

CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

COMMITTENTE: CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA
Via Zamboni, 13 – 40126 BOLOGNA

LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE ED ADEGUAMENTO STRUTTURALE DEL PONTE SUL
CANALE NAVILE AL KM 16+362 DELLA S.P. N.3 TRASVERSALE DI PIANURA IN COMUNE
DI BENTIVOGLIO

PROGETTO ESECUTIVO

AZ SRL
SOCIETÀ DI
INGEGNERIA

AZ S.r.l. Consulting & Commercial Engineering

Sede legale: Galleria delle Porte Contarine 4, 35137 Padova

Sede Operativa: via Zucchini 61, 44122 Ferrara

C.F. e Partita IVA 03243310285

Tel/Fax 0532 769188

info@azec.it – www.azec.it

GRUPPO DI LAVORO:

Progettista: Ing. Michele Borghi

Ing. Dario Fortini

DIRETTORE TECNICO

Ing. Giuseppe Caruso

Codice Commessa AZ: 18/2019

R2.13 RELAZIONE INDAGINE MATERICHE

Scala

00	Febbraio 2020	Emissione	DF	LB	GC
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

WBS
01

TE	SETTORE
REL	ST

FASE	N° ELABORATO
D - E	R2.13

NOME FILE
R2.13_Relazione indagini materiche.pdf

GIANCARLO MASELLI S.r.l.

Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO)

Tel. 059/541296 – Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it – mail: maselli@giancarlo.it



Giancarlo Maselli
Diagnostica & Engineering

DIRETTORE SCIENTIFICO

Prof. Dott. Giancarlo Maselli



CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

Area Servizi Territoriali Metropolitani

REFERENTE COMMESSA

Dott. Ing. Pierluigi Tropea / Città Metropolitana di Bologna

VERIFICHE STRUTTURALI

Dott. Ing. Giuseppe Caruso / AZ Engineering S.r.l.

Via delle Porte Contadine, 4 – 35137 Padova (PD)

PONTE IN C.A. – SP3 SUL NAVILE

40010 Bentivoglio (BO)

Campagna di indagini e prove sulle strutture finalizzata al rilievo dei dettagli costruttivi e alla caratterizzazione meccanica dei materiali costituenti le strutture del ponte in c.a.



RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI

RIF. COMMESSA

N° commessa GM 19/735_rev.01 – Relazione EDI 010/20

0	emissione	17 Gennaio 2020	Ing. Fabio Guerzoni	Dott. Giancarlo Maselli
REVISIONE	MOTIVO	DATA	ELABORATO	APPROVATO

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

INDICE

INDICE.....	- 2 -
ELENCO ELABORATI	- 4 -
CAPITOLO 1. INTRODUZIONE.....	- 6 -
1.1 Ubicazione del bene oggetto della campagna di indagini.....	- 6 -
1.2 Contenuti del documento.....	- 7 -
1.3 Quadro normativo di riferimento.....	- 8 -
1.4 Metodologie di indagine applicate: elenco dei rilievi e delle prove in sito.....	- 9 -
1.5 Organico impiegato, qualificazione e certificazione del personale	- 10 -
1.6 Elaborati di restituzione.....	- 11 -
Tavola di ubicazione indagini strutturali Tav.01	- 12 -
CAPITOLO 2. RILIEVO DELLO STATO CONSERVATIVO DEGLI APPOGGI	- 14 -
2.1 Premessa	- 14 -
2.2 Strumentazione utilizzata.....	- 15 -
2.3 Restituzione dei risultati.....	- 15 -
Documentazione fotografica del rilievo Doc. Foto.01	- 16 -
CAPITOLO 3. RILIEVO DEL SISTEMA COSTRUTTIVO DELL'IMPALCATO.....	- 18 -
3.1 Premessa	- 18 -
3.2 Metodologia operativa.....	- 18 -
3.2.1 Saggio esplorativo per rilievo diretto della stratigrafia di pavimento.....	- 18 -
3.3 Strumentazione utilizzata.....	- 19 -
3.4 Restituzione dei risultati.....	- 19 -
Schede di rilievo S.01 ÷ S.02.....	- 20 -
CAPITOLO 4. RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI MEDIANTE SAGGI ESPLORATIVI	- 22 -

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

4.1 Premessa	- 22 -
4.2 Metodologia operativa	- 23 -
4.2.1 Indagine pacometrica preliminare (normativa BS 1881:204 – DIN 1045)	- 23 -
4.2.2 Saggio esplorativo per rilievo diretto delle armature	- 24 -
4.3 Strumentazione utilizzata	- 25 -
4.4 Restituzione dei risultati	- 26 -
Schede di rilievo SA.01 ÷ SA.02	- 27 -
CAPITOLO 5. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DI LABORATORIO DEL CALCESTRUZZO	- 29 -
5.1 Premessa	- 29 -
5.2 Metodologia operativa	- 29 -
5.2.1 Indagine pacometrica preliminare (BS 1881:204 – DIN 1045)	- 29 -
5.2.2 Esecuzione dei prelievi di calcestruzzo	- 29 -
5.2.3 Prova con fenolftaleina: misura della profondità di carbonatazione del cls	- 30 -
5.2.4 Catalogazione del campione e trasporto in laboratorio	- 32 -
5.3 Preparazione dei campioni in laboratorio	- 33 -
5.4 Strumentazione di prova	- 33 -
5.5 Restituzione dei risultati	- 33 -
Documentazione fotografica prelievo campioni C.01 ÷ C.10	- 35 -
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	- 37 -
Indagini su strutture	- 37 -
Altra normativa e documentazione di riferimento	- 37 -

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

ELENCO ELABORATI

CAPITOLO 1:

- Tavola di ubicazione indagini strutturali **Tav.01**

❖ INDAGINI FINALIZZATE ALLA CONOSCENZA DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI

CAPITOLO 2:

- Documentazione fotografica dei rilievi effettuati sugli elementi di appoggio **Doc. Foto.01**

CAPITOLO 3:

- Restituzione grafica e fotografica dei rilievi effettuati dall'estradosso dell'impalcato **S.01 ÷ S.02**

CAPITOLO 4:

- Restituzione grafica e documentazione fotografica dei saggi esplorativi sugli elementi in c.a.
SA.01 ÷ SA.02

❖ INDAGINI FINALIZZATE ALLA VALUTAZIONE DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DEI MATERIALI

CAPITOLO 5:

- Catalogazione e documentazione fotografica dei provini di calcestruzzo **C.01 ÷ C.10**
- Certificato delle prove meccaniche sulle carote **C.01 ÷ C.10** rilasciato da Laboratorio
"autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. 23470 del 03.05.1983 – Legge 1086/71 art. 20"

Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

CLAUSOLA SULLA PRIVACY

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilista e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

CAPITOLO 1. INTRODUZIONE

1.1 UBICAZIONE DEL BENE OGGETTO DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI

La scrivente Società **Giancarlo Maselli S.r.l.** di Nonantola (MO) ha eseguito, su incarico della **CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA – Area Servizi Territoriali Metropolitani**, una campagna di prove in sito e di laboratorio finalizzate alla valutazione delle caratteristiche costruttive e della caratterizzazione dei materiali delle strutture del ponte in c.a. sul canale Navile lungo la Strada Provinciale n°3, nel Comune di Bentivoglio (BO).

Si riporta una panoramica aerea generale dell'area in cui sorge la struttura.



Figura 1.1 – Ubicazione dell'bene oggetto dell'incarico (Google Earth)

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecn\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

1.2 CONTENUTI DEL DOCUMENTO

L'oggetto del presente documento tecnico consiste nella relazione inerente l'elaborazione dei dati raccolti nella campagna di indagine strutturale, espletata dalla scrivente Società sotto la supervisione in loco del **Dott. Ing. Pierluigi Tropea** della Città Metropolitana di Bologna.

