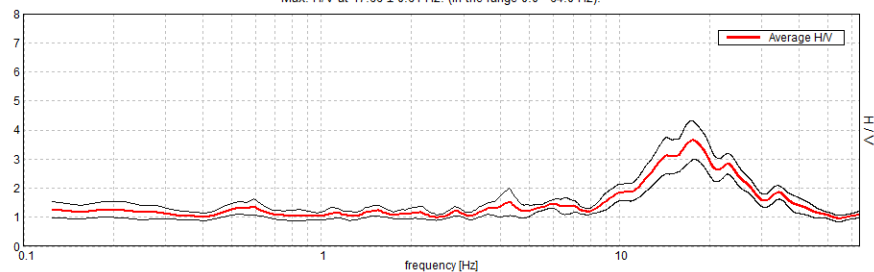
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

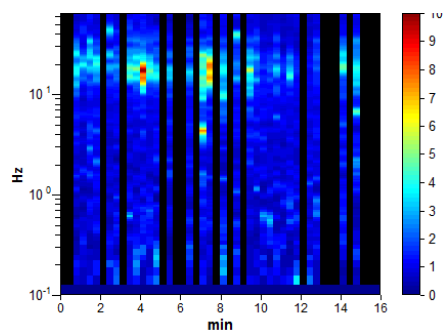
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

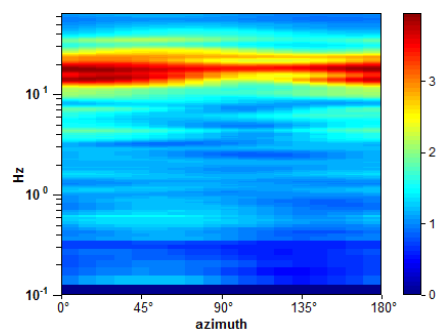
Max. H/V at  $17.66 \pm 0.61$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



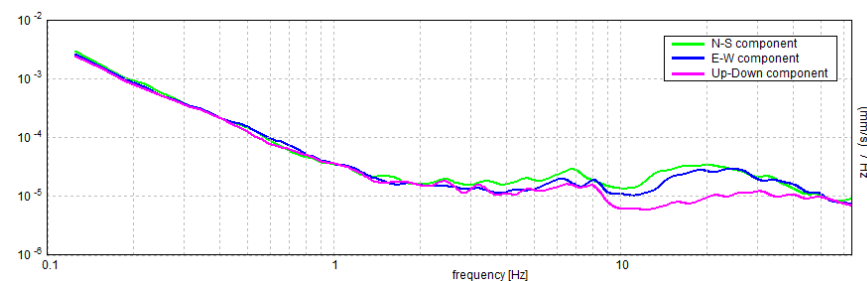
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



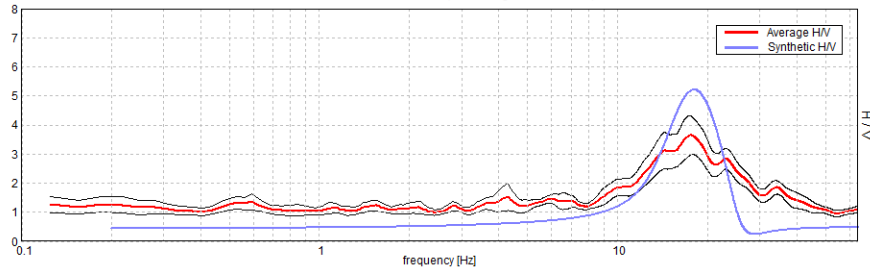
### SINGLE COMPONENT SPECTRA





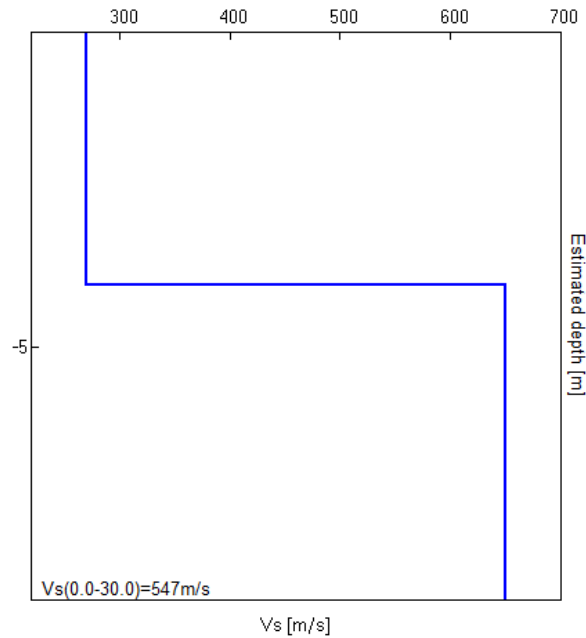
# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $17.66 \pm 0.61$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	270	0.38
inf.	inf.	650	0.38

Vs(0.0-30.0)=547m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at  $17.66 \pm 0.61$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

## Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$17.66 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10240.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz	Exceeded 0 out of 848 times	OK	

## Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.813 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.64 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03427  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.60515 < 0.88281$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6585 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

### CA3 - Via S. Calogero - Caslino d'Erba (Co)

Instrument: TRZ-0004/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 26/05/21 11:24:46 End recording: 26/05/21 11:40:47

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 71% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

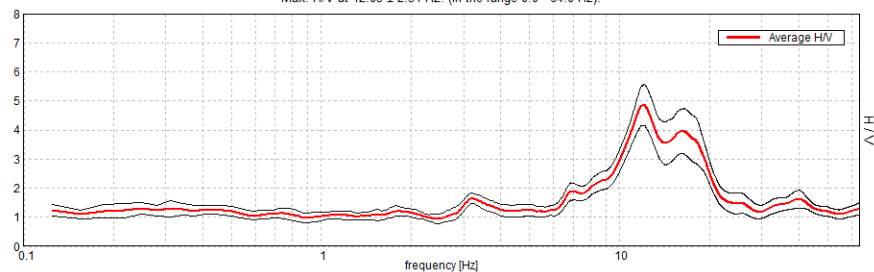
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

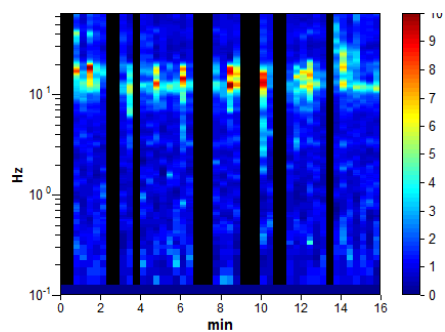
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

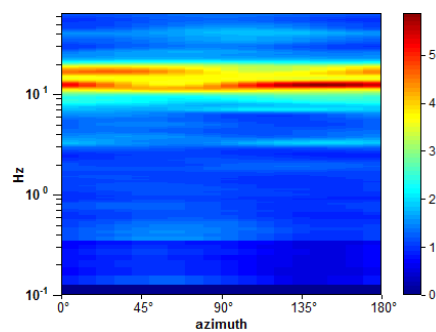
Max. H/V at 12.03 ± 2.51 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



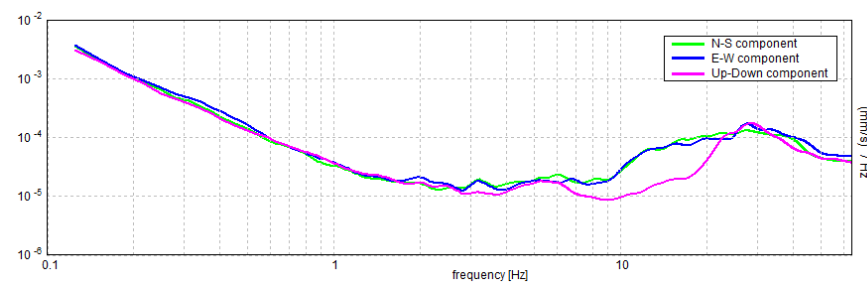
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V

