

PROGRAMMA STRAORDINARIO DI MANUTENZIONE DELLA RETE VIARIA 2020-2024

previsto dal DM 123 del 19/03/2020 - "Finanziamento degli interventi relativi a programmi straordinari di manutenzione della rete viaria di province e città metropolitane. Integrazione al programma previsto dal decreto ministeriale prot. 49 del 16 febbraio 2018"



CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE DEL PONTE LUNGO LA SP3 "DELL'ACQUERINO" AL KM 0+000 NEL COMUNE DI CANTAGALLO (PO) Progetto Definitivo

COMMITTENTE:

Provincia di Prato

AREA TECNICA

Servizio assetto e gestione del territorio

PROGETTISTI:

ING. CARLOTTA SANESI

Via Carlo Paoletti n.31 - 59100 Prato

C.F.: SNSCLT89E68G999Z

P.IVA: 02507290977

ING. FEDERICO TORRI

Via R. Nuti n.25 - 59100 Prato

C.F.: TRRFRC90D07G999A

P.IVA: 02501510974

COLLABORAZIONE IDRAULICA

HYDROGEO ING. GIACOMO GAZZINI
INGEGNERIA

Via Aretina 167/B - 50136 Firenze
Tel 055 6587050 - P.IVA 05142000487

CONSULENZA AMBIENTALE

Dott.ssa Claudia Capponi

ELABORATO:

RIND

OGGETTO:

RELAZIONE INDAGINI E PROVE
SUI MATERIALI

SCALA:

DATA:

DICEMBRE 2021

| DESCRIZIONE | PROG. | VER-APP | DATA |
|-------------|-------|---------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Sommario

| | |
|---|----|
| 1.Introduzione..... | 3 |
| 2.1. Il calcestruzzo..... | 3 |
| 2.1.2. La prima campagna di indagini | 3 |
| 2.1.3. La seconda campagna di indagini..... | 7 |
| 3.0. L'acciaio..... | 10 |
| 4.0. L'indagine GEORADAR eseguita sulla sella Gerber | 11 |
| | |
| Figura 1. Posizionamento del bybridge per l'esecuzione di prove..... | 3 |
| Figura 2.Discesa dell'operatore con piattaforma ai fini del prelievo di carota di cls..... | 4 |
| Figura 3. Localizzazione delle carote estratte. | 5 |
| Figura 4. Risultati delle prove di compressione eseguite sulle carote estratte. | 6 |
| Figura 5. Risultati delle prove di carbonatazione del calcestruzzo prelevato..... | 6 |
| Figura 6. Carotatrice posizionata per estrazione in corrispondenza della soletta strutturale..... | 7 |
| Figura 7. Localizzazione prelievo carote II Campagna di Indagini. | 8 |
| Figura 8. Risultati prove di compressione su calcestruzzo..... | 8 |
| Figura 9. Risultati prove di carbonatazione-II Campagna di Indagini..... | 10 |
| Figura 10. Ferro tipo estratto per la struttura in esame. | 10 |
| Figura 11. Evoluzione temporale delle normative riguardanti la classificazione degli acciai da armatura. ... | 11 |
| Figura 12. Risultati prove eseguite sulle barre d'armatura prelevate..... | 11 |
| Figura 13. Particolare dello stato della sella Lato VALLE oltre dettaglio di totale assenza di COPRIFERRO. .. | 12 |

1.Introduzione

La campagna di indagini geonostiche condotte sul ponte oggetto di intervento ha avuto come fine quello di caratterizzare i materiali strutturali, calcestruzzo e acciaio, impiegati per la realizzazione sia dell'impalcato che delle strutture di fondazione, nella fattispecie pile e spalle.

Tale campagna è risultata di assoluta necessità, sia per l'assenza totale del progetto originario, sia ai fini di giustificare quanto proposto in ambito di progettazione.

Le prove, eseguite da Laboratorio autorizzato, si sono svolte in due tempi diversi:

- Le prime sono state eseguite nei giorni 27-28 luglio 2021 e hanno indagato le travi e le selle di impalcato;
- Le seconde, eseguite interamente nella giornata del 4 novembre 2021, sono state concepite come integrative e di maggior approfondimento rispetto alle prime, per quanto riguarda l'impalcato, oltre a indagare lo stato del calcestruzzo delle strutture di fondazione.

2.1. Il calcestruzzo

2.1.2. La prima campagna di indagini

Ai fini della determinazione delle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo, è stato necessario prelevare delle carote in diverse zone dell'opera, le quali sono state estratte con l'ausilio di un *bybridge*, in corrispondenza di elementi dell'impalcato di facile raggiungimento, soprattutto a causa della presenza di una vegetazione particolarmente invadente ben oltre il livello del piano stradale.



Figura 1. Posizionamento del bybridge per l'esecuzione di prove.



Figura 2. Discesa dell'operatore con piattaforma ai fini del prelievo di carota di cls.

Nel corso della prima campagna di indagini sono state prelevate cinque carote, classificate attraverso una sigla identificativa e così posizionate:

- campione C1: traverso lato monte (lato abitato di Sambuca Pistoiese-PT);
- campione C2: sella Gerber lato monte;
- campione C3: trave lato monte;
- -campione C4: trave lato valle (lato abitato di Cantagallo-PO);
- -campione C4: sella Gerber lato valle.

Si evidenzia che i prelievi sono stati effettuati in corrispondenza di quelle parti di struttura da mantenersi in opera, cioè in corrispondenza delle campate di monte e di valle:

la campata centrale **NON** è stata oggetto di indagine di caratterizzazione dei materiali in quanto è stata valutata come necessaria la demolizione ai fini di rendere ispezionabili le due selle Gerber e studiare un intervento a tutti gli effetti migliorativo per le stesse e la funzionalità dell'opera nel suo complesso.

Per ciascuna carota estratta, il Laboratorio ha riportato dimensioni, area, massa volumica, profondità di carbonatazione e carico unitario di rottura.

Si riporta di seguito la pianta con localizzazione della campionatura effettuata. Si evidenzia che il tecnico rilevatore ha invertito le diciture MONTE con VALLE, stante l'effettivo sviluppo dell'infrastruttura.

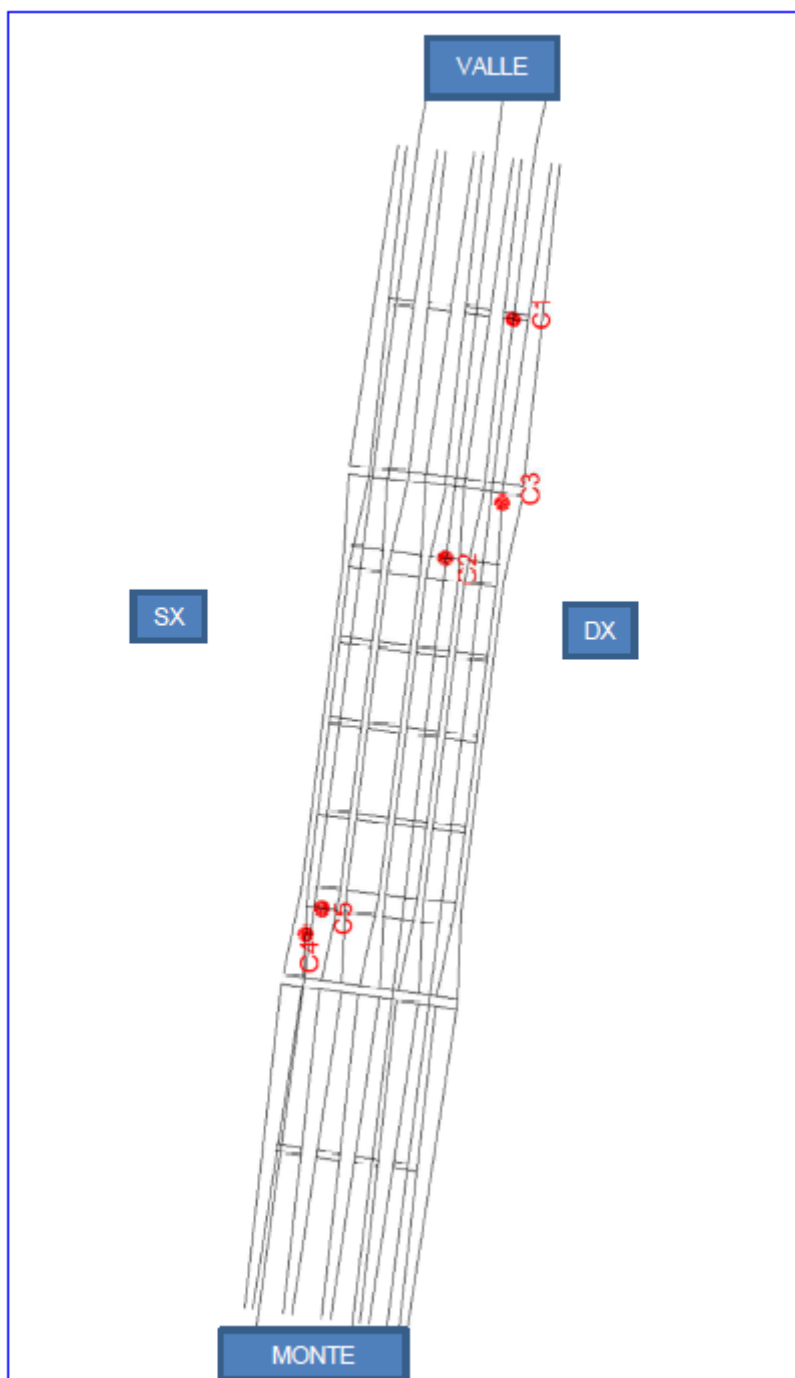


Figura 3. Localizzazione delle carote estratte.

Quanto ottenuto dalle prove di compressione è riportato nella tabella successiva, estratta dai certificati di Laboratorio.

