



Studio Tecnico Associato Piotti  
Via John Fitzgerald Kennedy 22/A  
25060 Tavernole sul Mella (Brescia) - Italia  
T. | +39-030-920 233  
F. | +39-030-920 364  
E. | [studiopiotti@studiopiotti.it](mailto:studiopiotti@studiopiotti.it)  
[www.studiopiotti.it](http://www.studiopiotti.it)



PROVINCIA DI BRESCIA  
AREA TECNICA E DELL'AMBIENTE  
SETTORE DELLE STRADE E TRASPORTI

## **PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE  
ESISTENTE SULLA SPBS 510quinquies SEBINA ORIENTALE  
"Raccordo SPBS11 TS" - KM 2+146 in Comune di CASTEGNATO  
per conto AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI BRESCIA -  
Area del territorio Settore Strade e Trasporti**

1

### **Allegato n. 3 RELAZIONI SULLE INDAGINI STRUTTURALI**

Tavernole s/M, 05 agosto 2022

Dott. Ing. Carlo Piotti



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

**Settore sperimentale di laboratorio:**  
**Sezione:**

**Ingegneria Sperimentale**  
• **Collaudi ed Analisi delle Strutture**

**Identificazione del Cliente:**

**Provincia di Brescia**

**- Rif. Lavori:**

Ponte sulla SPBS 510quiquies SEBINA  
ORIENTALE "Raccordo SPBS11 TS"  
Manutenzione straordinaria del ponte km 2+146 in  
Comune di Castegnato (BS)

**- Data intervento:**

Dal 16/12/2021 al 17/12/2021

**Richiesta del Cliente:**

**- Descrizione:**

**Provincia di Brescia**  
**Indagini sui materiali per progettazione  
esecutiva della manutenzione straordinaria del  
ponte sulla SPBS 510quiquies SEBINA  
ORIENTALE "Raccordo SPBS11 TS" - km  
2+146 in comune di Castegnato – CIG derivato  
Z2034675FB. Rilievo pacometrico/GeoRadar.  
Prelievo e prove di compressione su carote di  
calcestruzzo. Misura di profondità di  
carbonatazione. Stima resistenza a compressione  
su calcestruzzo con indice sclerometrico. Prova di  
estrazione pull out. Misure di potenziale  
elettrochimico.**

**- Norma di riferimento:**

BS 1881-2004, UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-  
1/4, UNI 9944:92, UNI EN 15630-1, ASTM E110,  
UNI 12504-2, UNI EN 10174-1993.

**Identificazione documento:**

**Data di emissione:**

**Foglio:**

**RAPPORTO DI PROVA N°R/22PC/001**

03/01/2022

1/52

**Accettazione:**

N° A/768/03/2021 del 17/12/2021

**Parte I**

**Parte II**

**Parte generale**

**Risultati delle prove**

00	03/01/2022	R/22PC/001	Nome	Nome	Nome
		Prelievi e indagini in sito su opere	Ing. S. Caputo	Dott. M. Maugeri	Dott. M. Galli
Rev	DATA	RAPPORTO DI PROVA M17 ISO	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



**C.G.G. S.r.l.** con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
**Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,**  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/001  
Data di emissione: 03/01/2022

Foglio 2/52

## SOMMARIO

### PARTE I - PARTE GENERALE

<b>1.0 Premessa</b>	pag.3
<b>2.0 Esecuzione dei controlli non distruttivi e prelievo dei campioni</b>	pag.4
<b>3.0 Descrizione e modalità di esecuzione delle prove</b>	pag.5
3.1 Prelievo di campioni di calcestruzzo indurito mediante carotatrice elettrica a corona diamantata (UNI EN 12504-1)	
3.2 Determinazione della resistenza a compressione (UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-3)	
3.3 Determinazione della profondità di carbonatazione (UNI 9944)	
3.4 Determinazione delle caratteristiche di durezza superficiale del calcestruzzo mediante prova di rimbalzo con sclerometro (UNI EN 12504-2)	pag.6
3.5 Indagine Pacometrica	
3.6 Prova di estrazione pull out	
3.7 Misura del potenziale di corrosione (UNI EN 10174:1993)	pag.7

## 1.0 Premessa

Dal 16/12/2021 al 17/12/2021 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito prelievi di calcestruzzo indurito, prove di estrazione sul cls (pull out) e controlli non distruttivi su elementi strutturali costituenti il Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" al km 2+146 in Comune di Castegnato (BS).

Il piano di indagine eseguito è finalizzato alla progettazione esecutiva della manutenzione straordinaria per la suddetta opera.

L'opera si presenta suddivisa in tre campate, con due spalle denominate A e D e due pile denominate B e C.

In Fig.1 è mostrato un prospetto del ponte in oggetto, estratto da Google Maps – Street view, in cui sono evidenziate le spalle e le pile. Gli elementi strutturali sono nominati partendo dal Nord.

In Fig.2 è evidenziata la posizione dell'opera oggetto di indagine, da immagine satellitare.



Fig.1: prospetto longitudinale.

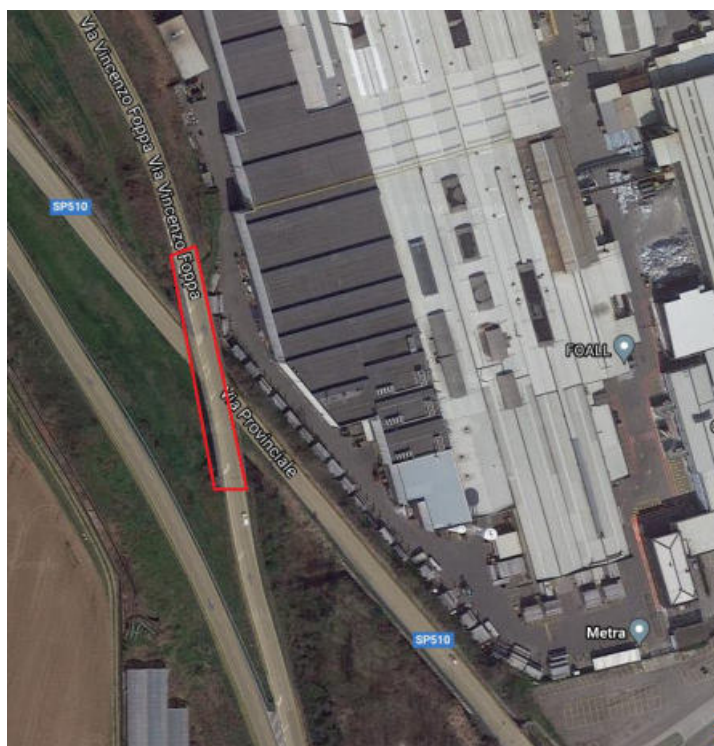


Fig.2: immagine satellitare con evidenziata la posizione dell'opera oggetto di indagini.



Le travi sono state numerate avendo alle spalle il Nord e partendo da destra.

## 2.0 Esecuzione dei controlli non distruttivi e prelievo dei campioni

I prelievi e i controlli non distruttivi sono stati eseguiti su:

Plinto:

È stato possibile indagare il plinto della pila C, su cui sono stati eseguiti:

- Rilievo pacometrico tramite Georadar;
- Prelievo di un campione di calcestruzzo indurito tramite carotaggio, con successiva misura della profondità di carbonatazione;
- Nr. 4 misure dell'indice sclerometrico, consistenti di nr.10 battute ciascuna (in accordo con quanto prescritto in UNI EN 12504-2).

Pile:

Sulle pile B e C sono stati eseguiti:

- prelievi di campioni di calcestruzzo indurito tramite carotaggio, uno per ciascuna pila, e successiva misura della profondità di carbonatazione;
- misura dell'indice sclerometrico, 4 misure per pila B e 2 per pila C, ogni misura consta di nr.10 battute (in accordo con quanto prescritto in UNI EN 12504-2);
- misura del potenziale di corrosione per entrambe le pile;
- rilievo pacometrico tramite GeoRadar.

Spalle:

Sulle spalle A e D sono stati eseguiti:

- prelievi di campioni di calcestruzzo indurito tramite carotaggio, uno per ciascuna spalla, e successiva misura della profondità di carbonatazione;
- misura del potenziale di corrosione per entrambe le spalle;
- misura dell'indice sclerometrico, 2 misure per ciascuna spalla, ogni misura consta di nr.10 battute (in accordo con quanto prescritto in UNI EN 12504-2);
- rilievo pacometrico tramite GeoRadar.

Travi:

Sulle travi sono stati eseguiti:

- misura dell'indice sclerometrico, 2 misure sull'anima della trave 4 campata BC, 2 misure sull'anima della trave 8 campata AB e 2 misure sull'intradosso della trave 1 campata BC. Ogni misura consta di nr.10 battute (in accordo con quanto prescritto in UNI EN 12504-2);
- rilievo pacometrico tramite GeoRadar;
- la misura del potenziale di corrosione, in accordo alla norma UNI 10174-1993, non è eseguibile sulla tipologia di acciaio che costituisce i trefoli di precompressione nelle travi.

Selle Gerber:

Sulle selle Gerber sono stati eseguiti:

- prelievi di campioni di calcestruzzo indurito tramite carotaggio, due per ciascuna sella Gerber, e successiva misura della profondità di carbonatazione;
- rilievo pacometrico tramite GeoRadar;
- prova di estrazione Pull Out, due sulla sella Gerber della pila C e una su quella della pila B;
- misura del potenziale di corrosione per entrambe le selle Gerber;
- misura dell'indice sclerometrico, 6 misure per ciascuna sella Gerber, ogni misura consta di nr.10 battute (in accordo con quanto prescritto in UNI EN 12504-2);





Su tutte le strutture è stata eseguita una indagine pacometrica al fine di verificare la presenza dei ferri di armatura in fase di carotaggio e determinare il passo della maglia di acciaio presente nelle strutture.

### 3.0 Descrizione e modalità di esecuzione delle prove

#### 3.1 Prelievo di campioni di calcestruzzo indurito mediante carotatrice elettrica a corona diamantata (UNI EN 12504-1)

La scelta del diametro della corona dipende dal diametro massimo dell'aggregato. All'arrivo in laboratorio segue l'esame visivo, il rilievo di ferri d'armatura se presente, di vespai e di eventuali anomalie (documentazione fotografica).

#### 3.2 Determinazione della resistenza a compressione (UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-3)

La prova di compressione viene eseguita su provini aventi rapporto altezza/diametro di 1:1 ricavati dalla carota mediante taglio e rettifica. Nell'esecuzione della prova si impone alla pressa un gradiente di carico di 0,5 MPa/s, si registra il carico di rottura e si rileva la modalità di rottura. Attraverso espressioni reperibili in letteratura (ad esempio dalla Concrete Society inglese), che tengono conto della direzione del carotaggio e delle dimensioni del singolo provino, si risale alla resistenza cubica del calcestruzzo nella struttura.

$$R_{cubs} = 1,1 \cdot R_{\lambda} \cdot \frac{D}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$

dove:

- $R_{cubs}$  è la resistenza cubica del calcestruzzo nella struttura;
- $R_{\lambda}$  è il valore della resistenza a compressione del calcestruzzo misurato sperimentalmente con carote aventi rapporto altezza/diametro pari a  $\lambda$ ;
- $D$  è una costante con valore di 2,5 per carotaggio orizzontale e 2,3 per carotaggio verticale;
- 1,1 è un coefficiente maggiorativo che tiene conto del disturbo indotto dal carotaggio.

#### 3.3 Determinazione della profondità di carbonatazione (UNI 9944)

La prova si esegue sulle carote prelevate e consiste nel misurare il pH del calcestruzzo attraverso un metodo colorimetrico utilizzando come indicatore la fenolftaleina. La conoscenza del pH del calcestruzzo è una informazione di fondamentale importanza in relazione alla corrosione delle barre d'armatura: se il pH è maggiore di 13, infatti, esse si trovano in uno stato di passività e la loro corrosione non avviene. Considerando che nella reazione di idratazione del cemento portland si libera idrato di calcio, il pH "fisiologico" del calcestruzzo è proprio maggiore di 13, e quindi le barre di acciaio in un manufatto in calcestruzzo dovrebbero essere protette dalla corrosione atmosferica (anche se non si usa acciaio inox). La penetrazione di Anidride carbonica nel calcestruzzo causa però la trasformazione dell'idrato di calcio in carbonato di calcio e l'abbassamento del valore di pH sotto 13: in tal caso le barre d'armatura non sono più protette dalla corrosione.

Spruzzando una soluzione alcolica all'1 % di fenolftaleina su una porzione di carota si riesce a tracciare la linea di demarcazione tra la zona con pH maggiore di 13 (zona colorata) e la zona con pH minore di 13 (zona carbonatata incolore). In tal modo si può misurare di quanto la carbonatazione è avanzata nel manufatto a partire dalla superficie durante la sua storia, cioè la "profondità di carbonatazione".



La profondità di carbonatazione "p" è correlata all'età della struttura da una relazione del tipo  $p = k\sqrt{t}$  dove t è l'età della struttura; nota t, e conoscendo l'età della struttura, dai dati sperimentali ("p") si può calcolare k e quindi prevedere quando il fronte di carbonatazione arriverà ad interessare la zona adiacente le barre d'armatura o quantomeno prevedere dove arriverà la carbonatazione tra 35 o 50 anni.