Nello specifico la campagna di indagini è finalizzata alla ricostruzione del quadro conoscitivo delle strutture, con particolare riferimento – **PER GLI ASPETTI DI CARATTERE STRUTTURALE** – a:

1. Il **rilievo strutturale di dettaglio**;
2. la realizzazione della campagna di indagini non distruttive, semi-distruttive e distruttive per la **caratterizzazione dei materiali costituenti le strutture** (e produzione delle relazioni e degli esiti e certificati vari);
3. in generale, la realizzazione di tavole grafiche contenenti la localizzazione e la fotografia delle piazzole di prova.

Il ponte è composto complessivamente da 3 campate, la cui struttura portante è costituita da travi in c.a. a interasse pari a 95 cm. poggiate su due pile, anch'esse in c.a. Il ponte ha uno sviluppo in lunghezza di circa 43,5 metri, di cui 10,5 metri per le campate laterali e 22,5 metri la campata centrale, per circa 10 metri di larghezza.

La struttura è stata indagata mediante l'ausilio di un'apposita piattaforma di tipo "By bridge", previa chiusura parziale della carreggiata e regolazione del traffico alternato da parte degli operatori della Città Metropolitana di Bologna.



Figura 1.2 – Piattaforma “By bridge” utilizzata per le indagini all'intradosso della struttura



Figura 1.3 – Installazione semaforica per la regolazione del traffico su carreggiata ridotta

1.3 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

L'espletamento dell'incarico ha, come principale quadro di riferimento, il DM 14 Gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” e s.m.i., il **Decreto 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”** e la Circolare esplicativa delle nuove NTC approvata il 27 luglio 2019 dal CSLLPP.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

1.4 METODOLOGIE DI INDAGINE APPLICATE: ELENCO DEI RILIEVI E DELLE PROVE IN SITO

Le indagini eseguite sono:

A. VERIFICA DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.

1. Al fine di rilevare composizione e lo stato conservativo dei materiali componenti i giunti tra trave e pila, è stato eseguito **un'ispezione visiva sugli appoggi**.
2. Al fine di rilevare la stratigrafia dei materiali componenti l'impalcato al di sopra della soletta in c.a., sono stati eseguiti **n°2 saggi stratigrafici da estradosso (S.01 ÷ S.02)**.
3. Su un campione di due travi in c.a., al fine di individuare la tipologia delle armature, sono stati eseguiti in totale **n°2 saggi esplorativi (SA.01 ÷ SA.02)**.

B. VALUTAZIONE DELLE PROPRIETA' MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO.

4. Al fine di valutare la resistenza del calcestruzzo in opera, sono stati eseguiti **n°10 prelievi di provini cilindrici di calcestruzzo (C.01 ÷ C.10)** mediante carotaggio, finalizzati all'esecuzione **di prove distruttive presso Laboratorio Autorizzato**.

L'acquisizione dei dati in sito è stata svolta da un team di tecnici specializzati, coordinati dal Direttore Scientifico Dott. Giancarlo Maselli, nelle giornate del 7 e 8 Gennaio 2020. Le indagini sono state svolte sotto la supervisione del *Dott. Ing. Pierluigi Tropea*.

Nei capitoli successivi sono descritti i principi delle tecniche di indagine, la strumentazione impiegata e le modalità operative. A ciascun capitolo sono allegati i certificati diagnostici e le elaborazioni dei dati raccolti in cantiere.

1.5 ORGANICO IMPIEGATO, QUALIFICAZIONE E CERTIFICAZIONE DEL PERSONALE

Direttore scientifico:

Dott. Prof. Giancarlo Maselli

- Amministratore Unico della società Giancarlo Maselli S.r.l.
- Docente in "Diagnosi e Monitoraggio delle Strutture" presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia. DIEF – Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari.

Tecnici specialisti:

Dott. Ing. Fabio Guerzoni

Operatore CND certificato UNI EN ISO 9712 di I livello nelle seguenti metodologie:

- Metodo magnetometrico (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00233-C).
- Metodo ultrasonico (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00234-C).
- Metodo sclerometrico (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00235-C).
- Metodo di estrazione Pull Out (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00236-C).
- Metodo di estrazione Pull Out/Pull Off (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00237-C).

Geom. Andrea Falchi

Operatore CND certificato UNI EN ISO 9712 di I livello nelle seguenti metodologie:

- Metodo magnetometrico (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00215-C).
- Metodo ultrasonico (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00213-C).
- Metodo sclerometrico (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00212-C).
- Metodo di estrazione Pull Out (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00211-C).
- Metodo di estrazione Pull Out/Pull Off (Bureau Veritas, certificato n° CIV-19-00214-C).

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

1.6 ELABORATI DI RESTITUZIONE

I risultati delle varie prove, allegati a ciascun capitolo, sono forniti in relazioni specialistiche ed elaborati grafici contenenti, in generale, le seguenti informazioni:

- ubicazione dell'elemento strutturale indagato;
- data in cui è stata svolta la prova;
- nominativi degli operatori che hanno svolto la prova;
- condizioni ambientali e temperatura esterna al momento della prova;
- parte del fabbricato sottoposta a prova con adeguata planimetria;
- elenco dettagliato delle strumentazioni di prova con relativa marca ed eventuale certificazione;
- normative di riferimento seguite nello svolgimento della prova;
- descrizione metodologica della prova;
- documentazione fotografica;
- risultati analitici della prova forniti in forma tabellare ed eventualmente riassunti in forma grafica;
- risultati delle elaborazioni e delle correlazioni relative ai dati della prova, eventualmente riassunti in forma grafica;
- conclusioni con i risultati schematici della prova;
- eventuali certificati di prova allegati.

Per alcune prove i rapporti di prova sono stati emessi da un Laboratorio Ufficiale, autorizzato dal STC del C.S.LL.PP ai sensi Art. 20 della Legge 1086/1971 e Art. 59 del D.P.R. 380/2001 e ss.mm.ii. La lista completa delle prove in oggetto è riportata nella Circolare 08 settembre 2010, n. 7617 / STC nel punto 5.