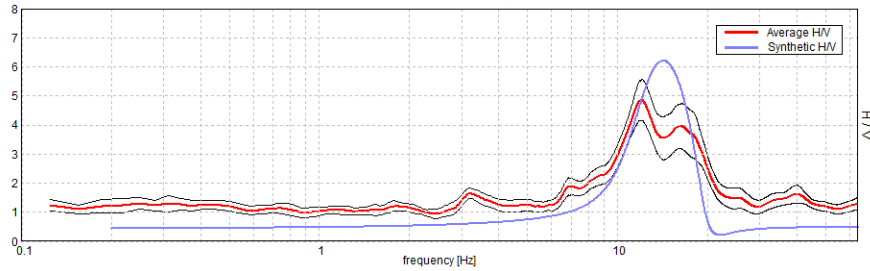


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



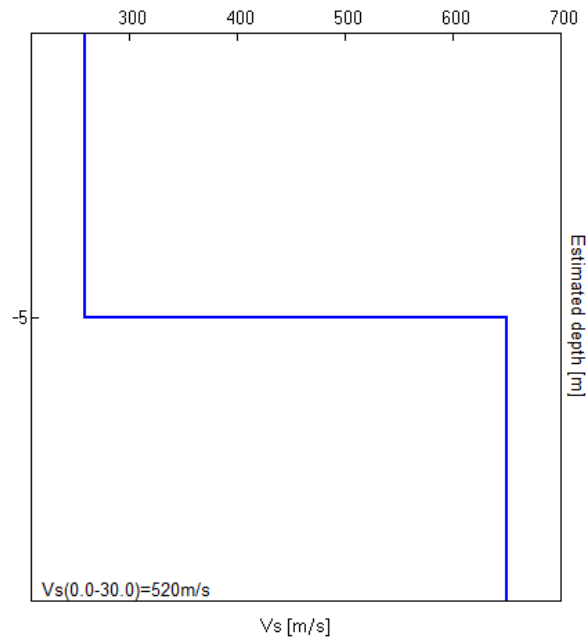
# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 12.03 ± 2.51 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.00	5.00	260	0.38
inf.	inf.	650	0.38

Vs(0.0-30.0)=520m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 12.03 ± 2.51 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

## Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	12.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8181.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 578 times	OK	

## Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.375 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.86 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.20871  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.51099 < 0.60156$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6966 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

## Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

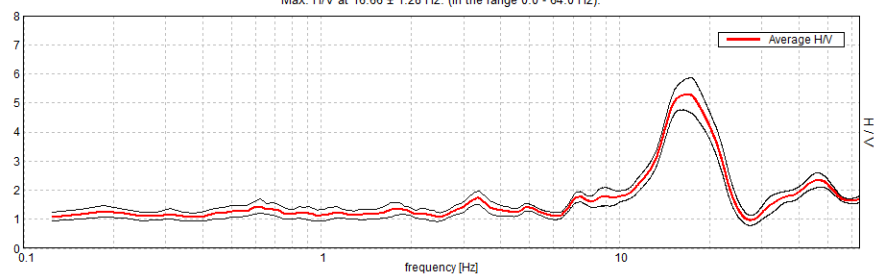
# CA4 - Via Adamello - Caslino d'Erba (Co)

Instrument: TRZ-0004/01-09  
Data format: 16 byte  
Full scale [mV]: n.a.  
Start recording: 26/05/21 11:51:28 End recording: 26/05/21 12:07:29  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
GPS data not available

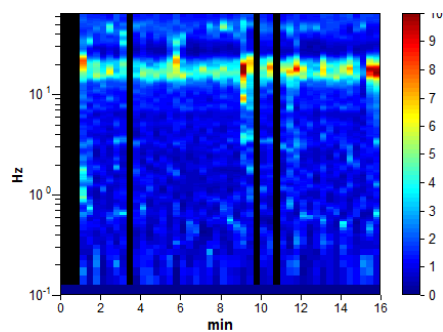
Trace length: 0h16'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)  
Sampling rate: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing type: Triangular window  
Smoothing: 10%

## HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

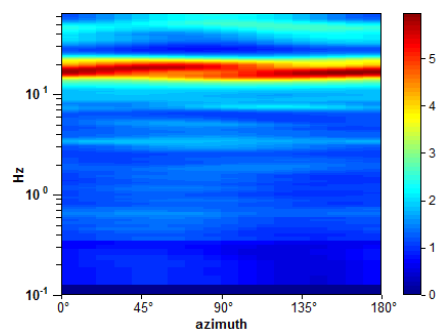
Max. H/V at  $16.66 \pm 1.28$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



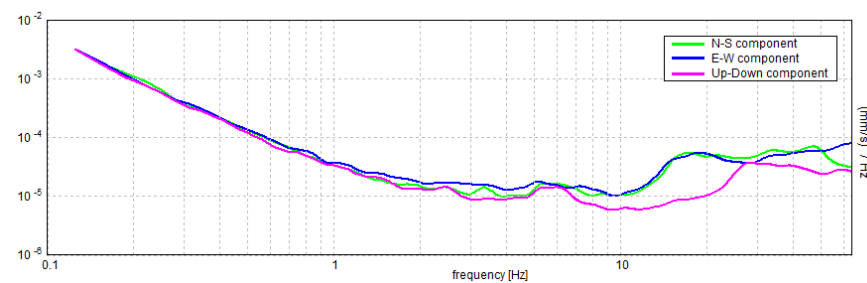
## H/V TIME HISTORY



## DIRECTIONAL H/V



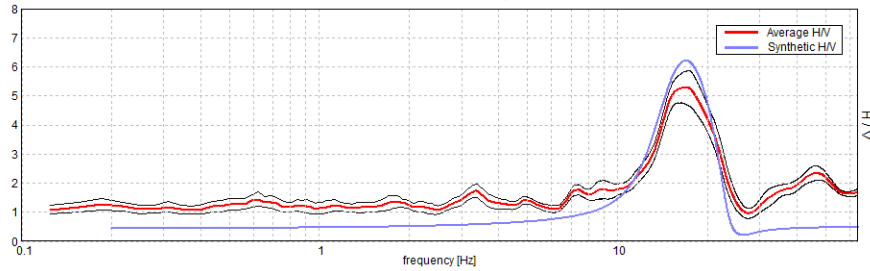
## SINGLE COMPONENT SPECTRA





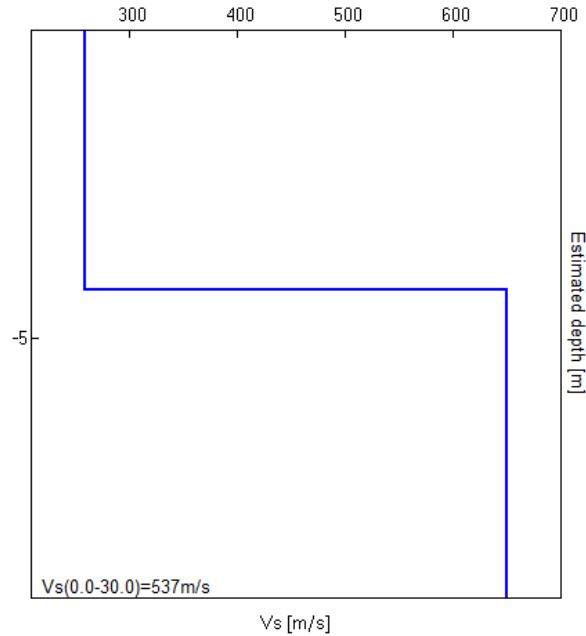
# EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 16.66 ± 1.28 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.20	4.20	260	0.38
inf.	inf.	650	0.38

Vs(0.0-30.0)=537m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the Grilla manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 16.66 ± 1.28 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

## Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	16.66 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	13991.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 800 times	OK	

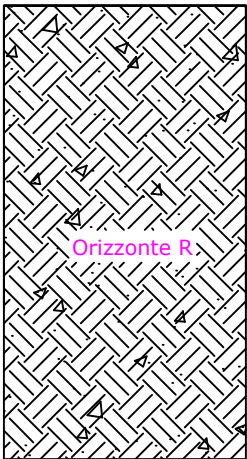
## Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^*$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	12.563 Hz	OK	
Exists $f^*$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	22.656 Hz	OK	
$A_0 > 2$	5.28 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.077  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.28247 < 0.83281$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5418 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

