

**Lavori di manutenzione straordinaria di ripristino del ponte sulla S.P.21 di Pescaiola, km 7+550, località Fosso Lota presso Battifolle, Comune di Arezzo**  
CIG: 975655216A – CUP: I17H21005510001



Committente:

PROVINCIA DI AREZZO  
Settore Viabilità LL.PP  
Servizio Coordinamento LL.PP. e PNRR  
Piazza della Libertà n°3 – 52100 Arezzo

Data:

19 luglio e 25 settembre 2023

Direttore Tecnico  
CO.M. SIGMA SRL

CO.M.Sigma s.r.l.  
Rovereto  
Ing. Alessandro Battisti



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



Page left intentionally blank

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2. SCOPI DELL'INDAGINE E METODOLOGIE OPERATIVE</b> .....	<b>5</b>
2.1 Prelievo di campioni (Mi);.....	5
2.2 Carotaggi in continuo (CH <sub>i</sub> /ST <sub>i</sub> );.....	6
2.3 Indagine video – endoscopica (CH <sub>i</sub> ). .....	7
<b>3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO E PERSONALE</b> .....	<b>9</b>
<b>4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</b> .....	<b>10</b>
<b>5. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA SOTTOPOSTA A PROVA</b> .....	<b>11</b>
<b>6. ESPOSIZIONE DEI DATI RACCOLTI NELLE INDAGINI</b> .....	<b>12</b>
6.1 Prelievo provini lapidei (Mi);.....	12
6.2 Carotaggio in continuo su muratura e indagine videoendoscopica (CH <sub>i</sub> ); .....	14
6.3 Scavo fondazionale (C1F <sub>i</sub> ).....	17
6.4 Carotaggi verticali per verifica stratigrafica (ST <sub>i</sub> ).....	19
<b>7. ALLEGATI</b> .....	<b>23</b>



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



## VERBALE INDAGINI IN SITO

AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018, DELLA CIR. NR. 07/2019 E DELLE NORME DI METODO UTILIZZATE

Le indagini sono state eseguite il **19 luglio e 25 settembre 2023**, presso il ponte sulla S.P.21 di Pescaiola al km 7+550, località Fosso Lota presso Battifolle.

### 1. PREMESSA

Le indagini diagnostiche sono state programmate nell'ottica di una verifica diffusa delle caratteristiche geometriche e meccaniche della suddetta struttura.

In particolare, sono state eseguite:

- Nr. 3 carotaggi orizzontali in continuo per la verifica stratigrafica della sezione muraria (CH<sub>i</sub>);
- Nr. 2 prelievi di elementi lapidei di cui nr. 1 mattone pieno e nr.1 carota di pietra (Mi);
- Nr. 1 scavo fondazionale (C1F<sub>i</sub>).
- Nr. 3 carotaggi verticali in continuo per la verifica stratigrafica del terreno (ST<sub>i</sub>).



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



## 2. SCOPI DELL'INDAGINE E METODOLOGIE OPERATIVE

### 2.1 Prelievo di campioni (Mi);

Lo scopo delle operazioni di prelievo è quello di ottenere dei campioni significativi e rappresentativi delle reali condizioni del manufatto oggetto d'indagine da inviare successivamente in laboratorio per l'esecuzione di prove specifiche.

Procedura di prova:

- fissaggio della carotatrice in modo tale che la testa sia perpendicolare alla superficie e ben ferma per non disturbare eccessivamente il provino con le vibrazioni;
- collegamento della tanica d'acqua alla carotatrice;
- esecuzione del carotaggio e del prelievo del campione cilindrico, controllando che lo stesso presenti i requisiti minimi di accettabilità da parte del laboratorio, ovvero un rapporto tra altezza e diametro preferibilmente pari a 2, il suo diametro sia almeno tre volte il diametro massimo dell'inerte e che non sia fratturato o che non contenga spezzoni di armatura;
- lasciare asciugare il provino cilindrico appena estratto;
- compilazione del verbale di prelievo;



*Un foro di prova.*



*Provino pronto per il trasporto.*



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



## 2.2 Carotaggi in continuo (CHi /STi);

Lo scopo delle operazioni di carotaggio è quello di ottenere la stratigrafia trasversale completa e dettagliata delle murature sottoposte a tale prova.