Riferimento protocollo: Edi 010/20

Commessa n°: GM19/735 _ rev.01

Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile

ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



Giancarlo Maselli
Diagnostics & Engineering

Giancarlo Maselli

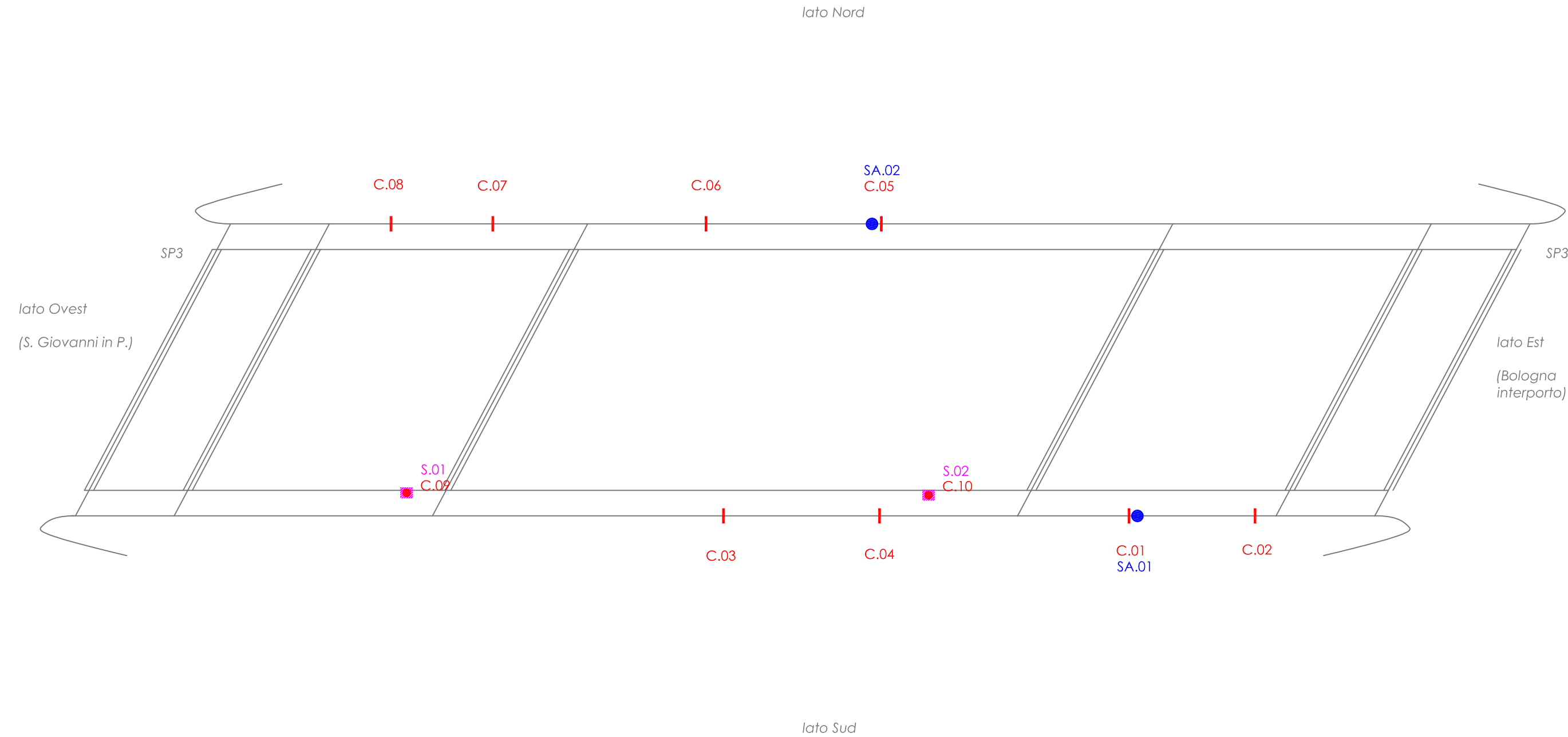
Diagnostics & Engineering

Capitolo 1	<i>Introduzione</i>
Elaborati:	TAVOLA DI UBICAZIONE INDAGINI STRUTTURALI TAV.01

CLAUSOLA "PRIVACY"

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

VERIFICHE IN SITO SULLE STRUTTURE	
<div><div></div></div> C.00	Carotaggi su elementi in calcestruzzo
<div><div></div></div> SA.00	Saggi esplorativi per rilievo armature
<div><div></div></div> S.00	Saggi esplorativi per rilievo stratigrafia impalcato



Committente: Città Metropolitana di Bologna
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile - Bentivoglio (BO)

Campagna di indagini e prove sulle strutture finalizzata al rilievo dei dettagli costruttivi e alla caratterizzazione meccanica dei materiali componenti le strutture del ponte

DATA

7 - 8
Dicembre
2019

TAVOLA

1



GIANCARLO MASELLI S.r.l.
Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est, 72 - 41015 Nonantola (Mo)
Tel. 059.541296 - Fax. 059.541317
PEC diamaselli@pec.it - Mail maselligiancarlo@libero.it

OGGETTO: PLANIMETRIA IMPALCATO

UBICAZIONE DELLE POSIZIONI DI PROVA

RIFERIMENTI

comm. GM 19/735_rev.01
prot. EDI 010/20



Giancarlo Maselli

Diagnostics & Engineering

CAPITOLO 2

RILIEVO DELLO STATO CONSERVATIVO DEGLI APPOGGI

CLAUSOLA SULLA PRIVACY

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

CAPITOLO 2. RILIEVO DELLO STATO CONSERVATIVO DEGLI APPOGGI

2.1 PREMESSA

La campagna di indagine è finalizzata alla verifica delle **dimensioni** e dello **stato conservativo** degli elementi che si interpongono fra trave e pila in corrispondenza dell'appoggio.

Le verifiche in sito sono state svolte mediante **ISPEZIONE VISIVA** e **RILIEVO DIMENSIONALE**.

La campionatura di indagine ha interessato un appoggio tipo tra due travi di bordo – una della campata centrale e una della campata laterale – con la pila.



Figura 2.1 – Elemento plastico all'appoggio fra trave e pila

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

2.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle indagini è stata predisposta la seguente strumentazione:

- macchina fotografica digitale;
- strumenti di misurazione quali metro, calibri, disto laser, ecc.

2.3 RESTITUZIONE DEI RISULTATI

La descrizione di quanto rilevato e la documentazione fotografica del rilievo sono allegate di seguito nell'elaborato **Doc. Foto.01**.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

Capitolo 2

Rilievo dello stato conservativo degli appoggi

Elaborati:

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL RILIEVO DOC. FOTO.01

CLAUSOLA "PRIVACY"

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

Giancarlo Maselli S.r.l.

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	1 di 1
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Guerzoni F.

ISPEZIONE VISIVA DEI MATERIALI COSTITUENTI GLI APPOGGI

Doc. Foto.01

Documentazione fotografica dei punti indagati



Descrizione di quanto rilevato

Agli appoggi tra le pile e le travi in c.a. costituenti il ponte, si interpongono elementi di sezione quadrata in gomma. Per le travi delle campate laterali questi elementi hanno dimensioni 20 x 20 x 3 cm.

Per le travi della campata centrale, di sezione maggiore, gli elementi in gomma hanno dimensioni 40 x 40 x 4 cm. La gomma appare in buono stato conservativo.



Giancarlo Maselli

Diagnostics & Engineering

CAPITOLO 3

RILIEVO DEL SISTEMA COSTRUTTIVO DELL'IMPALCATO

CLAUSOLA SULLA PRIVACY

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

CAPITOLO 3. RILIEVO DEL SISTEMA COSTRUTTIVO DELL'IMPALCATO

3.1 PREMESSA

La campagna di indagine è finalizzata alla **verifica dello spessore del pacchetto di pavimentazione stradale fino al raggiungimento della soletta in c.a.**

Le verifiche in sito sono state svolte mediante **SAGGI DEMOLITIVI CON RILIEVO DIRETTO**, come da indicazioni della Committenza.

La campionatura di indagine è costituita da n°2 posizioni di prova, denominate **S.01 ÷ S.02**.

3.2 METODOLOGIA OPERATIVA

3.2.1 SAGGIO ESPLORATIVO PER RILIEVO DIRETTO DELLA STRATIGRAFIA DI PAVIMENTO

Si è proceduto con l'esecuzione dei saggi per la verifica delle caratteristiche costruttive della pavimentazione.

Nello specifico, le attività oggetto del presente capitolo, sono state eseguite al fine di consentire la **verifica della consistenza della pavimentazione**, con la rimozione di materiale dalla quota di calpestio, la messa a nudo degli elementi portanti e il successivo rilievo della struttura.

Gli aspetti approfonditi mediante i saggi a pavimento sono stati:

- rilievo della tipologia strutturale del pavimento;
- rilievo delle caratteristiche morfologico – costruttive;
- restituzione delle caratteristiche dimensionali;



Figura 3.1 – Esecuzione di un saggio su pavimentazione

3.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle indagini è stata predisposta la seguente strumentazione:

- martello demolitore;
- macchina fotografica digitale;
- strumenti di misurazione quali metro, calibri, disto laser, ecc.

3.4 RESTITUZIONE DEI RISULTATI

Le caratteristiche costruttive delle pavimentazioni indagate sono descritte nel dettaglio nelle schede **S.01 ÷ S.02** allegate di seguito.