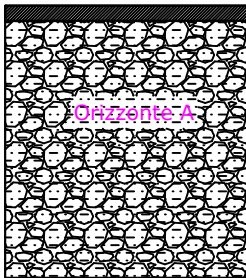
COMO ACQUA SRL		Comune: Caslino d'Erba (Co)	Data: 10/05/2021
Scavo S1 - Via Sant'Ambrogio			
	Prof. da p.c. (m)	Campione	Descrizione
	0,00		
	1,50	1,00 SC 1	<p>ORIZZONTE R - Terreno di riporto: limo con ghiaia e ciottoli, color marrone. Presenti frammenti e blocchi di laterizio, cls e materiale plastico.</p> <p>Tra 1,00 - 1,50 m prelievo del campione SC1 per accertamento qualità ambientale</p>
		1,50	FONDO SCAVO



Ubicazione scavo S1



Scavo S1

COMO ACQUA SRL		Comune: Caslino d'Erba (Co)		Data: 10/05/2021	
Scavo S2 - Via Adamello					
		Prof. da p.c. (m)	Campione	Descrizione	
		0	0,05	Asfalto e sottofondo	
		-0.90 m	0,90	SC 2	ORIZZONTE A - Blocchi e ghiaia limoso sabbiosa, colore marrone. Clasti calcarei angolosi con Ø medio 30 cm e Ømax 80 cm. Deposito addensato, scavabile con difficoltà.  Prelievo del campione SC2 per accertamento qualità ambientale
			0,90	FONDO SCAVO	

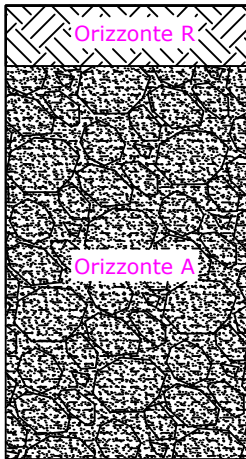


Ubicazione scavo S2



Scavo S2



COMO ACQUA SRL		Comune: Caslino d'Erba (Co)	Data: 10/05/2021	
Scavo S3 - Via Adamello				
	Prof. da p.c. (m)	Campione	Descrizione	
	0			
	-0.20 m			ORIZZONTE R - Terreno rimaneggiato e sottofondo in ghiaietto. Presenza di rari elementi antropici
			0,50	
			SC 3	ORIZZONTE A - Ciottoli e blocchi con sabbia ghiaioso-limosa, color marrone. Trovanti 40 ÷ 60 cm, costituiti da calcarei e selci subangolose  Tra 0,50 - 1,50 m prelievo del campione SC3 per accertamento qualità ambientale
-1.50 m	1,50	1,50	FONDO SCAVO	



Ubicazione scavo S2



Scavo S2



Rapporto di prova n°:

**2101938-001**

Descrizione: **campione di terreno SC1 - profondità da -1 a -1,5 mt. - prel. c/o Via Sant' Ambrogio - Caslino d'Erba**

Accettazione: **2101938**

Data Prelievo: **10-mag-21** Ora Prelievo: **14:00**

Data Arrivo Camp.: **11-mag-21** Data Inizio Prova: **11-mag-21**

Data Rapp. Prova: **28-mag-21** Data Fine Prova: **28-mag-21**

Data Stampa Rapp. Prova: **28-mag-21**

Tipo Campione: **terreni**

Sede: **COMO ACQUA S.R.L. VIA SANT'AMBROGIO - 22030 CASLINO DERBA (CO)**

Luogo Prelievo: **VIA SANT'AMBROGIO CASLINO D'ERBA (CO)**

**COMO ACQUA S.R.L.**  
**VIA BORGO VICO, 148**  
**22100 COMO (CO) IT**

Sede  
Modalità Ricevimento

**VIA SANT'AMBROGIO CASLINO D'ERBA (CO)**  
**campione consegnato dal cliente**

### Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
sottovaglio (frazione < 2 mm)	%	DM 13/09/1999 n° 185 GU n° 248 21/10/1999 p.to II-1	59,0	± 2,5		(1)
* residuo fisso a 105 °C	%	DM 13/09/1999 n° 185 GU n° 248 21/10/1999 p.to II-2	82,80			(1)
arsenico	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	4	± 1	20	(1)
cadmio	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 1		2	(1)
cobalto	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	4	± 1	20	(1)
cromo totale	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	31	± 4	150	(1)
cromo VI	mg/kg s.s.	EPA 3060 A 1996+ EPA 7196 A 1992	< 0,2		2	(1)
* mercurio	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 0,2		1	(1)
nicel	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	29	± 5	120	(1)
piombo	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	13	± 2	100	(1)
rame	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	17	± 3	120	(1)
zinco	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	51	± 9	150	(1)

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

► I parametri contraddistinti dal simbolo a lato sono fuori limite.

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza e' calcolata con un livello di probabilita'  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Segue rapporto di prova n°: **2101938-001**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
aromatici	-					(1)
* benzene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,1	(1)
* etilbenzene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* stirene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* toluene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* xilene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* sommatoria organici aromatici	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		1	(1)
* aromatici policiclici	-					(1)
* benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* crisene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		5	(1)
* dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* indenopirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		5	(1)
* sommatoria policiclici aromatici	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		10	(1)
idrocarburi pesanti C >12	mg/kg s.s.	ISO 16703:2004	► 130	± 32	50	(1)
idrocarburi leggeri C <12	mg/kg s.s.	EPA 5021 A 2014 + EPA 8015 C 2007	< 5		10	(1)

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

► I parametri contraddistinti dal simbolo a lato sono fuori limite.

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K=$  fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Segue rapporto di prova n°: **2101938-001**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
* amianto	mg/kg s.s.	M.I. n° 161 Rev 0 del 10/12/2012	< 100			1000 (1)

#### Riferimenti di Legge Parametri

(1) D.Lgs. N° 152 03/04/2006 GU n°88 14/04/2006 - SO n°96 parte Quarta - titolo V - allegato 5 tabella 1 colonna A

#### GIUDIZIO

Con riferimento alle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle tabelle i risultati non sono conformi al decreto sopra citato per i parametri evidenziati nel rapporto di prova dal simbolo a fianco

#### Regola decisionale:

Il giudizio di conformità/non conformità ai limiti di legge o alle specifiche del cliente, ove non diversamente specificato, si basa sul confronto del valore numerico del parametro senza considerare l'incertezza di misura

Responsabile Laboratorio  
 Ordine Chimici Lombardia  
**Dott. Rosi Maria Cermenati**  
 Albo Professionale N°3039



**FINE RAPPORTO DI PROVA**

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

► I parametri contraddistinti dal simbolo a lato sono fuori limite.

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza e' calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  - K= fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Rapporto di prova n°:

**2101938-002**

Descrizione: **campione di terreno SC1 - profondità da -1 a -1,5 mt. - prel. c/o Via Sant' Ambrogio - Caslino d'Erba**

**COMO ACQUA S.R.L.**  
**VIA BORGO VICO, 148**  
**22100 COMO (CO) IT**

Accettazione: **2101938**

Data Prelievo: **10-mag-21** Ora Prelievo: **14:00**

Data Arrivo Camp.: **11-mag-21** Data Inizio Prova: **11-mag-21**

Data Rapp. Prova: **28-mag-21** Data Fine Prova: **28-mag-21**

Data Stampa Rapp. Prova: **28-mag-21**

Tipo Campione: **terreno**

Sede: **COMO ACQUA S.R.L. VIA SANT'AMBROGIO - 22030 CASLINO DERBA (CO)**

Luogo Prelievo: **VIA SANT'AMBROGIO CASLINO D'ERBA (CO)**

Sede: **VIA SANT'AMBROGIO CASLINO D'ERBA (CO)**  
**Modalità Ricevimento** campione consegnato dal cliente