### **3.4 Determinazione delle caratteristiche di durezza superficiale del calcestruzzo mediante prova di rimbalzo con sclerometro (UNI EN 12504-2)**

La prova viene eseguita mediante uno sclerometro, uno strumento che produce l'urto di una massa nota sulla superficie del calcestruzzo e ne misura l'altezza di rimbalzo: tale massa, infatti, rimbalzando trasporta un indice su una scala graduata. Si tratta di una prova puntuale, che è quindi necessario ripetere almeno 9 volte su una stessa zona per avere una misura attendibile.

Il risultato della prova è adimensionale ed è denominato Indice di rimbalzo "I";

Tale indice è correlabile alla resistenza del calcestruzzo attraverso un diagramma fornito in dotazione con lo strumento, ma tale correlazione è fortemente influenzata da diversi fattori. Tra questi, il principale è l'umidità del calcestruzzo: per calcestruzzi umidi a parità di indice di rimbalzo corrispondono resistenze più elevate.

### **3.5 Indagine pacometrica**

Questa tecnica consente di individuare materiali ferromagnetici nascosti nella muratura mediante il principio dell'induzione magnetica: se un conduttore elettrico si muove attraverso un campo magnetico, alle estremità del conduttore si genera una differenza di potenziale. Un magnetometro si compone di una sonda che viene messa in movimento sulla superficie della struttura da indagare; essa consiste in una bobina attraversata da una corrente alternata di frequenza costante che genera un campo magnetico alternato. Gli oggetti metallici, incassati nella struttura da indagare che si trovano nell'area di influenza del campo magnetico, alterano la differenza di potenziale all'estremità della bobina per quanto sopra detto: tale variazione viene segnalata su una scala. L'alterazione dipende dallo spessore dell'oggetto metallico e da quello del materiale coprente.

### **3.6 Prova di estrazione pull out**

Nelle strutture in calcestruzzo armato la stima della resistenza a compressione in sito può essere effettuata tramite l'estrazione di tasselli post-inseriti. Il metodo di prova Pull-out nasce dalla necessità di stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera riducendo al minimo le indagini distruttive. La standardizzazione del tassello ha eliminato le incertezze sui dati ed ha reso la prova maggiormente affidabile, soprattutto in termini di ripetibilità e riproducibilità. La normativa di riferimento per la prova di estrazione è la UNI EN 12504-3:2005 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Parte 3: Determinazione della forza di estrazione" che viene citata anche all'interno delle NTC 2018.

La prova consiste nella misura della forza necessaria ad estrarre un tassello "pre-inglobato" o un tassello "post-inserito" nel calcestruzzo indurito. Il metodo è basato sulla misura della forza necessaria ad estrarre dal calcestruzzo un inserto standard. Gli inserti possono essere installati nel calcestruzzo al momento del getto (pre-inglobato), predisponendoli nelle casseforme, o inseriti in fori effettuati nel calcestruzzo indurito (post-inserito).

Per la ricerca della resistenza a compressione su strutture in calcestruzzo recenti viene comunemente utilizzato il metodo del tassello post-inserito.



Per estrarre il tassello è necessario esercitare una forza, attraverso un martinetto idraulico, contro un anello di contrasto che andrà a contatto direttamente con la superficie in calcestruzzo. Il tassello è costituito da un disco a testa circolare di 25 mm ed uno stelo.

Per i tasselli post-inseriti, la dimensione della testa, pari a 25 mm, è ottenuta solo a seguito dell'espansione geometrica controllata.

Il sistema di carico dovrà essere concentrico con l'anello di contrasto in modo da applicare un carico ortogonale alla superficie di prova.

Il primo step consiste nella preparazione della superficie di prova e riveste un ruolo di notevole importanza per l'affidabilità dei risultati ottenuti.

Inizialmente, infatti, va prevista un'indagine magnetometrica per l'individuazione delle barre d'armatura. Poi si procede con la definizione dei punti di estrazione, che vanno distanziati di 20 cm tra loro, di 10 cm dal bordo dell'elemento e lontani dalle barre di armatura per almeno una distanza pari al diametro della barra stessa.

I punti di estrazione non devono coincidere con zone in cui si possono notare aggregati affioranti.

Una volta individuato il punto di estrazione si procede con:

L'esecuzione di un foro con tassellatore.

La fase di alesaggio attraverso fresa con una punta tale da creare il perfetto alloggiamento per il tassello standard. Anche questa operazione va necessariamente eseguita ortogonalmente superficie di prova.

Evacuazione di tutti i residui polverosi dal foro per garantire la completa espansione del tassello standard.

Avvitamento dello stelo estrattore del martinetto oleodinamico al tassello.

Posizionamento, fissaggio, centratura del martinetto e collegamento dello stesso con la pompa mediante tubo idraulico ad alta pressione.

Applicazione del carico attraverso la pompa e rilievo della forza di estrazione misurata al manometro. Durante l'applicazione del carico è necessario mantenere un gradiente di carico costante e pari a  $0,5 \pm 0,2$  kN/s, fino alla frattura e prelievo di un frammento troncoconico di calcestruzzo.

### 3.7 Misura del potenziale di corrosione (UNI EN 10174:1993)

Tale metodo consiste nella determinazione della tensione esistente tra gli elettrodi di una pila costituita dall'interfaccia armatura/calcestruzzo e da un elettrodo di riferimento appoggiato sulla superficie del calcestruzzo. Come elettrodo di riferimento è stato utilizzato l'elettrodo a Rame/Solfato di Rame saturo ( $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  saturo). Le misure sono state effettuate ponendo l'elettrodo di riferimento in zone diverse della superficie della struttura secondo un reticolo di opportuna spaziatura. Lo schema del collegamento elettrico è riportato in Fig.3. La connessione con le armature è stata effettuata in punti in cui l'armatura si presenta prova di corrosione, ragione per cui è stata eseguita una limitata rimozione del copriferro.

Il metodo esposto in precedenza si basa sul fatto che ad ogni condizione di corrosione (di immunità, di corrosione generalizzata o localizzata) corrisponde una variabilità del potenziale entro intervalli tipici. Questi cambiano da un materiale all'altro e così i valori che individuano una certa condizione di corrosione nel caso di un materiale non hanno lo stesso significato nel caso di un altro materiale metallico o in presenza di un rivestimento metallico (Fig.4).



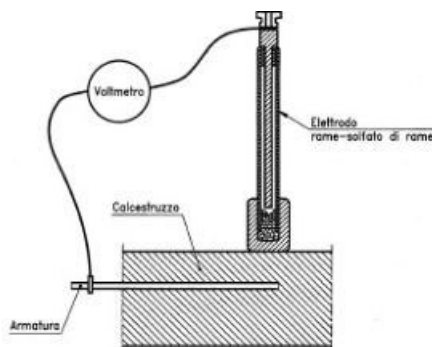


Fig.3: Schema per le misure di potenziale delle armature nel calcestruzzo.

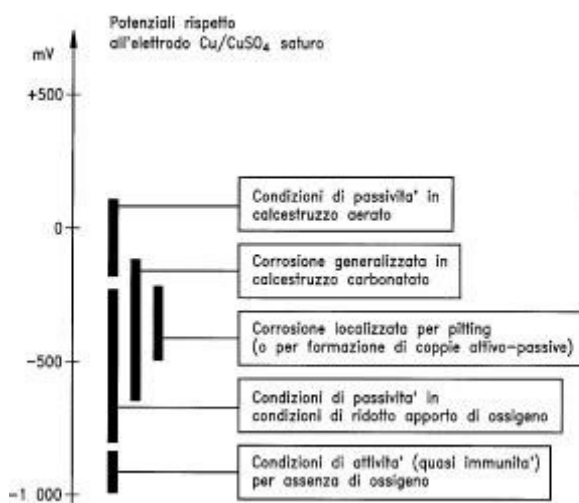


Fig.4: Valori del potenziale assunto da armature di acciaio al carbonio in relazione alle condizioni di corrosione.



**C.G.G. S.r.l.** con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
**Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,**  
**terre e rocce, in sito ed in laboratorio**

Rapporto di Prova R/22PC/001  
Data di emissione: 03/01/2022

Foglio 9/52

## SOMMARIO

### PARTE II – RISULTATI DELLE PROVE

#### ANALISI RISULTATI PROVE - CALCESTRUZZO

Determinazione della resistenza a compressione su carote pag.10

Determinazione della resistenza del calcestruzzo in opera tramite indice sclerometrico pag.11

Determinazione della profondità di carbonatazione pag.20

INDAGINI PACOMETRICHE pag.21

PROVA DI ESTRAZIONE PULL OUT pag.40

DETERMINAZIONE DEL POTENZIALE DI CORROSIONE DEI FERRI DI ARMATURA pag.42



## ANALISI RISULTATI PROVE – CALCESTRUZZO

### DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE SU CAROTE

#### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: Selle Gerber, plinto, spalle, pile

**Metodo di prova:** UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-3

**Preparazione dei campioni:** Le carote sono state tagliate mediante sega a disco diamantato e rettificate.

**Data di prova:** 27/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** Pressa Controls MCC8  
Conf. Metrologica: 13/09/2021

### RISULTATI DELLE PROVE

Sigla provino	Posizione Prelievo	Massa	Diametro della carota D	Altezza della carota H	Sezione S	Volume V	Rapporto altezza diametro $\lambda$
		[g]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	
SGB-1	sella Gerber pila B - carota 1	240	50	50	1963,5	98174,8	1
SGB-2	sella Gerber pila B - carota 2	245	50	50	1963,5	98174,8	1
SGC-1	sella Gerber pila C - carota 1	229	50	50	1963,5	98174,8	1
SGC-2	sella Gerber pila C - carota 2	227	50	50	1963,5	98174,8	1
plinto pila C	plinto pila C	235	50	50	1963,5	98174,8	1
spalla A	spalla A	230	50	50	1963,5	98174,8	1
pila B	pila B	239	50	50	1963,5	98174,8	1
pila C	pila C	227	50	50	1963,5	98174,8	1
spalla D	spalla D	237	50	50	1963,5	98174,8	1

Sigla provino	massa volumica	Carico di rottura	Resistenza unitaria del provino $f_{\lambda}$
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[KN]	[MPa]
SGB-1	2444,6	70,3	35,8
SGB-2	2495,5	74,6	38,0
SGC-1	2332,6	55	28,0
SGC-2	2312,2	48,4	24,6
plinto pila C	2393,7	32,3	16,5
spalla A	2342,8	56,3	28,7
pila B	2434,4	42,7	21,7
pila C	2312,2	21,7	11,1
spalla D	2414,1	59,9	30,5

## DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA TRAMITE INDICE SCLEROMETRICO

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146

Parte d'opera: Selle Gerber, plinto pila C, spalle, pile

Metodo di prova: UNI EN 12504-2; UNI EN 583-1:2004

Preparazione dei campioni: lisciatura delle superfici per mezzo di pietra abrasiva per eliminare asperità durante la prova con sclerometro

Data di prova: 16-17/12/2021

Attrezzatura di Prova: Sclerometro Controls

### RISULTATI DELLE PROVE

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>pila C</b>												[MPa]
plinto	28	29	32	35	35	34	25	28	30	32	30,8	24,9
plinto	31	33	32	34	35	35	38	28	32	36	33,4	29,5
plinto	37	41	36	39	35	40	37	27	25	31	34,8	32,0
plinto	27	36	36	37	34	36	40	28	27	34	33,5	29,7

In Fig.5 è mostrata la posizione delle battute sclerometriche sul plinto della pila C.



Fig.5: ubicazione battute sclerometriche su plinto pila C.

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>pila B</b>												[MPa]
fusto	26	24	27	22	27	23	29	30	28	31	26,7	17,7
fusto	27	31	27	24	22	21	25	23	28	30	25,8	16,1
fusto	35	35	28	35	28	26	27	28	28	24	29,4	22,5
fusto	32	32	25	32	24	24	32	24	38	22	28,5	20,9

In Fig.6 è mostrata la posizione di due delle quattro battute sclerometriche sul fusto della pila B.



**Fig.6: ubicazione battute sclerometriche su fusto pila B.**



Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>pila C</b>												[MPa]
fusto	39	42	32	36	35	39	32	28	26	32	34,1	30,8
fusto	34	28	34	32	28	36	32	30	30	30	31,4	26,0

In Fig.7 è mostrata la posizione delle battute sclerometriche sul fusto della pila C.



Fig.7: ubicazione battute sclerometriche su fusto pila B.

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>sella gerber pila C</b>												[MPa]
mensolina 1	34	32	34	34	33	36	39	38	38	38	35,6	33,4
mensolina 1	36	36	39	40	42	39	34	38	38	36	37,8	37,3
mensolina 2	36	40	47	38	38	52	30	40	44	36	40,1	41,4
mensolina 2	32	42	33	36	37	38	28	31	35	32	34,4	31,3
anima	34	31	32	32	38	36	40	40	46	41	37,0	35,9
anima	36	54	45	38	44	35	30	26	28	35	37,1	36,1

Da Fig.8 a Fig.10 è mostrata la posizione delle battute sclerometriche sulla sella gerber della pila C, rispettivamente su mensolina 1, mensolina 2 e anima. È stato possibile eseguire le battute sclerometriche solo nelle zone interessate in misura limitata dal percolamento dell'acqua, poiché la levigazione della superficie di battuta era eseguibile solo in tali aree.