L'ubicazione dei vari punti di indagine è riportata nella tavola **Tav.01** allegata alla premessa.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

Capitolo 3

Rilievo del sistema costruttivo dell'impalcato

Elaborati:

SCHEDE DI RILIEVO S.01 ÷ S.02

CLAUSOLA "PRIVACY"

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

Giancarlo Maselli S.r.l.

Diagnostica & Engineering



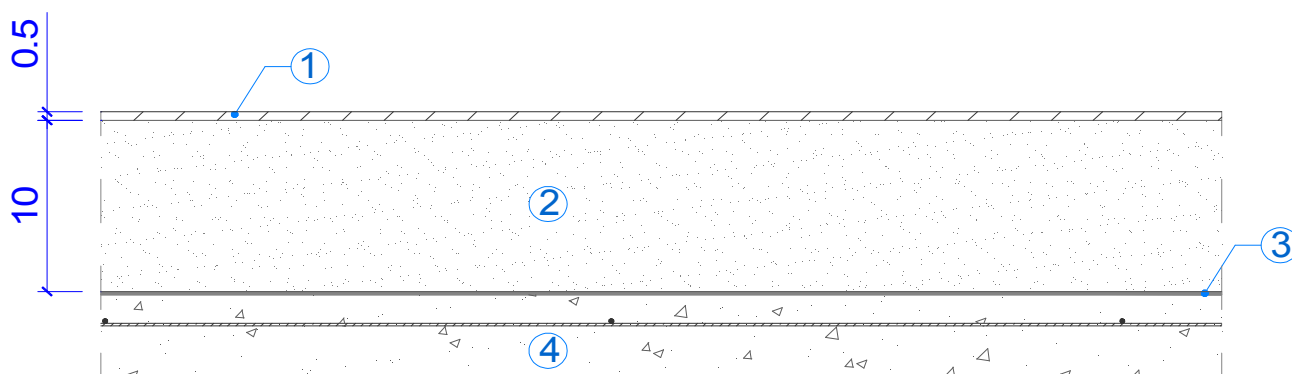
Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	1 di 2
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

SAGGI ESPLORATIVI PER RILIEVO STRATIGRAFIA E ARMATURE

S.01

Ubicazione del saggio: Impalcato _ campata Ovest _ da estradosso fino a raggiungimento soletta

Restituzione schematica di quanto rilevato



Documentazione fotografica del punto indagato



Descrizione materiali rilevati

- 1 Strato di usura
- 2 Strato di base bituminoso
- 3 Guaina impermeabilizzante _ Sp = 2 mm.
- 4 Soletta in c.a., armata con maglia 25 x 25 cm. _ copriferito = 34 ÷ 42 mm.

Giancarlo Maselli S.r.l.

Diagnostica & Engineering



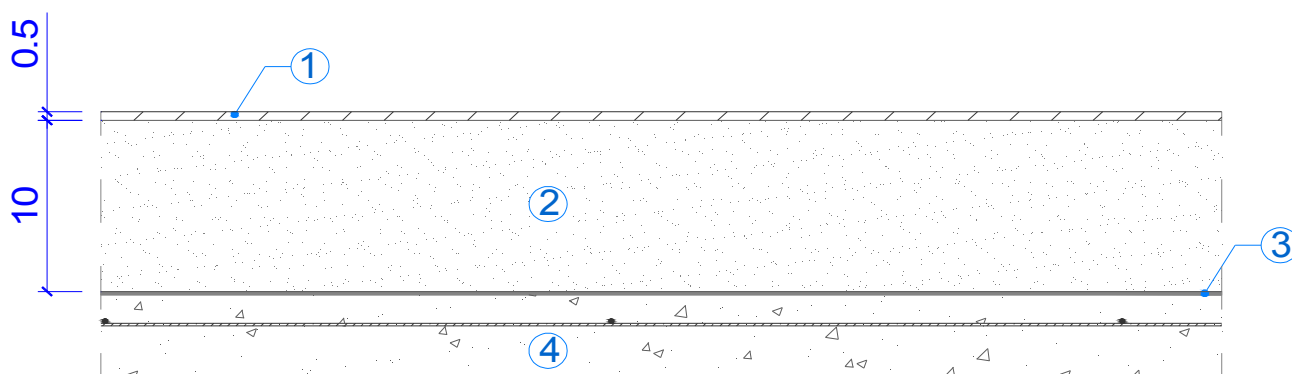
Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	2 di 2
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

SAGGI ESPLORATIVI PER RILIEVO STRATIGRAFIA E ARMATURE

S.02

Ubicazione del saggio: Impalcato _ campata centrale _ da estradosso fino a raggiungimento soletta

Restituzione schematica di quanto rilevato



Documentazione fotografica del punto indagato



Descrizione materiali rilevati

- 1 Strato di usura
- 2 Strato di base bituminoso
- 3 Guaina impermeabilizzante _ Sp = 2 mm.
- 4 Soletta in c.a., armata con maglia 25 x 25 cm. _ copriferro = 34 ÷ 42 mm.

Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

CAPITOLO 4

RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI MEDIANTE SAGGI ESPLORATIVI

CLAUSOLA SULLA PRIVACY

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

CAPITOLO 4. RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI MEDIANTE SAGGI ESPLORATIVI

4.1 PREMESSA

La prima fase del protocollo di indagine è finalizzata alla valutazione delle caratteristiche costruttive degli elementi strutturali, in accordo a quanto previsto nel paragrafo "C8.5.2.2 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO" della CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

Nello specifico, al fine di raggiungere un Livello di Conoscenza adeguato sulle strutture – *in ragione della tipologia strutturale, del numero di elementi strutturali, della superficie del fabbricato e delle situazioni di ripetitività risultate dalle prime evidenze in sito* – e al fine di rispondere alle prescrizioni da Normativa, **sono state eseguite verifiche sui dettagli costruttivi degli elementi strutturali in calcestruzzo.**

Le verifiche in sito, svolte mediante **PROVE STRUMENTALI PRELIMINARI CON PACOMETRO** e **SAGGI DEMOLITIVI CON RILIEVO DIRETTO**, sono state effettuate su una campionatura di due travi in c.a., secondo quanto prescritto dalla Circolare 7/2019 al paragrafo C8.5.2.2., al fine di verificare l'analogia delle caratteristiche costruttive degli stessi.

4.2 METODOLOGIA OPERATIVA

4.2.1 INDAGINE PACOMETRICA PRELIMINARE (NORMATIVA BS 1881:204 – DIN 1045)

Le indagini pacometriche, o magnetometriche, utilizzano le proprietà magnetiche dell'acciaio e sono ampiamente utilizzati per il rilievo delle barre di armatura in maniera del tutto non distruttiva ed hanno i vantaggi di essere rapide, semplici, sicure e ripetibili.

L'analisi utilizza uno strumento denominato pacometro, il quale è composto da un'unità di emissione e lettura del campo elettromagnetico, da una o più sonde emittenti – riceventi il campo magnetico e da eventuali spessori di materiale paramagnetico.

Lo strumento permette di determinare la posizione, la direzione e il numero delle barre di armature principali e secondarie, fornisce la misura del copriferro fino a circa nove centimetri e, con una certa approssimazione, permette di stimare il diametro delle barre.



Figura 4.1 – Analisi Pacometrica su elemento in c.a.

La messa in servizio della strumentazione si effettua tenendo la sonda lontano dagli oggetti metallici, chiudendo poi il circuito di misura attraverso l'apparecchiatura ottenendo così

l'azzeramento. Per individuare la presenza delle armature, la sonda in un primo tempo magnetizza le barre e quindi ne rileva il campo magnetico indotto man mano che questo si dissolve. La forza del campo indotto dipende essenzialmente dalla distanza della barra dalla sonda di ricerca e, in misura minore, dal suo diametro. Dipende inoltre dall'orientamento della sonda rispetto alla barra, da cui si risale alla direzione delle armature. Il segnale dovuto al campo indotto è poi elaborato per fornire la misura della profondità della barra.