Procedura di prova:

- esecuzione indagine pacometrica o georadar per l'individuazione di eventuali elementi in ferro (tubazioni, catene, chiodi etc...) in modo da non coinvolgerli nel corso della prova;
- fissaggio della carotatrice o del perforatore idraulico, in modo tale che la testa sia perpendicolare alla superficie e ben ferma;
- collegamento della tanica d'acqua alla carotatrice;
- esecuzione del carotaggio e del prelievo, quando possibile, del campione cilindrico, con conseguente disposizione dello stesso in apposite cassette catalogatrici;
- compilazione del verbale di prelievo.



Posizionamento dell'attrezzatura.



Provino estratto.

## 2.3 Indagine video – endoscopica (CHi).

Di derivazione medica ed industriale è un controllo spesso proposto o richiesto in abbinamento ad altre prove non distruttive per integrarne le informazioni, soprattutto di carattere geometrico – tipologico.

Grazie alla rapida evoluzione tecnologica e miniaturizzazione dei componenti elettronici e delle ottiche video ormai è possibile indagare visivamente praticamente ogni ambiente non



accessibile con altri mezzi, con la sola esecuzione di un piccolo foro, ottenendo immagini e video digitali ad alta risoluzione.

L'apparecchio utilizzato è chiamato endoscopio o videoboroscopio e, sostanzialmente, si compone di un'unità ricevente, spesso di tipo palmare, che contiene le batterie, l'elettronica, la tastiera per l'input dei comandi e, ovviamente, un display a colori, tutto

collegato attraverso un tubo flessibile di piccolo diametro (dai 5 ai 10 mm) e lunghezza variabile ad una microtelecamera fornita di illuminazione led di intensità regolabile.



Procedura di prova:

- individuazione dell'area da esaminare e della posizione più significativa ai fini delle informazioni che si vogliono ricavare, tenendo sempre ben presente il principio di rappresentatività estesa del dato;



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



- esecuzione di un piccolo foro limitato alla porzione di mascheratura o esteso a tutta la massa da indagare nel caso, ad esempio, di murature stratificate; il diametro del foro non deve essere eccessivo rispetto a quello della sonda perché l'angolo di visuale non molto pronunciato e le caratteristiche di focalizzazione potrebbero altrimenti riprodurre immagini sfuocate o sgranate;
- pulizia accurata del foro da polvere e da eventuali residui della trapanazione che, anche se minuscoli, potrebbero impedire il transito della sonda o limitarne la visuale; si può efficacemente utilizzare uno scovolino rigido ed una pompa a mano o un piccolo compressore;
- identificazione univoca del punto di prova mediante etichetta con codice di campagna di cui, magari, scattare una fotografia direttamente dall'endoscopio prima di iniziare la prova così da collegare ad essa, in modo sicuro, tutto il successivo materiale digitale registrato dallo strumento;
- preparazione dell'endoscopio con le impostazioni desiderate per risoluzione, frame rate, focale, luminosità etc. ed esecuzione dell'indagine inserendo la sonda nel foro e facendola scorrere sino al punto da esaminare o lungo tutto lo spessore in caso di ispezione in sezione, registrando contemporaneamente un video clip o scattando le fotografie desiderate per la disamina successiva.



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



### 3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO E PERSONALE

Le normative cui ci si riferisce nell'esecuzione delle prove e che sono state di riferimento sono:

Prelievi di campioni:

- UNI EN 14630:2007
- UNI EN 12390-1:2002
- UNI EN 12504-1:2009
- NTC 17/01/2018 e Circolare Applicativa n°7 del 21/01/2019
- D.M. 81/2008: Nuovo Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro.

La prova è stata eseguita da tecnici certificati di II o III livello nel settore CH da ente riconosciuto Accredia.



