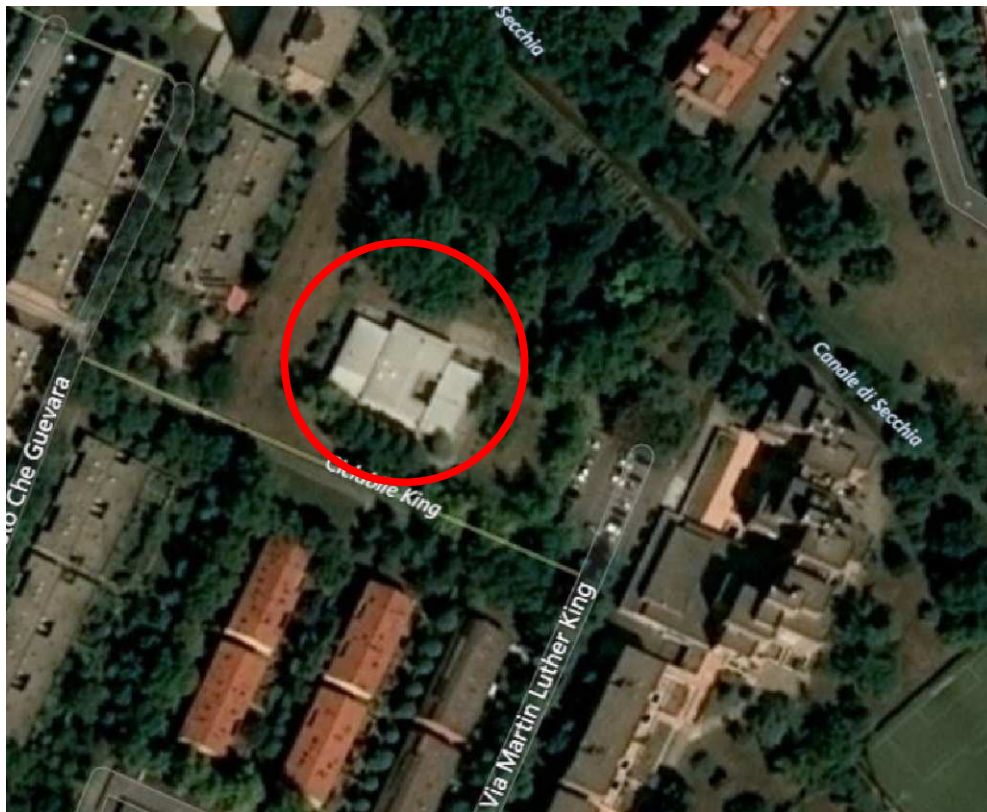


COMUNE DI REGGIO EMILIA



ing. TANIA FERRARINI

Studio via G. Giglioli Valle 10, 42124 Reggio Emilia

Domicilio fiscale via G. Parini 19, 42123 Reggio Emilia

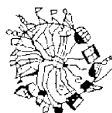
CELL. 335-5812662

E-MAIL tania.ferrarini@gmail.com

TIMBRO e FIRMA



COMMITTENTE



SCUOLE E NIDI D'INFANZIA
Istituzione del Comune di Reggio Emilia
UFFICIO TECNICO

PROGETTO

Ristrutturazione con miglioramento sismico ed adeguamento
alla normativa antincendio del nido PANDA sito in via M. L. King n. 2
in Comune di Reggio Emilia

OGGETTO

RELAZIONE DI VALUTAZIONE DI VULNERABILITA' SISMICA

ELABORATO N° :

VS

DATA: aprile 2018

PRATICA: 27-2017

PROGETTISTA:
ing. Tania Ferrarini

AGG.:

SCALA:

INDICE

1	PREMESSA	2
2	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	2
2.1	ANALISI STORICO CRITICA	4
2.2	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI.....	5
2.3	RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE.....	7
2.4	LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA.....	7
2.5	INDICATORE DI RISCHIO.....	8
3	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	9

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è l'insieme degli interventi strutturali da eseguire sull'edificio esistente adibito a scuola dell'infanzia denominata "Panda" sito in via M. L. King n°2 in Comune di Reggio Emilia. Tale intervento è a completamento dell'adeguamento ai requisiti antincendio del fabbricato in oggetto.