**Fig.8: ubicazione battute sclerometriche su mensolina 1 sella Gerber pila C.**





**Fig.9: ubicazione battute sclerometriche su mensolina 2 sella Gerber pila C.**



**Fig.10: ubicazione battute sclerometriche su anima sella Gerber pila C.**

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>sella gerber pila B</b>												[MPa]
mensolina 1	19	38	38	40	32	44	42	43	50	38	38,4	38,4
mensolina 1	31	39	42	47	38	41	44	36	43	37	39,8	40,8
mensolina 2	38	32	50	42	38	32	29	29	30	30	35,0	32,4
mensolina 2	24	32	30	38	28	42	54	44	40	38	37,0	35,9
anima	52	44	45	53	44	47	48	42	48	48	47,1	53,7
anima	47	47	48	41	42	48	44	46	40	46	44,9	49,8

Da Fig.11 a Fig.12 è mostrata la posizione delle battute sclerometriche sulla sella gerber della pila B, rispettivamente su mensolina 2 e anima. È stato possibile eseguire le battute sclerometriche solo nelle zone interessate in misura limitata dal percolamento dell'acqua, poiché la levigazione della superficie di battuta era eseguibile solo in tali aree.





Fig.11: ubicazione battute sclerometriche su mensolina 2 sella Gerber pila B.



Fig.12: ubicazione battute sclerometriche su anima sella Gerber pila B.



Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>TR4 BC</b>												[MPa]
anima	46	40	42	40	39	41	37	38	50	40	41,3	43,5
anima	46	47	46	39	42	41	39	50	46	38	43,4	47,2

In Fig.13 è mostrata la posizione delle battute sclerometriche sulla trave 4 della campata BC.



**Fig.13: ubicazione battute sclerometriche su anima trave 4 campata BC.**

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>TR8 AB</b>												[MPa]
anima	62	60	60	61	52	60	58	56	56	50	57,5	64,0
anima	54	50	44	46	50	52	54	54	52	60	51,6	54,5

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
<b>TR1 BC</b>												[MPa]
intradosso	62	60	60	61	52	60	58	56	56	50	57,5	64,0
intradosso	54	50	44	46	50	52	54	54	52	60	51,6	54,5

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
												[MPa]
<b>spalla A</b>	35	35	36	34	30	29	30	34	34	30	32,7	28,3
<b>spalla A</b>	36	36	32	30	29	34	36	34	32	31	33,0	28,8

In Fig.14 è mostrata la posizione delle battute sclerometriche sulla spalla A.



Fig.14: ubicazione battute sclerometriche su spalla A.

Ubicazione	Indice di Rimbalzo "S"										Valore medio	Resistenza a compressione
												[MPa]
<b>spalla D</b>	34	36	32	34	29	29	38	34	34	36	33,6	29,9
<b>spalla D</b>	38	38	34	36	30	30	30	30	34	32	33,2	29,2



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/001  
Data di emissione: 03/01/2022

Foglio 20/52

## DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146  
- Parte d'opera: Selle Gerber, plinto pila C, spalle, pile  
**Metodo di prova:** UNI 9944  
**Preparazione dei campioni:** Prova eseguita dopo prelievo  
**Data di prova:** 16-17/12/2021

### RISULTATI DELLE PROVE

Sigla provino	Posizione Prelievo	profondità minima [mm]	profondità massima [mm]	profondità media [mm]
SGB-1	sella Gerber pila B - carota 1	0,0	0,0	0,0
SGB-2	sella Gerber pila B - carota 2	10,0	10,0	10,0
SGC-1	sella Gerber pila C - carota 1	20,0	20,0	20,0
SGC-2	sella Gerber pila C - carota 2	0,0	0,0	0,0
plinto pila C	plinto pila C	0,0	0,0	0,0
spalla A	spalla A	30,0	30,0	30,0
pila B	pila B	60,0	60,0	60,0
pila C	pila C	75,0	75,0	75,0
spalla D	spalla D	0,0	0,0	0,0



## INDAGINI PACOMETRICHE

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: intradosso trave 1 campata BC

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thrue radar system ID 8991A – CTHRUE

### RISULTATI DELLE PROVE (misure in cm)

4,5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,5	
											12
											20
											5
											15
											30
											18
											42

----- bordo trave -----



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/001  
Data di emissione: 03/01/2022

Foglio 22/52

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: trave 4 campata BC – superficie laterale, mezzeria

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thrue radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
(misure in cm)

	21	22	21	23	20	21	
							13
							13
							13
							14
							13
							13
							13





C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/001  
Data di emissione: 03/01/2022

Foglio 23/52

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: fusto pila C

**Metodo di prova:** Interno

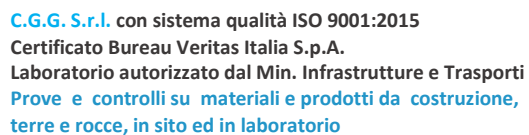
**Data di prova:** 16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thrue radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
(misure in cm)

- Circonferenza fusto: 777 cm;
- Diametro stimato: 250 cm.

	35	35	35	
22				
23				
22				
22				



- Opera:	Ponte sulla SPBS 510 quinquies “Raccordo SPBS11 TS” – km 2+146
- Parte d'opera:	intradosso sella Gerber pila B
<b>Metodo di prova:</b>	Interno
<b>Data di prova:</b>	17/12/2021
<b>Attrezzatura di Prova:</b>	C-thrue radar system ID 8991A – CTHRUE

via G. Cherchi n.15/17 \_ 29122 Piacenza \_ tel.: +39.0523.648231 \_ fax: +39.0523.574091 \_ [www.cgg.it](http://www.cgg.it) \_ [info@cgg.it](mailto:info@cgg.it)



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/001  
Data di emissione: 03/01/2022

Foglio

25/52

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: fusto pila C
- Metodo di prova:** Interno
- Data di prova:** 16/12/2021
- Attrezzatura di Prova:** C-thrue radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
(misure in cm)

- Circonferenza fusto: 777 cm;
- Diametro stimato: 250 cm.

	44	34	
28			
30			
33			
30			
26			
19			
27			
-----			
base pila B			
-----			

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: mensolina 1 sella Gerber pila C – faccia Ovest

**Metodo di prova:**

Interno

**Data di prova:**

16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:**

C-thrue radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
**(misure in cm)**

L'indagine pacometrica eseguita con il sistema Georadar ha avuto lo scopo di individuare l'ordine di armatura orizzontale che si innesta nella mensolina della sella Gerber e ne attraversa l'anima. In Fig.15 è schematizzata la posizione dell'armatura indagata.



**Fig.15: schematizzazione dell'armatura oggetto della pacometria.**

In Fig.16 è mostrato il risultato della pacometria, il sistema GeoRadar è stato "passato" dall'alto verso il basso in modo da incontrare più agevolmente l'armatura oggetto di indagine, nella porzione di anima immediatamente adiacente alla mensolina.

L'armatura è indicata dall'iperbole evidenziata dalla freccia rossa, frutto delle riflessioni registrate dal GeoRadar.

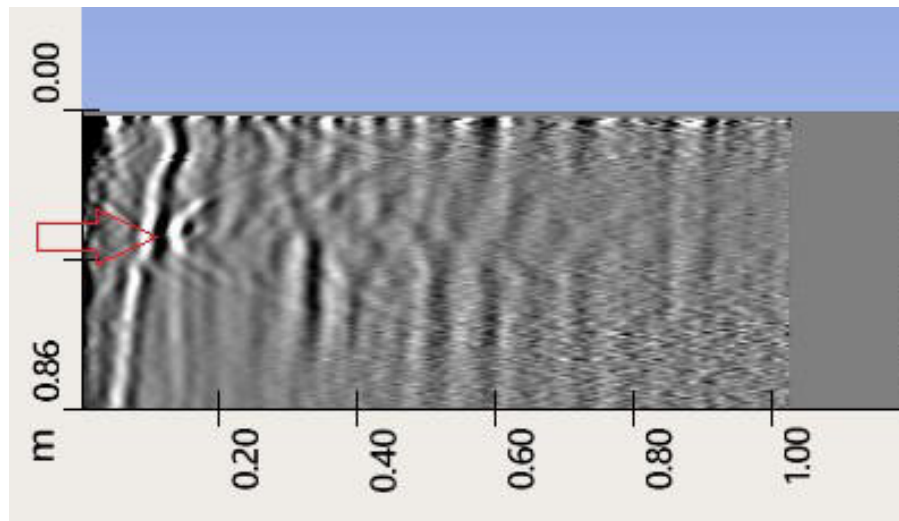


Fig.16: individuazione armatura mensolina.

In Fig.17 è evidenziata meglio la medesima armatura, dopo una seconda passata con il sistema GeoRadar.

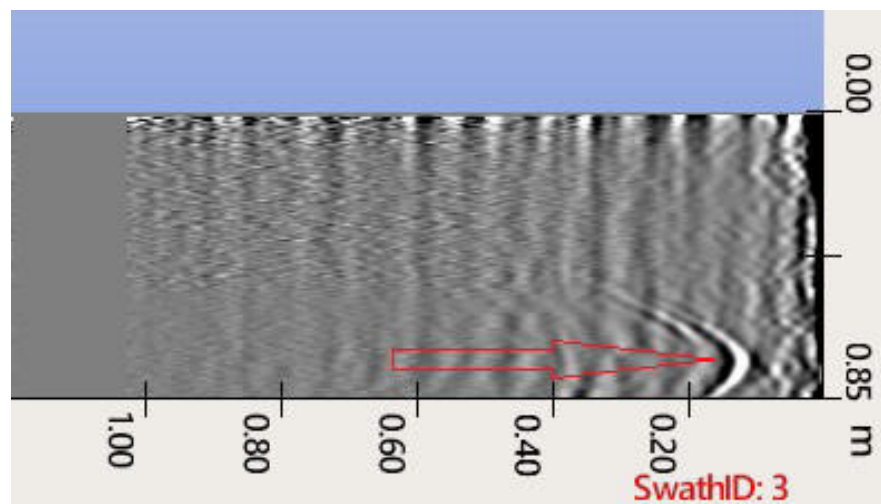


Fig.17: individuazione armatura mensolina.



**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: sella Gerber pila C – intradosso

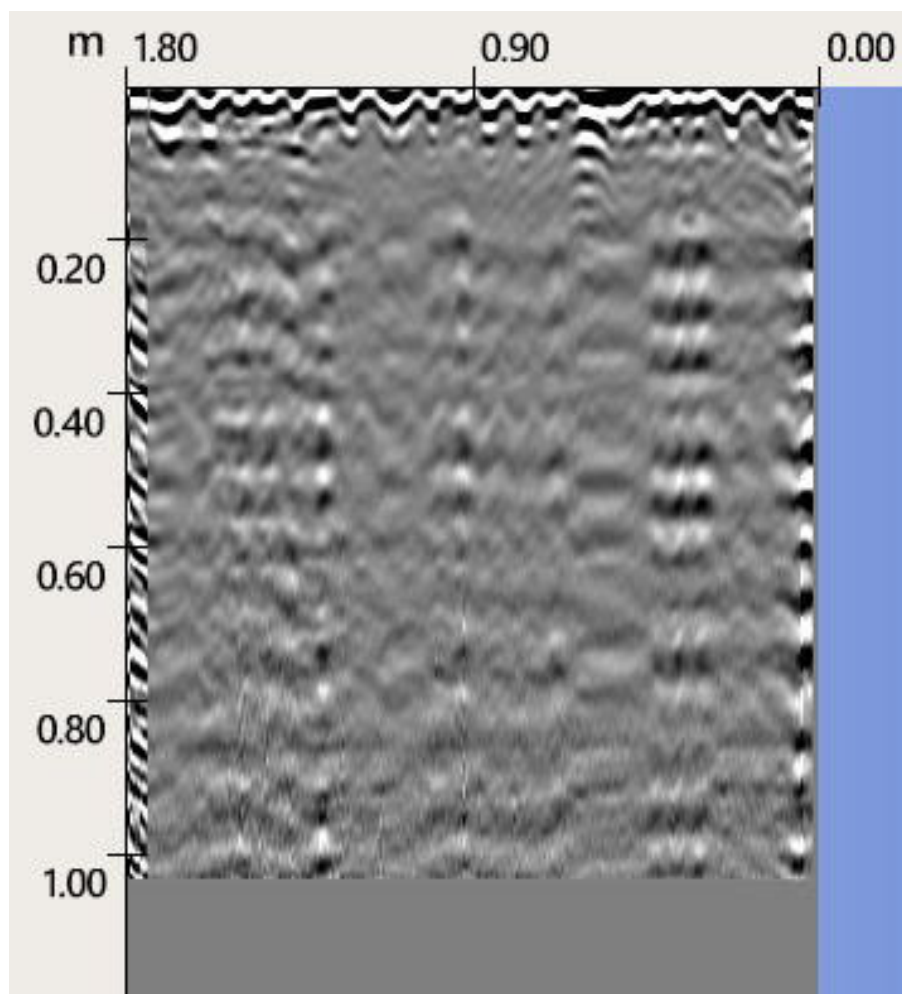
**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thru radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
(misure in cm)

Viene sostanzialmente confermato lo schema esposto per la pacometria eseguita sull'intradosso della sella Gerber della pila B. In Fig.18 si mostra il risultato della passata di GeoRadar, le armature posizionate molto ravvicinate tra loro sono rilevate dalle fitte riflessioni individuate dalle antenne.



