



# PROVINCIA FORLÌ'-CESENA

Servizio Tecnico Infrastrutture, Trasporti e Pianificazione Territoriale

Comuni di Longiano, Gambettola e Gatteo

## COLLEGAMENTO TRA LA S.S. 9 "EMILIA" IN LOCALITA' SAN GIOVANNI IN COMPITO E IL CASELLO AUTOSTRADALE A 14 "VALLE DEL RUBICONE" STRALCIO DI COMPLETAMENTO

### PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO :

CAVALCAFERROVIA LINEA BOLOGNA - RIMINI KM 93+402

TOMBINAMENTO FOSSO MACERI

RAPPORTO DI PROVA E INDAGINE SUI MATERIALI

SCALA :

TAV.

N.

Revisione

Data :

0

Emissione

R.4.02

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ing. Stefano Rastelli

IL PROGETTISTA GENERALE

*Stefano Cassarini*  
ing. Stefano Cassarini  
STIGEIA s.r.l.  
Bologna

IL PROGETTISTA DELL'OPERA

GOSTOLI studio associato  
ing. Alessandro Gostoli



Revisione X del XX.XX.XXXX



**LABCONTROLS\***

Laboratorio Tecnico e Collaudi

**RAPPORTO DI PROVA n° 18CS3164**

del 07/11/2018

Pagina 1 di 8

Spettabile

**PROVINCIA DI FORLÌ – CESENA**  
**Servizio Tecnico Infrastrutture e**  
**Trasporti**

Piazza Morgagni, 9  
47121 Forlì (FC)

**Data della richiesta della prova:** 25/10/2018

**Numero e data della commessa:** 2256, 25/10/2018

**Data dell'esecuzione della prova:** dal 25/10/2018 al 07/11/2018

**Oggetto della prova:** Indagini diagnostiche su struttura in calcestruzzo armato.

**Luogo della prova:** Collegamento tra la S.S. 9 "Emilia" in località San Giovanni in Compito ed il Casello  
autostradale A14 "Valle del Rubicone" Italia.

**Committente:** **PROVINCIA DI FORLÌ – CESENA**

**Generalità\***

Il giorno 25 Ottobre 2018, secondo la richiesta del Committente, presso l'opera in oggetto sono stati eseguiti  
dei controlli sulla struttura in calcestruzzo armato.

L'intervento è consistito nel:

- prelievo di carote di cls per la determinazione della resistenza a compressione;
- verificare la profondità di carbonatazione del calcestruzzo;
- prelievo di barre d'acciaio per la determinazione della resistenza a trazione;
- determinazione della resistenza di un elemento di acciaio secondo il metodo "POLDI" di pressione a sfera;
- indagini pacometriche su alcuni elementi in c.a.

Nella pagina n. 5 sono riportati i disegni schematici della struttura in oggetto con indicate le zone di prova e di prelievo.

**Persone presenti alle prove.**

— Durante le fasi di esecuzione della prova erano presenti le seguenti persone:

- Ing. Alessandro Gostoli, (Consulente Tecnico per la Committenza);
- Geom. Francesco Turchi, (Controls s.r.l.);
- P.I. Jury Silvagni, (Controls s.r.l.);
- Geom. Mirko Maraldi, (Controls s.r.l.).



(\*) secondo la richiesta del Committente.



**Fotografia del “collegamento” dove sono state effettuate le prove ed i prelievi di materiale.**

#### **Riferimenti normativi.**

Le prove sono state effettuate secondo le prescrizioni dei seguenti documenti:

- Norma UNI EN 12390-3:2009 del 14/05/2009 “Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini”;
- norma UNI EN 12504-1:2009 del 14/05/2009 “Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Parte 1: Carote – Prelievo, esame e prova di compressione”;
- norma UNI 9944:1992 del 28/02/1992 “Corrosione e protezione dell’armatura del calcestruzzo. Determinazione della profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloruro nel calcestruzzo”;
- norma UNI EN ISO 6892-1:2016 “Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente”;
- Metodo POLDI: “Determinazione della resistenza di un elemento di acciaio”;
- D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni”.



### **Modalità della prova.**

#### **Indagine magnetometrica per la localizzazione delle barre d'armatura.**

Tutte le stazioni di misura sono state fissate dopo aver individuato, mediante rilievo magnetometrico, la posizione delle armature principali e delle staffe in modo da escluderle dal percorso della corona diamantata per il prelievo della carota.