### ANALISI DEGLI ELUATI

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	LIM. 1
pH su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	unità pH	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10523:2008	<b>7,85</b>	± 0,50	12
nitrati su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>3</b>	± 1	50
fluoruri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>0,2</b>	± 0,1	1,5
solfati su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>4</b>	± 1	250
cloruri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>1</b>	± 1	100
* cianuri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	<b>&lt; 1</b>		50
* bario su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	<b>&lt; 0,5</b>		1

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza e' calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  - K= fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



Segue Rapporto di prova n°:

**2101938-002**

### ANALISI DEGLI ELUATI

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	LIM. 1
rame su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,01		0,05
zinco su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,01		3
* berillio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 1		10
* cobalto su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		250
nichel su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		10
* vanadio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		250
* arsenico su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,2		50
cadmio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,2		5
cromo totale su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		50
piombo su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		50
* selenio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2005	< 0,2		10
mercurio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 12846:2013	< 0,2		1
* amianto su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	Dir CEE 217/1987 19/03/1987 All A GUCE n°L085 28/03/1987	< 5		30
COD su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002	14	± 5	30

#### Riferimenti di Legge Parametri

Lim 1 Test di cessione per recuperabili- DM n°186 05/04/2006 GU n°115 19/05/2006

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**  
Via Don Minzoni, 15  
22060 Cabiato (CO)  
Tel.: 031 76991 Fax: 031 7699199  
e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)  
Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)



LAB N° 0175 L

Segue Rapporto di prova n°:

**2101938-002**

#### GIUDIZIO

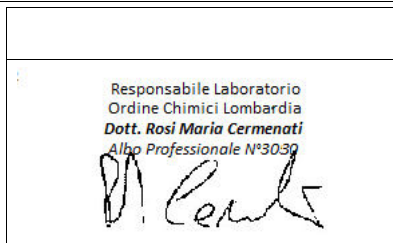
Con riferimento ai valori limite di cui alle tabelle i risultati sono conformi al decreto sopra citato

#### Regola decisionale:

Il giudizio di conformità/non conformità ai limiti di legge o alle specifiche del cliente, ove non diversamente specificato, si basa sul confronto del valore numerico del parametro senza considerare l'incertezza di misura

#### Allegati:

- confronto con limiti acque sotterranee



----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**  
Via Don Minzoni, 15  
22060 Cabiato (CO)  
Tel.: 031 76991 Fax: 031 7699199  
e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)  
Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)

## **Commento al Rapporto di prova N 2101938-002**

---

**Secondo il D.Lgs n° 152 03/04/2006 GU n° 88 14/04/2006 - SO n°96 p.Quarta - titolo V - All.5 Tabella 2, le acque sotterranee devono rispettare i seguenti valori di concentrazione di soglia:**

**pH : -**  
**nitrati : -**  
**fluoruri : 1500 µg/l**  
**solfati : 250 mg/l**  
**cloruri : -**  
**cianuri : 50 µg/l**  
**bario: -**  
**rame : 1000 µg/l**  
**zinco : 3000 µg/l**  
**berillio : 4 µg/l**  
**cobalto : 50 µg/l**  
 **nichel : 20 µg/l**  
**vanadio : -**  
**arsenico : 10 µg/l**  
**cadmio : 5 µg/l**  
**cromo totale : 50 µg/l**  
**piombo : 10 µg/l**  
**selenio : 10 µg/l**  
**mercurio : 1 µg/l**  
**amianto : -**  
**COD : -**

### **CONCLUSIONE:**

**Dal confronto tra i risultati analitici riportati nel rapporto di prova e i valori sopraelencati, si evince che:  
il campione rispetta i limiti di legge previsti per le acque sotterranee**



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**

Via Don Minzoni, 15

22060 Cabiato (CO)

Tel.: 031 76991

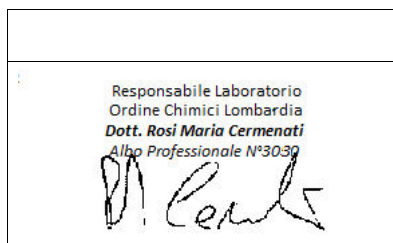
Fax: 031 7699199

e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)

Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)

## Segue commento al Rapporto di p 2101938-002

---





Rapporto di prova n°:

**2101938-003**

Descrizione: **campione di terreno SC2 - profondità da 0 a -0,9 mt. - prel. c/o Via Adamello - Caslino d'Erba**

Accettazione: **2101938**

Data Prelievo: **10-mag-21** Ora Prelievo: **14:30**

Data Arrivo Camp.: **11-mag-21** Data Inizio Prova: **11-mag-21**

Data Rapp. Prova: **28-mag-21** Data Fine Prova: **28-mag-21**

Data Stampa Rapp. Prova: **28-mag-21**

Tipo Campione: **terreni**

Sede: **COMO ACQUA S.R.L. VIA ADAMELLO - 22030 CASLINO D'ERBA (CO)**

Luogo Prelievo: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**

**COMO ACQUA S.R.L.**  
**VIA BORGO VICO, 148**  
**22100 COMO (CO) IT**

Sede: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**  
Modalità Ricevimento: **campione consegnato dal cliente**

### Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
sottovaglio (frazione < 2 mm)	%	DM 13/09/1999 n° 185 GU n° 248 21/10/1999 p.to II-1	53,0	± 2,2		(1)
* residuo fisso a 105 °C	%	DM 13/09/1999 n° 185 GU n° 248 21/10/1999 p.to II-2	87,60			(1)
arsenico	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	3	± 1	20	(1)
cadmio	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 1		2	(1)
cobalto	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	3	± 1	20	(1)
cromo totale	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	15	± 1	150	(1)
cromo VI	mg/kg s.s.	EPA 3060 A 1996+ EPA 7196 A 1992	< 0,2		2	(1)
* mercurio	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 0,2		1	(1)
nicel	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	15	± 3	120	(1)
piombo	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	6	± 1	100	(1)
rame	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	11	± 2	120	(1)
zinco	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	31	± 5	150	(1)

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

► I parametri contraddistinti dal simbolo a lato sono fuori limite.

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza e' calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Segue rapporto di prova n°: **2101938-003**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
aromatici	-					(1)
* benzene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,1	(1)
* etilbenzene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* stirene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* toluene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* xilene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* sommatoria organici aromatici	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		1	(1)
* aromatici policiclici	-					(1)
* benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* crisene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		5	(1)
* dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* indenopirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		5	(1)
* sommatoria policiclici aromatici	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		10	(1)
idrocarburi pesanti C >12	mg/kg s.s.	ISO 16703:2004	► 63	± 14	50	(1)
idrocarburi leggeri C <12	mg/kg s.s.	EPA 5021 A 2014 + EPA 8015 C 2007	< 5		10	(1)

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

► I parametri contraddistinti dal simbolo a lato sono fuori limite.

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Segue rapporto di prova n°: **2101938-003**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
* amianto	mg/kg s.s.	M.I. n° 161 Rev 0 del 10/12/2012	< 100			1000 (1)

#### Riferimenti di Legge Parametri

(1) D.Lgs. N° 152 03/04/2006 GU n°88 14/04/2006 - SO n°96 parte Quarta - titolo V - allegato 5 tabella 1 colonna A

#### GIUDIZIO

Con riferimento alle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle tabelle i risultati non sono conformi al decreto sopra citato per i parametri evidenziati nel rapporto di prova dal simbolo a fianco

#### Regola decisionale:

Il giudizio di conformità/non conformità ai limiti di legge o alle specifiche del cliente, ove non diversamente specificato, si basa sul confronto del valore numerico del parametro senza considerare l'incertezza di misura

Responsabile Laboratorio  
 Ordine Chimici Lombardia  
**Dott. Rosi Maria Cermenati**  
 Albo Professionale N°3039



**FINE RAPPORTO DI PROVA**

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

► I parametri contraddistinti dal simbolo a lato sono fuori limite.