Appare evidente come i risultati ottenuti per i provini lato monte (carote C1-C2-C3), siano decisamente scadenti: il carico unitario di rottura è paragonabile a quello di un calcestruzzo senza alcuna valenza strutturale.

| | |
|----------------------------|---|
| Strumentazione utilizzata: | FENOLFTALINA soluzione idroalcolica 1% neutralizzata; GALDABINI Mod. PMC/300 Matr. RC6A-31417. |
| Date prova: | 27-28/07/2021 carbonatazione; 07/09/2021 compressione. |
| Norma riferimento: | UNI EN 14630:2007 – UNI EN 12504-1:2019 – UNI EN 12390-3:2019 |
| Preparazione provini: | Cappatura con Malta bicomponente Hilti HIT – MM – PLUS |

| Sigla | Struttura di prelievo | Dimensioni Provino Ø H [mm] | H/Ø | Area provino [mm ²] | Massa Volumica [kg/m ³] | Profondità carbon. esterna [mm] | Carico Rottura [kN] | Carico unitario Rottura [N/mm ²] |
|-------|-----------------------|-----------------------------------|-----|------------------------------------|--|------------------------------------|------------------------|---|
| C1 | Traverso | 103.3 100.0 | 1,0 | 8381 | 2226 | 75 | 121.58 | 14.5 |
| C2 | Traverso | 79.2 82 | 1,0 | 4927 | 2173 | 75 | 73.20 | 14.9 |
| C3 | Trave | 79.2 80 | 1,0 | 4927 | 2266 | 60 | 87.41 | 17.7 |
| C4 | Trave | 79.2 82 | 1,0 | 4927 | 2235 | 40 | 130.64 | 26.5 |
| C5 | Traverso | 79.2 82 | 1,0 | 4927 | 2262 | 40 | 124.63 | 25.3 |

Figura 4. Risultati delle prove di compressione eseguite sulle carote estratte.



Figura 5. Risultati delle prove di carbonatazione del calcestruzzo prelevato.

Merita di effettuare un commento sulla prova di carbonatazione eseguita su ciascuna carota.

La carbonatazione è un fenomeno che rende particolarmente permeabile il calcestruzzo andando ad agire dalla superficie esterna dell'elemento verso l'interno dello stesso. Nel momento in cui tale profondità di carbonatazione supera quella del copriferro, le barre di armatura risultano pericolosamente aggredibili, specialmente in ambienti umidi, con gravi rischi in termini di corrosione e riduzione delle sezioni reagenti delle barre. La profondità di tale fenomeno viene misurata spruzzando sulla superficie della carota prelevata una soluzione etilica con fenoftaleina, la quale reagisce colorando la parte di carota NON soggetta al fenomeno; pertanto la profondità di calcestruzzo soggetta a carbonatazione e quindi potenzialmente a rischio per le armature, è misurata dall'esterno del provino fino al limite colorato per effetto della reazione chimica.

Fatta tale premessa, i risultati ottenuti dalla campagna di indagine, hanno portato a risultati differenziati tra le carote effettuate nella campata di MONTE, rispetto alla campata di VALLE.

Per le carote analizzate C1-C2-C3, la profondità di carbonatazione raggiunge i 75 mm, di contro, per le carote C4-C5, tale profondità risulta nettamente inferiore, attestandosi sui 40 mm.

Tali risultati giustificano l'intervento previsto per le porzioni di armature a vista, diffuse sull'intero sviluppo dell'impalcato, oltre a motivare la scelta di trattamento e incamiciatura delle due selle Gerber. Per le specifiche di intervento si rimanda agli elaborati grafici architettonici e strutturali.

2.1.3. La seconda campagna di indagini

Come premesso nella parte introduttiva della presente relazione, la seconda campagna di indagini ha riguardato esclusivamente lo studio del calcestruzzo, nello specifico si è proceduto all'estrazione di ulteriori 9 carote, con l'obiettivo di confermare o smentire quanto ricavato in termini di resistenza per le travi, traversi e selle Gerber, già precedentemente oggetto di indagine.

Oltretutto, si è provveduto all'estrazione di n°2 carote necessarie alla determinazione della resistenza del calcestruzzo impiegato per il getto della soletta strutturale. Tale operazione è stata possibile solo a seguito di scarifica del piano stradale, in modo che la carotatrice agisse sull'effettivo livello strutturale.

Di seguito si riporta la localizzazione delle carote; come già per la prima campagna di indagini, risulta invertito il posizionamento spaziale dell'infrastruttura ponte: il lato



Figura 6. Carotatrice posizionata per estrazione in corrispondenza della soletta strutturale

MONTE corrisponde a quella che geograficamente è la posizione di VALLE e viceversa.

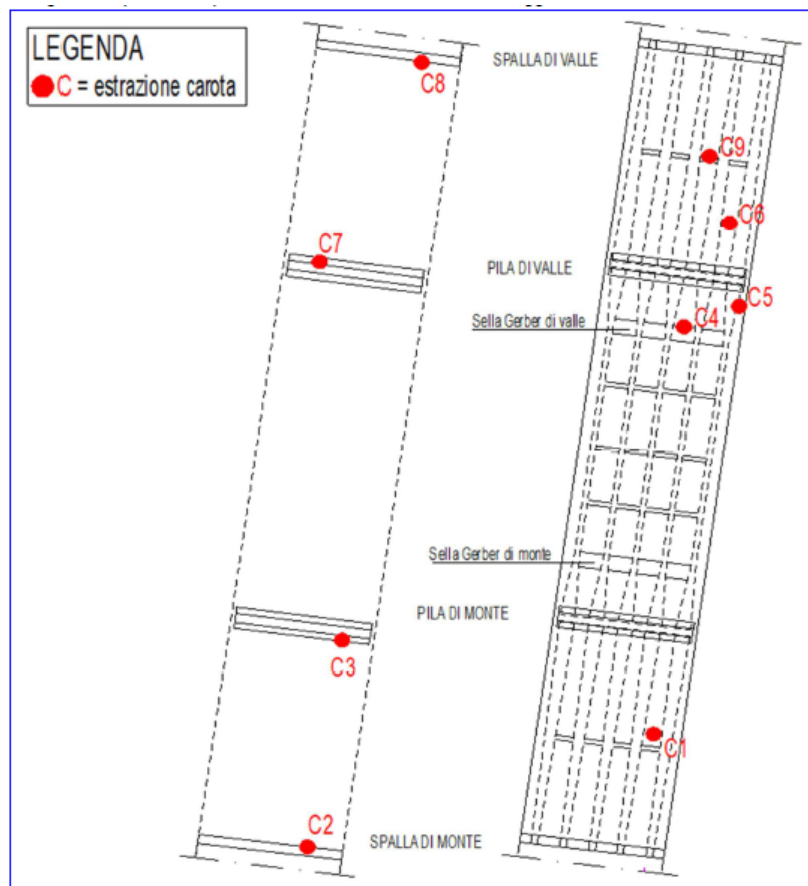


Figura 7. Localizzazione prelievo carote II Campagna di Indagini.

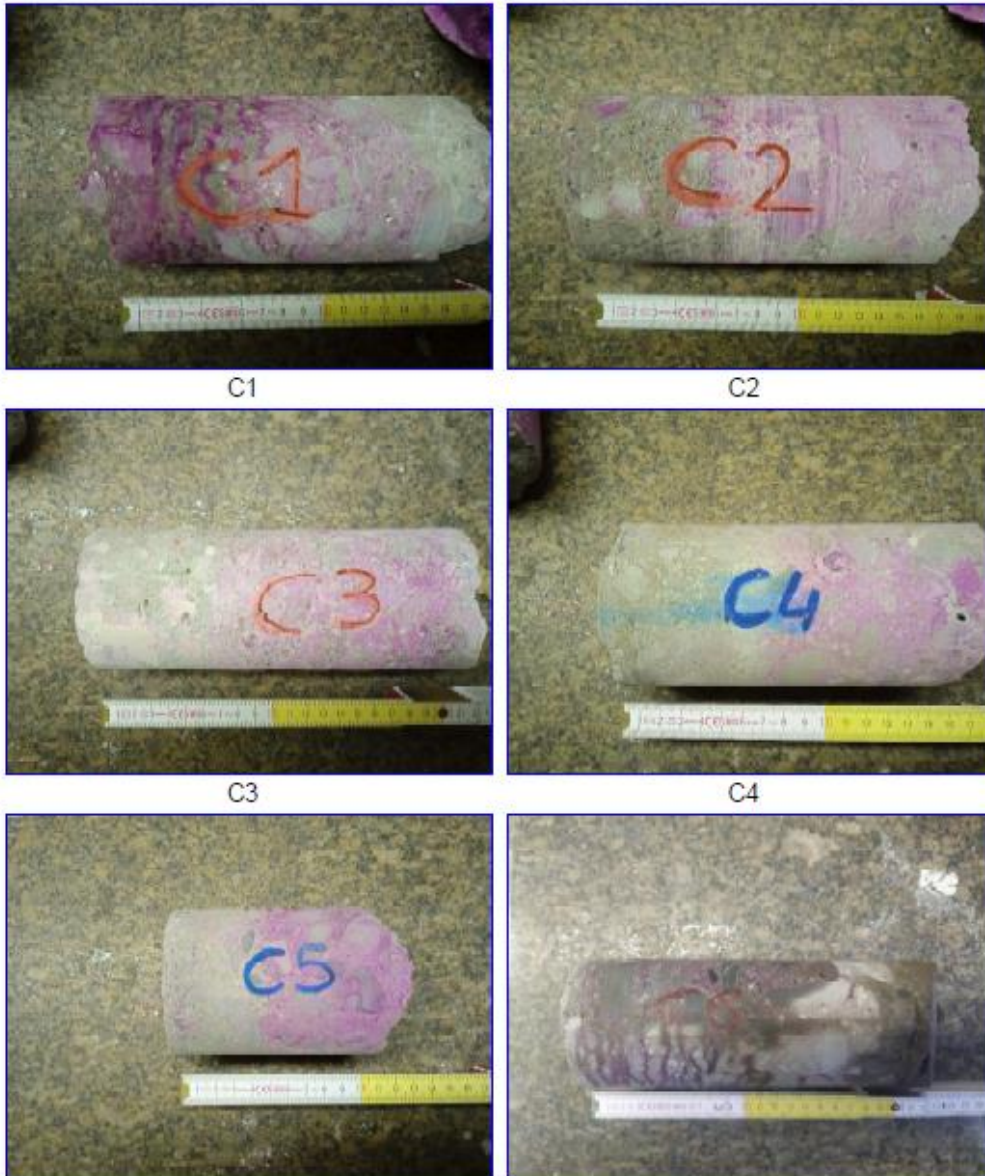
| | |
|----------------------------|--|
| Strumentazione utilizzata: | FENOLFTALINA soluzione idroalcolica 1% neutralizzata; MATEST Matr.10R/742-1999. |
| Date prova: | 04/11/2021 carbonatazione 12/11/2021 compressione. |
| Norma riferimento: | UNI EN 14630:2007 – UNI EN 12504-1:2019 – UNI EN 12390-3:2019 |
| Preparazione provini: | Cappatura con Malta bicomponente Hilti HIT – MM – PLUS |