L'attrezzatura utilizzata è costituita da magnetometro (profometro) digitale modello PROFOSCOPE senza fili della ditta PASI s.r.l., corredato di sonde idonee per la misurazione dello spessore del copriferro e del diametro delle barre.

#### **Compressione di carote in calcestruzzo per la determinazione del carico di rottura.**

##### **Modalità del prelievo.**

Metodo di estrazione:

- perforatrice elettrica a rotazione munita da corona diamantata con raffreddamento ad acqua.

Preparazione dei provini:

- taglio con sega a disco;
- rettifica delle facce mediante mola diamantata.

I provini sono stati posizionati tra i piatti della pressa per la determinazione del carico di rottura.

#### **Determinazione della profondità della carbonatazione.**

L'indagine ha avuto lo scopo di rilevare lo stato di conservazione degli elementi della struttura in c.a. in oggetto, in particolare la determinazione della profondità di carbonatazione.

Per la determinazione della profondità di carbonatazione del calcestruzzo si è utilizzata una soluzione di fenoltaleina all'1 % in alcool etilico (Indicatore chimico di carbonatazione  $\text{Ph} < 8,5/9,5$  – Formula molecolare: soluzione acquosa  $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$ ). Questa è stata spruzzata, mediante nebulizzatore, direttamente sulle carote prelevate secondo i piani normali alla superficie esposta all'aria.

La fenoltaleina vira al rosso al contatto con materiali il cui pH sia maggiore di circa 9,2 e rimane incolore per valori di pH minori.

#### **Prova di trazione su barra d'acciaio.**

Dalla struttura in oggetto è stato prelevato n. 1 spezzone di barra d'acciaio in aderenza migliorata per l'esecuzione della prova di determinazione della resistenza a trazione.