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza e' calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Rapporto di prova n°:

**2101938-004**

Descrizione: **campione di terreno SC2 - profondità da 0 a -0,9 mt. - prel. c/o Via Adamello - Caslino d'Erba**

**COMO ACQUA S.R.L.**  
**VIA BORGO VICO, 148**  
**22100 COMO (CO) IT**

Accettazione: **2101938**

Data Prelievo: **10-mag-21** Ora Prelievo: **14:30**

Data Arrivo Camp.: **11-mag-21** Data Inizio Prova: **11-mag-21**

Data Rapp. Prova: **28-mag-21** Data Fine Prova: **28-mag-21**

Data Stampa Rapp. Prova: **28-mag-21**

Tipo Campione: **terreno**

Sede: **COMO ACQUA S.R.L. VIA ADAMELLO - 22030 CASLINO D'ERBA (CO)**

Luogo Prelievo: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**

Sede: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**  
**Modalità Ricevimento** campione consegnato dal cliente

### ANALISI DEGLI ELUATI

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	LIM. 1
pH su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	unità pH	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10523:2008	<b>7,65</b>	± 0,50	12
nitrati su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>3</b>	± 1	50
fluoruri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>0,2</b>	± 0,1	1,5
solfati su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>7</b>	± 2	250
cloruri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	<b>3</b>	± 1	100
* cianuri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	<b>&lt; 1</b>		50
* bario su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	<b>&lt; 0,5</b>		1

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza e' calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



Segue Rapporto di prova n°:

**2101938-004**

### ANALISI DEGLI ELUATI

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	LIM. 1
rame su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,01		0,05
zinco su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,01		3
* berillio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 1		10
* cobalto su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		250
nichel su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		10
* vanadio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		250
* arsenico su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,2		50
cadmio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,2		5
cromo totale su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		50
piombo su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		50
* selenio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2005	< 0,2		10
mercurio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 12846:2013	< 0,2		1
* amianto su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	Dir CEE 217/1987 19/03/1987 All A GUCE n°L085 28/03/1987	< 5		30
COD su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002	15	± 5	30

#### Riferimenti di Legge Parametri

Lim 1 Test di cessione per recuperabili- DM n°186 05/04/2006 GU n°115 19/05/2006

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**  
Via Don Minzoni, 15  
22060 Cabiato (CO)  
Tel.: 031 76991 Fax: 031 7699199  
e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)  
Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)



LAB N° 0175 L

Segue Rapporto di prova n°:

**2101938-004**

#### GIUDIZIO

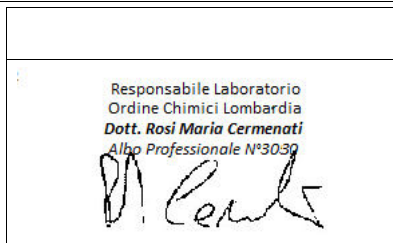
Con riferimento ai valori limite di cui alle tabelle i risultati sono conformi al decreto sopra citato

#### Regola decisionale:

Il giudizio di conformità/non conformità ai limiti di legge o alle specifiche del cliente, ove non diversamente specificato, si basa sul confronto del valore numerico del parametro senza considerare l'incertezza di misura

#### Allegati:

- confronto con limiti acque sotterranee



----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**  
Via Don Minzoni, 15  
22060 Cabiato (CO)  
Tel.: 031 76991 Fax: 031 7699199  
e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)  
Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)

## **Commento al Rapporto di prova N 2101938-004**

---

**Secondo il D.Lgs n° 152 03/04/2006 GU n° 88 14/04/2006 - SO n°96 p.Quarta - titolo V - All.5 Tabella 2, le acque sotterranee devono rispettare i seguenti valori di concentrazione di soglia:**

**pH : -**  
**nitrati : -**  
**fluoruri : 1500 µg/l**  
**solfati : 250 mg/l**  
**cloruri : -**  
**cianuri : 50 µg/l**  
**bario: -**  
**rame : 1000 µg/l**  
**zinco : 3000 µg/l**  
**berillio : 4 µg/l**  
**cobalto : 50 µg/l**  
 **nichel : 20 µg/l**  
**vanadio : -**  
**arsenico : 10 µg/l**  
**cadmio : 5 µg/l**  
**cromo totale : 50 µg/l**  
**piombo : 10 µg/l**  
**selenio : 10 µg/l**  
**mercurio : 1 µg/l**  
**amianto : -**  
**COD : -**

### **CONCLUSIONE:**

**Dal confronto tra i risultati analitici riportati nel rapporto di prova e i valori sopraelencati, si evince che: il campione rispetta i limiti di legge previsti per le acque sotterranee**



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**

Via Don Minzoni, 15

22060 Cabiato (CO)

Tel.: 031 76991

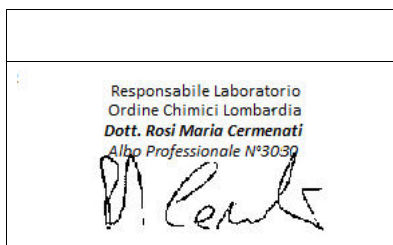
Fax: 031 7699199

e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)

Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)

## Segue commento al Rapporto di p 2101938-004

---





Rapporto di prova n°:

**2101938-005**

Descrizione: **campione di terreno SC3 - profondità da -0,5 a -1,5 mt. - prel. c/o Via Adamello - Caslino d'Erba**

Accettazione: **2101938**

Data Prelievo: **10-mag-21** Ora Prelievo: **15:00**

Data Arrivo Camp.: **11-mag-21** Data Inizio Prova: **11-mag-21**

Data Rapp. Prova: **28-mag-21** Data Fine Prova: **28-mag-21**

Data Stampa Rapp. Prova: **28-mag-21**

Tipo Campione: **terreni**

Sede: **COMO ACQUA S.R.L. VIA ADAMELLO - 22030 CASLINO D'ERBA (CO)**

Luogo Prelievo: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**

**COMO ACQUA S.R.L.**  
**VIA BORGO VICO, 148**  
**22100 COMO (CO) IT**

Sede: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**  
Modalità Ricevimento: **campione consegnato dal cliente**

### Risultati delle Prove

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
sottovaglio (frazione < 2 mm)	%	DM 13/09/1999 n° 185 GU n° 248 21/10/1999 p.to II-1	36,0	± 1,5		(1)
* residuo fisso a 105 °C	%	DM 13/09/1999 n° 185 GU n° 248 21/10/1999 p.to II-2	85,90			(1)
arsenico	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	2	± 1	20	(1)
cadmio	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	< 1		2	(1)
cobalto	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	2	± 1	20	(1)
cromo totale	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	14	± 1	150	(1)
cromo VI	mg/kg s.s.	EPA 3060 A 1996+ EPA 7196 A 1992	< 0,2		2	(1)
* mercurio	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	0,2	± 0,2	1	(1)
nicel	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	13	± 2	120	(1)
piombo	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	8	± 1	100	(1)
rame	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	9	± 1	120	(1)
zinco	mg/kg s.s.	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	27	± 4	150	(1)

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza e' calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K=$  fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Segue rapporto di prova n°: **2101938-005**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
aromatici	-					(1)
* benzene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,1	(1)
* etilbenzene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* stirene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* toluene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* xilene	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		0,5	(1)
* sommatoria organici aromatici	mg/kg s.s.	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 D 2018	< 0,01		1	(1)
* aromatici policiclici	-					(1)
* benzo(a)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(a)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* benzo(b)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(k)fluorantene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,05		0,5	(1)
* benzo(g,h,i)perilene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* crisene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		5	(1)
* dibenzo(a,e)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,l)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,i)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,h)pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* dibenzo(a,h)antracene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* indenopirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,01		0,1	(1)
* pirene	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		5	(1)
* sommatoria policiclici aromatici	mg/kg s.s.	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	< 0,5		10	(1)
idrocarburi pesanti C >12	mg/kg s.s.	ISO 16703:2004	< 40		50	(1)
idrocarburi leggeri C <12	mg/kg s.s.	EPA 5021 A 2014 + EPA 8015 C 2007	< 5		10	(1)

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K=$  fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Segue rapporto di prova n°: **2101938-005**

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
* amianto	mg/kg s.s.	M.I. n° 161 Rev 0 del 10/12/2012	< 100			1000 (1)

#### Riferimenti di Legge Parametri

(1) D.Lgs. N° 152 03/04/2006 GU n°88 14/04/2006 - SO n°96 parte Quarta - titolo V - allegato 5 tabella 1 colonna A

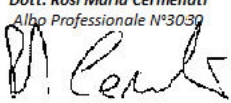
#### GIUDIZIO

Con riferimento alle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle tabelle i risultati sono conformi al decreto sopra citato

#### Regola decisionale:

Il giudizio di conformità/non conformità ai limiti di legge o alle specifiche del cliente, ove non diversamente specificato, si basa sul confronto del valore numerico del parametro senza considerare l'incertezza di misura

Responsabile Laboratorio  
 Ordine Chimici Lombardia  
 Dott. Rosi Maria Cermenati  
 Albo Professionale N°3039



**FINE RAPPORTO DI PROVA**

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K=$  fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.