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



## 4. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Prelievi di campioni cilindrici:



Tassellatore MILWAUKEEA SDS-PLUS numero di serie M18CHX-502X per realizzazione foro fissaggio carotatrice.



Carotatrice "MAXIMA" Modello "CWEK 26" numero di serie 0118012. Tassellatore, serbatoio per l'acqua e accessori per l'esecuzione del carotaggio e del prelievo di campioni cilindrici in c.a.



Perforatore idraulico per sondaggi geognostici con attrezzatura mobile a rotazione con carotaggio continuo – BERETTA.



Cassette catalogatrici in plastica per carotaggi.

Indagine video-endoscopica:



Tassellatore MILWAUKEEA SDS-PLUS numero di serie M18CHX-502X per realizzazione foro.



Videoendoscopio per foto e filmati digitali "Jeet" modello S610 numero di serie 20201210001.



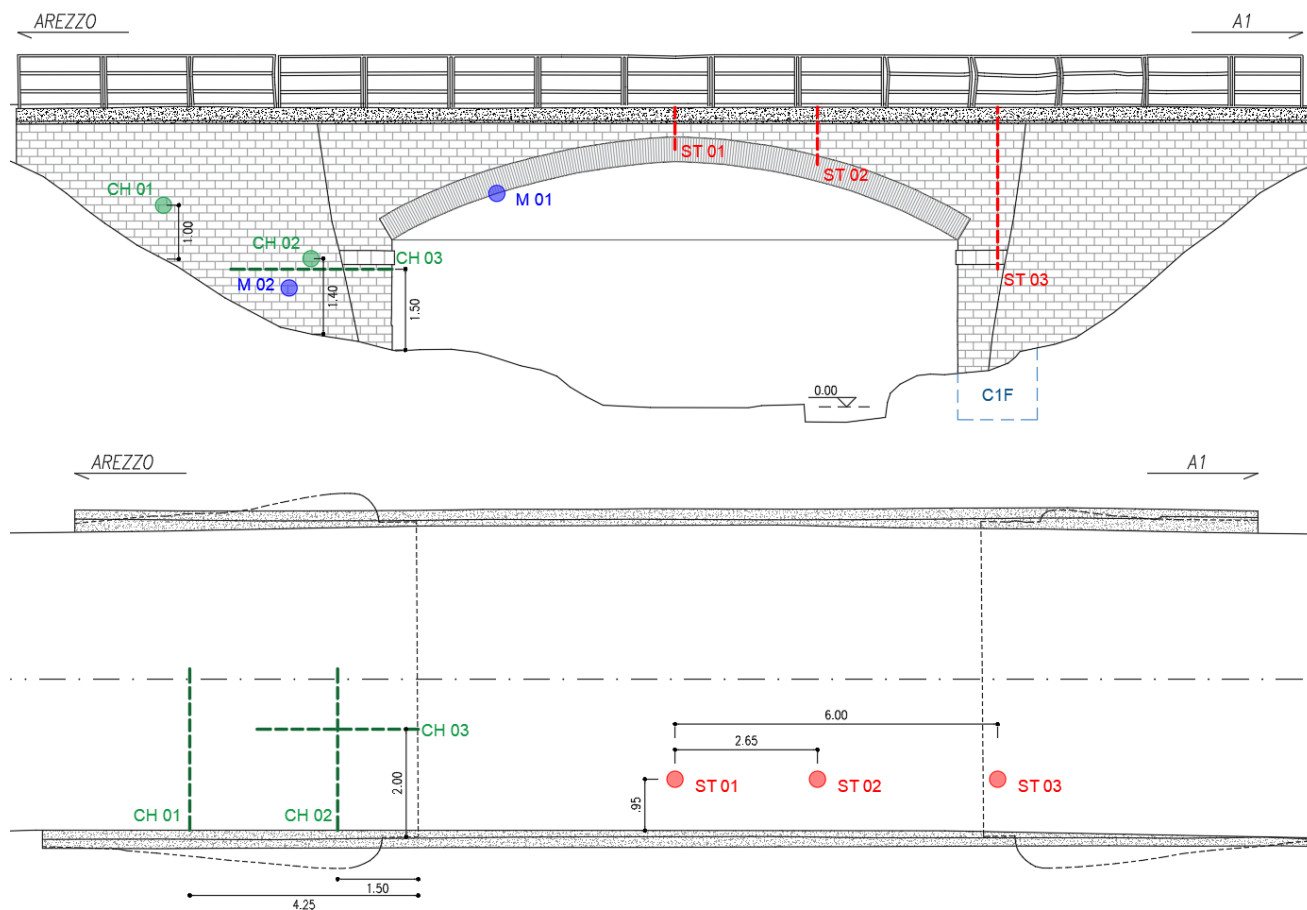
Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