4.2.2 SAGGIO ESPLORATIVO PER RILIEVO DIRETTO DELLE ARMATURE

Su una campionatura di tre elementi in c.a. si è proceduto con l'esecuzione di saggi esplorativi, in corrispondenza di un incrocio tra ferro verticale e ferro orizzontale, con demolizione localizzata del cls al fine di individuare la tipologia, il diametro e lo stato conservativo delle armature.



Figura 4.2 – Saggio esplorativo per il rilievo di dettagli costruttivi di elemento in c.a.

Al termine delle operazioni descritte, si è proceduto con la documentazione fotografica delle piazzole di indagine. Gli aspetti approfonditi mediante i saggi su elementi in c.a. sono stati:

- diametro e distribuzione dei ferri longitudinali;
- diametro e distribuzione dei ferri trasversali;
- misura dei copriferri;
- valutazione qualitativa dello stato di conservazione dei materiali.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

4.3 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle indagini è stata predisposta la seguente strumentazione:

- pacometro Covermaster Elcometer P331 – H per l'individuazione delle armature (foto 3.3), dotato di una sonda che contiene riprodotti i comandi della centralina e in grado di rilevare armature metalliche con copriferro fino a 5 – 6 cm.;
- martello demolitore;
- macchina fotografica digitale;
- strumenti di misurazione quali metro, calibri, disto laser, ecc.



Figura 4.3 – Pacometro Covermaster Elcometer P331-H

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

4.4 RESTITUZIONE DEI RISULTATI

I risultati relativi ai n°2 saggi esplorativi (**SA.01 ÷ SA.02**) sono allegati al presente capitolo insieme alla documentazione fotografica. All'interno di ogni tavola sono indicati la sigla di riferimento della prova e l'ubicazione dell'elemento strutturale oggetto di indagine, la rappresentazione schematica della sezione strutturale "a vista", la documentazione fotografica della piazzola di prova con la mappatura e il riepilogo delle armature che è stato possibile rilevare.

Per l'ubicazione dei punti di indagine si faccia riferimento all'elaborato grafico **Tav.01** allegato all'appendice della premessa.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

Capitolo 4	<i>Rilievo dettagli costruttivi mediante saggi esplorativi</i>
Elaborati:	SCHEDE DI RILIEVO SA.01 ÷ SA.02

CLAUSOLA "PRIVACY"

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

Giancarlo Maselli S.r.l.

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	1 di 2
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Guerzoni F.

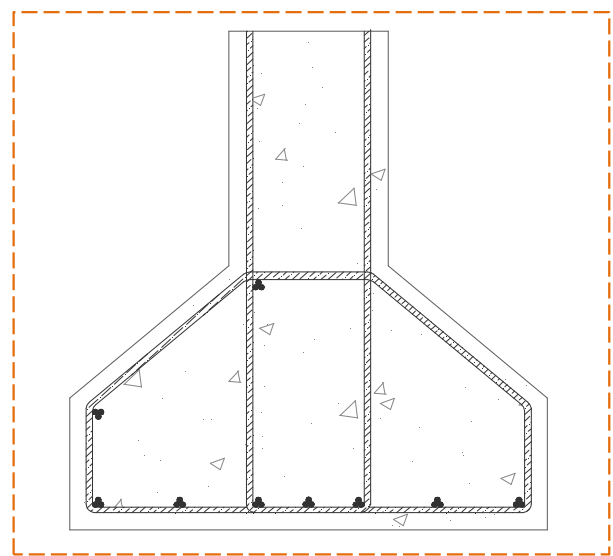
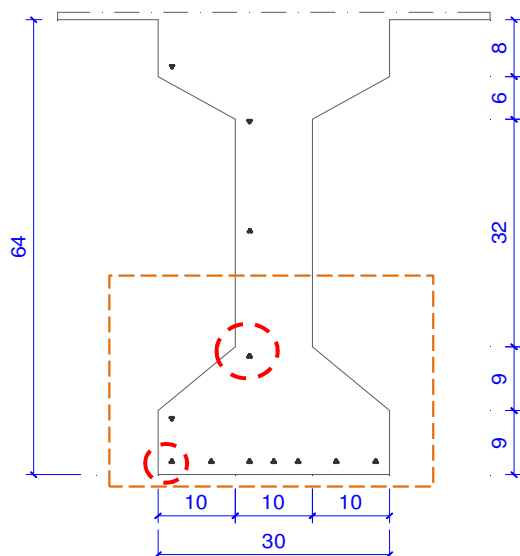
SAGGI ESPLORATIVI PER RILIEVO DIRETTO ARMATURE

SA.01

Elemento analizzato: Trave di bordo _ campata Est _ lato Sud



Schema dell'elemento indagato



Descrizione armature rilevabili *

Armature longitudinali:	12 trefoli ciascuno dei quali composto da 3 fili ϕ 3 mm. lisci _ c.f. = 38 ÷ 40 mm.
Armature trasversali:	4 Staffe ϕ 6 mm. a.m. / 100 cm.
Stato conservativo:	Trefoli e staffe in buono stato conservativo

* per rilevabili si intendono le armature posizionate in corrispondenza di superfici "a vista" e su porzioni di struttura non inglobate a pareti o porzioni di solai

Giancarlo Maselli S.r.l.

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	2 di 2
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Guerzoni F.

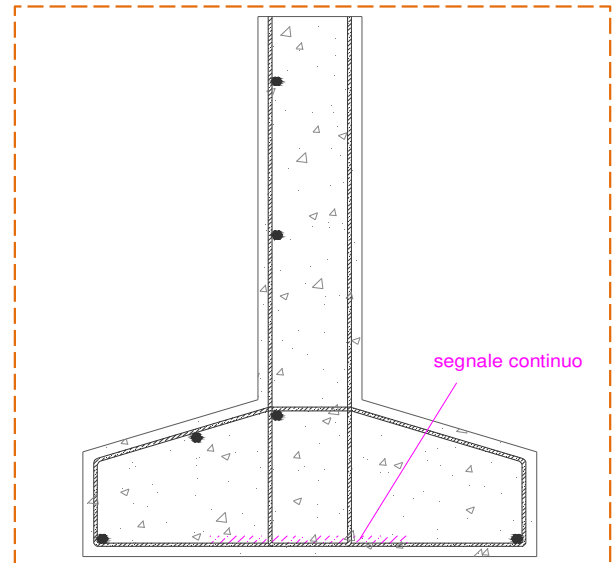
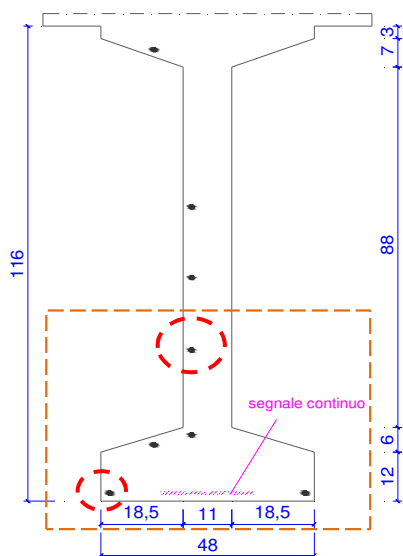
SAGGI ESPLORATIVI PER RILIEVO DIRETTO ARMATURE

SA.02

Elemento analizzato: Trave di bordo _ campata centrale _ lato Nord



Schema dell'elemento indagato



Descrizione armature rilevabili *

Armature longitudinali:	8 trefoli ciascuno dei quali composto da 7 fili \varnothing 3 mm. lisci _ c.f. = 30 ÷ 40 mm.
Armature trasversali:	4 Staffe \varnothing 6 mm. a.m. / 100 cm. _ passo = 28 ÷ 41 cm.
Stato conservativo:	Trefoli e staffe in buono stato conservativo

* per rilevabili si intendono le armature posizionate in corrispondenza di superfici "a vista" e su porzioni di struttura non inglobate a pareti o porzioni di solai



Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

CAPITOLO 5

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DI LABORATORIO DEL CALCESTRUZZO

CLAUSOLA SULLA PRIVACY

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

CAPITOLO 5. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DI LABORATORIO DEL CALCESTRUZZO

5.1 PREMESSA

Su una selezione di due pannelli è stata programmata ed eseguita una campionatura di controllo *mediante estrazione di n°10 provini in opera C.01 ÷ C.10 con successive prove di laboratorio mediante compressione fino a rottura*, per la valutazione della **resistenza unitaria cilindrica f_c** .