2 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Il progetto esecutivo riguarda gli interventi di miglioramento sismico da effettuare su di un edificio esistente in muratura portante e pilastri in c.a. realizzato nel 1977.

Durante i sopralluoghi effettuati, è stato possibile riscontrare lo stato dei luoghi della struttura in oggetto evidenziando un buono stato di conservazione nel complesso.

Nello specifico, sono state riscontrate le problematiche di seguito elencate,

- la muratura portante disposta a correre e non a punto e lista è indice del fatto che la muratura portante sia stata realizzata con due corsi di mattoni pieni paralleli tra loro senza connessione trasversale;
- presenza di tramezze in muratura di altezza superiore a 3,00 m;
- presenza di mattone facciavista dello spessore di 12.5 cm a rivestimento delle travi in c.a. perimetrali senza adeguata connessione alla struttura in c.a. retrostante.

Le problematiche riscontrate durante i vari sopralluoghi hanno palesato la vulnerabilità dell'edificio nei confronti di una eventuale sollecitazione orizzontale.

La verifica di sicurezza eseguita sul fabbricato in oggetto ha portata ad un indice di rischio, valutato in termini di accelerazione attesa al sito, pari al 27% dell'accelerazione prevista da normativa vigente in caso di edificio di nuova costruzione.

Sul fabbricato sono state eseguite prove di compressione su carotaggi eseguiti sui pilastri in c.a. e sulle travi in c.a., non avendo trovato alcun riferimento relativo alla classe di calcestruzzo utilizzato in corso di costruzione. Tali prove, per le quali si rimanda alla specifica relazione, hanno evidenziato una problematica relativa al calcestruzzo che costituisce alcune travi, restituendo valori al di sotto di quelli ammessi da normativa come calcestruzzo strutturale.

Questo aspetto non riguarda la risposta della struttura sottoposta ad azioni sismiche, dal momento che i pilastri in c.a., vista la conformazione dell'edificio, sono stati considerati come elementi secondari funzionali alla sola portata statica, bensì la staticità del fabbricato sotto i soli carichi verticali trasmessi dal solaio di copertura. Le travi che hanno evidenziato valori di resistenza al di sotto di quelli ammessi da normativa dovranno essere oggetto di un intervento strutturali finalizzato ad aumentare la resistenza a compressione delle medesime.

Sulle tramezzature interne sono evidenti fessurazioni, dovute al fatto che le tramezze poggiano sulla pavimentazione che risente della variabilità stagionale del contenuto di acqua nei terreni argillosi; tale problematica è riferibile ad una scarsa qualità del sottofondo della pavimentazione.

Descrizione degli interventi proposti per miglioramento sismico.

Interventi sulle fondazioni

Non sono necessari interventi in fondazione in quanto l'edificio non presenta alcun segnale che possa fare pensare a problematiche di portanza e/o di cedimenti delle fondazioni esistenti. Si è proceduto in ogni caso ad una verifica della pressione sul terreno in funzione dei carichi dedotti dalla modellazione di calcolo e delle strutture fondali esistenti.

Interventi sulle murature

Gli interventi proposti contemplano le seguenti tipologie di lavorazioni:

- a) Riparazioni localizzate delle lesioni e fessurazioni rilevate mediante cucì/scucì;
- b) Rinforzo delle murature esistenti mediante l'applicazione di tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alta resistenza con resina impregnante a base epossidica da applicare in diagonale (a singolo o doppio strato) per aumentare la resistenza del paramento murario a taglio per fessurazione diagonale e in verticale (a singolo strato) per aumentare la resistenza del paramento murario a pressoflessione nel piano;
- c) Realizzazione della connessione trasversale tra i due corsi di mattoni pieni paralleli che costituiscono le murature portanti mediante ancoraggio chimico di barra filettate di diametro 10 mm in corrispondenza dei giunti di malta. Si prevede di eseguire n. 5 connessioni per mq di estensione.

Interventi su alcune travi in c.a.

Gli interventi proposti contemplano le seguenti tipologie di lavorazioni:

- d) realizzazione di rinforzo con profili o lamiera piegata in acciaio fissati alle travi in c.a.