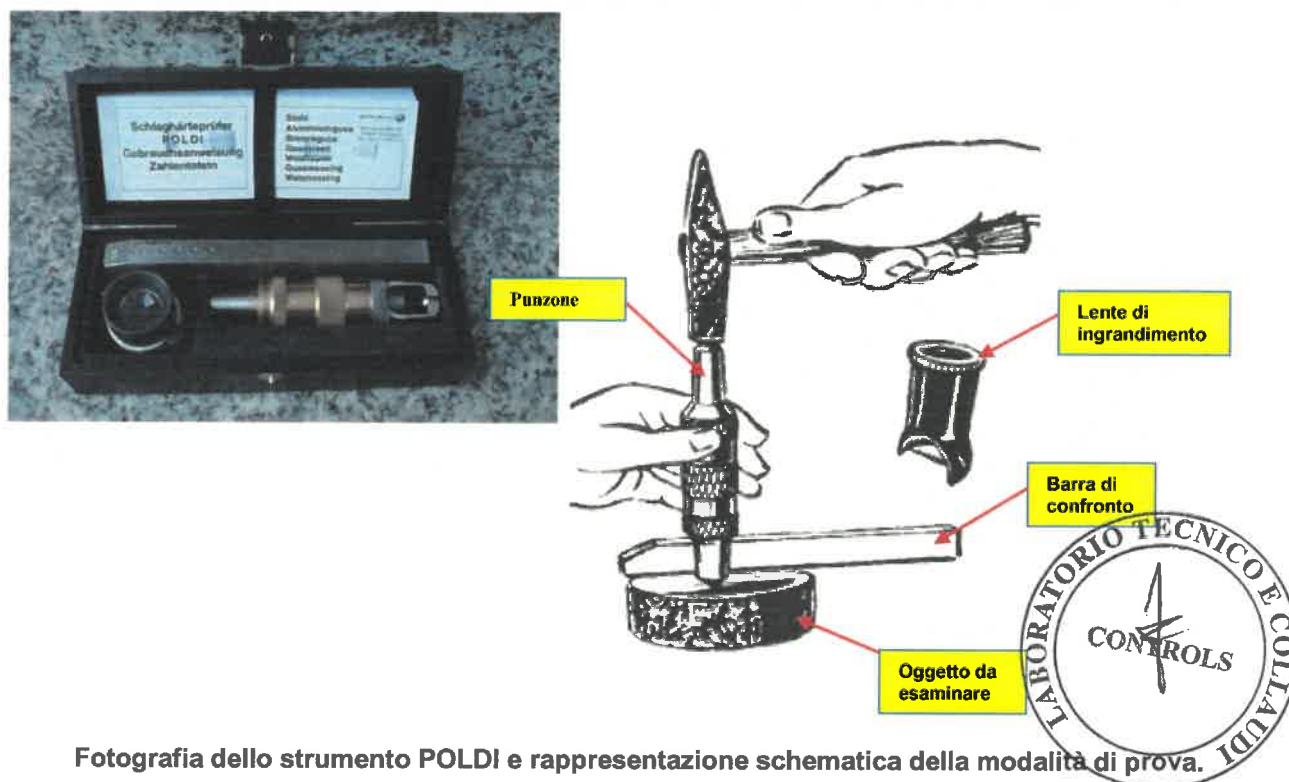


### **Determinazione della resistenza di un elemento di acciaio - Metodo POLDI.**

Il sistema di misurazione a percussione POLDI si basa sul metodo BRINELL ma, invece di imprimere il corpo di penetrazione con un carico conosciuto, si utilizza la comparazione tra l'impronta della sfera impressa sul materiale testato, con l'impronta di riscontro lasciata dalla sfera sul provino di materiale con durezza conosciuto. La prova consiste nel determinare la resistenza di un campione di metallo (acciaio nel caso concreto) misurando e confrontando con annesse tabelle. Tale resistenza viene espressa in  $\text{kg/mm}^2$ .

#### **Modalità di esecuzione della prova.**

Sul campione da esaminare è stata rettificata una piccola superficie in modo che risulti liscia e piana. Dopodiché sulla superficie così preparata, viene posta la sfera dell'apparecchio munito della barretta di confronto, osservando che l'asse dell'apparecchio sia perpendicolare alla superficie del campione di cui si vuol determinare la resistenza. Ciò fatto viene dato un colpo deciso sulla testa del punzone (vedi figura seguente); ne risultano due impronte lasciate dalla sfera e precisamente, una sulla barretta di confronto e l'altra sul campione da esaminare. In funzione del diametro delle impronte rilevate con lente graduata al decimo di millimetro, si ricava, con tabelle annesse allo strumento la resistenza del campione in esame.



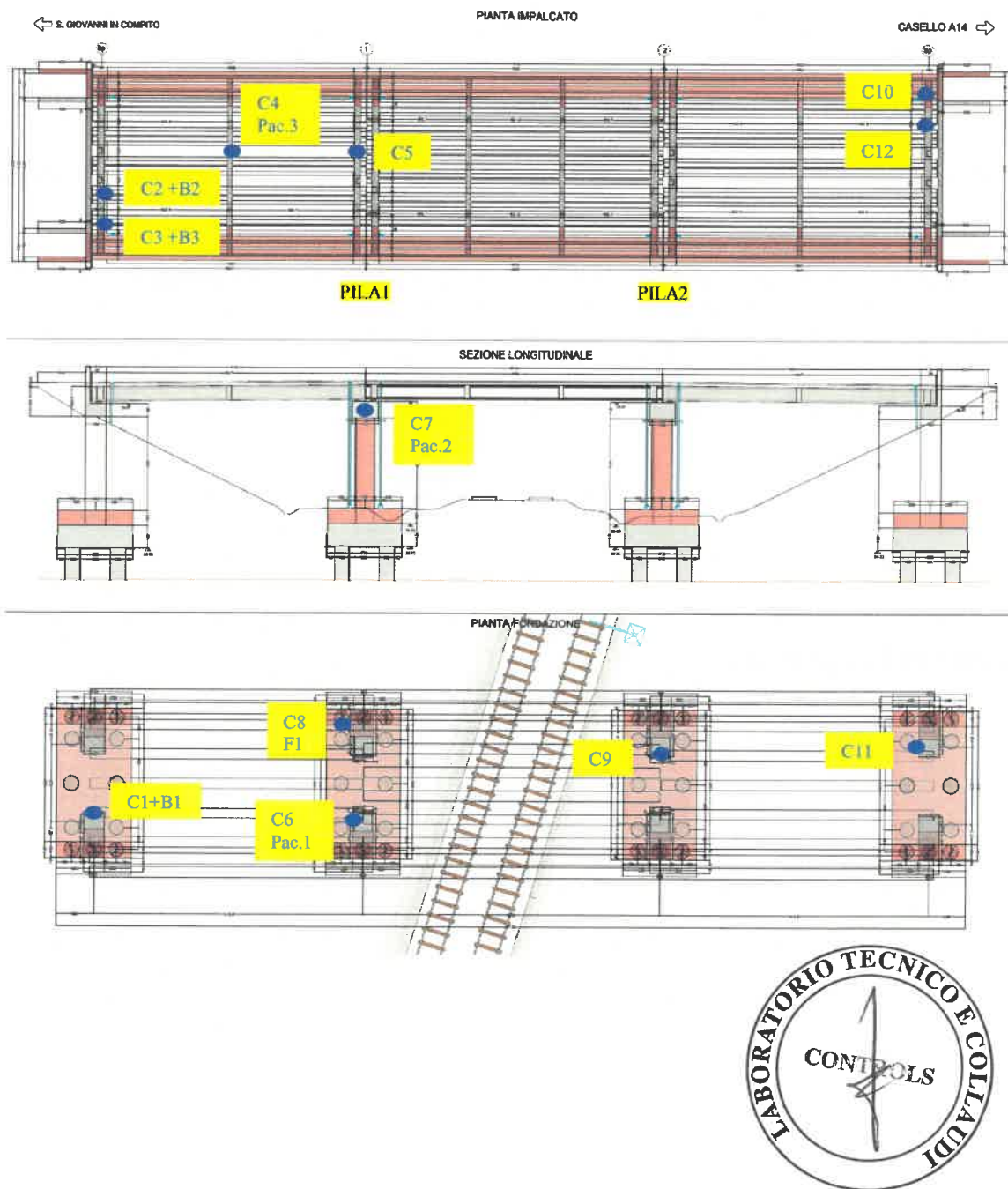
**Fotografia dello strumento POLDI e rappresentazione schematica della modalità di prova.**