| Sigla | Struttura di prelievo | Dimensioni Provino Ø H [mm] | H/Ø | Area provino [mm ²] | Massa Volumica [kg/m ³] | Profondità carbon. esterna [mm] | Carico Rottura [kN] | Carico unitario Rottura [N/mm ²] |
|-------|-----------------------|-----------------------------|-----|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| C1 | Soletta | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2348 | 40 | 136,6 | 27,7 |
| C2 | Spalla | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2319 | 45+60 | 122,9 | 24,9 |
| C3 | Pila | 79,3 80,0 | 1,0 | 4939 | 2306 | 70+90 | 129,6 | 26,2 |
| C4 | Trave | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2304 | 70 | 92,8 | 18,8 |
| C5 | Trave | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2291 | 45+50 | 144,6 | 29,3 |
| C6 | Soletta | 79,3 80,0 | 1,0 | 4939 | 2346 | 50+52 | 130,1 | 26,3 |
| C7 | Pila | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2268 | 90+100 | 61,6 | 12,5 |
| C8 | Pila | 79,3 80,0 | 1,0 | 4939 | 2331 | 60+65 | 128,6 | 26,0 |
| C9 | Traverso | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2330 | 70+80 | 103,6 | 21,0 |

Figura 8. Risultati prove di compressione su calcestruzzo.

Dall'analisi dei risultati di questa seconda campagna di indagini, sono emersi valori di resistenza a compressione decisamente più elevati, fatta eccezione per un valore isolato rilevato in corrispondenza della pila lato monte (campione C7).

Tali risultati sono, a detta degli scriventi progettisti, giustificabili sulla base del periodo storico in cui il ponte è stato realizzato. All'epoca non si disponeva di miscele di calcestruzzo realizzate in stabilimento e dunque completamente omogenee, bensì la struttura risultava il frutto di numerosi getti consecutivi realizzati in cantiere e molto variabili per composizione e dosaggio della componente acquosa e di quella inerte.



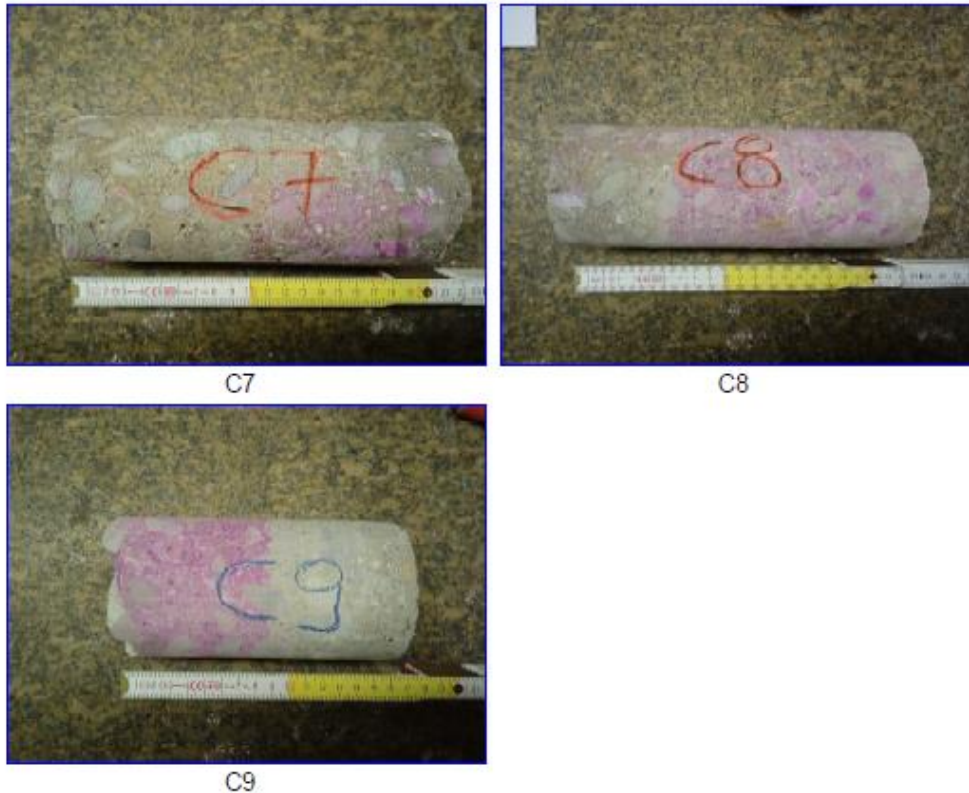


Figura 9. Risultati prove di carbonatazione-II Campagna di Indagini

Relativamente alle prove di carbonatazione, valgono le osservazioni già avanzate per i risultati della prima campagna di indagini: la variabilità dei risultati risulta abbastanza importante, non senza valori particolarmente significativi, come in corrispondenza delle pile, fenomeno da connettersi con gli elevati livelli di umidità cui le stesse sono state esposte e risultano tutt'ora.

3.0. L'acciaio

Nel corso della prima campagna di indagini sono state effettuate anche delle prove di trazione su alcuni spezzoni di barre prelevate. Nello specifico, i campioni, siglati F1-F2-F3 del tipo ad aderenza migliorata, hanno rispettivamente sezione quadrata di 12x12 mm, 26x26 mm e 12x12 mm.

I risultati sono del tutto in linea con quelli di un acciaio da carpenteria classificato come *duro*, in termini di tensione di snervamento, rottura e allungamento. I valori di resistenza risultano del tutto soddisfacenti, pertanto non si è ritenuto necessario integrare tale tipologia di prove anche nella seconda campagna di indagini.



Figura 10. Ferro tipo estratto per la struttura in esame.

Per la valutazione delle grandezze sopra citate, si rimanda alla Tabella di seguito riportata, la quale riporta una classificazione dell'acciaio sulla base dell'evoluzione della normativa riguardante la caratterizzazione di tale materiale.

A differenza del calcestruzzo, la normazione dell'acciaio da carpenteria risulta risalire già alla prima metà del 1900, in quanto materiale realizzato esclusivamente in stabilimento.

Tabella 1 - Evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai di armatura

| Normativa | R.D.L. n°2229/1939 | | | LL.PP. n°1472/1957 | | | | D.M.30/05/1972 | | | | D.M. 30/05/1974 | | | | |
|------------------------------------|--------------------|-----------|-------|--------------------|-------|-------|------|----------------|-------|---------------------------|-----|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Tipologia | liscio | | | liscio | | | a.m. | liscio | | aderenza migliorata (a.m) | | liscio | | a.m. | | |
| Denominazione | Dolce | Semi duro | Duro | Aq42 | Aq50 | Aq60 | / | FeB22 | FeB32 | A38 | A41 | FeB44 | FeB22 | FeB32 | FeB38 | FeB44 |
| Snervamento (kgf/mm ²) | ≥23 | ≥27 | ≥31 | ≥23 | ≥27 | ≥31 | / | ≥22 | ≥32 | ≥38 | ≥41 | ≥44 | ≥22 | ≥32 | ≥38 | ≥44 |
| Rottura (kgf/mm ²) | 42-50 | 50-60 | 60-70 | 42-50 | 50-60 | 60-70 | / | ≥34 | ≥50 | ≥46 | ≥50 | ≥55 | ≥34 | ≥50 | ≥46 | ≥55 |
| Allungamento (%) | ≥20 | ≥16 | ≥14 | ≥20 | ≥16 | ≥14 | ≥12 | ≥24 | ≥23 | ≥14 | ≥14 | ≥12 | ≥24 | ≥23 | ≥14 | ≥12 |

Figura 11. Evoluzione temporale delle normative riguardanti la classificazione degli acciai da armatura.

| Sigla | Sez. quadrata [mm] | Tipo di barra | Sez.Eff. ⁽¹⁾ [mm ²] | Massa [kg/m] | Snervam. Fy [N/mm ²] | Rottura Ft [N/mm ²] | All. A ₅ [%] |
|-----------|-----------------------|---------------|---|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| F1 | 12x12 | a.m. | 111 | 0.871 | 443 | 653 | 21 |
| F2 | 26x26 | a.m. | 550 | 4.314 | 427 | 685 | 18 |
| F3 | 12x12 | a.m. | 115 | 0,903 | 450 | 648 | 20 |

Figura 12. Risultati prove eseguite sulle barre d'armatura prelevate.

4.0. L'indagine GEORADAR eseguita sulla sella Gerber

A completamento dell'indagine conoscitiva eseguita sul ponte oggetto di intervento, è stata effettuata una prova con GEORADAR sulla sella Gerber di valle. Si è ritenuto la prova di utilità in quanto non è stato possibile reperire alcun elaborato grafico in grado di chiarire l'effettivo quantitativo di armatura messo in opera. Tale prova è risultata di importanza ai fini del progetto di ripristino corticale delle due selle e della proposta di incamiciatura delle stesse, allo stato attuale gravemente ammalorate e caratterizzate in corrispondenza di talune sezioni da totale assenza di copriferro.

I risultati dell'indagine sono riportati in allegato alla presente relazione.



Figura 13. Particolare dello stato della sella Lato VALLE oltre dettaglio di totale assenza di COPRIFERRO.