## 5. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA SOTTOPOSTA A PROVA

La struttura oggetto di indagine è un ponte con impalcato ad arco in muratura di mattoni laterizi a sesto ribassato a singola campata con spalle in pietrame.

Di seguito vengono riportate le posizioni delle indagini eseguite:





Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



## 6. ESPOSIZIONE DEI DATI RACCOLTI NELLE INDAGINI

### 6.1 Prelievo provini lapidei (Mi);

SIGLA	M 01	ELEMENTO	ARCO
			



#### Prova di compressione monoassiale (UNI EN 12390-3)

Dimensioni effettive conformi alla norma UNI EN 12390-3			Massa del provino [Kg]	Sezione del provino [mm <sup>2</sup> ]	Carico di rottura [KN]	Resistenza unit. [Mpa]
L1	L2	L3/h				
85,0	65,0	40,0	0,388	5525	128,6	<b>23,3</b>



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



SIGLA	M 02	ELEMENTO	SPALLA
			

Prova di compressione monoassiale (UNI EN 12390-3)

Dimensioni effettive conformi alla norma UNI EN 12390-3		Massa del provino [Kg]	Sezione del provino [mm <sup>2</sup> ]	Carico di rottura [KN]	Resistenza unit. [Mpa]
L2/Ø	L3/h				
94,0	94,0	1,732	6940	528,2	<b>76,1</b>





Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



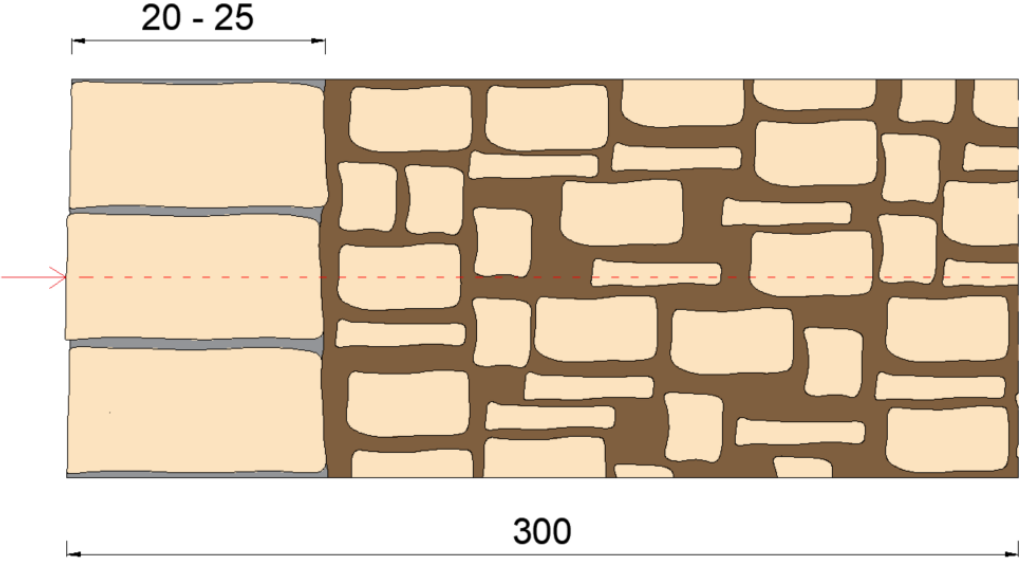
## 6.2 Carotaggio in continuo su muratura e indagine videoendoscopica (CHi);