### **Indagine magnetometrica e saggio diretto per la localizzazione delle barre d'armatura.**

La prova è consistita nel determinare, mediante rilievo magnetometrico e saggio diretto, la posizione e le dimensioni delle armature principali di alcuni elementi strutturali del fabbricato in oggetto.

L'attrezzatura utilizzata è costituita da magnetometro (profometro) digitale modello PROFOSCOPE senza fili della ditta PASI s.r.l., corredato di sonde idonee per la misurazione dello spessore del copriferro e del diametro delle barre.

## DISEGNI SCHEMATICI DELLA STRUTTURA CON RIPORTATA LA POSIZIONE DEI PUNTI DI PROVA E DI PRELIEVO\*



(\*) disegno fornito a cura del Committente.

Laboratorio prove materiali con sistema di gestione qualità **UNI EN ISO 9001: 2008** Bureau Veritas n. **IT244738**

Laboratorio autorizzato con D.M. n. **1681** del **25/02/2013** dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di cui all'Art. 59 del D.P.R. 380/2001 (Legge 5.11.1971 n. 1086)

**CONTROLS** s.r.l. Laboratorio Tecnico e Collaudi - Via Turati, 910 - 47522 Cesena (FC) Italy - tel/fax +39 0547 481436 - info@labcontrols.it - www.labcontrols.it

## Risultati delle prove.

### Prova di compressione delle carote.

### Esame visivo dei provini.

Provino [n.]	Condizione di umidità della superficie al momento della prova	Profondità di carbonatazione [cm]
C1 Pilastro spalla San Giovanni lato Rimini	asciutta	3,5
C2 Pulvino spalla San Giovanni	asciutta	4,0
C3 Traverso spalla San Giovanni	asciutta	3,0
C4 Traverso 1 in campata spalla S. Giovanni e pila 1	asciutta	2,5
C5 Traverso 2 in campata spalla S. Giovanni e pila 1	asciutta	4,0
C6 Pilastro pila 1 - lato Rimini	asciutta	4,5
C7 Pulvino pila 1 - lato Rimini	asciutta	2,0
C8 Fondazione pilastro pila 1 - lato Cesena	asciutta	0,0
C9 Pilastro pila 2 - lato Cesena	asciutta	4,0
C10 Traverso spalla Casello A14	asciutta	3,0
C11 Pilastro spalla Casello A14 lato Cesena	asciutta	2,5
C12 Pulvino spalla Casello A14	asciutta	4,0