Interventi di messa in sicurezza degli elementi non strutturali

Gli interventi previsti contemplano le seguenti tipologie di lavorazioni:

- e) realizzazione di intervento antiribaltamento in corrispondenza delle tramezze interne in muratura procedendo secondo le seguenti fasi:
 - rimozione di intonaco, 40 cm + 40 cm su entrambi i lati del solaio soprastante (ove presente) per predisporre il sistema di anti-ribaltamento;
 - applicazione di rete bidirezionale in fibra di vetro, tipo MasterBrace NET 240/100 GF o similare, da disporre ad angolo, solo in sommità della tramezza, su entrambi i lati, 25cm sul solaio e 25cm sulla parete, mediante resina epossidica, tipo MasterBrace SAT 4500 o similare;
 - connettori di corda in filato di vetro, tipo MasterBrace CON 100 GF o similari;
 - rifacimento intonaco;

- f) realizzazione di connessione della muratura facciavista dello spessore di 12,5 cm alla struttura in c.a. retrostante mediante ancoraggio chimico di barra filettate di diametro 10 mm in corrispondenza dei giunti di malta. Si prevede di eseguire n. 5 connessioni per mq di estensione.

2.1 Analisi storico critica

Il fabbricato è stato realizzato nel 1977.

Sulla base dei dati e degli elaborati visionati, l'edificio oggetto della presente relazione risulta costituito da un unico corpo di fabbrica monopiano con conformazione planimetrica pressoché rettangolare di dimensioni massime 38 x 28 m.

La struttura portante dell'edificio è realizzata perimetralmente in muratura di mattoni pieni in laterizio avente spessore pari a 25 cm ed internamente da pilastri in c.a. Completano la struttura le travi in c.a. in altezza presenti esternamente a coronamento della muratura portante e a sostegno della veletta a facciavista e interamente incastrate a pilastri in c.a.

Il solaio di copertura è realizzato con solaio laterocementizio con soletta collaborante poggiante sulle travi in c.a. e sulla muratura portante. Il solaio di copertura presenta due quote di estradosso differenti tra la zona centrale più alta e le ali laterali sui fronti nord e sud più basse.

Particolarità del fabbricato sono le mensole sporgenti in c.a. che esternamente sostengono le colonne in muratura presenti ad intercalare le finestrate sui quattro lati.

2.2 Caratterizzazione meccanica dei materiali

Muratura esistente in mattoni pieni e malta di calce

Per quanto riguarda la muratura esistente, in stretto accordo con la committenza, si è deciso di non eseguire prove sperimentali sulla muratura, dal momento che durante i sopralluoghi si è riscontrata la tipologia muraria esistente.

Per quanto riguarda i valori dei parametri meccanici adottati nei modelli di calcolo, relativamente alla muratura esistente, si è fatto riferimento alla tabella C8A.2.1 della Circolare esplicativa n° 617 del 02.02.09 "Istruzioni relative alle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.08" qui di seguito riportata, relativamente alla muratura in mattoni pieni e malta di calce.

Tipologia di muratura	f_m	τ_0	E	G	w
	(N/cm ²)	(N/cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN/m ³)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei squadriati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

La Circolare n. 617/09, in riferimento ad ogni tipologia di muratura, per il livello di conoscenza LC1, prescrive nel § C8A.1.A.4 di assumere come resistenze i valori minimi degli intervalli riportati in Tabella C8A.2.1 (Tabella 1) e come moduli elastici i valori medi degli intervalli riportati nella medesima tabella, con fattore di confidenza FC pari a 1,35.

Resistenza minima a compressione della muratura	$f_m = 24 \text{ daN/cm}^2$;
Resistenza minima a taglio della muratura	$\tau_0 = 0,6 \text{ daN/cm}^2$;
Modulo di elasticità normale	$E = 15000 \text{ daN/cm}^2$;
Modulo di elasticità tangenziale	$G = 5000 \text{ daN/cm}^2$;

Per quanto riguarda lo stato di fatto si sono adottati come parametri meccanici della muratura, operando sempre a favore di sicurezza, quelli relativi alla muratura esistente, applicandovi il coefficiente correttivo relativo alla malta buona e giunti sottili.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con parametro di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

Per quanto riguarda lo stato di progetto in corrispondenza delle murature che saranno oggetto di intervento di connessione trasversale dei paramenti accostati si sono adottati come parametri meccanici della muratura, operando sempre a favore di sicurezza, quelli relativi alla muratura esistente, applicandovi il coefficiente correttivo relativo alla connessione trasversale, oltre a quelli già considerati per la muratura nello stato di fatto.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con parametro di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

Calcestruzzo pilastri e travi in c.a.