SIGLA	CH 01	ELEMENTO	SPALLA
		H FORO	100 cm
		L DA SPALLA	425 cm





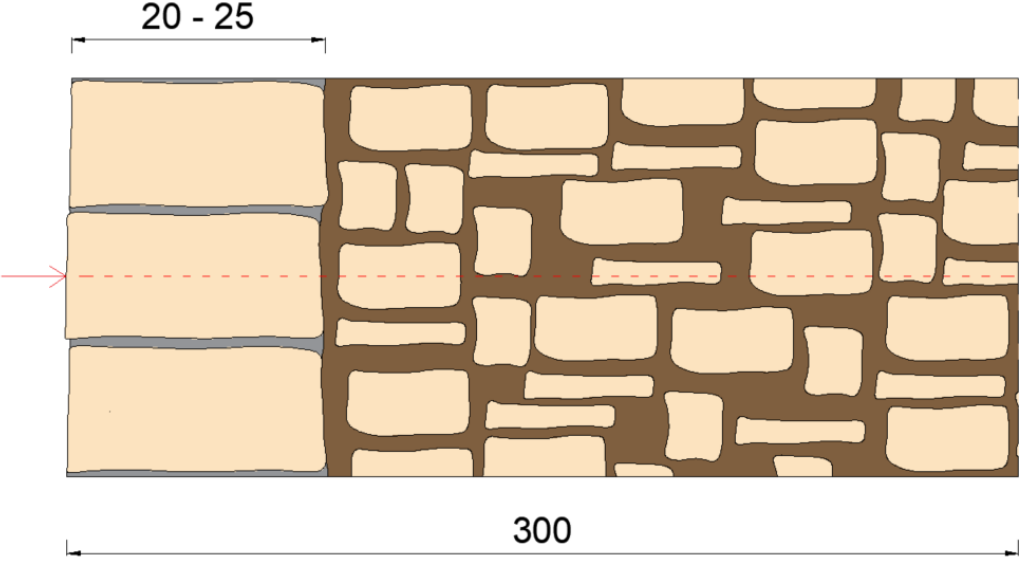
OUTPUT	Strato 1 – pietra squadrata (larghezza 20-25 cm)
	Strato 2 – riempimento con roccia mista terra compatta, non rilevata la presenza di vuoti

SIGLA	CH 02	ELEMENTO	SPALLA
		H FORO	140 cm
		L DA SPALLA	150 cm





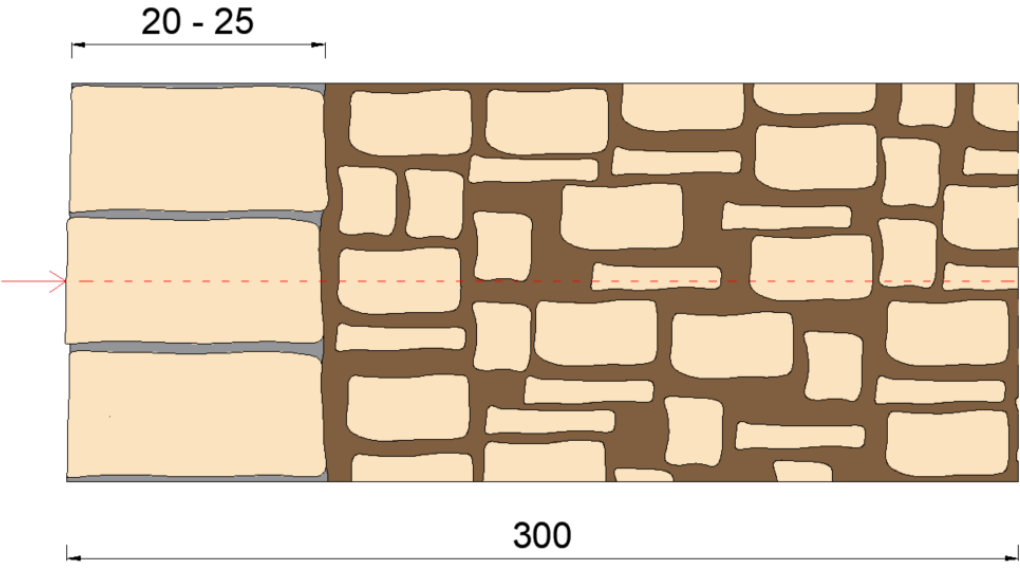
OUTPUT	Strato 1 – pietra squadrata (larghezza 20-25 cm)
	Strato 2 – riempimento con roccia mista terra compatta, non rilevata la presenza di vuoti