**Fig.18: individuazione armatura intradosso.**

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: plinto pila C

**Metodo di prova:**

Interno

**Data di prova:**

16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:**

C-thru radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
**(misure in cm)**

È stata eseguita una pacometria su ciascuna delle due superfici più scoperte del plinto della pila C, in modo da individuare eventuali armature. In Fig.19 è illustrato uno schema delle aree interessate.



**Fig.19: aree interessate dalla pacometria sul plinto pila C.**

In Fig. 20 viene riportato il risultato della rilevazione GeoRadar eseguita sull'area 1. Non si sono riscontrate gabbie di armatura ma sono state rilevate due grandi riflessioni agli spigoli della superficie in questione. Si potrebbe trattare di micropali in acciaio.

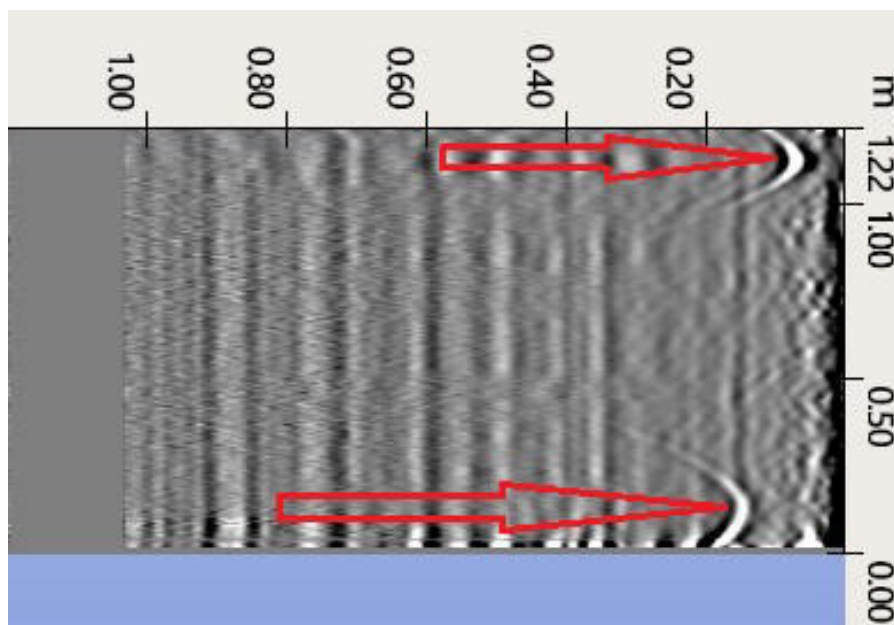


Fig.20: riflessioni rilevate agli spigoli dell'area 1.

In Fig.21 è presentata una passata di GeoRadar in cui si è voluto includere lo spigolo tra area 1 e area 2, è evidente la riflessione provocata dal presunto micropalo in acciaio.

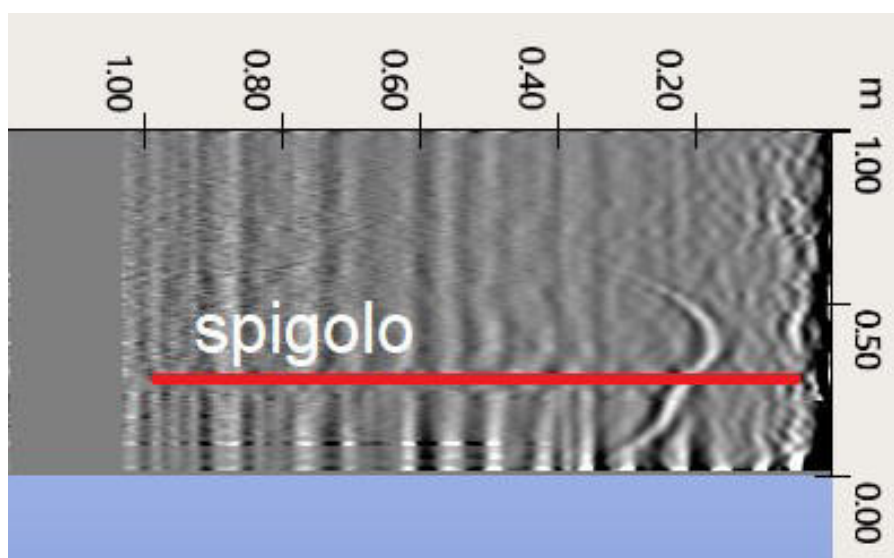


Fig.21: riflessione rilevate allo spigolo tra area 2 e area 1.

In Fig.22 è mostrato il risultato della pacometria eseguita sull'area 2, in cui si evince la medesima riflessione allo spigolo dell'area, ovvero alla fine della passata di GeoRadar.

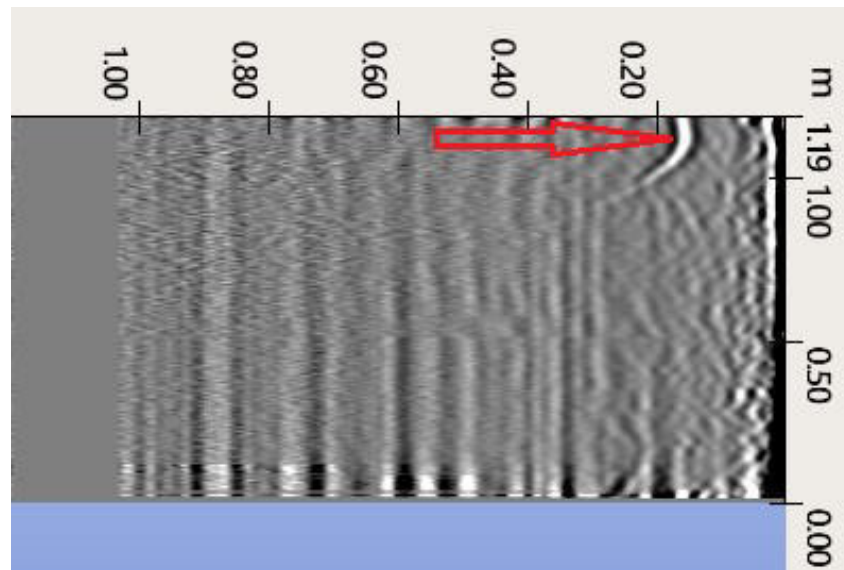


Fig.22: riflessione rilevata allo spigolo dell'area 2.



#### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: plinto pila C
- Metodo di prova: Interno
- Data di prova: 16/12/2021
- Attrezzatura di Prova: C-thru radar system ID 8991A – CTHRUE

#### RISULTATI DELLE PROVE (misure in cm)

È stata eseguita una pacometria alla base del plinto, area 3 di Fig.23, per intercettare la presenza di eventuali armature. L'indagine ha dato esito negativo, in quanto sono assenti le armature (Fig.24).



Fig.23: identificazione area 3.

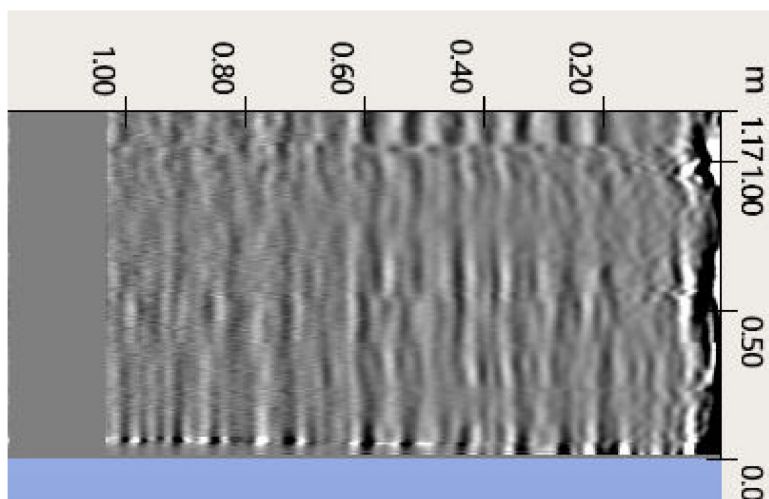


Fig.24: risultato indagine GeoRadar su area 3.







C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/001  
Data di emissione: 03/01/2022

Foglio 34/52

**Identificazione del manufatto:**

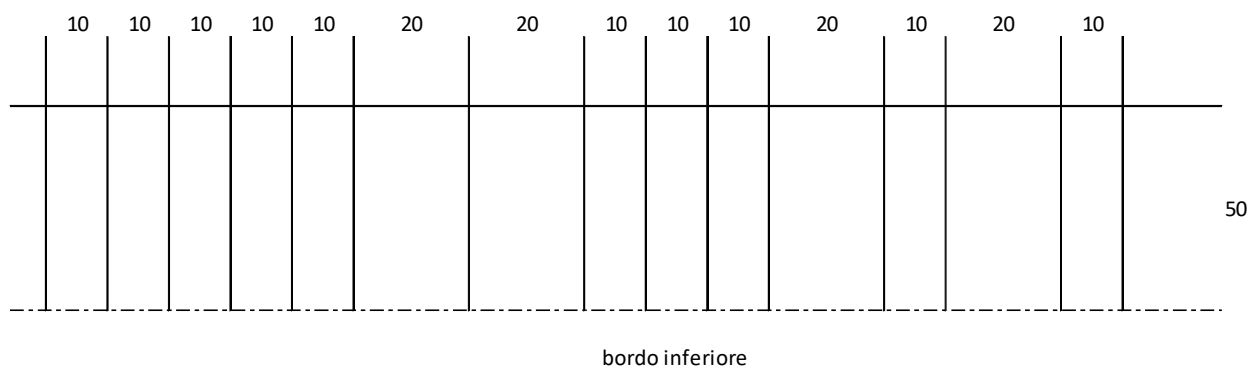
- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: sella Gerber pila C – anima, faccia Ovest

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thru radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
(misure in cm)





**Identificazione del manufatto:**

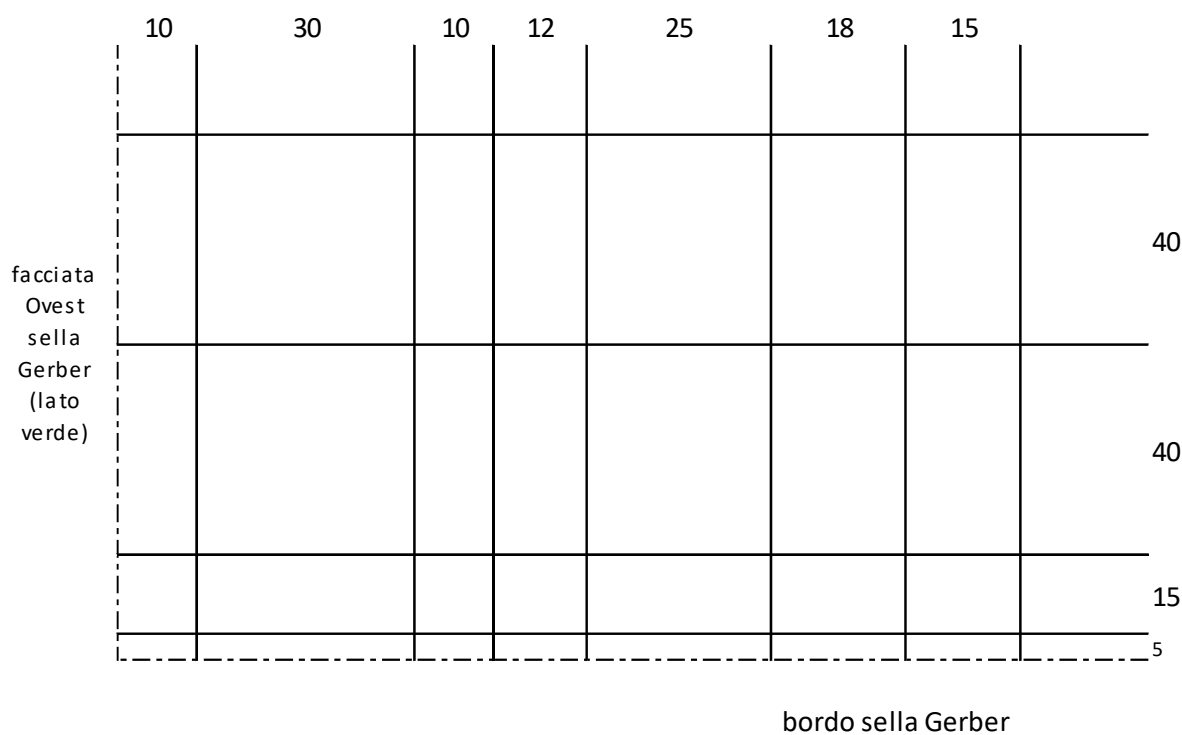
- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: sella Gerber pila C – intradosso

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thru radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
(misure in cm)



In Fig.25 è illustrato l'esito della pacometria sull'intradosso della sella Gerber su pila C. La differenza che pare esserci con la pacometria sull'intradosso della sella Gerber sulla pila B, è dovuta alle condizioni del copriferro, su cui deve scorrere lo strumento, e che non permettono una chiara rilevazione da parte delle antenne.

Tuttavia, i primi 50 cm di radargramma risultano in pieno accordo con quanto definito nella pacometria dell'intradosso della sella Gerber sulla pila B.