5.2 METODOLOGIA OPERATIVA

5.2.1 INDAGINE PACOMETRICA PRELIMINARE (BS 1881:204 – DIN 1045)

Vedi precedente paragrafo 4.2.1.

5.2.2 ESECUZIONE DEI PRELIEVI DI CALCESTRUZZO

L'esecuzione dei carotaggi è regolata dalla norma UNI 12504-1 [UNI 2009]. La prova di compressione, invece, è regolata dalla norma UNI EN 12390 nelle parti da 1 a 4.

Individuato il reticolo delle armature mediante il pacometro, i prelievi sono stati eseguiti nei campi privi di armatura. Le operazioni di prelievo pertanto non hanno interessato l'inclusione di armature metalliche nelle carote, al fine di evitare:

- la significativa riduzione della capacità resistente dell'elemento strutturale su cui si effettua il prelievo;
- l'aggravio del disturbo al campione nelle fasi di prelievo determinato dall'incremento delle vibrazioni;
- l'alterazione dei valori della prova di compressione per la presenza della barra d'armatura.

Nel corso dei prelievi si è proceduto a verificare che la macchina carotatrice non avesse significative vibrazioni dell'asse di rotazione e che la velocità di avanzamento fosse bassa, onde evitare un eccessivo danneggiamento del campione. Sono pertanto stati adottati gli accorgimenti necessari ad evitare la vibrazione del sistema di carotaggio (carotatrice e relativo supporto) e inoltre la velocità di avanzamento per il prelievo di campioni è stata ben minore di quella abitualmente adottata per la realizzazione di fori nel calcestruzzo, preferibilmente inferiore a 600 giri/min.



Figura 5.1 – Estrazione di provino cilindrico mediante carotatrice

5.2.3 PROVA CON FENOLFTALEINA: MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE DEL CLS

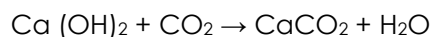
La carbonatazione del cls avviene a seguito della reazione chimica tra l'anidride carbonica contenuta nell'atmosfera e i prodotti di idratazione dei leganti.

Normalmente il contenuto di anidride carbonica nell'aria è pari a 0,03 %, mentre in particolari contesti ambientali, quali ad esempio nelle gallerie o nei parcheggi al chiuso, la concentrazione può localmente salire fino al 3%.

I principali composti idratati della pasta di cemento, il più comune dei quali è il silicato di calcio idrato, oltre che naturalmente l'idrossido di calcio liberato nel corso delle reazioni di idratazione, reagiscono con l'anidride carbonica per dare carbonato di calcio e gel di silice.

In modo semplificato si può schematizzare la reazione principale come segue:

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



Analogamente gli altri calcari contenuti in piccolissime quantità nella soluzione dei pori si combinano con l'anidride carbonica a dare carbonato di sodio e di potassio.

I valori di pH che si ottengono, partendo dagli strati più esterni e dopo che gli idrossidi sono stati trasformati in carbonati, sono nell'ordine di 8 – 9, non più sufficienti a mantenere il ferro in condizioni di passività.

Gli agenti che influenzano il processo sono:

- pressione parziale del gas
- permeabilità del calcestruzzo
- quantità di prodotti che possono reagire con l'anidride carbonica nell'atmosfera
- rapporto acqua/cemento
- distribuzione granulometrica degli aggregati
- umidità del conglomerato
- umidità ambientale, che, se comprese tra 50 e 70% favoriscono il massimo sviluppo della carbonatazione
- l'aumento della temperatura ha il duplice e opposto effetto doppio di far aumentare la velocità del processo di carbonatazione e di facilitare l'essiccamento del conglomerato.

La profondità di carbonatazione viene determinata mediante spruzzatura sulla superficie del provino di calcestruzzo di una soluzione alcolica di fenolftaleina, un indicatore di pH che rimane incolore al di sotto di pH 9,2 circa (superficie acida), mentre si colora di porpora per pH superiori, caratteristici dello stato di passivazione del ferro (superficie basica). La misura della profondità è stata effettuata mediante calibro decimale o metro.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

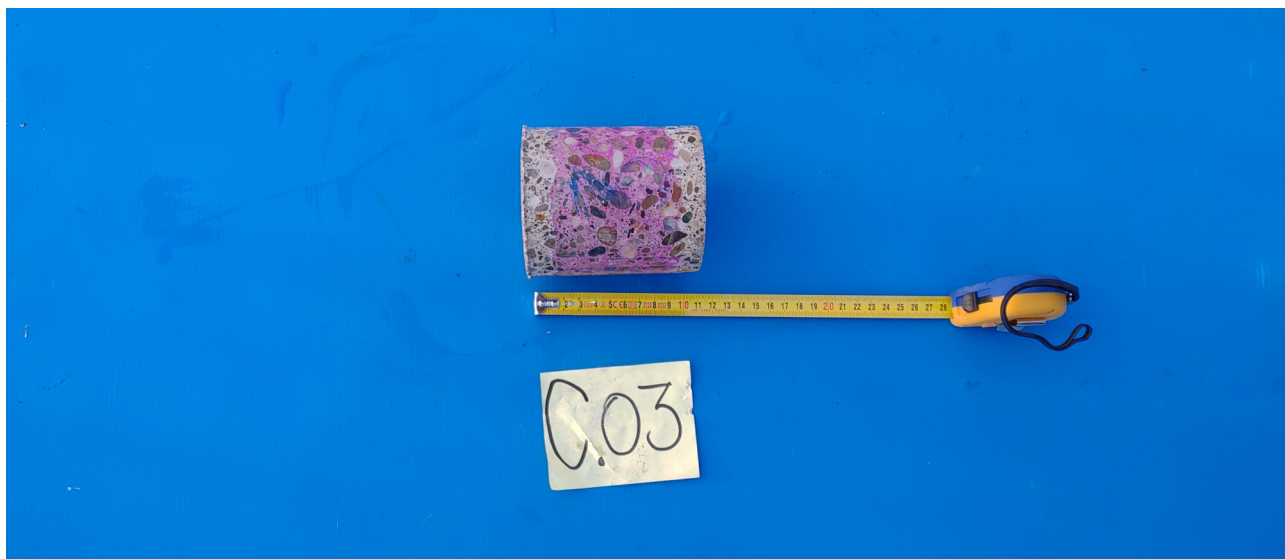


Figura 5.2 – Prova con fenolftaleina per la verifica della profondità di carbonatazione del c.a.

5.2.4 CATALOGAZIONE DEL CAMPIONE E TRASPORTO IN LABORATORIO

Una volta prelevati, i campioni sono stati fotografati e catalogati mediante l'assegnazione di una sigla alfa – numerica progressiva e l'indicazione del cantiere di origine.

La catalogazione è riportata nel certificato diagnostico allegato, contenente:

- l'indicazione del punto di prelievo;
- la documentazione fotografica dell'elemento strutturale oggetto del prelievo di materiale;
- la foto del campione estratto dall'elemento strutturale;
- i dati del campione di calcestruzzo: granulometria degli inerti, diametro e lunghezza della carota, profondità di carbonatazione nel caso dei calcestruzzi.