Rapporto di prova n°:

**2101938-006**

Descrizione: **campione di terreno SC3 - profondità da -0,5 a -1,5 mt. - prel. c/o Via Adamello - Caslino d'Erba**

**COMO ACQUA S.R.L.**  
**VIA BORGO VICO, 148**  
**22100 COMO (CO) IT**

Accettazione: **2101938**

Data Prelievo: **10-mag-21** Ora Prelievo: **15:00**

Data Arrivo Camp.: **11-mag-21** Data Inizio Prova: **11-mag-21**

Data Rapp. Prova: **28-mag-21** Data Fine Prova: **28-mag-21**

Data Stampa Rapp. Prova: **28-mag-21**

Tipo Campione: **terreno**

Sede: **COMO ACQUA S.R.L. VIA ADAMELLO - 22030 CASLINO D'ERBA (CO)**

Luogo Prelievo: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**

Sede: **VIA ADAMELLO CASLINO D'ERBA (CO)**  
**Modalità Ricevimento** campione consegnato dal cliente

### ANALISI DEGLI ELUATI

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	LIM. 1
pH su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	unità pH	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10523:2008	7,55	± 0,50	12
nitrati su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	< 1		50
fluoruri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	0,2	± 0,1	1,5
solfati su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	5	± 1	250
cloruri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 10304-1:2007 Corr1:2010	< 1		100
* cianuri su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003	< 1		50
* bario su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,5		1

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



Segue Rapporto di prova n°:

**2101938-006**

### ANALISI DEGLI ELUATI

Prova	U.M	Metodo	Risultato	Incertezza	LIM. 1
rame su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,01		0,05
zinco su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,01		3
* berillio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 1		10
* cobalto su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		250
nichel su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		10
* vanadio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		250
* arsenico su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,2		50
cadmio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 0,2		5
cromo totale su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		50
piombo su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 11885:2007	< 5		50
* selenio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2005	< 0,2		10
mercurio su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	µg/l	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 12846:2013	< 0,2		1
* amianto su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	Dir CEE 217/1987 19/03/1987 All A GUCE n°L085 28/03/1987	< 5		30
COD su eluati da test di cessione in acqua deionizzata	mg/l	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002	< 10		30

#### Riferimenti di Legge Parametri

Lim 1 Test di cessione per recuperabili- DM n°186 05/04/2006 GU n°115 19/05/2006

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**  
Via Don Minzoni, 15  
22060 Cabiato (CO)  
Tel.: 031 76991 Fax: 031 7699199  
e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)  
Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)



LAB N° 0175 L

Segue Rapporto di prova n°:

**2101938-006**

#### GIUDIZIO

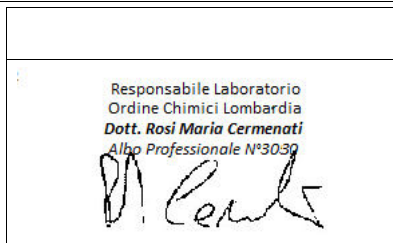
Con riferimento ai valori limite di cui alle tabelle i risultati sono conformi al decreto sopra citato

#### Regola decisionale:

Il giudizio di conformità/non conformità ai limiti di legge o alle specifiche del cliente, ove non diversamente specificato, si basa sul confronto del valore numerico del parametro senza considerare l'incertezza di misura

#### Allegati:

- confronto con limiti acque sotterranee



----- FINE RAPPORTO DI PROVA -----

(\*) = Le prove così contrassegnate a fianco del risultato, non sono Accreditate da Accredia

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il presente documento non può essere riprodotto parzialmente se non con autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio.

I risultati si riferiscono unicamente al campione sottoposto a prova. Le informazioni relative alla ragione sociale, al prelievo qualora eseguito da Cliente, alla denominazione e natura del campione, ai limiti di legge ove applicabili sono fornite dal Cliente stesso.

L'incertezza è calcolata con un livello di probabilità  $p=0.95$  -  $K$ = fattore copertura, applicabile esclusivamente a prove quantitative, pari a 2,00 per le prove chimico/fisiche e 1,96 per le prove microbiologiche.

N.R. = Non rilevabile al metodo

Il Laboratorio declina ogni responsabilità sull'esecuzione del campionamento da parte del Cliente e sui risultati calcolati in base ai dati di campionamento stesso. I risultati ottenuti sono da riferirsi al campione così come ricevuto.

Qualora il campione al ricevimento non fosse conforme alle specifiche stabilite e il Cliente volesse comunque proseguire nell'analisi dello stesso, il Laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati che ne possano essere influenzati.



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**  
Via Don Minzoni, 15  
22060 Cabiato (CO)  
Tel.: 031 76991      Fax: 031 7699199  
e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)  
Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)

## **Commento al Rapporto di prova N 2101938-006**

---

**Secondo il D.Lgs n° 152 03/04/2006 GU n° 88 14/04/2006 - SO n°96 p.Quarta - titolo V - All.5 Tabella 2, le acque sotterranee devono rispettare i seguenti valori di concentrazione di soglia:**

**pH : -  
nitrati : -  
fluoruri : 1500 µg/l  
solfati : 250 mg/l  
cloruri : -  
cianuri : 50 µg/l  
bario: -  
rame : 1000 µg/l  
zinco : 3000 µg/l  
berillio : 4 µg/l  
cobalto : 50 µg/l  
nichel : 20 µg/l  
vanadio : -  
arsenico : 10 µg/l  
cadmio : 5 µg/l  
cromo totale : 50 µg/l  
piombo : 10 µg/l  
selenio : 10 µg/l  
mercurio : 1 µg/l  
amianto : -  
COD : -**

### **CONCLUSIONE:**

**Dal confronto tra i risultati analitici riportati nel rapporto di prova e i valori sopraelencati, si evince che:  
il campione rispetta i limiti di legge previsti per le acque sotterranee**