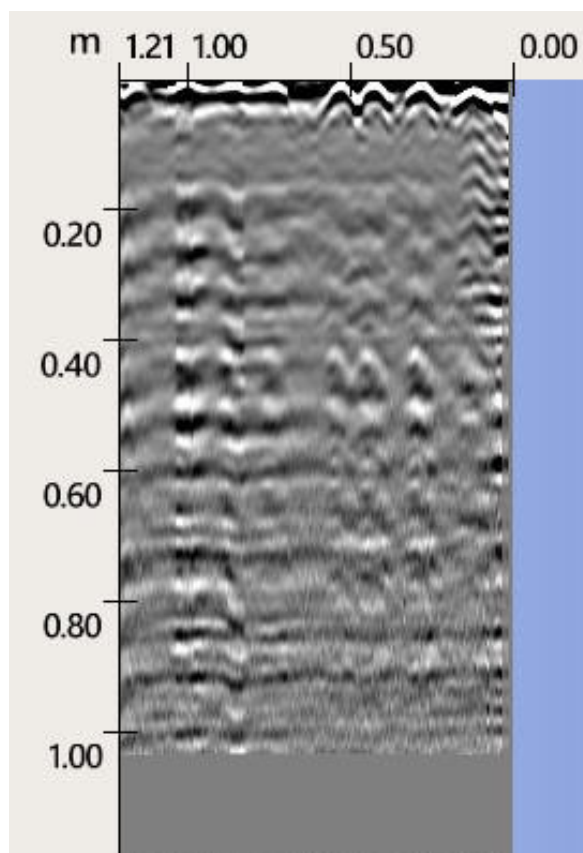


Fig.25: risultato indagine GeoRadar su intradosso sella Gerber pila C.

#### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: trave 4 campata BC – appoggio sella Gerber pila C

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 16/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thrue radar system ID 8991A – CTHRUE

### RISULTATI DELLE PROVE (misure in cm)

Si è voluto indagare la presenza di armatura lenta che rinforzasse l'elementino di appoggio della trave. La presenza di una sorta di traverso impedisce di indagare la superficie di trave immediatamente adiacente alla sella Gerber.

Ragion per cui si è deciso di indagare la porzione di trave immediatamente adiacente a tale traverso.

I risultati dell'indagine (Fig.26), non definiscono chiaramente la presenza della suddetta armatura, le tre riflessioni presenti paiono essere dovute più alla presenza dei trefoli che non a quella di eventuale armatura lenta.

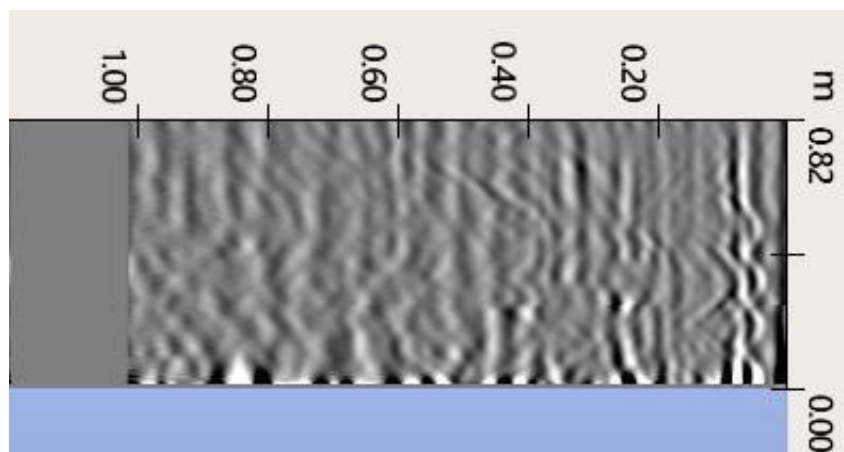


Fig.26: indagine GeoRadar area ispezionabile appoggio trave 4 campata BC su sella Gerber pila C.



**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: mensolina 2 sella Gerber pila B – faccia Est

**Metodo di prova:** Interno

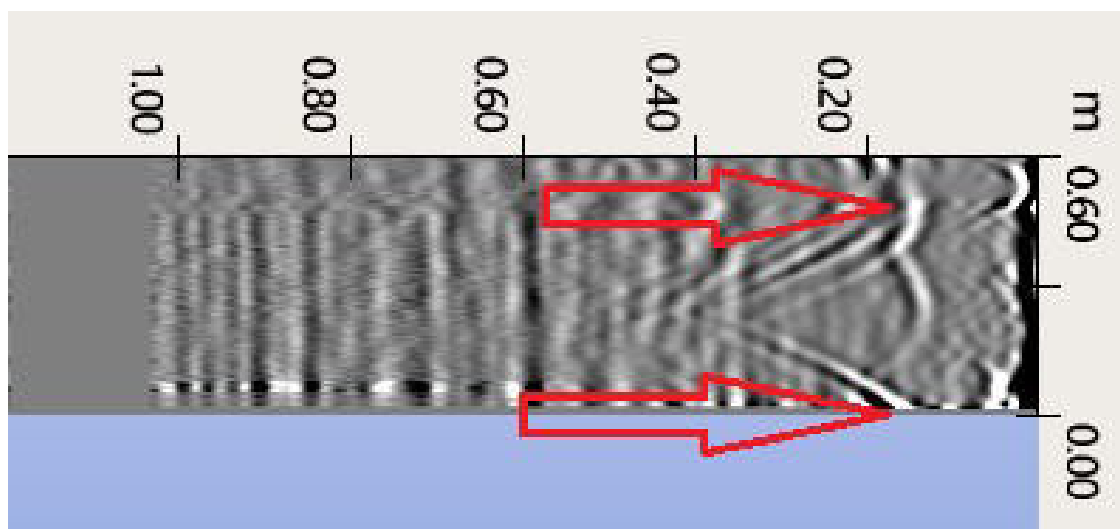
**Data di prova:** 17/12/2021

**Attrezzatura di Prova:** C-thru radar system ID 8991A – CTHRUE

**RISULTATI DELLE PROVE**  
(misure in cm)

Analogamente a quanto eseguito per la mensolina 1 della sella Gerber pila C, si è indagata la presenza di armatura sulla mensolina 2 della sella Gerber sulla pila B. Tuttavia, per questa indagine pacometrica si è eseguita la pacometria esclusivamente sulla mensolina. Le due grosse riflessioni (Fig.27) all'inizio e alla fine della passata con GeoRadar evidenziano la presenza dell'armatura con la disposizione schematizzata in Fig.15.

La chiarezza ridotta nella lettura delle riflessioni è causata agli effetti di bordo della mensolina, causati dall'ingombro fisico dello strumento.



**Fig.27: risultato indagine GeoRadar su mensolina 2 della sella Gerber sulla pila B – faccia Est.**

#### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: trave 8 campata AB – appoggio sella Gerber pila B

**Metodo di prova:**

Interno

**Data di prova:**

17/12/2021

**Attrezzatura di Prova:**

C-thru radar system ID 8991A – CTHRUE

### RISULTATI DELLE PROVE (misure in cm)

Si è voluto indagare la presenza di armatura lenta che rinforzasse l'elementino di appoggio della trave. La presenza di una sorta di traverso impedisce di indagare la superficie di trave immediatamente adiacente alla sella Gerber.

Ragion per cui si è deciso di indagare la porzione di trave immediatamente adiacente a tale traverso.

I risultati dell'indagine (Fig.28), non definiscono chiaramente la presenza della suddetta armatura, le cinque riflessioni presenti paiono essere dovute più alla presenza dei trefoli che non a quella di eventuale armatura lenta.

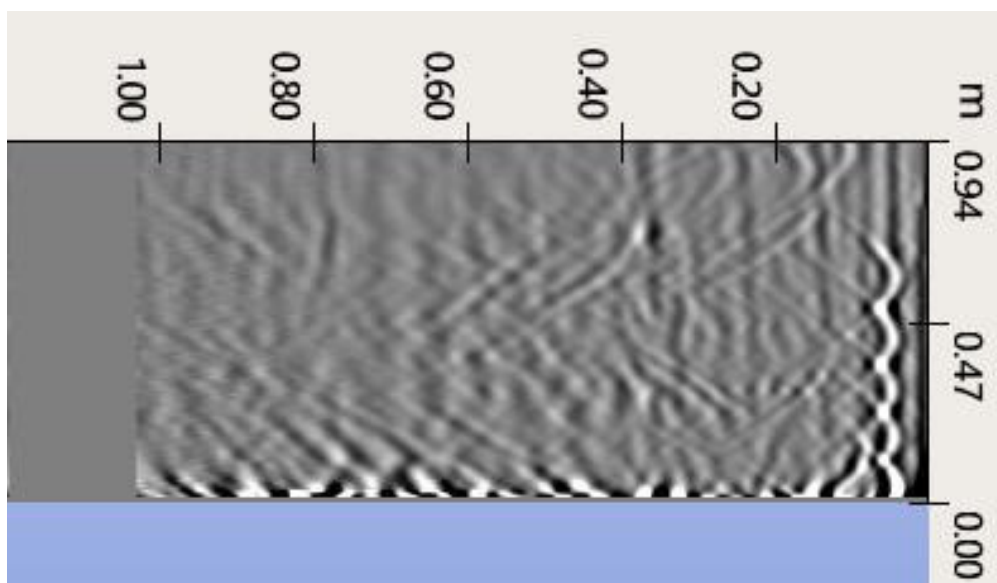


Fig.28: indagine GeoRadar area ispezionabile appoggio trave 8 campata AB su sella Gerber pila B.

## PROVE DI ESTRAZIONE PULL OUT

Le prove di estrazione (Pull Out) su calcestruzzo indurito sono state eseguite esclusivamente per fornire dati aggiuntivi a quelli ottenuti con le prove di compressione delle carote, in accordo con quanto definito il primo giorno di indagini 16/12/2021. Di conseguenza, il numero limitato di tali prove è da intendersi in tal senso.

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: mensoline 1, 2 sella Gerber pila C – faccia Ovest
- Metodo di prova:** UNI EN 15630-1
- Data di prova:** 16/12/2021

### RISULTATI DELLE PROVE

DETERMINAZIONE DELLA FORZA DI ESTRAZIONE				
METODO PULL-OUT				
Nome della Prova	Ubicazione dei Controlli	Punto	Pressione di Estrazione [bar]	Resistenza Puntuale [MPa]
SGC	mensolina 1	1	225	65,7
SGC	mensolina 2	1	150	46,7

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: mensolina 2 sella Gerber pila B – faccia Est
- Metodo di prova:** UNI EN 15630-1
- Data di prova:** 17/12/2021

### RISULTATI DELLE PROVE

DETERMINAZIONE DELLA FORZA DI ESTRAZIONE				
METODO PULL-OUT				
Nome della Prova	Ubicazione dei Controlli	Punto	Pressione di Estrazione [bar]	Resistenza Puntuale [MPa]
SGB	mensolina 2	1	130	41,7

Da Fig.29 a Fig.30 sono mostrate le fasi conclusive della prova di estrazione eseguita sulla mensolina 2 della sella Gerber su pila C, dal raggiungimento della rottura del calcestruzzo (Fig.29) all'estrazione del cono di materiale.



**Fig.29: raggiungimento della pressione di rottura per la prova di estrazione sulla mensolina 2 sella Gerber pila C.**



**Fig.30: estrazione del cono di calcestruzzo al termine della prova di estrazione.**



## DETERMINAZIONE DEL POTENZIALE DI CORROSIONE DEI FERRI D'ARMATURA

### Identificazione del manufatto :

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: spalla A
- Metodo di prova: UNI EN 10174-1993
- Data di prova: 17/12/2021
- Attrezzatura di Prova: Apparecchiatura CANIN (Voltmetro)  
 Rame/Solfato di Rame saturo (Cu/CuSO<sub>4</sub> saturo)

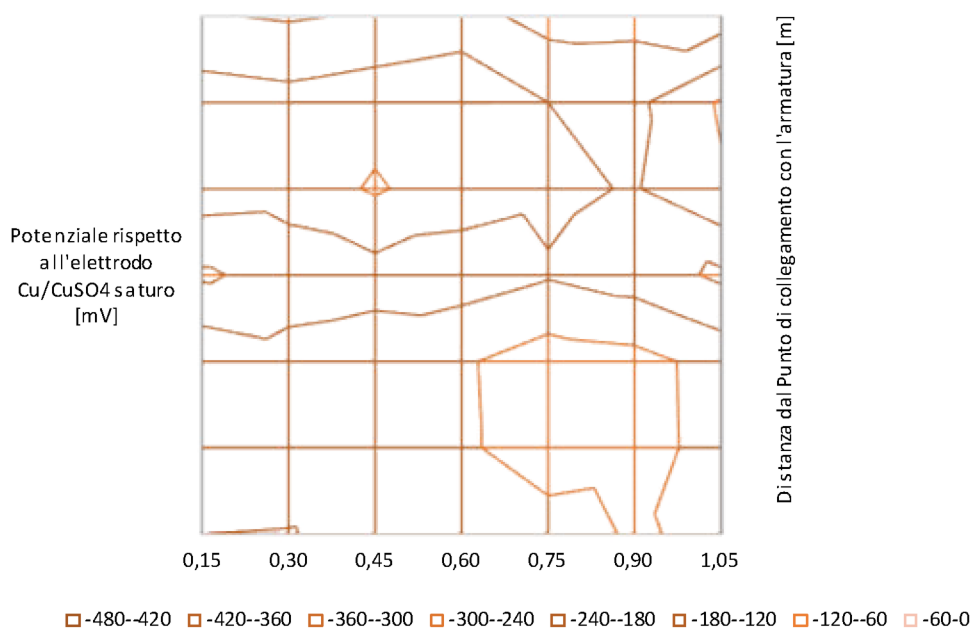
### RISULTATI DELLE PROVE

Valori del potenziale di corrosione rispetto all'elettrodo di Rame/Solfato di Rame saturo espressi in millivolt:

Distanza dal punto di collegamento con l'armatura lungo 2 direzioni ortogonali sulla superficie della spalla [m]	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05
0,15	-180	-176	-213	-234	-216	-246	-227
0,30	-239	-235	-221	-231	-270	-261	-220
0,45	-229	-204	-213	-233	-270	-260	-219
0,60	-111	-144	-157	-151	-175	-152	-109
0,75	-211	-205	-247	-207	-192	-176	-233
0,90	-212	-201	-217	-234	-180	-167	-247
1,05	-125	-114	-127	-142	-98	-101	-88

### Mappatura di potenziale

Distanza dal collegamento con l'armatura [m]



In Fig.31 è mostrata l'esecuzione della misura del potenziale di corrosione delle armature della spalla A.