Sul fabbricato sono state eseguite prove di compressione su carotaggi eseguiti sui pilastri in c.a. e sulle travi in c.a., non avendo trovato alcun riferimento relativo alla classe di calcestruzzo utilizzato in corso di costruzione. Tali prove, per le quali si rimanda alla specifica relazione, hanno evidenziato una problematica relativa al calcestruzzo che costituisce alcune travi, restituendo valori al di sotto di quelli ammessi da normativa come calcestruzzo strutturale.

I pilastri in c.a. hanno portato a valori di Rck superiori a 25 MPa, accettabile dal punto di vista normativo.

Alcune travi di copertura in c.a. hanno portato a valori di R_{ck} minori a 15 MPa, non accettabile dal punto di vista normativo.

Si riporta in allegato la relazione di prova sui materiali redatta dal Laboratorio Geotecnologico di Parma.

Solaio di copertura

Il solaio di copertura è realizzato con solaio laterocementizio con soletta collaborante; dal carotaggio fatto di spessore pari a 16 cm di pignatte con 18 cm di getto in cemento cm poggiante sulle travi in c.a. e sulla muratura portante. Il solaio di copertura presenta due quote di estradosso differenti tra la zona centrale più alta e le ali laterali sui fronti nord e sud più basse.

2.3 Rilievo geometrico strutturale

Le attività di rilievo sono volte alla determinazione della morfologia dell'edificio mediante il rilevamento della geometria degli spazi, piano per piano.

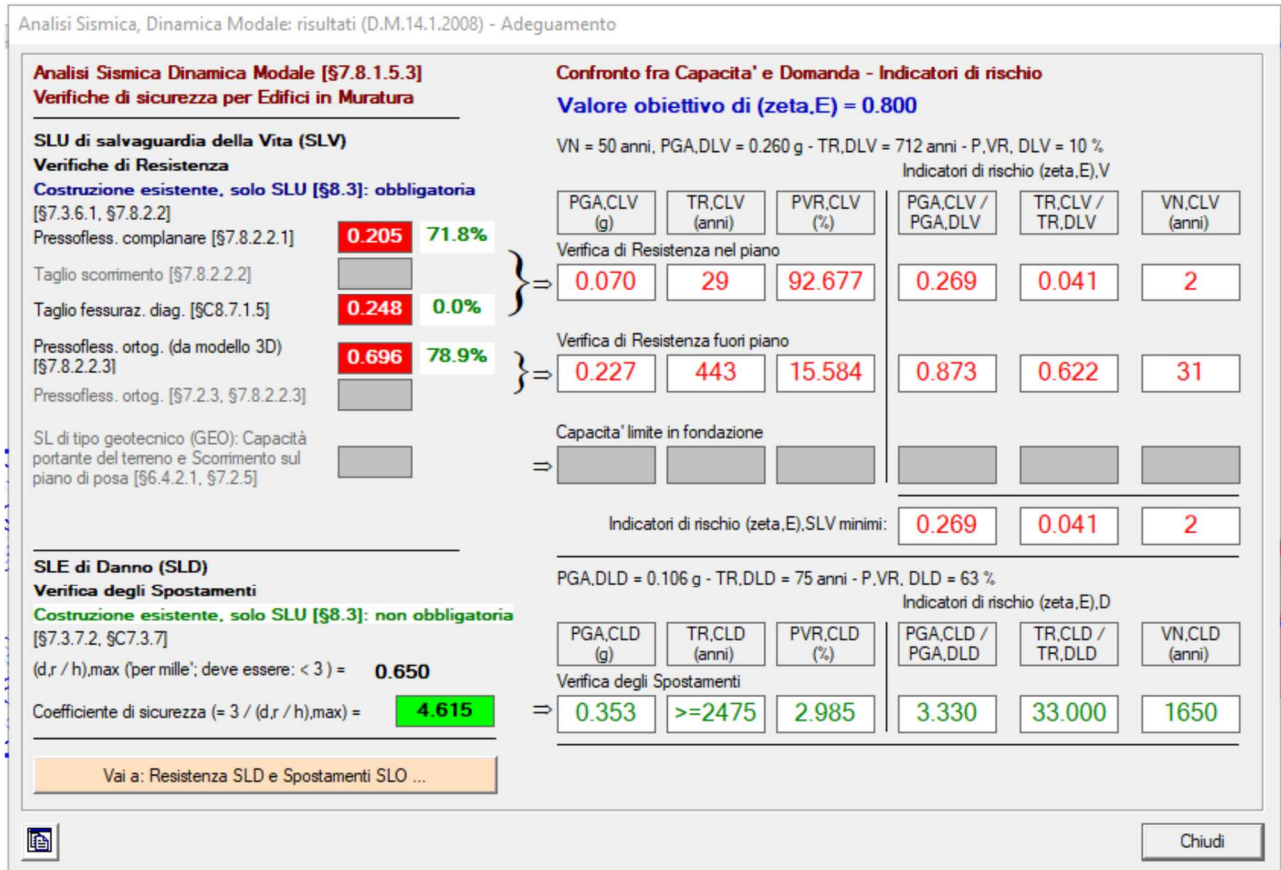
L'individuazione della tipologia e dell'orditura dei solai relativi ai vari impalcati, la conoscenza dei dettagli costruttivi tra pareti verticali e tra orizzontamenti e pareti sono state eseguite attraverso l'esecuzione di saggi diretti, effettuati mettendo a nudo una porzione significativa dell'elemento strutturale da indagare in modo da poter visualizzare direttamente le caratteristiche interessate ed effettuare le dovute misurazioni.