**TECNOLOGIE D'IMPRESA Srl a socio unico**

Via Don Minzoni, 15

22060 Cabiato (CO)

Tel.: 031 76991

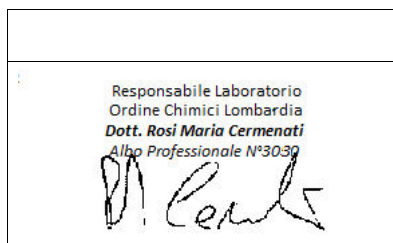
Fax: 031 7699199

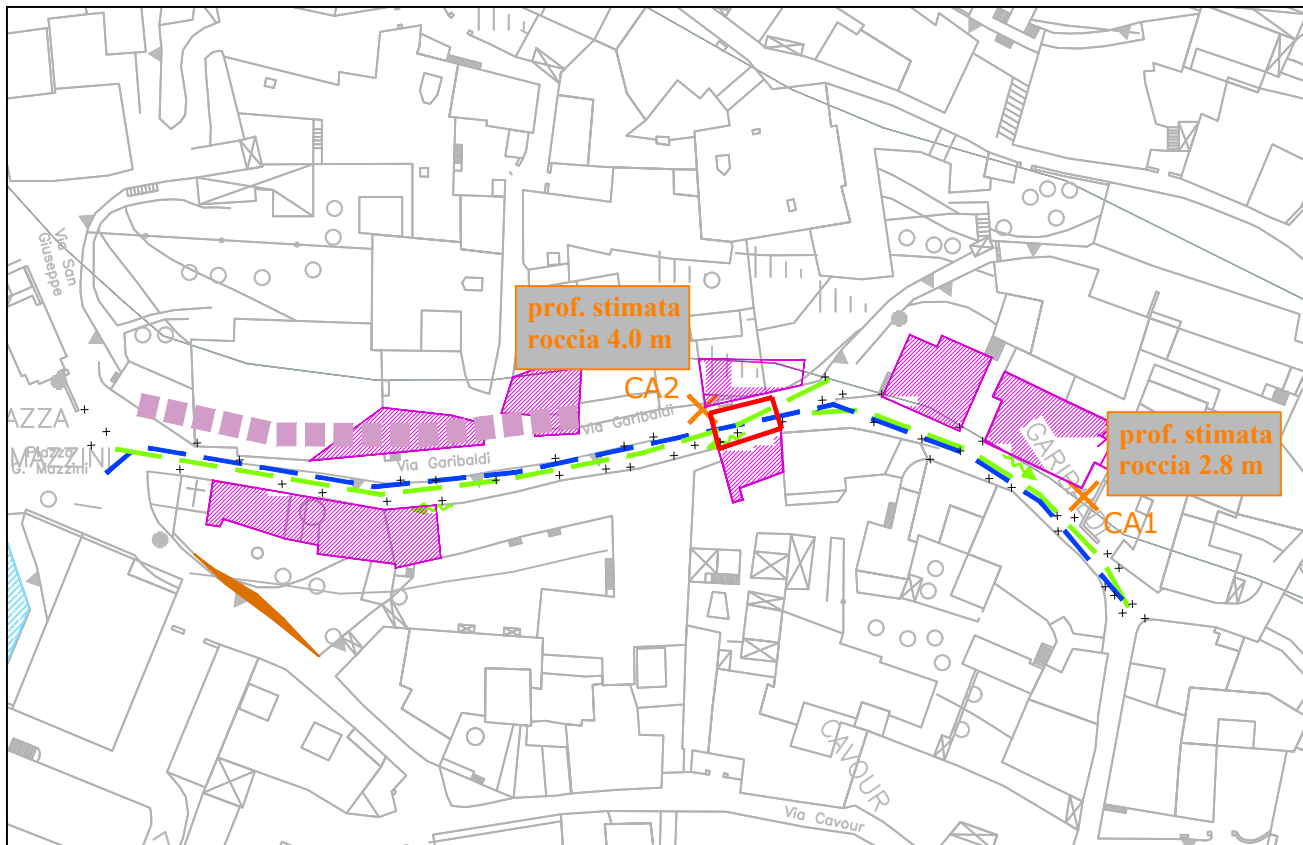
e-mail: [info@tecnoimp.it](mailto:info@tecnoimp.it)

Internet: [www.tecnoimp.it](http://www.tecnoimp.it)










## Segue commento al Rapporto di p 2101938-006

---



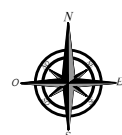
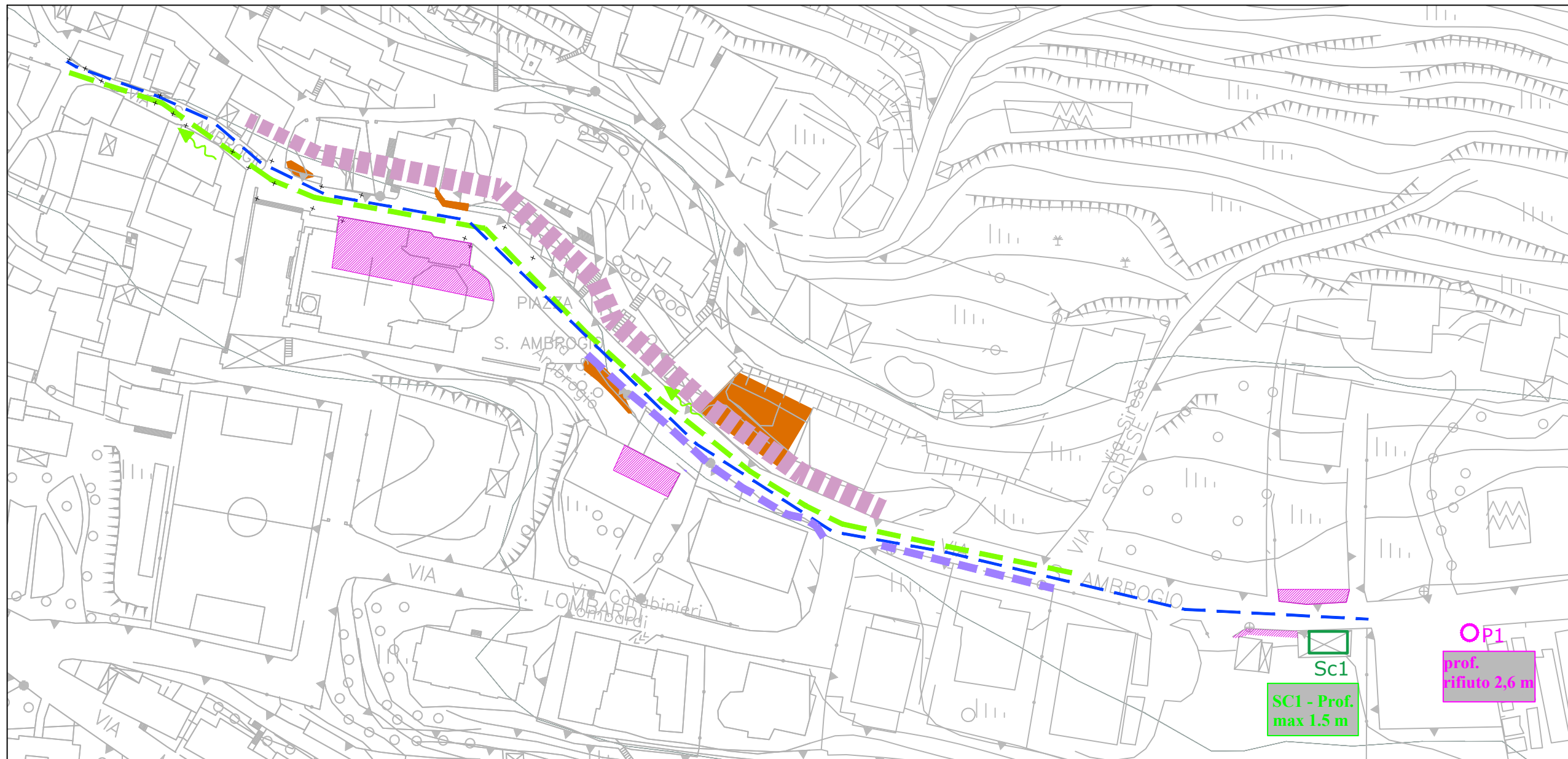


#### LEGENDA

	Prova penetrometrica dinamica. Numerazione e profondità rifiuto		Rifacimento rete fognatura miste - progetto
	Sondaggio sismico verticale e relativa denominazione		Rifacimento rete acquedotto - progetto
	Scavo esplorativo e relativa numerazione - campioni per analisi ambientali		
	Struttura con lesioni / Lesioni nel manto stradale		Settore con alta probabilità di interferenza tra scavi e roccia / detrito grossolano o cementato
	Affioramento substrato roccioso		
	Manufatto interrato interferente con la sede stradale		

LOTTO Via Garibaldi - scala 1: 1.1.000





# LEGENDA



Prova penetrometrica dinamica.  
Numerazione e profondità rifiuto



Sondaggio sismico verticale  
e relativa denominazione



Scavo esplorativo e relativa  
numerazione - campioni  
per analisi ambientali



Struttura con lesioni / Lesioni nel  
manto stradale



Affioramento substrato  
roccioso



Rifacimento rete fognatura  
miste - progetto



Rifacimento rete  
acquedotto - progetto



Settore con alta probabilità di interferenza  
tra scavi e roccia / detrito grossolano o  
cementato