Fig.31: esecuzione della rilevazione del potenziale di corrosione sulla spalla A.

#### Identificazione del manufatto :

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: spalla D
- Metodo di prova: UNI EN 10174-1993
- Data di prova: 17/12/2021
- Attrezzatura di Prova: Apparecchiatura CANIN (Voltmetro)  
 Rame/Solfato di Rame saturo (Cu/CuSO<sub>4</sub> saturo)

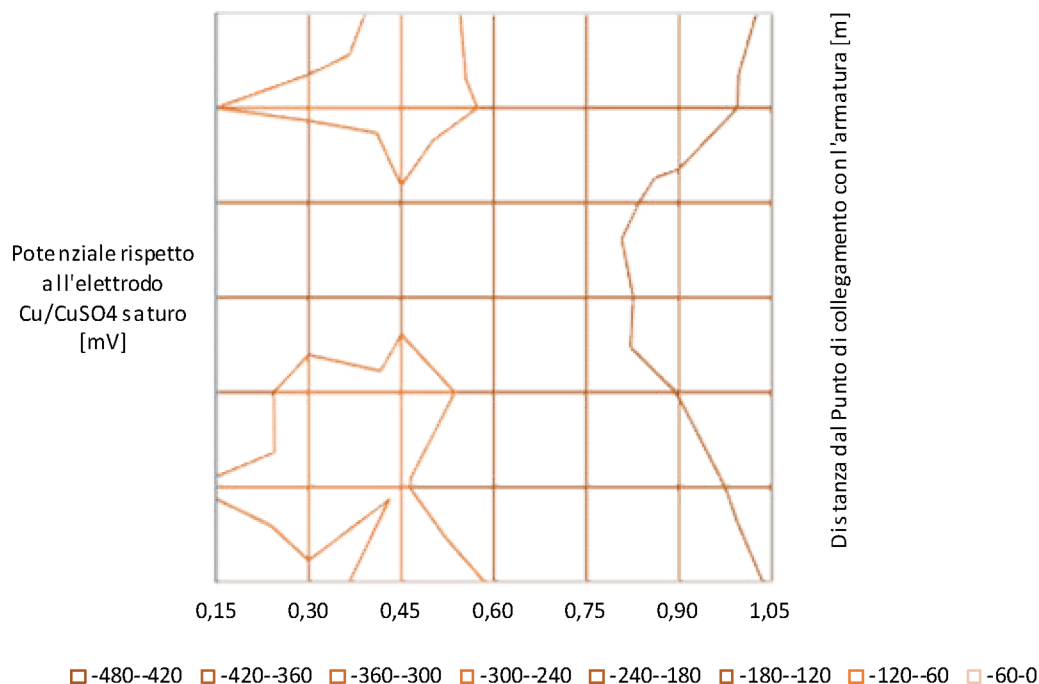
#### RISULTATI DELLE PROVE

Valori del potenziale di corrosione rispetto all'elettrodo di Rame/Solfato di Rame saturo espressi in millivolt:

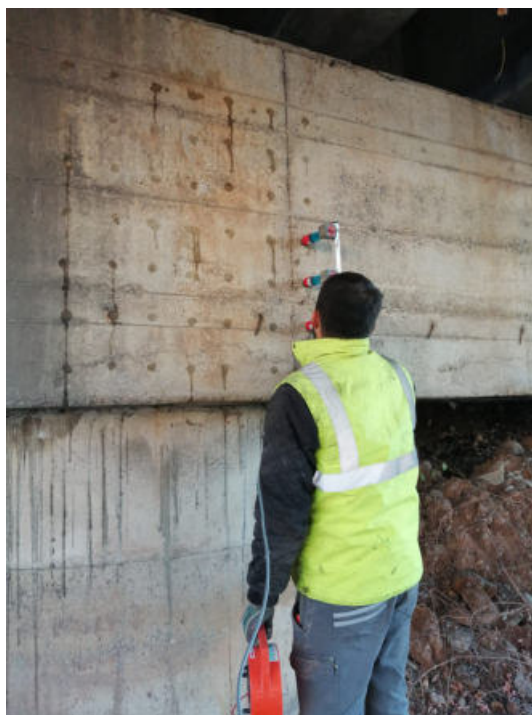
Distanza dal punto di collegamento con l'armatura lungo 2 direzioni ortogonali sulla superficie della spalla [m]	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05
0,15	-205	-233	-249	-239	-221	-209	-177
0,30	-245	-264	-241	-230	-219	-197	-163
0,45	-199	-265	-251	-232	-211	-179	-152
0,60	-212	-202	-233	-217	-215	-146	-150
0,75	-217	-201	-237	-213	-201	-164	-146
0,90	-240	-246	-254	-237	-225	-209	-163
1,05	-239	-229	-247	-236	-219	-211	-174

#### Mappatura di potenziale

Distanza dal collegamento con l'armatura [m]



In Fig.32 è mostrata l'esecuzione della misura del potenziale di corrosione delle armature della spalla D.



**Fig.32: esecuzione della rilevazione del potenziale di corrosione sulla spalla D.**



#### Identificazione del manufatto :

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: pila C
- Metodo di prova: UNI EN 10174-1993
- Data di prova: 16/12/2021
- Attrezzatura di Prova: Apparecchiatura CANIN (Voltmetro)  
 Rame/Solfato di Rame saturo (Cu/CuSO<sub>4</sub> saturo)

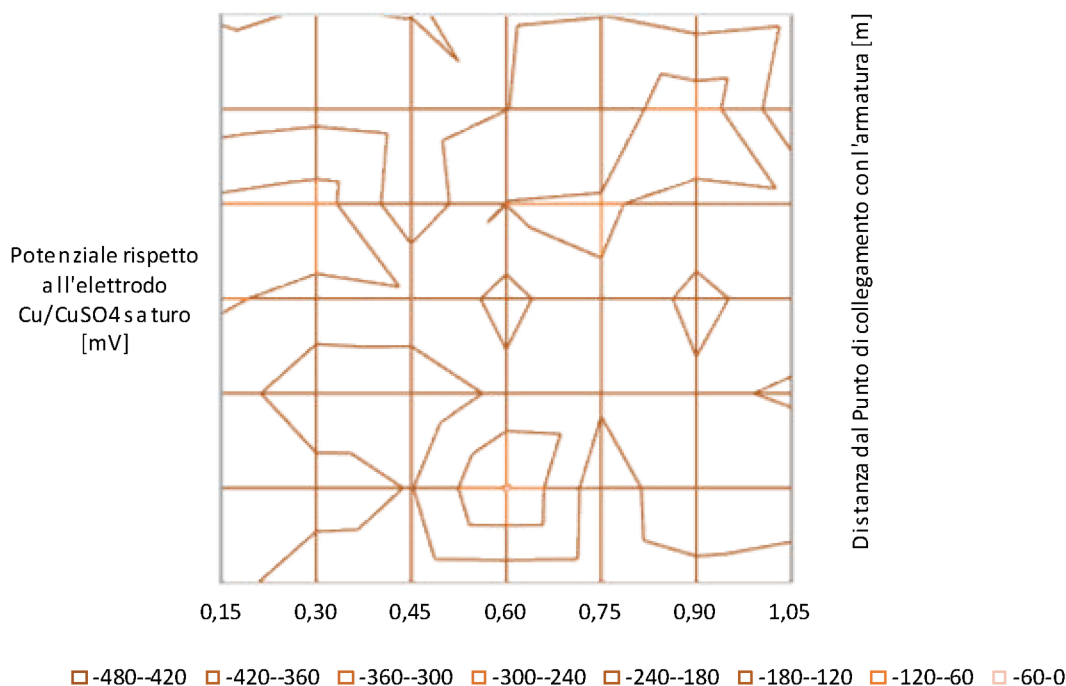
#### RISULTATI DELLE PROVE

Valori del potenziale di corrosione rispetto all'elettrodo di Rame/Solfato di Rame saturo espressi in millivolt:

Distanza dal punto di collegamento con l'armatura lungo 2 direzioni ortogonali sulla superficie della pila [m]	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05
0,15	-156	-218	-221	-219	-221	-200	-215
0,30	-156	-148	-183	-56	-217	-129	-134
0,45	-141	-234	-235	-162	-168	-168	-188
0,60	-116	-130	-124	-201	-123	-199	-143
0,75	-108	-92	-221	-119	-116	-133	-127
0,90	-211	-200	-210	-181	-150	-84	-222
1,05	-176	-182	-179	-184	-181	-205	-194

#### Mappatura di potenziale

Distanza dal collegamento con l'armatura [m]



In Fig.33 è mostrata l'area in cui è stata eseguita la misura del potenziale di corrosione delle armature della pila C.



**Fig.33: area in cui si è eseguita la misura del potenziale di corrosione sulla pila C.**

#### Identificazione del manufatto :

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: pila B
- Metodo di prova: UNI EN 10174-1993
- Data di prova: 17/12/2021
- Attrezzatura di Prova: Apparecchiatura CANIN (Voltmetro)  
 Rame/Solfato di Rame saturo (Cu/CuSO<sub>4</sub> saturo)

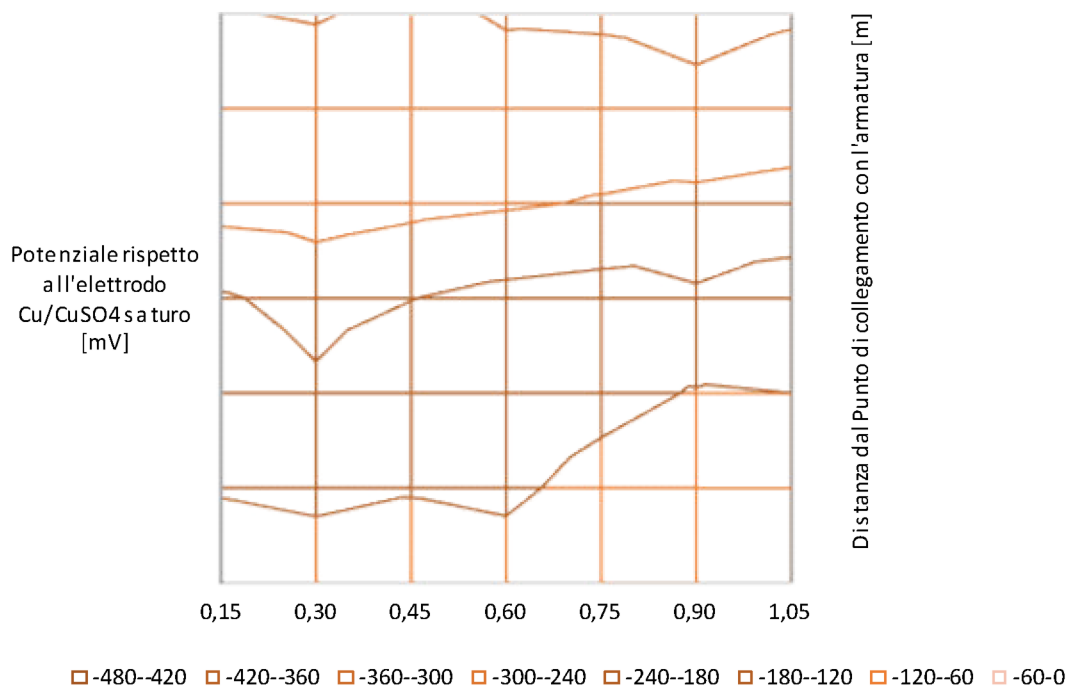
#### RISULTATI DELLE PROVE

Valori del potenziale di corrosione rispetto all'elettrodo di Rame/Solfato di Rame saturo espressi in millivolt:

Distanza dal punto di collegamento con l'armatura lungo 2 direzioni ortogonali sulla superficie della pila [m]	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05
0,15	-86	-92	-94	-96	-95	-84	-89
0,30	-124	-132	-123	-130	-103	-91	-91
0,45	-144	-171	-144	-155	-135	-117	-120
0,60	-174	-198	-181	-164	-155	-171	-150
0,75	-261	-269	-255	-246	-236	-228	-219
0,90	-280	-276	-275	-281	-278	-282	-274
1,05	-298	-303	-290	-304	-306	-321	-305

#### Mappatura di potenziale

Distanza dal collegamento con l'armatura [m]



In Fig.34 è mostrata l'esecuzione della misura del potenziale di corrosione delle armature della pila B.



Fig.34: esecuzione della misura del potenziale di corrosione sulla pila B.