Allegati:

Rapporto di prova n°4853 del 30.09.2021: prove di resistenza sul cls e carbonatazione (I campagna)

Rapporto di prova n°4852 del 30.09.21: prove di resistenza a trazione sulle barre di acciaio

Rapporto di prova n°2320 del 04.10.2021: indagine georadar e sondaggi

Rapporto di prova n°6241 del 02.12.2021: prove di resistenza sul cls e carbonatazione (II campagna)

I progettisti

Ing. Carlotta Sanesi

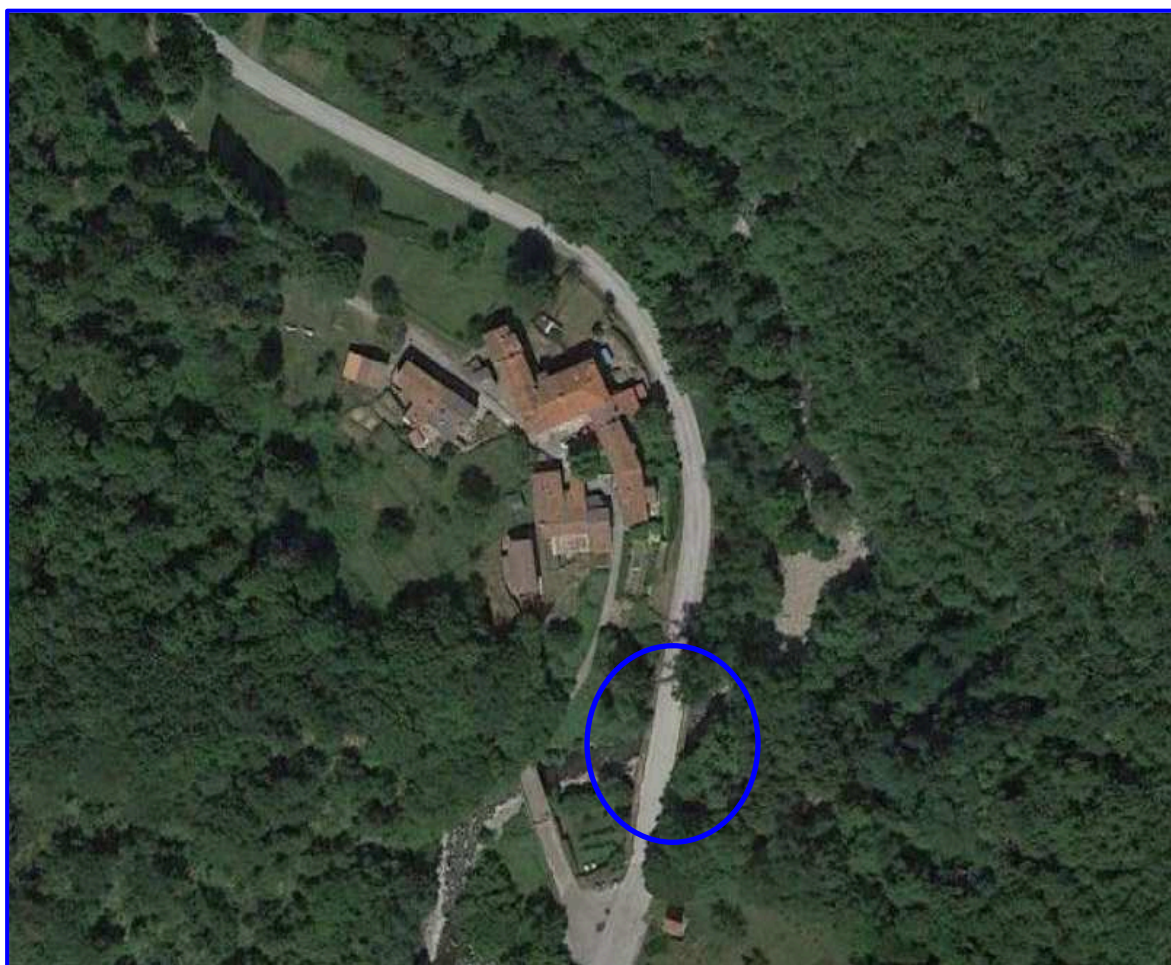
Ing. Federico Torri



CERTIFICATO N. 4853 DEL 30/09/2021

RIF. V.A. N. 1369/2281 DEL 28/07/2021

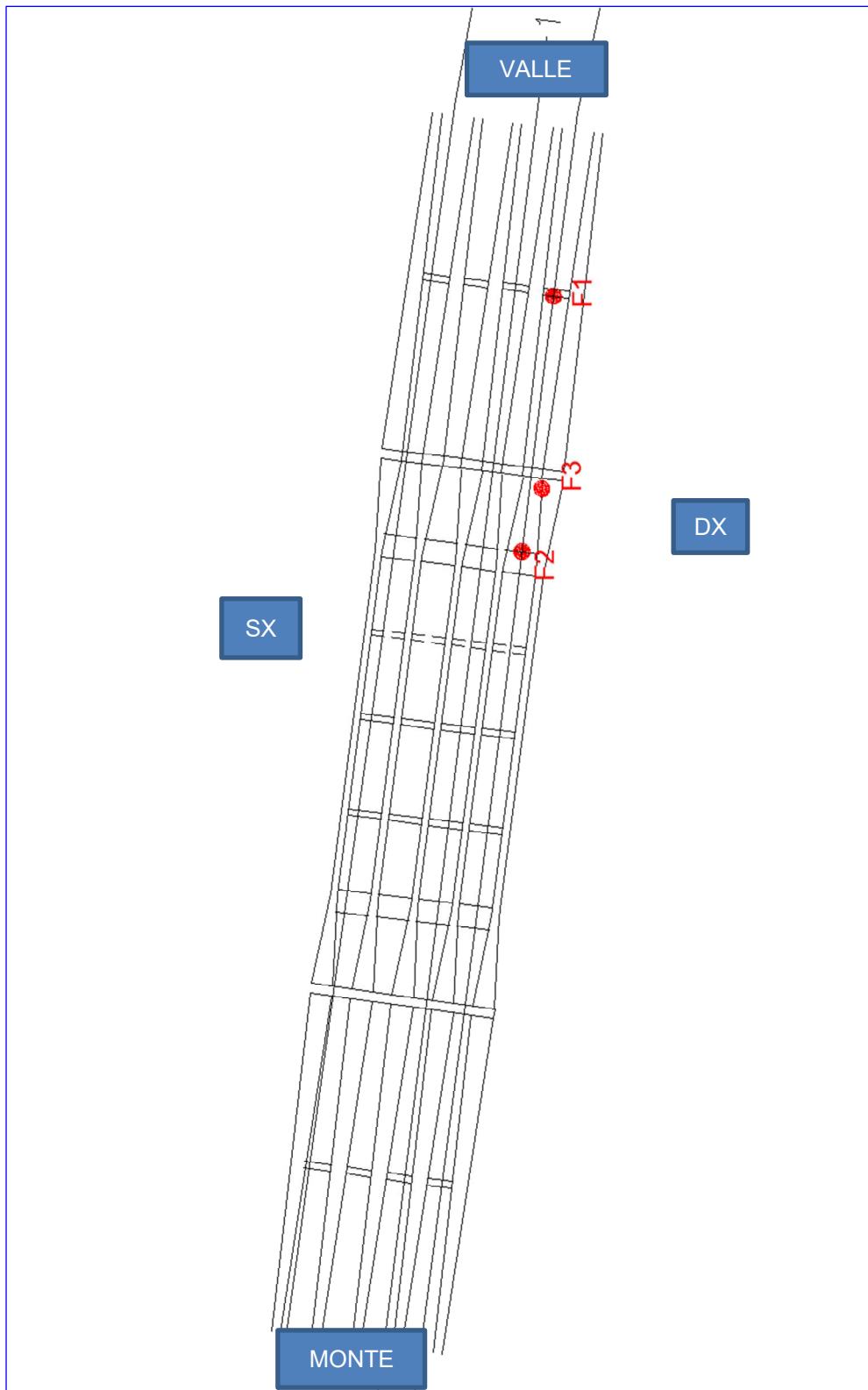
| | | |
|--|-------------------------------|---|
| d a t i d i c h i a r a t i | Committente: | DOTT. ING. FEDERICO TORRI Via R. Nuti, 25 – 59100 Prato (PO) |
| | Cantiere: | PONTE LIMENTA Loc. Acqua – Cantagallo (PO) |
| | Esperienze effettuate: | ESTRAZIONE DI N°3 BARRE D'ARMATURA IN ACCIAIO |
| | Giorno di prelievo: | 27/07/2021 |
| | Persone presenti al prelievo: | Dott. Ing. Federico Torri – Committente. |
| | Prelievo effettuato da: | Tecnico Laboratorio con Verbali di prelievo n. 12988 del 27/07/2021 |
| | Prove richieste: | TRAZIONE |
| | Data esecuzione prove: | 02/09/2021 |





1 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

A seguire si riporta la planimetria con indicazione dei prelievi di armatura.





2 - RISULTATI PROVE A TRAZIONE

| | |
|----------------------------|--|
| Strumentazione utilizzata: | Macchina Universale Metrocom ELTX 600 portata 600 kN |
| Data prova: | 09/08/2021 |
| Norma riferimento: | UNI EN ISO 15630-1:2019 / UNI EN ISO 6892-1:2020 |

| Sigla | Sez. quadrata [mm] | Tipo di barra | Sez.Eff. ⁽¹⁾ [mm ²] | Massa [kg/m] | Snervam. Fy [N/mm ²] | Rottura Ft [N/mm ²] | All. A ₅ [%] |
|-------|-----------------------|---------------|---|-----------------|--|---------------------------------------|-------------------------------|
| F1 | 12x12 | a.m. | 111 | 0.871 | 443 | 653 | 21 |
| F2 | 26x26 | a.m. | 550 | 4.314 | 427 | 685 | 18 |
| F3 | 12x12 | a.m. | 115 | 0,903 | 450 | 648 | 20 |