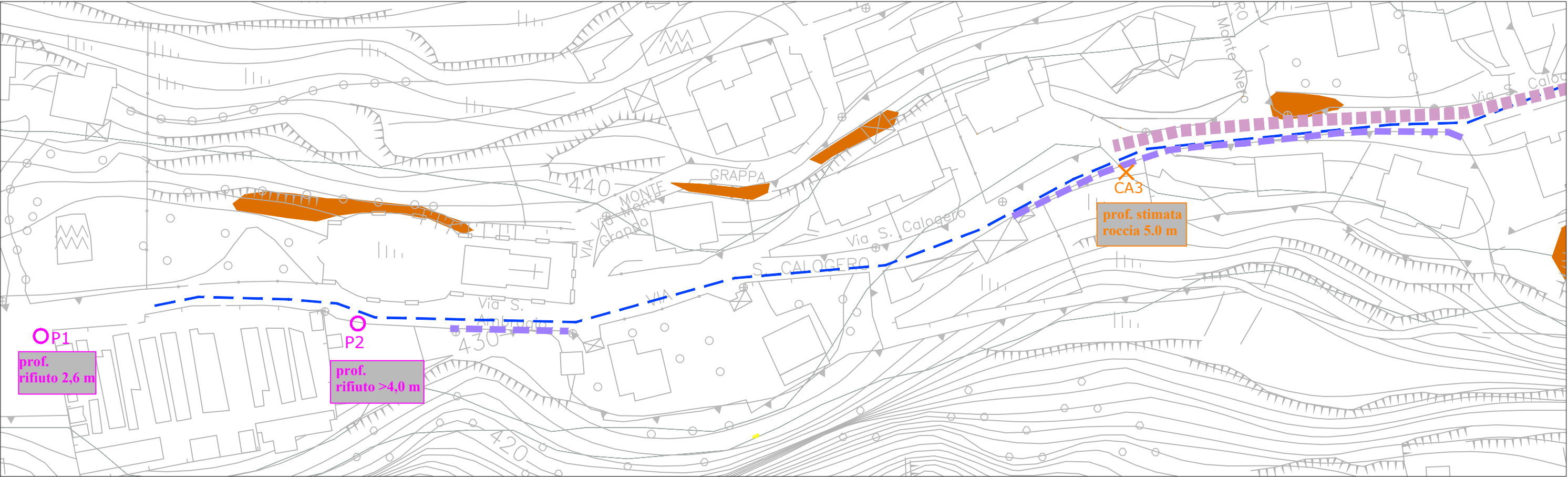


Settore con presenza di terrapieni di altezza  
maggiore 1,5 m (rilevati stradali, muri  
sottoscarpa)










Sc1  
SC1 - Prof.  
max 1.5 m

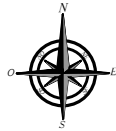
OP1  
prof.  
rifiuto 2,6 m

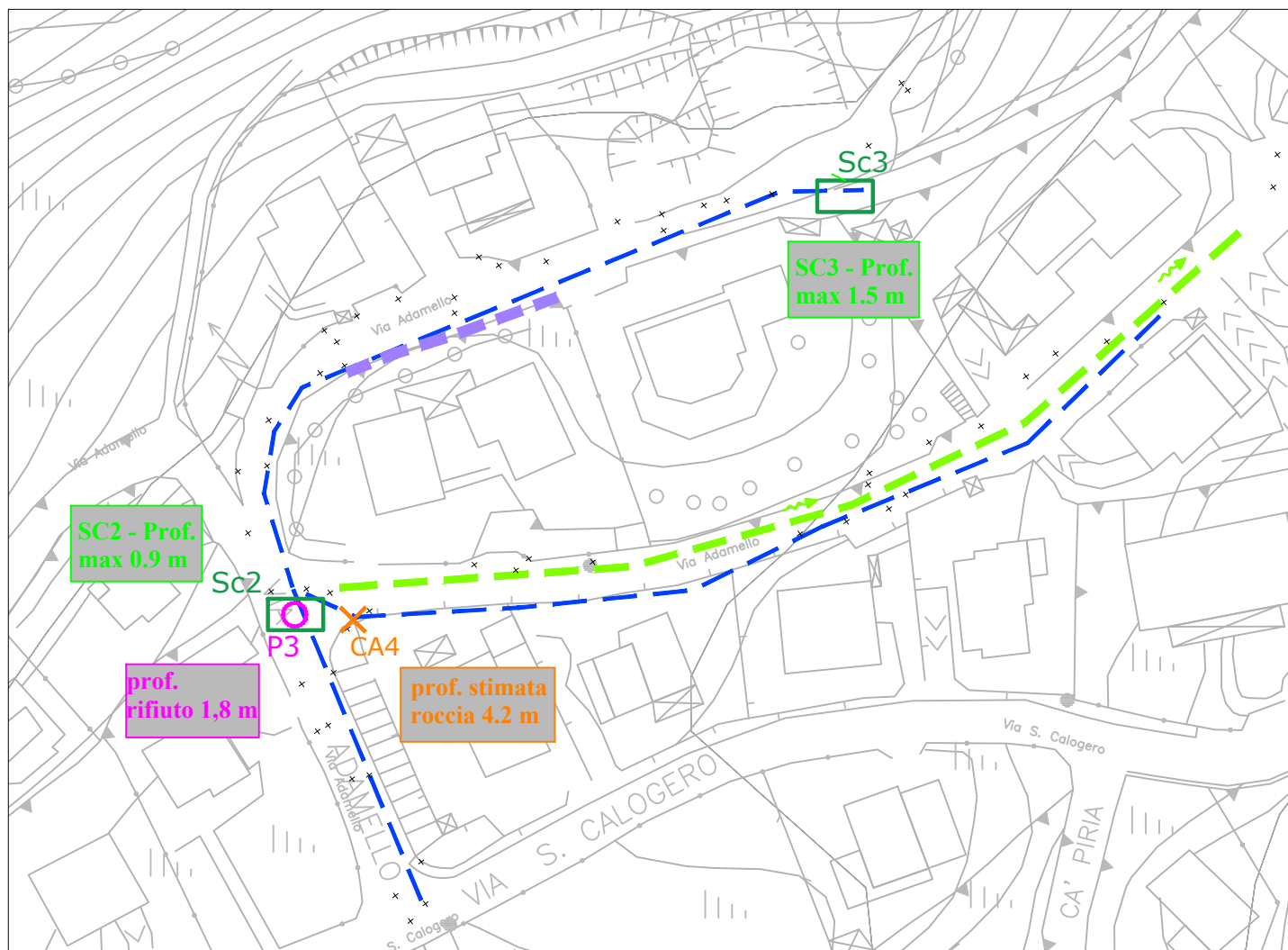
LOTTO Via S. Ambrogio - scala 1: 1.1.000



LEGENDA

- |   |  |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|
|  | Prova penetrometrica dinamica.<br>Numerazione e profondità rifiuto               |  | Struttura con lesioni / Lesioni nel<br>manto stradale |  | Rifacimento rete fognatura<br>miste - progetto  |
|  | Sondaggio sismico verticale<br>e relativa denominazione                          |  | Affioramento substrato<br>roccioso                    |  | Rifacimento rete<br>acquedotto - progetto   |
|  | Scavo esplorativo e relativa<br>numerazione - campioni<br>per analisi ambientali |   |   |  | Settore con alta probabilità di<br>interferenza tra scavi e roccia<br>/ detrito grossolano o<br>cementato   |
|   |  |   |   |  | Settore con presenza di<br>terrapieni di altezza<br>maggiore 1,5 m (rilevati<br>stradali, muri sottoscarpa) |





#### LEGENDA



Prova penetrometrica dinamica.  
Numerazione e profondità rifiuto



Sondaggio sismico verticale  
e relativa denominazione



Scavo esplorativo e relativa  
numerazione - campioni  
per analisi ambientali



Struttura con lesioni / Lesioni nel  
manto stradale



Affioramento substrato  
roccioso



Rifacimento rete fognatura  
miste - progetto



Rifacimento rete  
acquedotto - progetto



Settore con presenza di terrapieni di altezza  
maggiore 1,5 m (rilevati stradali, muri  
sottoscarpa)

LOTTO Via Adamello - scala 1: 1.1.000