2.4 Livello di conoscenza e fattori di confidenza

Vista la tipologia di intervento, si sono eseguite indagini sui dettagli costruttivi e prove sperimentali per valutare le caratteristiche meccaniche della muratura che costituisce la struttura portante dell'edificio in modo da ottenere un livello di conoscenza LC1 con un fattore di confidenza $FC=1.35$.

2.5 Indicatore di rischio

Si riporta di seguito il report riassuntivo dei risultati per le analisi sismiche dinamiche modali relativo allo stato di fatto.



Il fabbricato nello stato di fatto resiste ad eventi sismici aventi accelerazioni pari a 27% rispetto all'accelerazione attesa al sito per edificio di nuova costruzione.

3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

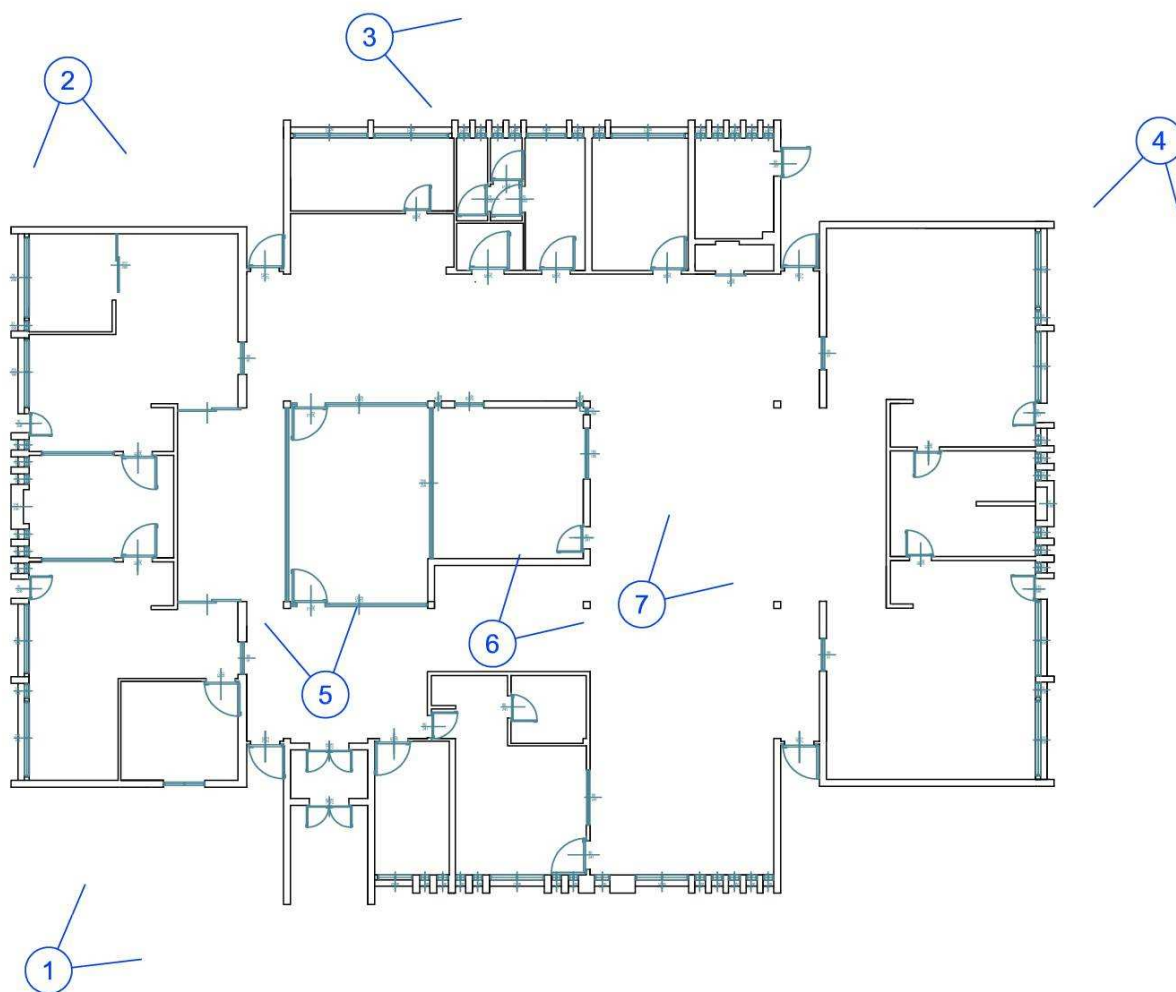




Foto. 1



Foto. 2



Foto. 3



Foto. 4



Foto. 5



Foto. 6



Foto. 7

Il presente elaborato risulta costituito da n° 13 pagine numerate progressivamente (escluso il frontespizio e gli allegati).

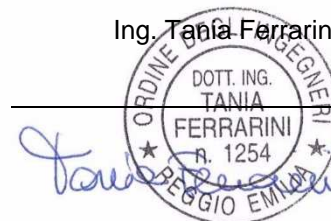
Allegati:

- Indagini e verifiche di strutture in c.a.

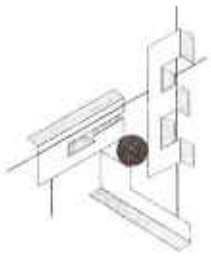
Reggio Emilia li, aprile 2018

Il tecnico progettista

Ing. Tania Ferrarini



ALLEGATO
INDAGINI E VERIFICHE
DI STRUTTURE IN C.A.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. e Sup. Strutt. n. 2008/14/01/2008 - Roma - 14/01/2008