#### Identificazione del manufatto :

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: sella Gerber pila C – faccia Ovest
- Metodo di prova: UNI EN 10174-1993
- Data di prova: 16/12/2021
- Attrezzatura di Prova: Apparecchiatura CANIN (Voltmetro)  
 Rame/Solfato di Rame saturo (Cu/CuSO<sub>4</sub> saturo)

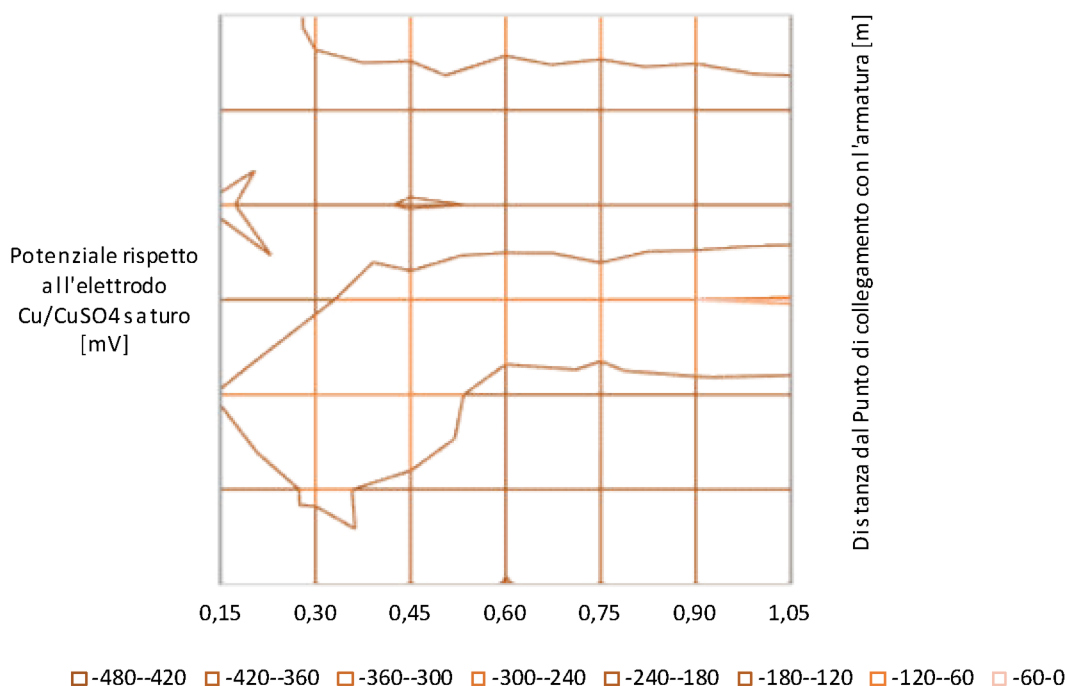
#### RISULTATI DELLE PROVE

Valori del potenziale di corrosione rispetto all'elettrodo di Rame/Solfato di Rame saturo espressi in millivolt:

Distanza dal punto di collegamento con l'armatura lungo 2 direzioni ortogonali sulla superficie della sella Gerber [m]	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05
0,15	-145	-143	-127	-182	-151	-132	-172
0,30	-144	-115	-128	-158	-155	-147	-149
0,45	-117	-82	-87	-146	-140	-134	-136
0,60	-168	-127	-92	-64	-83	-60	-57
0,75	-112	-163	-184	-177	-178	-175	-166
0,90	-173	-134	-135	-155	-164	-170	-152
1,05	-171	-112	-106	-94	-82	-68	-64

#### Mappatura di potenziale

Distanza dal collegamento con l'armatura [m]





#### Identificazione del manufatto :

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: sella Gerber pila B – faccia Est
- Metodo di prova: UNI EN 10174-1993
- Data di prova: 17/12/2021
- Attrezzatura di Prova: Apparecchiatura CANIN (Voltmetro)  
 Rame/Solfato di Rame saturo (Cu/CuSO<sub>4</sub> saturo)

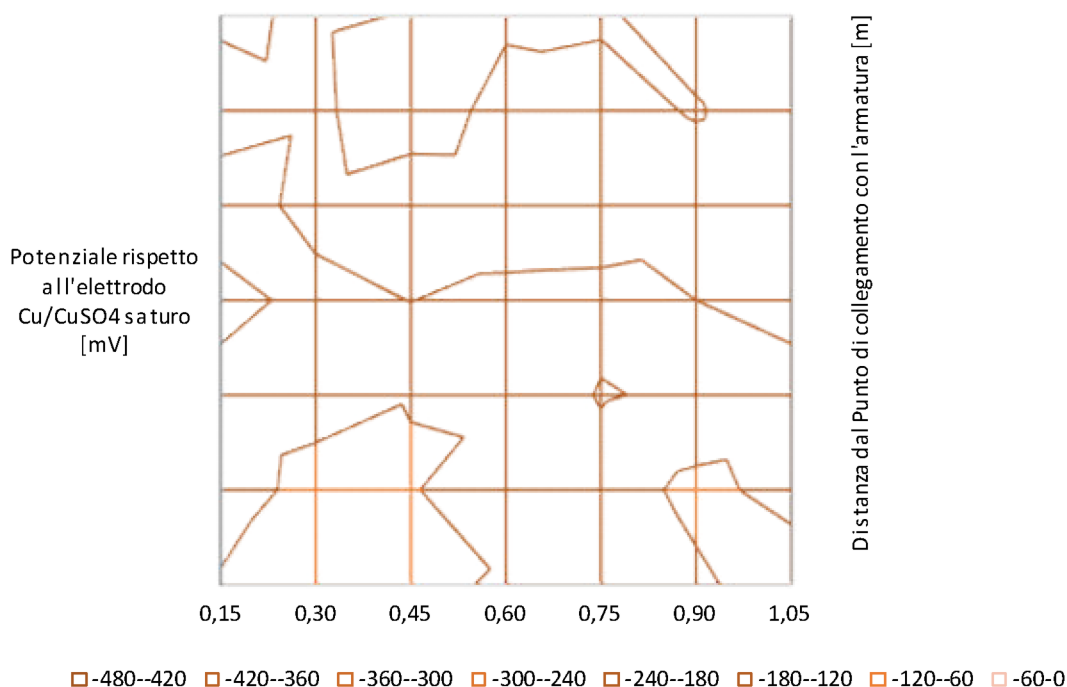
#### RISULTATI DELLE PROVE

Valori del potenziale di corrosione rispetto all'elettrodo di Rame/Solfato di Rame saturo espressi in millivolt:

Distanza dal punto di collegamento con l'armatura lungo 2 direzioni ortogonali sulla superficie della sella Gerber [m]	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05
0,15	-114	-61	-118	-121	-175	-131	-87
0,30	-148	-101	-115	-166	-151	-104	-139
0,45	-153	-139	-122	-124	-185	-167	-154
0,60	-203	-160	-181	-160	-157	-180	-202
0,75	-146	-201	-231	-229	-224	-211	-220
0,90	-211	-192	-137	-205	-198	-176	-214
1,05	-169	-189	-177	-169	-174	-202	-227

#### Mappatura di potenziale

Distanza dal collegamento con l'armatura [m]



In Fig.35 è mostrata l'esecuzione della misura del potenziale di corrosione delle armature della sella Gerber sulla pila B, faccia Est.



**Fig.35: esecuzione della misura del potenziale di corrosione sulla sella Gerber della pila B.**



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

**Settore sperimentale di laboratorio:**  
**Sezione:**

**Ingegneria Sperimentale**  
• **Collaudi ed Analisi delle Strutture**

**Identificazione del Cliente:**

**Provincia di Brescia**

**- Rif. Lavori:**

Ponte sulla SPBS 510quinquies SEBINA  
ORIENTALE "Raccordo SPBS11 TS"  
Manutenzione straordinaria del ponte km 2+146 in  
Comune di Castegnato (BS) – Indagini integrative  
ad ordinativo N.5/A

**- Data intervento:**

22/02/2022

**Richiesta del Cliente:**

**- Descrizione:**

**Provincia di Brescia**  
**Indagini sui materiali per progettazione**  
**esecutiva della manutenzione straordinaria del**  
**ponte sulla SPBS 510quinquies SEBINA**  
**ORIENTALE "Raccordo SPBS11 TS" - km**  
**2+146 in comune di Castegnato – CIG derivato**  
**Z2034675FB. Rilievo pacometrico/GeoRadar.**  
**Prelievo e prove di compressione su carote di**  
**calcestruzzo. Misura di profondità di**  
**carbonatazione. Ispezione appoggi travi.**  
**BS 1881-2004, UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-**  
**1/4, UNI 9944:92, UNI EN 15630-1, ASTM E110,**  
**UNI 12504-2, UNI EN 10174-1993.**

**- Norma di riferimento:**

**Identificazione documento:**

**Data di emissione:**

**Foglio:**

**RAPPORTO DI PROVA N°R/22PC/620**

14/04/2022

1/20

**Accettazione:**

N° A/129/03/2022 del 22/02/2022

**Parte I**  
**Parte II**

**Parte generale**  
**Risultati delle prove**

00	14/04/2022	R/22PC/620	Nome	Nome	Nome
		Prelievi e indagini in sito su opere	Ing. S. Caputo	Dott. M. Maugeri	Dott. M. Galli
Rev	DATA	RAPPORTO DI PROVA M17 ISO	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



**C.G.G. S.r.l.** con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
**Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,**  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/620  
Data di emissione: 14/04/2022

Foglio 2/20

## SOMMARIO

### PARTE I - PARTE GENERALE

<b>1.0 Premessa</b>	pag.3
<b>2.0 Esecuzione dei controlli non distruttivi e prelievo dei campioni</b>	pag.4
<b>3.0 Descrizione e modalità di esecuzione delle prove</b>	
3.1 Prelievo di campioni di calcestruzzo indurito mediante carotatrice elettrica a corona diamantata (UNI EN 12504-1)	
3.2 Determinazione della resistenza a compressione (UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-3)	
3.3 Determinazione della profondità di carbonatazione (UNI 9944)	pag.5
3.4 Indagine pacometrica	

## 1.0 Premessa

In data 22/02/2022 i tecnici di questo laboratorio hanno eseguito prelievi di calcestruzzo indurito, ispezione degli appoggi delle travi, misura dello spessore della pavimentazione stradale tramite carotaggio e controlli non distruttivi su elementi strutturali costituenti il Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" al km 2+146 in Comune di Castegnato (BS).

Il piano di indagine eseguito è finalizzato alla progettazione esecutiva della manutenzione straordinaria per la suddetta opera.

L'opera si presenta suddivisa in tre campate, con due spalle denominate A e D e due pile denominate B e C.

In Fig.1 è mostrato un prospetto del ponte in oggetto, estratto da Google Maps – Street view, in cui sono evidenziate le spalle e le pile. Gli elementi strutturali sono nominati partendo dal Nord.

In Fig.2 è evidenziata la posizione dell'opera oggetto di indagine, da immagine satellitare.



Fig.1: prospetto longitudinale.

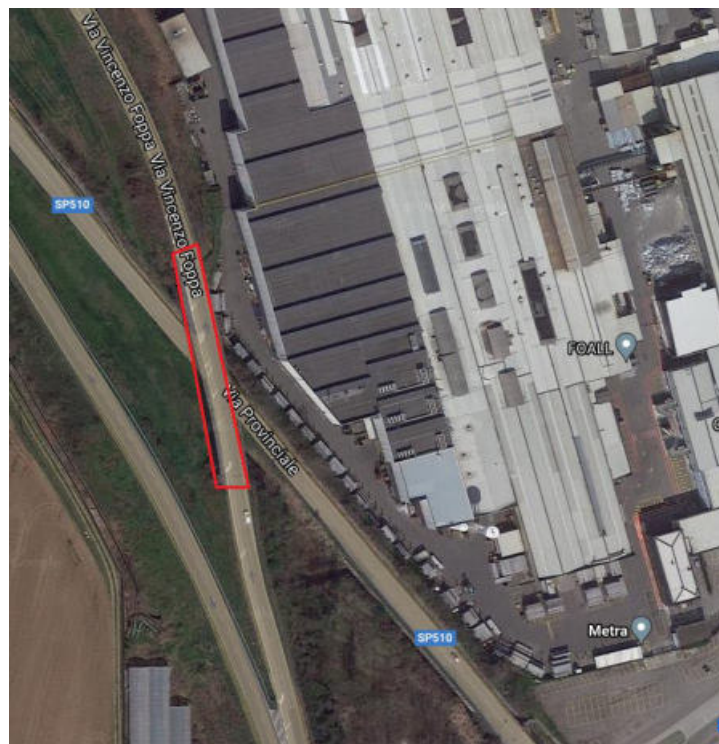


Fig.2: immagine satellitare con evidenziata la posizione dell'opera oggetto di indagini.



Le travi sono state numerate avendo alle spalle il Nord e partendo da destra.

## 2.0 Esecuzione dei controlli non distruttivi e prelievo dei campioni

I prelievi e i controlli non distruttivi sono stati eseguiti su:

Plinto:

È stato possibile indagare il plinto della pila B, su cui sono stati eseguiti:

- Prelievo di un campione di calcestruzzo indurito tramite carotaggio, con successiva misura della profondità di carbonatazione;
- Rilievo di alcune grandezze geometriche della struttura.