SIGLA	CH 03	ELEMENTO	SPALLA INTERNA
		H FORO	150 cm
		L DA ESTERNO	200 cm





  



OUTPUT	Strato 1 – pietra squadrata (larghezza 20-25 cm)
	Strato 2 – riempimento con roccia mista terra compatta, non rilevata la presenza di vuoti

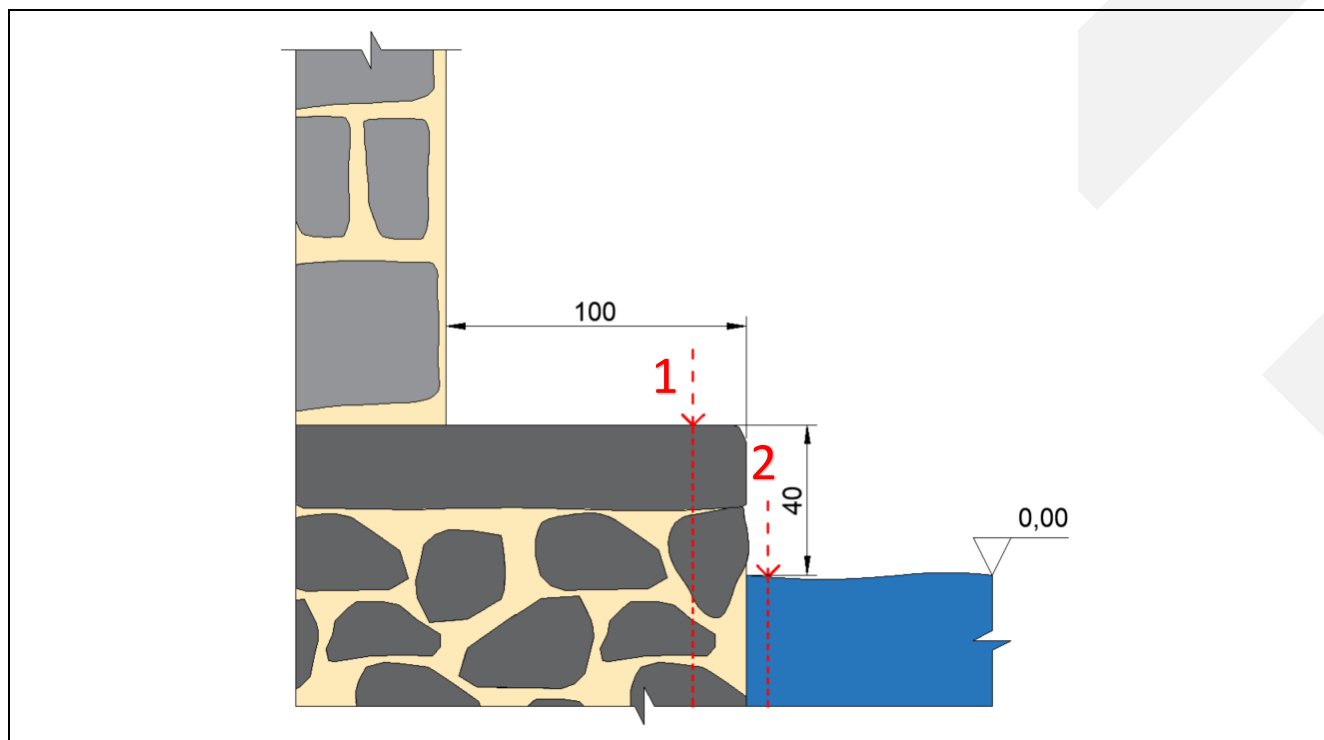
## 6.3 Scavo fondazionale (C1Fi).