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Strutt. n. 2008/14/01/2008 - Roma - 14/01/2008

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Strutt. n. 2008/14/01/2008 - Roma - 14/01/2008



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

INDAGINI E VERIFICHE DI STRUTTURE IN C.A.

Committente: **COMUNE DI REGGIO EMILIA –
U.T. Istituzione Scuole e Nidi d’Infanzia**

Indirizzo: Via Palvarino , 17 San Giovanni in Croce (CR)

Opera: Scuola dell’Infanzia “PANDA”
Via M.L.King ,11 Reggio Emilia

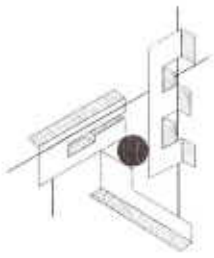
Referente tecnico: Ing. Tania Ferrarini

NS rif.: n° 1858 /17 – 386/18 – 444/18



SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2015

Il presente documento può essere riprodotto, totalmente o in parte, solamente previa autorizzazione di L.G.E. s.r.l.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008

Lab. Acc. - Imp. - Temp. - Strutt. n. 2005 del 29/01/2008 e.c. - Art. 57 e 58 - Circolare 2018/23

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Lab. Acc. - Imp. - Temp. - Strutt. n. 2005 del 29/01/2008 e.c. - Art. 57 e 58 - Circolare 2018/23

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Lab. Acc. - Imp. - Temp. - Strutt. n. 2005 del 29/01/2008 e.c. - Art. 57 e 58 - Circolare 2018/23