### Risultati prova di compressione (Data di prelievo: 25/10/2018, Data della prova: 07/11/2018).

Provino [n.]	Posizione in opera	Diametro D [mm]	Altezza H [mm]	Rapporto H/D	Area [mm²]	Peso [g]	Massa volumica [kg/m³]	Carico di rottura [Kn]	Resistenza a compressione della carota $f_{cc}$ [N/mm²]
C1	Pilastro	99,5	100,1	1,01	7772	1767	2271	225,1	29,0
C2	Pulvino	99,5	101,6	1,02	7772	1781	2256	261,6	33,7
C3	Traverso	99,5	102,5	1,03	7772	1816	2280	275,7	35,5
C4	Traverso	99,5	103,0	1,04	7772	1869	2335	232,4	29,9
C5	Traverso	99,5	102,0	1,03	7772	1773	2237	318,9	41,0
C6	Pilastro	99,5	100,4	1,01	7772	1754	2248	260,3	33,5
C7	Pulvino	99,5	100,7	1,01	7772	1791	2288	395,6	50,9
C8	Fondazione	99,5	102,0	1,03	7772	1842	2324	288,5	37,1
C9	Pilastro	99,5	102,4	1,03	7772	1781	2238	202,3	26,0
C10	Traverso	99,5	101,7	1,02	7772	1856	2348	378,9	48,8
C11	Pilastro	99,5	102,4	1,03	7772	1831	2301	281,8	36,3
C12	Pulvino	99,5	102,7	1,03	7772	1799	2254	277,5	36,9

### Prova di trazione dell'acciaio.

### Punto di prelievo dei campioni.

Sigla	Posizione in opera	Nota
F1	Fondazione pilastro pila 1 - lato Cesena	Barra ad aderenza migliorata

### Trazione barre d'acciaio (Data di prelievo: 25/10/2018, Data della prova: 07/11/2018).

N.	Diametro reale [mm]	Sezione resistente [mm²]	Allungamento a carico max $A_{gt}$ [%]	Tensione di snervamento $f_y$ [N/mm²]	Tensione di rottura $f_t$ [N/mm²]	Rapporto $f_t/f_y$	Peso unitario [g/m]
F1	26,0	529,7	16,6	544,3	637,2	1,17	4158



**Determinazione della resistenza di un elemento di acciaio secondo il metodo "POLDI" di pressione a sfera.**

Punto [n.]	Posizione elemento di prova [mm]	Diametro impronta della sfera sulla barretta di confronto [dmm]	Diametro impronta della sfera sul campione esaminato [dmm]	Stima della resistenza alla trazione		Stima della durezza Brinell	Tipo di acciaio in prova
				[kg/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
B1	Pilastro spalla S. Giovanni lato Rimini	27,0	27,0	70	686,7	205	Barra ad aderenza migliorata ø 22 mm
B2	Pulvino spalla S. Giovanni	25,0	25,0	70	686,7	205	Barra ad aderenza migliorata ø 20 mm
B3	Traverso spalla S. Giovanni	27,0	27,0	70	686,7	205	Barra ad aderenza migliorata ø 24 mm



**Fotografia durante la fase di prelievo di una carota e particolare del materiale prelevato.**



**Fotografia durante l'esecuzione della prova POLDI e relativa impronta rilasciata.**



**INDAGINI PACOMETRICHE (IL VISIBILE).**

Posizione	Descrizione	Disegno schematico
<b>Pac. 1</b> Pilastro pila 1 lato Rimini	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pilastro in c.a. senza intonaco;</li> <li>Armatura longitudinale <math>\varnothing</math> 20 mm – comparata con pacometro;</li> <li>Staffe <math>\varnothing</math> 12/26,25,25 cm – comparata con pacometro.</li> </ul>	<p>Disegno in sezione</p> <p>Nota: tutte le misure sono espresse in [cm].</p>
<b>Pac. 2</b> Pulvino pila 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pulvino in c.a. senza intonaco;</li> <li>Armatura longitudinale all'intradosso <math>\varnothing</math> 22 mm, in "parete" <math>\varnothing</math> 16 mm – comparata con pacometro;</li> <li>Staffe <math>\varnothing</math> 14/15,14,16 cm – comparata con pacometro.</li> </ul>	<p>Disegno in sezione</p> <p>Nota: tutte le misure sono espresse in [cm].</p>
<b>Pac. 3</b> Traverso in campata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traverso in c.a. senza intonaco;</li> <li>Armatura longitudinale all'intradosso <math>\varnothing</math> 20 mm, in "parete" <math>\varnothing</math> 16 mm – comparata con pacometro;</li> <li>Staffe <math>\varnothing</math> 12/10,9,9 cm – comparata con pacometro.</li> </ul>	<p>Disegno in sezione</p>

Il Responsabile  
Tecnico di Prova  
(Geom. Mirko Maraldi)

*Mirko Maraldi*



Il Direttore del Laboratorio

(Dott. Ing. Genti Nallbati)

*Genti Nallbati*