Pile:

Sulle pile B e C sono stati eseguiti:

- prelievi di campioni di calcestruzzo indurito tramite carotaggio, uno per ciascuna pila, e successiva misura della profondità di carbonatazione;
- in corrispondenza delle pile B e C e per ciascuna di esse, sono stati eseguiti nr. 2 rilievi dello spessore della pavimentazione stradale mediante carotaggio.

Travi:

Sulla trave 1 in campata BC è stata eseguita:

- nr. 1 pacometria in corrispondenza della mezzeria.

È stata eseguita una ispezione visiva degli appoggi delle travi sia sulle spalle che sulle pile.

Su tutte le strutture è stata eseguita una indagine pacometrica al fine di verificare la presenza dei ferri di armatura in fase di carotaggio.

## 3.0 Descrizione e modalità di esecuzione delle prove

### 3.1 Prelievo di campioni di calcestruzzo indurito mediante carotatrice elettrica a corona diamantata (UNI EN 12504-1)

La scelta del diametro della corona dipende dal diametro massimo dell'aggregato.

All'arrivo in laboratorio segue l'esame visivo, il rilievo di ferri d'armatura se presente, di vespai e di eventuali anomalie (documentazione fotografica).

### 3.2 Determinazione della resistenza a compressione (UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-3)

La prova di compressione viene eseguita su provini aventi rapporto altezza/diametro di 1:1 ricavati dalla carota mediante taglio e rettifica. Nell'esecuzione della prova si impone alla pressa un gradiente di carico di 0,5 MPa/s, si registra il carico di rottura e si rileva la modalità di rottura. Attraverso espressioni reperibili in letteratura (ad esempio dalla Concrete Society inglese), che tengono conto della direzione del carotaggio e delle dimensioni del singolo provino, si risale alla resistenza cubica del calcestruzzo nella struttura:

$$R_{cubs} = 1,1 \cdot R_{\lambda} \cdot \frac{D}{1,5 + \frac{1}{\lambda}}$$



dove:

- $R_{cubs}$  è la resistenza cubica del calcestruzzo nella struttura;
- $R_{\lambda}$  è il valore della resistenza a compressione del calcestruzzo misurato sperimentalmente con carote aventi rapporto altezza/diametro pari a  $\lambda$ ;
- $D$  è una costante con valore di 2,5 per carotaggio orizzontale e 2,3 per carotaggio verticale;
- 1,1 è un coefficiente maggiorativo che tiene conto del disturbo indotto dal carotaggio.

### 3.3 Determinazione della profondità di carbonatazione (UNI 9944)

La prova si esegue sulle carote prelevate e consiste nel misurare il pH del calcestruzzo attraverso un metodo colorimetrico utilizzando come indicatore la fenolftaleina. La conoscenza del pH del calcestruzzo è una informazione di fondamentale importanza in relazione alla corrosione delle barre d'armatura: se il pH è maggiore di 13, infatti, esse si trovano in uno stato di passività e la loro corrosione non avviene. Considerando che nella reazione di idratazione del cemento portland si libera idrato di calcio, il pH "fisiologico" del calcestruzzo è proprio maggiore di 13, e quindi le barre di acciaio in un manufatto in calcestruzzo dovrebbero essere protette dalla corrosione atmosferica (anche se non si usa acciaio inox). La penetrazione di Anidride carbonica nel calcestruzzo causa però la trasformazione dell'idrato di calcio in carbonato di calcio e l'abbassamento del valore di pH sotto 13: in tal caso le barre d'armatura non sono più protette dalla corrosione.

Spruzzando una soluzione alcolica all'1 % di fenolftaleina su una porzione di carota si riesce a tracciare la linea di demarcazione tra la zona con pH maggiore di 13 (zona colorata) e la zona con pH minore di 13 (zona carbonatata incolore). In tal modo si può misurare di quanto la carbonatazione è avanzata nel manufatto a partire dalla superficie durante la sua storia, cioè la "profondità di carbonatazione".

La profondità di carbonatazione "p" è correlata all'età della struttura da una relazione del tipo  $p = k\sqrt{t}$  dove  $t$  è l'età della struttura; nota  $t$ , e conoscendo l'età della struttura, dai dati sperimentali ("p") si può calcolare  $k$  e quindi prevedere quando il fronte di carbonatazione arriverà ad interessare la zona adiacente le barre d'armatura o quantomeno prevedere dove arriverà la carbonatazione tra 35 o 50 anni.

### 3.4 Indagine pacometrica

Questa tecnica consente di individuare materiali ferromagnetici nascosti nella muratura mediante il principio dell'induzione magnetica: se un conduttore elettrico si muove attraverso un campo magnetico, alle estremità del conduttore si genera una differenza di potenziale. Un magnetometro si compone di una sonda che viene messa in movimento sulla superficie della struttura da indagare; essa consiste in una bobina attraversata da una corrente alternata di frequenza costante che genera un campo magnetico alternato. Gli oggetti metallici, incassati nella struttura da indagare che si trovano nell'area di influenza del campo magnetico, alterano la differenza di potenziale all'estremità della bobina per quanto sopra detto: tale variazione viene segnalata su una scala. L'alterazione dipende dallo spessore dell'oggetto metallico e da quello del materiale coprente.



**C.G.G. S.r.l.** con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/620  
Data di emissione: 14/04/2022

Foglio

6/20

## SOMMARIO

### PARTE II – RISULTATI DELLE PROVE

#### ANALISI RISULTATI PROVE - CALCESTRUZZO

Determinazione della resistenza a compressione su carote pag.7

Determinazione della profondità di carbonatazione pag.8

INDAGINE PACOMETRICA pag.9

RILIEVO PAVIMENTAZIONE STRADALE pag.10

RILIEVO GEOMETRICO pag.12

ISPEZIONE APPOGGI TRAVI pag.14



## ANALISI RISULTATI PROVE – CALCESTRUZZO

### DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE SU CAROTE

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: pile, plinto

**Metodo di prova:** UNI EN 12504-1, UNI EN 12390-3

**Preparazione dei campioni:** Le carote sono state tagliate mediante sega a disco diamantato e rettificate.

**Data di prova:** 25/02/2022

**Attrezzatura di Prova:** Pressa Controls MCC8  
Conf. Metrologica: 13/09/2021

### RISULTATI DELLE PROVE

Sigla provino	Posizione Prelievo	Massa	Diametro della carota D	Altezza della carota H	Sezione S	Volume V	Rapporto altezza diametro $\lambda$
		[g]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	
1	pila B	1514	95	95	7088,2	673380,8	1
2	plinto pila B	1551,8	95	95	7088,2	673380,8	1
3	pila C	1413,9	95	95	7088,2	673380,8	1

Sigla provino	Posizione Prelievo	massa volumica	Carico di rottura	Resistenza unitaria del provino $f_{\lambda}$
		[kg/m <sup>3</sup> ]	[KN]	[MPa]
1	pila B	2248,4	201,3	28,4
2	plinto pila B	2304,5	243,5	34,4
3	pila C	2099,7	121,6	17,2



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/620  
Data di emissione: 14/04/2022

Foglio

8/20

## DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: pile, plinto

**Metodo di prova:** UNI 9944

**Preparazione dei campioni:** Prova eseguita dopo prelievo

**Data di prova:** 22/02/2022

### RISULTATI DELLE PROVE

Sigla provino	Posizione Prelievo	profondità minima [mm]	profondità massima [mm]	profondità media [mm]
1	pila B	65,0	70,0	67,5
2	plinto pila B	0,0	0,0	0,0
3	pila C	80,0	85,0	82,5





## RILIEVO PAVIMENTAZIONE STRADALE

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: soletta – pavimentazione stradale

### Metodo di prova:

Interno

### Data di prova:

22/02/2022

### Attrezzatura di Prova:

carotatrice a diamante

## RISULTATI DELLE PROVE

rilievo pavimentazione			
pila B		pila C	
C1	C2	C1	C2
spessore usura [mm]	spessore usura [mm]	spessore usura [mm]	spessore usura [mm]
265	310	290	260

Da Fig.3 a Fig.4 sono mostrate le esecuzioni delle carote nell'ambito della misura della pavimentazione stradale, rispettivamente C1 per la pila C (Fig.3) e C2 per pila B (Fig.4). In Fig. 5 è mostrata la carota C1 pila C estratta e misurata.



Fig.3: esecuzione carota C1 pila C.



**Fig.4: esecuzione carota C2 pila B.**



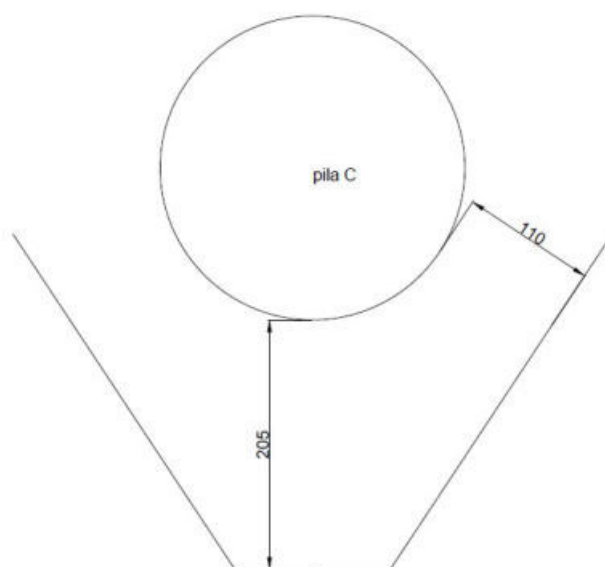
**Fig.5: carota C1 pila C estratta e misurata.**

## RILIEVO GEOMETRICO

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
  - Parte d'opera: plinto pila C
- Metodo di prova:** Interno  
**Data di prova:** 22/02/2022

## RISULTATI DELLE PROVE (misure in cm)



- Profondità estradosso plinto: 120 cm.



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015  
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.  
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti  
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,  
terre e rocce, in sito ed in laboratorio

Rapporto di Prova R/22PC/620  
Data di emissione: 14/04/2022

Foglio 13/20

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146  
- Parte d'opera: plinto pila B  
**Metodo di prova:** Interno  
**Data di prova:** 22/02/2022

**RISULTATI DELLE PROVE**

- profondità estradosso plinto: 160 cm;
- larghezza estradosso misurata da superficie pila B: 110 cm.



## ISPEZIONE APPOGGI TRAVI

### Identificazione del manufatto:

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: campata AB - appoggi travi spalla A

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 22/02/2022

Gli appoggi su spalla A (Fig.6) si presentano in un buono stato di conservazione, non si è riscontrata presenza di ristagni d'acqua.

A titolo di esempio, da Fig.7 a Fig.9 sono riportati gli appoggi su spalla A di alcune delle travi.



**Fig.6: spalla A.**



**Fig.7: appoggio spalla A trave 1 campata AB.**



**Fig.8: appoggio spalla A trave 4 campata AB.**



**Fig.9: appoggio spalla A trave 8 campata AB.**

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: campata AB - appoggi travi pila B

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 22/02/2022

Gli appoggi su pila B si presentano in un buono stato di conservazione. Tuttavia, si riscontra la presenza di ristagni d'acqua.

A titolo di esempio, da Fig.10 a Fig.11 sono riportati gli appoggi su pila B di alcune delle travi.



**Fig.10: presenza ristagni d'acqua.**



**Fig.11: presenza ristagni d'acqua.**



**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: campata BC - appoggi travi pila B

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 22/02/2022

Gli appoggi su pila B si presentano in un buono stato di conservazione. Tuttavia, si riscontra la presenza di ristagni d'acqua.

A titolo di esempio, da Fig.12 a Fig.13 sono riportati gli appoggi su pila B di alcune delle travi.



**Fig.12: appoggio in buono stato, presenza ristagno acqua.**



**Fig.13: appoggio in buono stato, presenza ristagno acqua.**

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: campata BC - appoggi travi pila C

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 22/02/2022

Gli appoggi su pila C si presentano in un buono stato di conservazione. Tuttavia, si riscontra la presenza di ristagni d'acqua.

A titolo di esempio, da Fig.14 a Fig.15 sono riportati gli appoggi su pila C di alcune delle travi.



**Fig.14: appoggio in buono stato, presenza ristagno acqua.**



**Fig.15: appoggio in buono stato, presenza ristagno acqua.**



**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
- Parte d'opera: campata CD - appoggi travi pila C

**Metodo di prova:** Interno

**Data di prova:** 22/02/2022

Gli appoggi su pila C si presentano in un buono stato di conservazione. Tuttavia, si riscontra la presenza di ristagni d'acqua.

A titolo di esempio, da Fig.16 a Fig.17 sono riportati gli appoggi su pila C di alcune delle travi.



**Fig.16: appoggio in buono stato, presenza ristagno acqua.**



**Fig.17: appoggio in buono stato, presenza ristagno acqua.**

**Identificazione del manufatto:**

- Opera: Ponte sulla SPBS 510 quinquies "Raccordo SPBS11 TS" – km 2+146
  - Parte d'opera: campata CD - appoggi travi spalla D
- Metodo di prova:** Interno
- Data di prova:** 22/02/2022

Gli appoggi su spalla D (Fig.6) si presentano in un buono stato di conservazione, non si è riscontrata presenza di ristagni d'acqua.

A titolo di esempio, da Fig.18 a Fig.19 sono riportati gli appoggi su spalla D di alcune delle travi.



**Fig.18: appoggio spalla D trave 3 campata CD.**



**Fig.19: appoggio spalla D trave 6 campata CD.**