L'elemento, dopo la catalogazione, è stato protetto mediante imballo ammortizzante in pluriball e trasportato in laboratorio. **I risultati delle prove distruttive sui materiali sono stati emessi, su rapporto di prova, da Laboratorio "autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. 23470 del 03.05.1983 – Legge 1086/71 art. 20 – e successive proroghe ed aggiornamenti per i settori: leganti idraulici, calcestruzzi, laterizi ed acciai".**

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

5.3 PREPARAZIONE DEI CAMPIONI IN LABORATORIO

I campioni di calcestruzzo in arrivo presso il laboratorio sono stati preventivamente sottoposti a rettifica meccanica con mola diamantata. Le dimensioni dei provini, in seguito alla preparazione iniziale, rispettano i rapporti minimi previsti dalla normativa vigente – UNI EN 12504-2 e EN 13791 – per l'esecuzione di prove di compressione, **vedi colonna Rapp. H/Ø della tabella Risultati Prove del certificato di laboratorio**. Nello specifico le norme suddette raccomandano di eseguire prelievi di carote con rapporto altezza / diametro almeno pari a 1.

5.4 STRUMENTAZIONE DI PROVA

L'attrezzatura utilizzata per le prove di compressione è costituita da:

- pressa idraulica motorizzata "Controls" da 3000 KN – mod. C50/51 – matr. 96113675, con data di ultima taratura del 17 Maggio 2019.

5.5 RESTITUZIONE DEI RISULTATI

Il valore della resistenza statica delle carote (f_c provino di forma cilindrica) estratta dai manufatti può essere correlato al valor medio della resistenza cubica R_c , come riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni – vedi paragrafo 11.2.6 del D.M. del 17 Gennaio 2018 – mediante la relazione di seguito riportata.

Nello specifico, *il fattore di correzione resistenza cilindrica / resistenza cubica può assumersi pari a 1,00 essendo verificata le condizioni di diametro carota compreso tra 100 e 150 mm e rapporto lunghezza / diametro pari a 1.*

$$R_c = f_c$$

dove

f_c = resistenza massima unitaria certificata dal rapporto di prova del Laboratorio "autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. 23470 del 03.05.1983 – Legge 1086/71 art. 20".

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecn\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

È utile specificare che la resistenza massima unitaria a compressione **fc** determinata in laboratorio – vedi paragrafo 7 “espressione dei risultati”, **Norma Tecnica UNI EN 12390-3 Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini** – è data dall'equazione

$$f_c = \frac{F}{A}$$

dove

F = carico massimo a rottura in N;

Ac = area della sezione trasversale del provino su cui agisce la forza di compressione, calcolata dalla dimensione nominale del provino (vedi EN12390-1) o da misurazioni del provino, in mm², come da appendice B della suddetta norma.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

Capitolo 5	<i>Caratterizzazione meccanica di laboratorio del calcestruzzo</i>
Elaborati:	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA PRELIEVO CAMPIONI C.01 ÷ C.10 RAPPORTI DI PROVA

CLAUSOLA "PRIVACY"

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

GIANCARLO MASELLI S.r.l. Diagnostica & Engineering

Via Guercinesca Est 72, 41015 Nonantola (MO) – Tel. 059/541296 Fax. 059/541317 – web: www.giancarlomaselli.it

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	1 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.01

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata Est _ lato Sud

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	11 mm.	Ø max. degli inerti:	20 mm.
Lunghezza Carota:	100 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	10 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	2 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

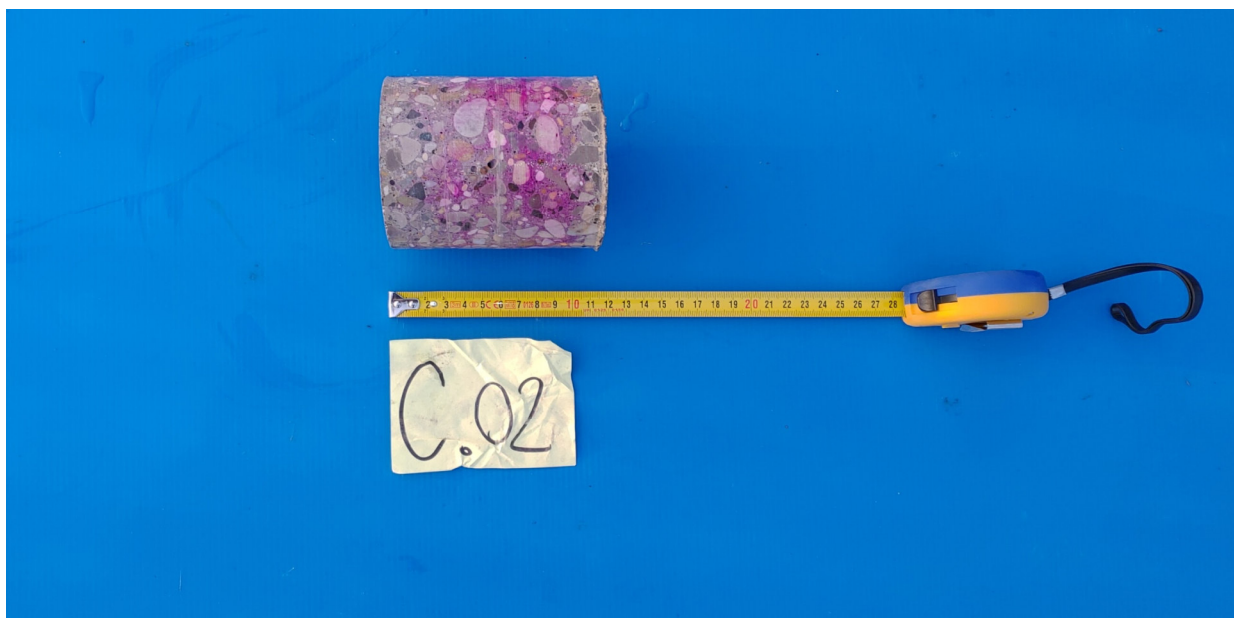
C.02

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata Est _ lato Sud

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	12 mm.	Ø max. degli inerti:	27 mm.
Lunghezza Carota:	100 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	10 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	3 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.03

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata centrale _ lato Sud

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	9 mm.	Ø max. degli inerti:	21 mm.
Lunghezza Carota:	110 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	20 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l.

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	4 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.04

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata centrale _ lato Sud

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	12 mm.	Ø max. degli inerti:	27 mm.
Lunghezza Carota:	110 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	20 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	5 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