SIGLA	C1F	ELEMENTO	FONDAZIONE
			



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.





<b>Foro 1</b>	Lunghezza foro 100 cm – per tutta la lunghezza del foro è stato riscontrato materiale pieno e duro riconducibile a pietra.
<b>Foro 2</b>	Lunghezza foro 100 cm – ad una quota di circa 40 cm sotto il livello della pietra ha iniziato ad uscire acqua che non ha permesso la continuazione dello scavo. È stato comunque eseguito un foro per verificare la continuità della fondazione.



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



## 6.4 Carotaggi verticali per verifica stratigrafica (ST<sub>i</sub>).



*Posizionamento carotaggi*



*Fase di esecuzione*



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



SIGLA	ST 01	ELEMENTO	STRADA
		POSIZIONE	MEZZERIA
		PROFONDITÀ FORO	75 cm



## STRATIGRAFIA

1°STRATO	0 – 30 cm	Asfalto.
2°STRATO	30 – 70 cm	Materiale di riempimento sciolto terrigeno con ciottoli centimetrici e un trovante di circa 10 cm.
3°STRATO	70 – 75 cm	Inizio arco in mattoni in laterizio pieni.



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



SIGLA	ST 02	ELEMENTO	STRADA
		POSIZIONE	2,65 m da ST 01
		PROFONDITÀ FORO	130 cm



## STRATIGRAFIA

1°STRATO	0 – 20 cm	Asfalto.
2°STRATO	20 – 120 cm	Materiale di riempimento sciolto, talvolta più compatto, costituito da sabbia e ghiaia con una piccola percentuale di materiale coesivo (tipo limo) e qualche ciottolo ( $\varnothing > 5$ cm).
3°STRATO	120 – 130 cm	Inizio arco in mattoni in laterizio pieni.



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



SIGLA	ST 03	ELEMENTO	STRADA
		POSIZIONE	6,00 m da ST 01
		PROFONDITÀ FORO	300 cm



## STRATIGRAFIA

1°STRATO	0 – 20 cm	Asfalto.
2°STRATO	20 – 90 cm	Materiale di riempimento sciolto costituito da sabbia e ghiaia con qualche ciottolo
3°STRATO	90 – 240 cm	Ciottoli prevalenti in materiale sabbioso.
4°STRATO	240 – 300 cm	Sabbia e ghiaia spigolosa.



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.



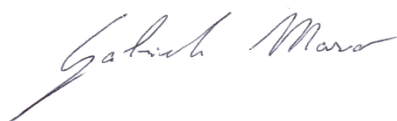
## 7. ALLEGATI

Si allegano alla presente relazione i seguenti documenti:

- Certificato di laboratorio – prove a compressione su provini lapidei;
- Filmati delle video endoscopie.

Rovereto, 28/09/2023.

Gli operatori Tecnici diagnostici.



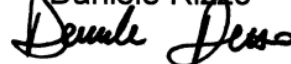
Visto,

il Responsabile Area Tecnica.

CO.M. Sigma s.r.l.

Rovereto

Daniele Rizzo



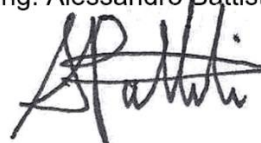
Visto,

Il Direttore Tecnico.

CO.M. Sigma s.r.l.

Rovereto

Ing. Alessandro Battisti



Prove su costruzioni in sito.  
Laboratorio autorizzato n°007.  
Tra i primi 10 in Italia.