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

1. PREMESSA

Il *Laboratorio Geotecnologico Emiliano S.r.l.* di Parma è stato incaricato dal committente di effettuare una campagna di indagini nella struttura della Scuola dell'Infanzia "Panda" sita a Reggio Emilia in via M.L.King 11, nell'ambito di una serie di verifiche dei materiali e dei dettagli costruttivi finalizzate all'acquisizione di un adeguato livello di conoscenza della struttura stessa. Le operazioni si sono svolte in tre fasi, consistenti rispettivamente in:

data	Ns. rif.	Prove effettuate
29/12/2017	1858/17	- Carotaggi per prove compressione cls - Indagine ultrasonica - Indagine sclerometrica - Durezza in sito acciaio
29/3/2018	386/18	- Integrazione carotaggi per prove compressione cls
12/4/2018	444/18	- Integrazione carotaggi per prove compressione cls

I punti di prova, concordati col tecnico incaricato Ing. T. Ferrarini, sono evidenziati nella planimetria riportata al § 3 "Risultati Sperimentali".

2. PROVE ESEGUITE

Le prove effettuate sono state le seguenti:

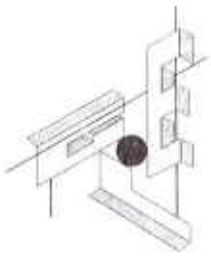
- 2.1 Prelievo di campioni mediante carotaggio;
- 2.2 Prove di compressione del calcestruzzo;
- 2.3 Indagine mediante ultrasuoni;
- 2.4 Indagine mediante sclerometro;
- 2.5 Valutazione delle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo
- 2.6 Carbonatazione del calcestruzzo;
- 2.7 Valutazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio mediante prova di durezza in sito

2.1 PRELIEVO DI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO MEDIANTE CAROTAGGIO

La tecnica del "carotaggio" consiste nel prelievo di campioni cilindrici di calcestruzzo indurito secondo le prescrizioni della norma UNI EN 12504-1. Essa consente di ottenere delle carote di materiale da sottoporre ad esame visivo e ed a svariate prove di laboratorio, fra le quali quella di compressione secondo procedimenti normalizzati, al fine di valutare la resistenza meccanica del calcestruzzo in situ.

La carotatrice è un rotore elettromeccanico che fa ruotare una "tazza" o "foretto" munito in punta di corona diamantata raffreddata ad acqua.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Strada n. 5 - 43122 Parma - Tel. 0521.272780 - Fax 0521.785245 - info@laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Strada n. 5 - 43122 Parma - Tel. 0521.272780 - Fax 0521.785245 - info@laboratoriemiliani.com

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Strada n. 5 - 43122 Parma - Tel. 0521.272780 - Fax 0521.785245 - info@laboratoriemiliani.com



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

La velocità di rotazione non deve andare oltre i 900 giri/min per non danneggiare la zona esterna della carota riducendone la resistenza. I diametri delle tazze possono variare a seconda dell'obiettivo dell'indagine, ad esempio per la ricerca della profondità di carbonatazione o analisi stratigrafica/omogeneità può essere sufficiente una tazza con diametro ridotto inferiore anche ai 50 mm, mentre per la valutazione della resistenza a compressione la scelta della tazza dovrà tener conto di alcuni aspetti fondamentali come:

- il diametro dell'inerte;
- la riduzione della sezione resistente dell'elemento analizzato;
- ridurre il rischio di taglio delle armature dell'elemento analizzato.

La Normativa e la prassi ormai consolidata suggeriscono che il diametro minimo dei campioni da utilizzare per le prove di compressione del calcestruzzo debba essere di minimo 100 mm, mentre in casi particolare fisiche si può ridurre tale diametro fino a 74 mm. Il numero minimo di carote da prelevare per caratterizzare il materiale del complesso strutturale in studio non deve essere inferiore a 3.

Preliminarmente al carotaggio viene eseguita di regola una prova pachometrica onde evitare la presenza di barre di armatura o tubazioni attraversanti l'elemento.

Ove previsto, tutti i fori di carotaggio andranno riempiti con malta strutturale ad espansione e/o ritiro controllato.



2.2 PROVA DI COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

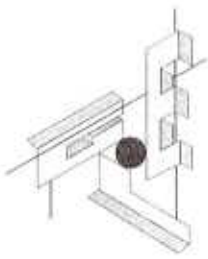
Le carote prelevate con modalità descritte al par 2.1 vengono tagliate e rettificare presso il Laboratorio, in base alla normativa UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-3.