Nota 1) calcolata sulla barra liscia equipesante

Lo Sperimentatore del
Laboratorio
Geom. Enzo Ripellino

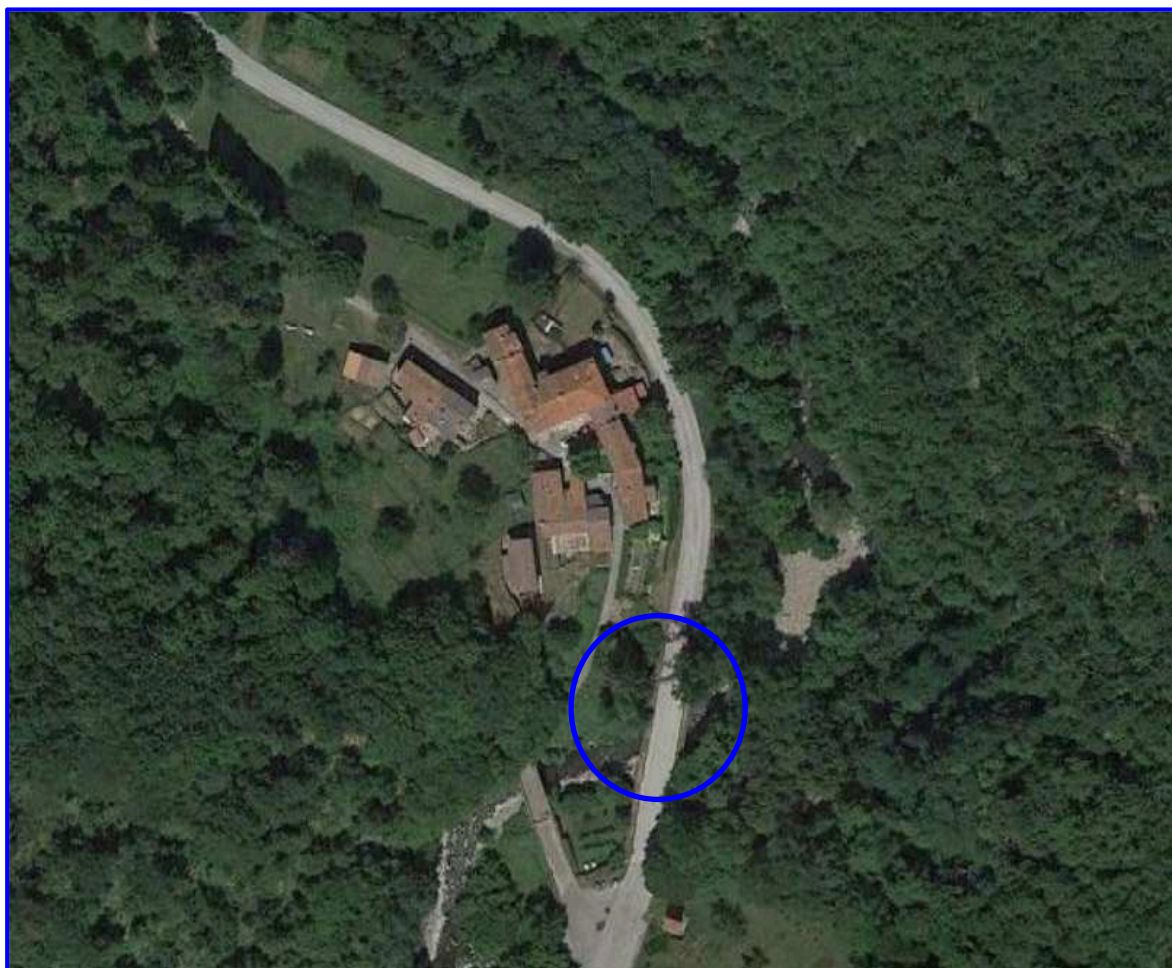
Il Direttore Responsabile del
Laboratorio
Dott. Ing. Simone Scalamandrè



CERTIFICATO N. 4852 DEL 30/09/2021

RIF. V.A. N. 1369/2281 DEL 28/07/2021

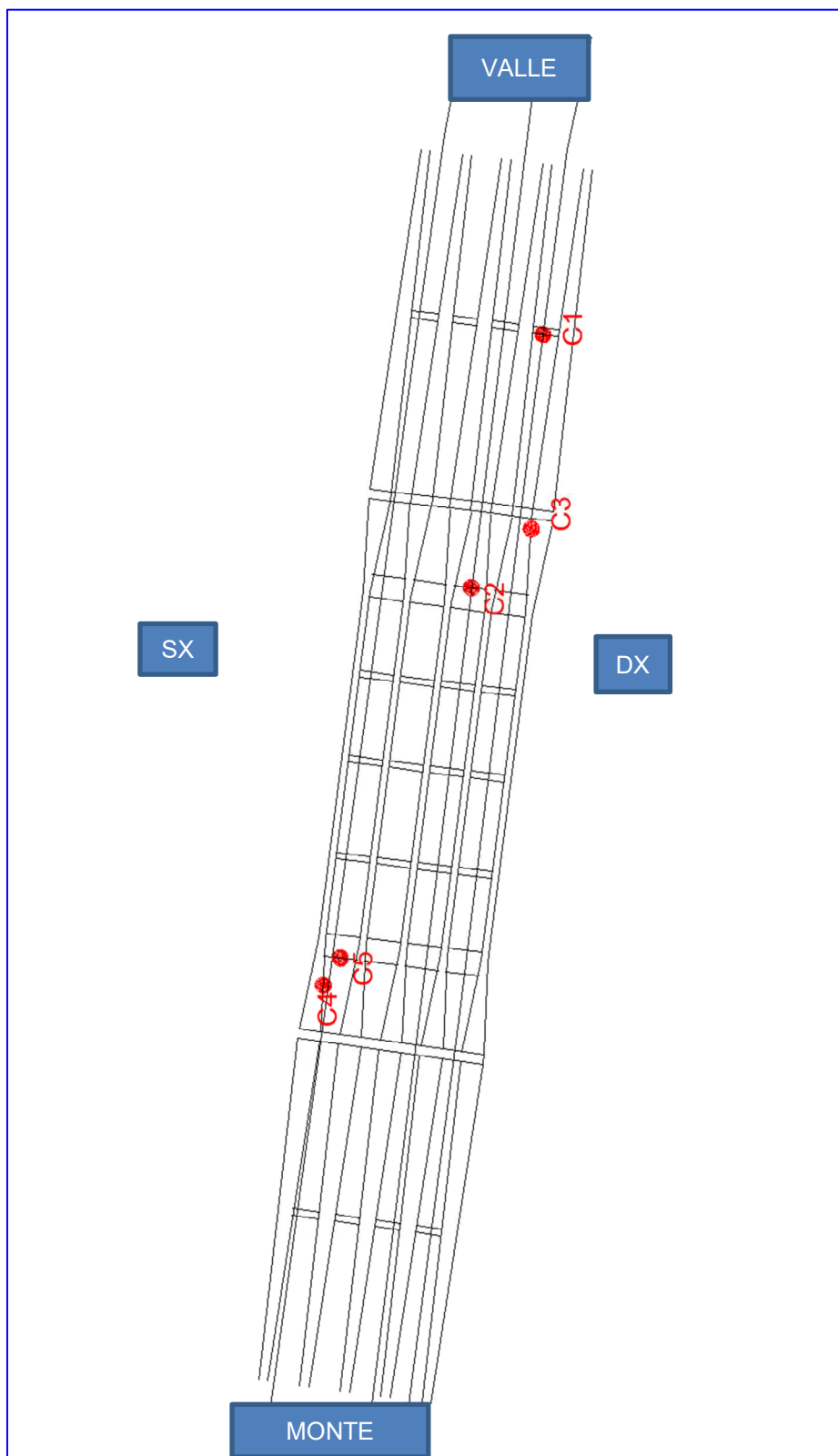
| | | |
|--|---|---|
| d a t i c h i a r a t i | Committente: | DOTT. ING. FEDERICO TORRI Via R. Nuti, 25 – 59100 Prato (PO) |
| | Cantiere: | PONTE LIMENTA Loc. Acqua – Cantagallo (PO) |
| | Esperienze effettuate: | ESTRAZIONE DI N.5 CAROTE SU STRUTTURE IN C.A CARBONATAZIONE |
| | Giorno di prelievo: | 27-28/07/2021 |
| | Prelievo effettuato da: | Tecnico Laboratorio con Verbali di prelievo n. 12988 del 27/07/2021, n. 12989 del 28/07/2021 |
| | Persone presenti al prelievo: | Dott. Ing. Federico Torri – Committente. |
| | Prove richieste: | CARBONATAZIONE COMPRESSIONE SU PROVINI H=Ø |
| Data esecuzione prove: | 27-28/07/2021 prove di carbonatazione 07/09/2021 prove di compressione | |





1 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

A seguire si riportano le planimetrie con ubicazione dei carotaggi.





2 - RISULTATI PROVA A COMPRESSIONE

| | |
|----------------------------|---|
| Strumentazione utilizzata: | FENOLFTALINA soluzione idroalcolica 1% neutralizzata; GALDABINI Mod. PMC/300 Matr. RC6A-31417. |
| Date prova: | 27-28/07/2021 carbonatazione; 07/09/2021 compressione. |
| Norma riferimento: | UNI EN 14630:2007 – UNI EN 12504-1:2019 – UNI EN 12390-3:2019 |
| Preparazione provini: | Cappatura con Malta bicomponente Hilti HIT – MM – PLUS |

| Sigla | Struttura di prelievo | Dimensioni Provino Ø H [mm] | H/Ø | Area provino [mm ²] | Massa Volumica [kg/m ³] | Profondità carbon. esterna [mm] | Carico Rottura [kN] | Carico unitario Rottura [N/mm ²] |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------|-----|------------------------------------|--|------------------------------------|------------------------|---|
| C1 | Traverso | 103.3 100.0 | 1,0 | 8381 | 2226 | 75 | 121.58 | 14.5 |
| C2 | Traverso | 79.2 82 | 1,0 | 4927 | 2173 | 75 | 73.20 | 14.9 |
| C3 | Trave | 79.2 80 | 1,0 | 4927 | 2266 | 60 | 87.41 | 17.7 |
| C4 | Trave | 79.2 82 | 1,0 | 4927 | 2235 | 40 | 130.64 | 26.5 |
| C5 | Traverso | 79.2 82 | 1,0 | 4927 | 2262 | 40 | 124.63 | 25.3 |



2.1 - Foto



C1



C2



C3



C4



C5

Lo Sperimentatore del
Laboratorio
Per. Ind. Marco Cavicchio

Il Direttore Responsabile del
Laboratorio
Dott. Ing. Simone Scalamandrè



RAPPORTO DI PROVA N. 2320 DEL 4/10/2021

RIF. V.A. N. 686/2282 DEL 28/07/2021

| | | |
|--|---------------------------|---|
| d i c h i a r a t i | Committente: | DOTT. ING. FEDERICO TORRI Via R. Nuti, 25 – 59100 Prato (PO) |
| | Cantiere: | PONTE LIMENTA Loc. Acqua – Cantagallo (PO) |
| | V.I.E.: | N.12988 del 27/07/2021 e N. 12989 del 28/07/2021 |
| | Esperienze effettuate: | INDAGINE GEORADAR E SAGGI STRUTTURALI |

Tecnico incaricato: dott. ing. F. Torri



Ponte Limenta – località L'Acqua, Comune di Cantagallo (PO)



INDICE

| | |
|---|----------|
| 1 - PREMESSA | 3 |
| 2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA..... | 4 |
| 3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI..... | 5 |
| 4 - INDAGINE GEORADAR | 6 |
| 5 - SAGGI STRUTTURALI..... | 9 |



1 - PREMESSA

I giorni 27 e 28 **luglio 2021** tecnici del Laboratorio Sigma hanno eseguito saggi strutturali con relativo rilievo delle posizioni e dimensioni delle barre di armatura e un'indagine georadar. In particolare l'indagine georadar è stata eseguita su una delle due selle gerber della campata centrale del ponte con lo scopo di rilevare la posizione delle armature senza ricorrere a saggi distruttivi.