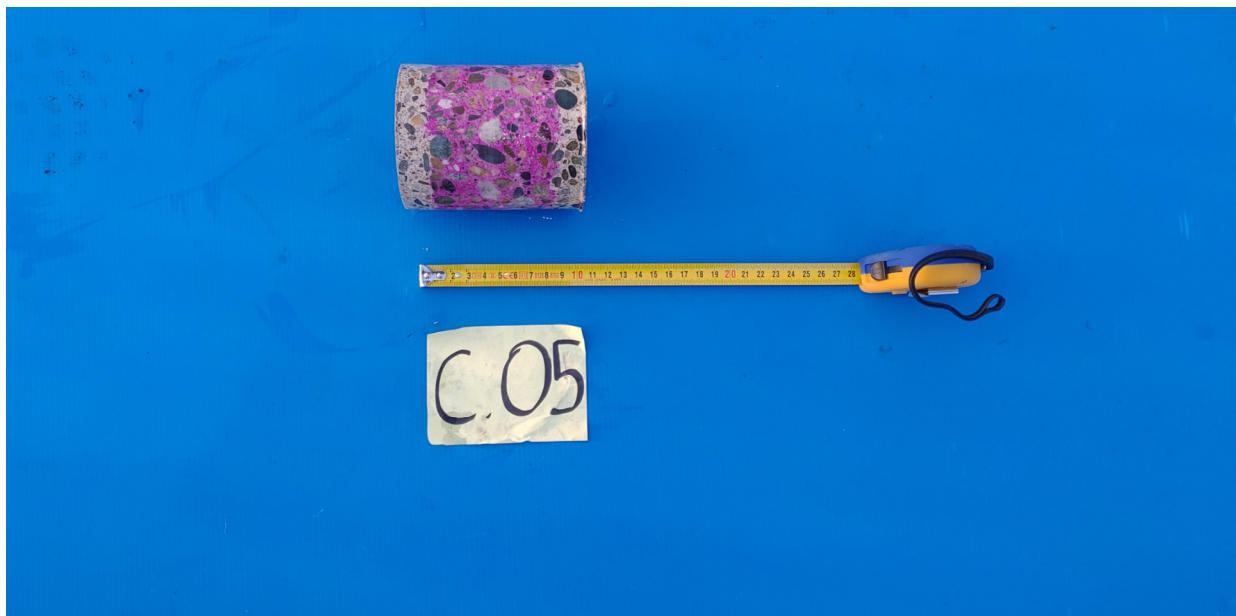
C.05

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata centrale _ lato Nord

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	13 mm.	Ø max. degli inerti:	20 mm.
Lunghezza Carota:	110 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	20 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	6 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.06

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata centrale _ lato Nord

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	14 mm.	Ø max. degli inerti:	21 mm.
Lunghezza Carota:	110 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	15 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	7 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.07

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata Ovest _ lato Nord

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	11 mm.	Ø max. degli inerti:	23 mm.
Lunghezza Carota:	100 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	20 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	8 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.08

Punto di prelievo: Trave di bordo _ campata Ovest _ lato Nord

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	13 mm.	Ø max. degli inerti:	24 mm.
Lunghezza Carota:	100 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	20 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Orizzontale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	9 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.09

Punto di prelievo: Estradosso soletta in c.a. _ zona S.01

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	7 mm.	Ø max. degli inerti:	30 mm.
Lunghezza Carota:	160 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	0 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Verticale

Giancarlo Maselli S.r.l

Diagnostica & Engineering



Committente:	Città Metropolitana di Bologna	Rif.to protocollo:	Edi 010/20
Cantiere:	Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile	Commessa:	GM 19/735 rev.01
Località:	Bentivoglio (BO)	Certificato:	10 di 10
Tecnici:	Falchi A. - Guerzoni F.	Redattore:	Falchi A.

PRELIEVO DI CAMPIONI DI CLS MEDIANTE CAROTAGGIO

C.10

Punto di prelievo: Estradosso soletta in c.a. _ zona S.02

Fotografia punto di prelievo



Fotografia campione prelevato



Dati del campione di cls prelevato

Ø minimo degli inerti:	1 mm.	Ø medio degli inerti:	7 mm.	Ø max. degli inerti:	25 mm.
Lunghezza Carota:	160 mm.	Diametro Carota:	94 mm.	Carbonatazione:	0 mm.

Dati tecnici del carotaggio

Strumentazione:	Carotatrice Elettrica "Baier"	Ø Carotiere:	100 mm.
Raffreddamento:	Ad acqua con pompa manuale	Inclinazione foro:	Verticale



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI CON D.M. 23470 DEL 3.5.83 (L.1086/71 ART. 20) E SUCCESSIVE
PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI: LEGANTI IDRAULICI, CALCESTRUZZI, LATERIZI ED ACCIAI

Via A. Pitentino, 12
46010 Levata di Curtatone (MN)
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042
e-mail: info@labtecman.com
C.F. e P.I. 0129311 0209
Capitale Sociale € 11.440 i.v.
Registro Imprese di Mantova

SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N. 21B/20

Verbale di accettazione N. 13B/20 del 13/01/20 Mantova, 23/01/2020

RAPPORTO DI PROVA

Soggetto consegnatario:

RICHIEDENTE : GIANCARLO MASELLI s.r.l. Diagnostica & Engineering
INDIRIZZO : Via Guercinesca Est, 72 - Nonantola (MO)
NATURA DEI CAMPIONI : Campioni cilindrici di calcestruzzo prelevati in opera dal Committente
PROVA RICHIESTA : Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3
CANTIERE DI PROVENIENZA : BENTIVOGLIO (BO) - PONTE SP3 - Rif commessa GM 19-735 rev.01 - Protocollo EDI 010-20
DIRETTORE DEI LAVORI : //

Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3

RISULTATI DELLE PROVE							
N	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)	Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m ³)	Resistenza Max. Unit. (Mpa)* f_c	Data di prelievo	Data prova
1	C. 01	95 x 96	1,01	2422	61,6	07/01/2020	21/01/2020
2	C. 02	95 x 95	1,00	2410	60,9	07/01/2020	21/01/2020
3	C. 03	95 x 96	1,01	2295	46,0	07/01/2020	21/01/2020
4	C. 04	95 x 96	1,01	2317	44,7	07/01/2020	21/01/2020
5	C. 05	95 x 96	1,01	2319	43,1	08/01/2020	21/01/2020
6	C. 06	95 x 94	0,99	2261	41,5	08/01/2020	21/01/2020
7	C. 07	95 x 96	1,01	2344	48,6	08/01/2020	21/01/2020
8	C. 08	95 x 95	1,00	2400	41,1	08/01/2020	21/01/2020
9	C. 09	95 x 96	1,01	2401	44,0	08/01/2020	21/01/2020

(*) 1 MPa = 1N/mm² = 10,2 Kg/cm²

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN - mod. C50/51 - matricola 96113675 - Data ultima taratura: 17/05/19

OSSERVAZIONI :

Le facce di carico dei provini sono state preventivamente sottoposte a rettifica meccanica con mola diamantata.
Tipo di rottura soddisfacente.

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Tecnico Sperimentatore

Gozzi L.M. Fabio

Il Direttore del Laboratorio

dott. ing. Giuliano Ferrari

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



Giancarlo Maselli

Diagnostica & Engineering

APPENDICE

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

CLAUSOLA SULLA PRIVACY

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della legge 196/03.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

INDAGINI SU STRUTTURE

- ❖ BS 1881:204, "Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters".
- ❖ DIN 1045, "Guideline Concrete, reinforced and prestressed concrete structures".
- ❖ UNI EN 12504-1, "Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione".
- ❖ UNI EN 12390-3, "Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini".

ALTRA NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- ❖ D.M. del 14 Gennaio 2008, "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- ❖ **Decreto del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".**
- ❖ Circolare 617/2009, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni".
- ❖ UNI EN ISO 9712, "Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive".
- ❖ **Circolare 7/2019, "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".**

Per quanto non diversamente specificato nelle NTC, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- ❖ Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- ❖ Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- ❖ Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Riferimento protocollo: Edi 010/20
Commessa n°: GM19/735 _ rev.01
Cantiere: Ponte in c.a. _ SP3 sul Navile
ltp: SRV\Tecno\01-Edilizia\Edilizia '20\Bo-Molinella-Ponte SP3



- ❖ Istruzioni e Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- ❖ Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.);
- ❖ Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi ed impianti – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione civile – Giugno 2009;
- ❖ Linee guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni Dipartimento Protezione Civile – ReLUIS – 2009.

Restando a disposizione per eventuali delucidazioni,
porgiamo distinti saluti.

Prof. Dott. Giancarlo Maselli

Amministratore Unico

Giancarlo Maselli S.r.l.

Diagnostica & Engineering

GIANCARLO MASELLI srl
 Diagnostica & Engineering
 Via Guercinesca Est, 72
 41015 Nonantola (Modena)
 Tel. 059-541296 / Fax 059-541317-337574367
 C.F.P.I. 03302850361-mail: giamaselli@pec.it