Le prove sono state eseguite in conformità con quanto richiesto dal tecnico incaricato dott. ing. F. Torri.

Alle indagini ha assistito:

dott. ing. F. Torri

Tecnico incaricato

I tecnici del Laboratorio Sigma che hanno eseguito le indagini sono:

dott. ing. T. Bianchi

Sperimentatore

dott. ing. V. Campanella

Sperimentatore

Sig. A. Cavicchio

Aiuto sperimentatore



2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Indagine georadar

Georadar PROCEQ - Modello GPR Live GP8000.

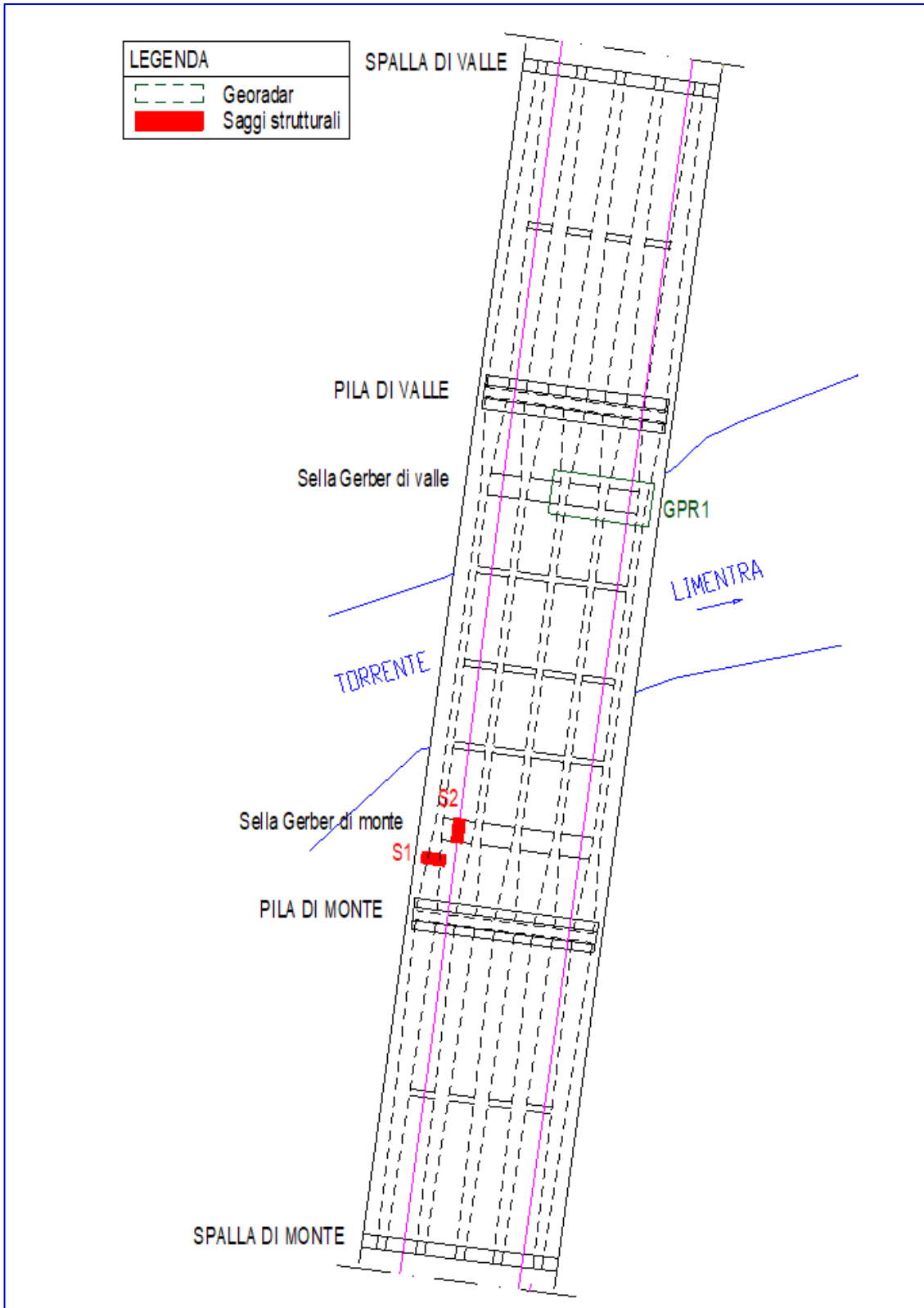
Campo di frequenza 0,8÷4,0 GHz. Campo di profondità massima nel calcestruzzo asciutto: 80,0 [cm].

Lo strumento è dotato di tecnologia SFCW (Stepped Frequency Continuous Wave) in grado di comprire un ampio spettro di frequenze. Lo strumento, grazie all'emissione di onde elettromagnetiche, permette di realizzare scansioni lineari e scansioni a griglia in grado di evidenziare la presenza e la posizione di materiali differenti fino ad una profondità di 80 cm.



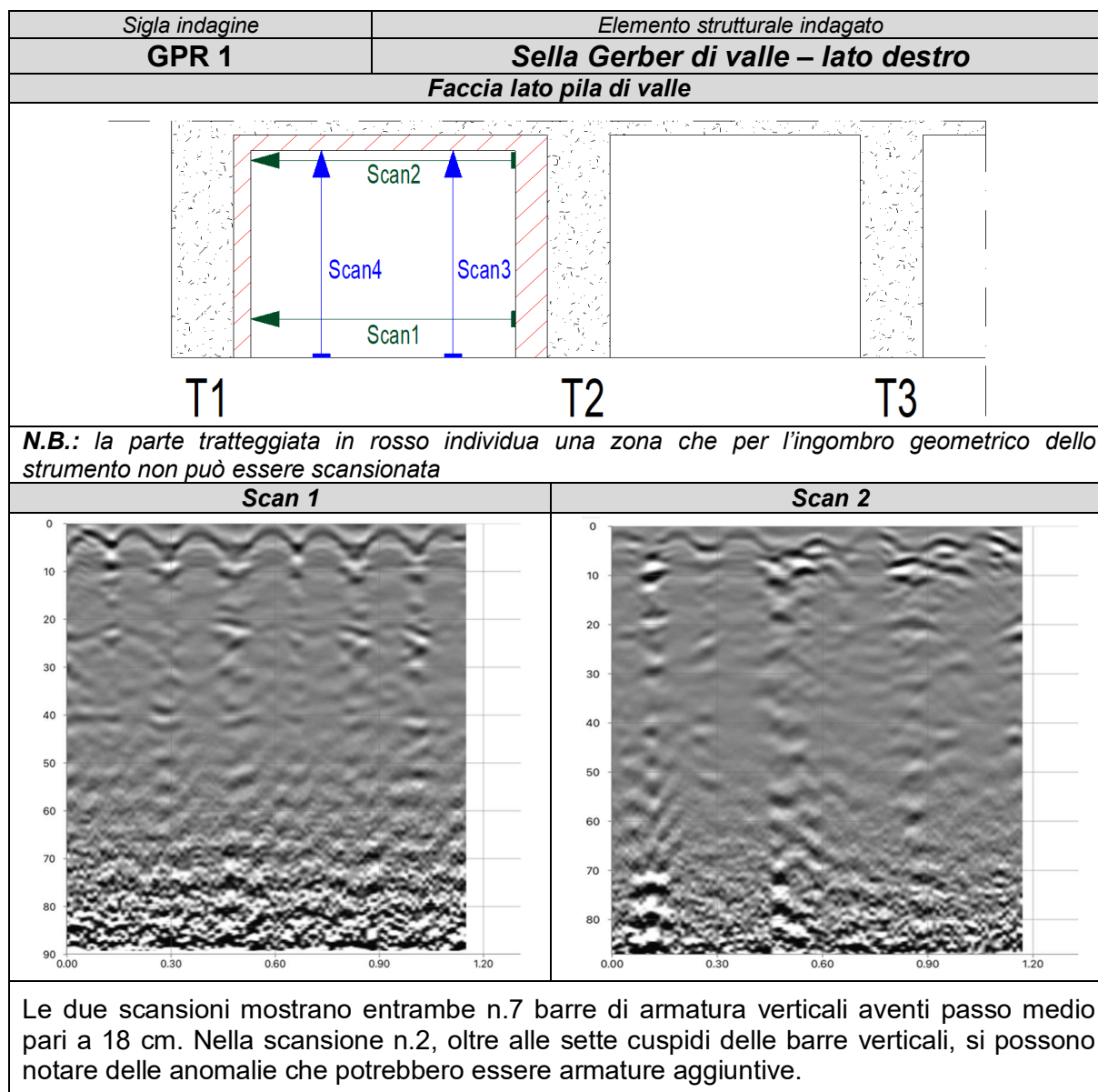


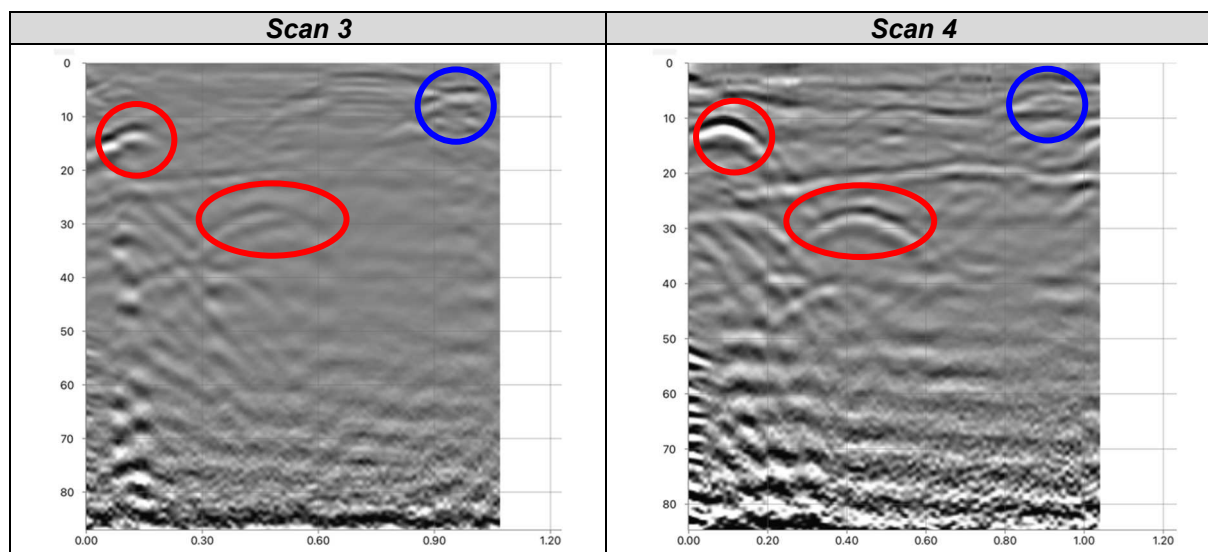
3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI





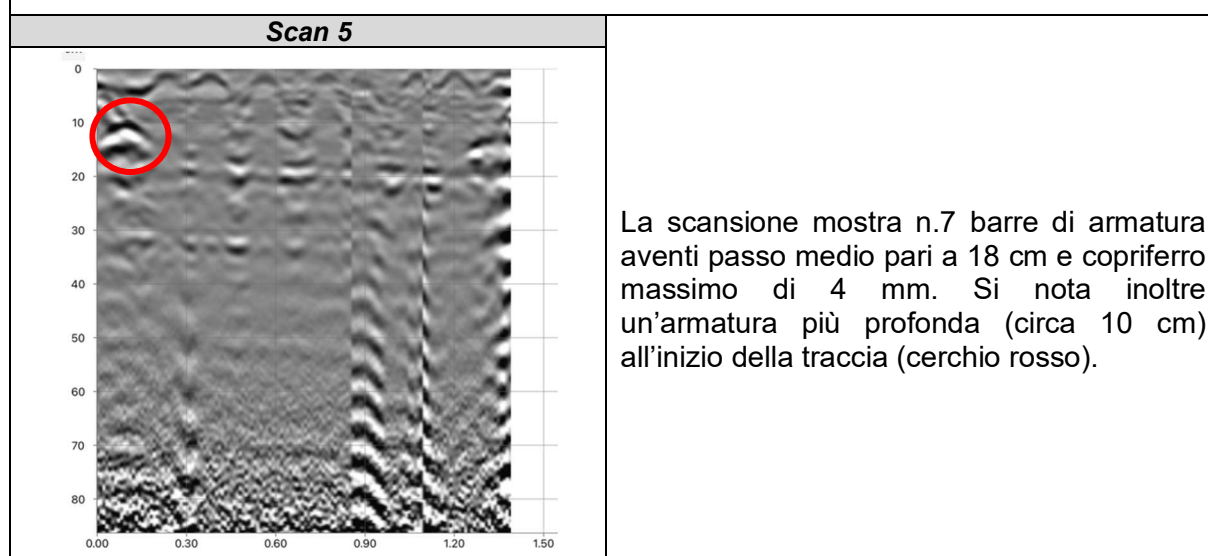
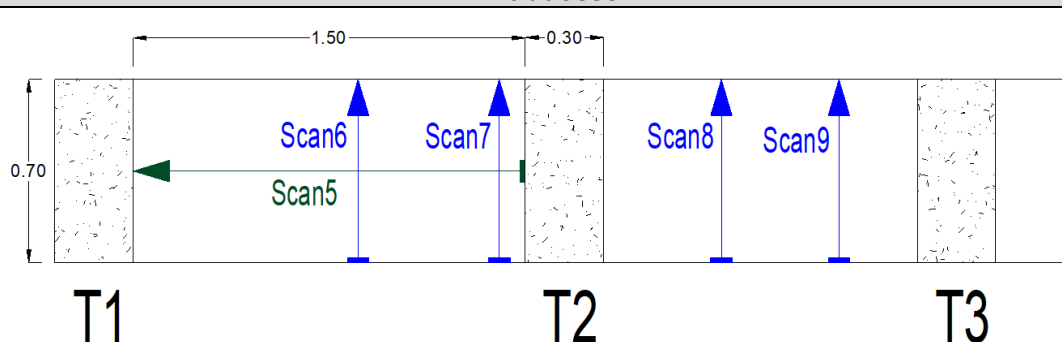
4 - INDAGINE GEORADAR



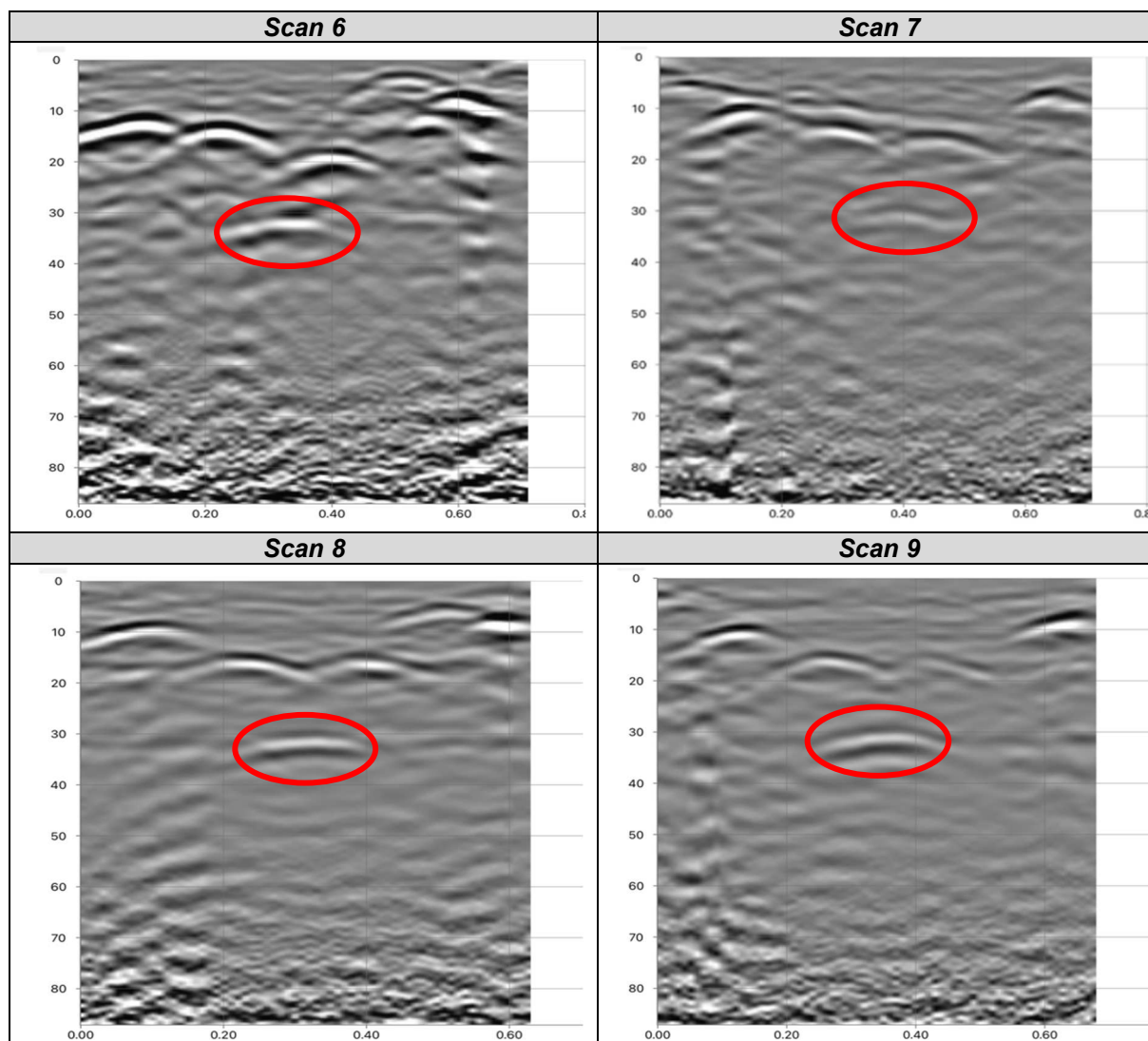


Le due scansioni mostrano entrambe la stessa posizione delle armature: due nella parte bassa (cerchi rossi) aventi rispettivamente copriferro 9 cm e 25 cm ed una nella parte alta del traverso (cerchio blu) avente copriferro 3 ÷ 4 cm.

Intradosso



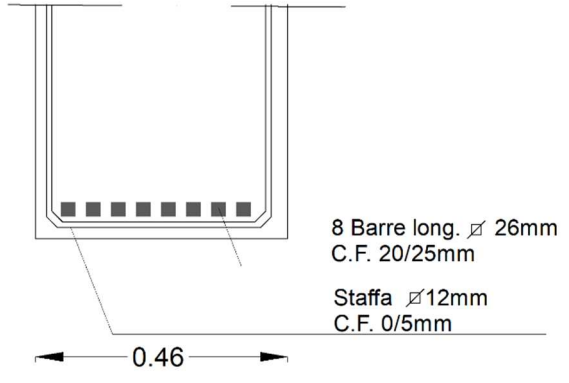

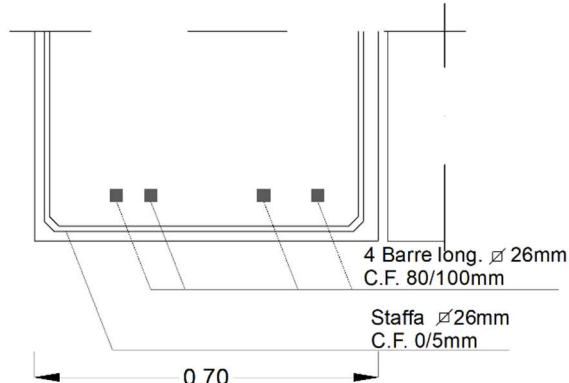

La scansione mostra n.7 barre di armatura aventi passo medio pari a 18 cm e copriferro massimo di 4 mm. Si nota inoltre un'armatura più profonda (circa 10 cm) all'inizio della traccia (cerchio rosso).



Le quattro scansioni mostrano un analogo posizionamento delle armature. Nel primo tratto di 40 cm si notano n.3 ferri a circa 10÷15 cm di profondità, mentre nei rimanenti 30 cm si vedono 1 o 2 ferri più superficiali a circa 4÷6 cm di profondità. Con il cerchio rosso è stata evidenziata una cuspidine a 30 cm di profondità che potrebbe indicare la presenza di un'altra armatura.



5 - SAGGI STRUTTURALI

| Sigla indagine | Elemento strutturale indagato |
|--|--|
| Saggio1 | Campata centrale – 1^a trave da lato sinistro |
| In prossimità della sella Gerber di monte | |
|  |  |
| Le due scansioni mostrano entrambe n.7 barre di armatura verticali aventi passo medio pari a 18 cm. Nella scansione n.2, oltre alle sette cuspidi delle barre verticali, si possono notare delle anomalie che potrebbero essere armature aggiuntive. | |
| Saggio2 | Campata centrale – Sella Gerber di monte |
| Fra 1^a e 2^a trave da lato sinistro | |
|  |  |
| Le due scansioni mostrano entrambe n.7 barre di armatura verticali aventi passo medio pari a 18 cm. Nella scansione n.2, oltre alle sette cuspidi delle barre verticali, si possono notare delle anomalie che potrebbero essere armature aggiuntive. | |

Lo Sperimentatore del
Laboratorio
Dott. Ing. Tommaso Bianchi

Il Direttore Responsabile del
Laboratorio
Dott. Ing. Simone Scalamandrè



CERTIFICATO N. 6241 DEL 02/12/2021

RIF. V.A. N. 2042/3318 DEL 04/11/2021

| | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|
| d a t i r a t i | Committente: | DOTT. ING. FEDERICO TORRI Via R. Nuti, 25 – 59100 Prato (PO) |
| | Cantiere: | PONTE LIMENTRA Loc. Acqua – Cantagallo (PO) |
| | Esperienze effettuate: | ESTRAZIONE DI N.9 CAROTE SU STRUTTURE IN C.A CARBONATAZIONE |
| | Giorno di prelievo: | 04/11/2021 |
| | Prelievo effettuato da: | Tecnico Laboratorio con Verbali di prelievo n. 14165 del 04/11/2021 |
| | Persone presenti al prelievo: | Dott. Ing. Federico Torri – Committente. |
| | Prove richieste: | CARBONATAZIONE COMPRESSIONE SU PROVINI H=Ø |
| | Data esecuzione prove: | 04/11/2021 prove di carbonatazione 12/11/2021 prove di compressione |

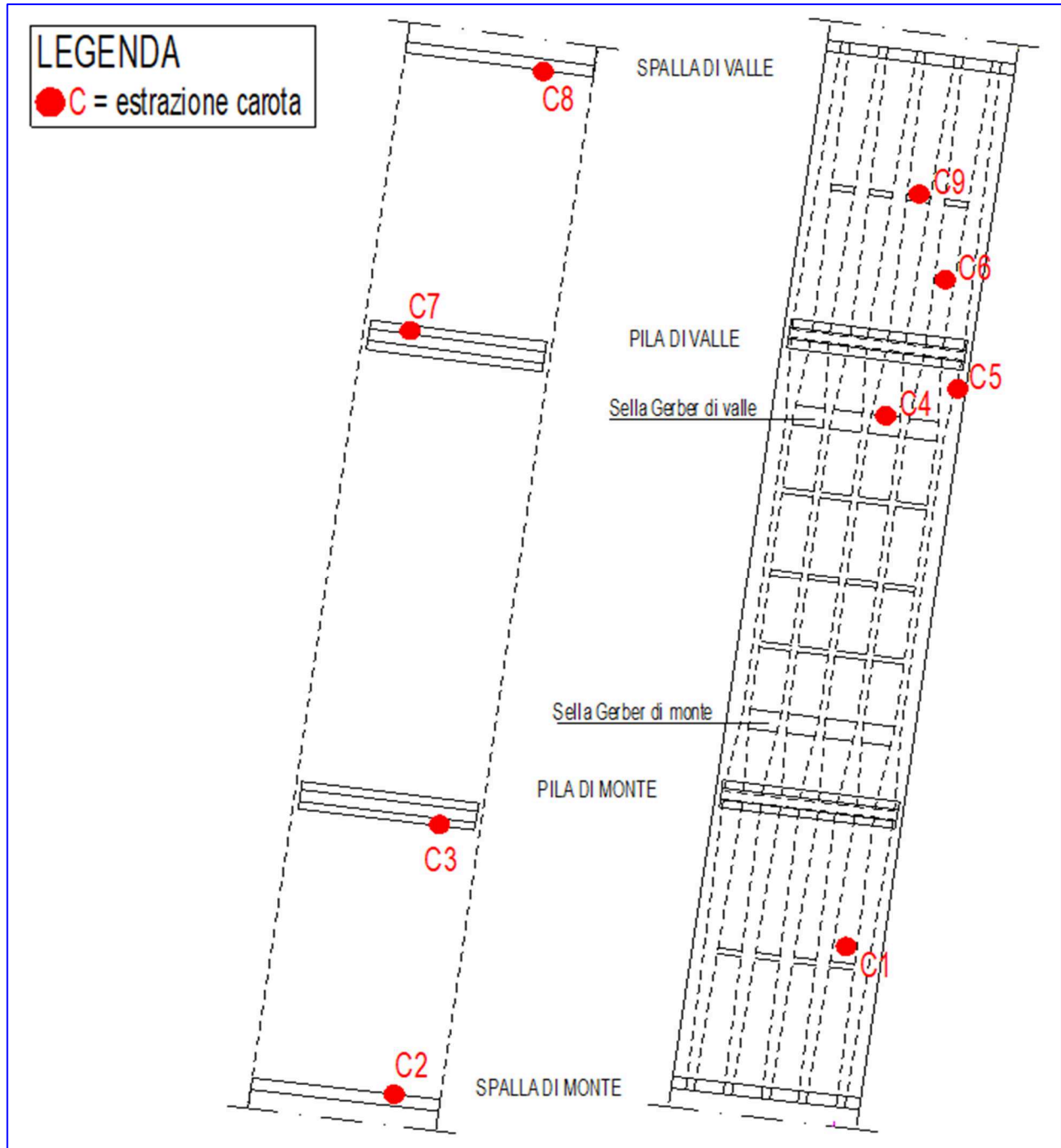


Ponte Limentra – località L'Acqua, Comune di Cantagallo (PO)



1 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

A seguire si riportano le planimetrie con ubicazione dei carotaggi.



Planimetrie generali di fondazioni e impalcati



2 - RISULTATI PROVA A COMPRESSIONE

| | |
|----------------------------|--|
| Strumentazione utilizzata: | FENOLFTALINA soluzione idroalcolica 1% neutralizzata; MATEST Matr.10R/742-1999. |
| Date prova: | 04/11/2021 carbonatazione 12/11/2021 compressione. |
| Norma riferimento: | UNI EN 14630:2007 – UNI EN 12504-1:2019 – UNI EN 12390-3:2019 |
| Preparazione provini: | Cappatura con Malta bicomponente Hilti HIT – MM – PLUS |

| Sigla | Struttura di prelievo | Dimensioni Provino Ø H [mm] | H/Ø | Area provino [mm ²] | Massa Volumica [kg/m ³] | Profondità carbon. esterna [mm] | Carico Rottura [kN] | Carico unitario Rottura [N/mm ²] |
|-----------|-----------------------|-----------------------------|-----|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|--|
| C1 | Soletta | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2348 | 40 | 136,6 | 27,7 |
| C2 | Spalla | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2319 | 45÷60 | 122,9 | 24,9 |
| C3 | Pila | 79,3 80,0 | 1,0 | 4939 | 2306 | 70÷90 | 129,6 | 26,2 |
| C4 | Trave | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2304 | 70 | 92,8 | 18,8 |
| C5 | Trave | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2291 | 45÷50 | 144,6 | 29,3 |
| C6 | Soletta | 79,3 80,0 | 1,0 | 4939 | 2346 | 50÷52 | 130,1 | 26,3 |
| C7 | Pila | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2268 | 90÷100 | 61,6 | 12,5 |
| C8 | Pila | 79,3 80,0 | 1,0 | 4939 | 2331 | 60÷65 | 128,6 | 26,0 |
| C9 | Traverso | 79,3 79,0 | 1,0 | 4939 | 2330 | 70÷80 | 103,6 | 21,0 |



2.1 - Foto



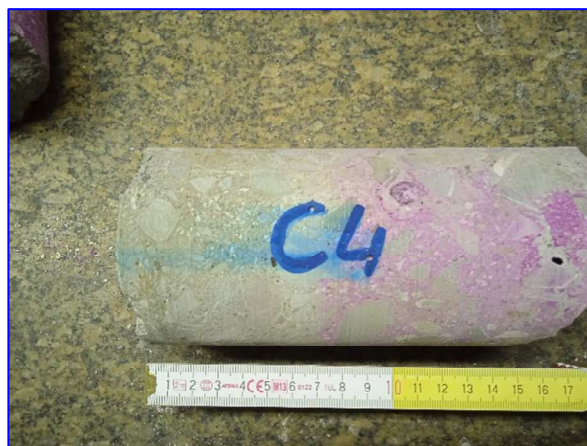
C1



C2



C3



C4



C5



C6



C7



C8



C9

Lo Sperimentatore del
Laboratorio
Geom. Enzo Ripellino

Il Direttore Responsabile del
Laboratorio
Dott. Ing. Simone Scalamandrè

Firmato da:

CARLOTTA SANESI

codice fiscale SNSCLT89E68G999Z

num.serie: 823276166377306904

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 28/01/2021 al 28/01/2024

FEDERICO TORRI

codice fiscale TRRFRC90D07G999A

num.serie: 3285044871664221314

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 13/05/2020 al 13/05/2023