I provini così ottenuti vengono rettificati sulle facce di carico e quindi sottoposti alla prova di resistenza cilindrica a compressione.

La resistenza misurata sulle carote risente di numerosi fattori che la differenziano da quella che si misurerebbe su un equivalente provino cubico standard :

- diverse modalità di preparazione e stagionatura;
- disturbo che inevitabilmente consegue alle operazioni di prelievo (carotaggio);
- posizione del prelievo nell'ambito dell'elemento strutturale (ad es. testa, mezzeria o piede di un pilastro, parallelamente o ortogonalmente alla direzione di getto, ecc.);
- presenza di armature incluse;
- differente età di stagionatura tra carota e provino standard;
- dimensioni delle carote (ad es. nel caso di microcarote o con rapporto altezza /diametro (H/D) diverso da 2 o 1.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Inf. e Imp. Decreto n. 2005 del 22/01/2005 - art. 14/15 - L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Inf. e Imp. Decreto n. 2005 del 22/01/2005 - art. 14/15 - L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Inf. e Imp. Decreto n. 2005 del 22/01/2005 - art. 14/15 - L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

Nelle "Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, emanate a cura del Servizio Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. , viene definito un "coefficiente di disturbo" da applicare ai risultati ottenuti basato sul fatto che, specialmente per calcestruzzi di scarsa resistenza meccanica, il carotaggio e le successive operazioni di taglio e rettifica (o cappatura) possono indurre micro-lesioni che inficiano le reali caratteristiche di resistenza del conglomerato.

Nelle suddette Linee Guida si afferma che la resistenza alla compressione, determinata su carota, è penalizzata dalla riduzione in quota parte del contributo proveniente dagli aggregati presenti sulla superficie laterale della carota. Tale effetto, a parità di diametro del provino, viene minimizzato per calcestruzzi di classe di resistenza elevata e si riduce al crescere della dimensione massima degli aggregati presenti. Questa riduzione di resistenza deve essere considerata nel calcolo della resistenza strutturale, tramite l'introduzione di un coefficiente moltiplicativo detto **Fattore di disturbo Fd**.

Dall'esame della letteratura esistente sull'argomento si è riscontrato che il valore di Fd decresce all'aumentare della resistenza f_{carota} rilevata sulla specifica carota.

Si suggerisce quindi di adottare i valori riportati nella Tabella seguente:

Tabella del fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ($h/d=1$; $d=100$ mm)

f_{carota} [N/mm ²]	10	20	25	30	35	40
F_d	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

Per valori intermedi si effettua l'interpolazione lineare, mentre per valori di f_{carota} superiori a 40 N/mm² il valore di Fd resta pari a 1. Tali coefficienti andranno applicati al singolo risultato della carota.

2.3 INDAGINE NON DISTRUTTIVA MEDIANTE ULTRASUONI

La prova consiste nel misurare il tempo impiegato da onde soniche di adeguata frequenza (40-120 KHz) ad attraversare un mezzo compreso tra due trasduttori collocati ad una data distanza, ricavandone la velocità di propagazione.

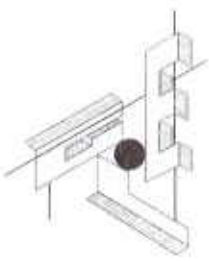
La norma di riferimento seguita è la UNI EN 12504-4.

Le letture possono essere effettuate in diversi modi legati alla posizione relativa dei due trasduttori (vedi figura seguente) ma il modo più corretto per effettuare le letture, e quindi da utilizzare sempre laddove possibile, è quello per trasparenza, cioè con i due trasduttori disposti in contrapposizione su due superfici tra loro parallele. Si distinguono tre modalità di esecuzione:

- Misura diretta, che si ottiene posizionando trasmettitore e ricevitore in direzioni opposte, con in mezzo l'elemento da indagare, metodo che si rivela particolarmente utile anche per la rilevazione di lesioni interne.
- Misura semidiretta che si ottiene posizionando le sode su due facce adiacenti,
- Misura indiretta che si ottiene posizionando parallelamente trasmettitore e ricevitore, a distanze in scala. Tale metodo è più influenzato dalla pelle superficiale del materiale.

In questi ultimi due casi, per ottenere metodo corretto di correlazione bisogna seguire la metodologia specificata nell'appendice della UNI EN 12504-4:



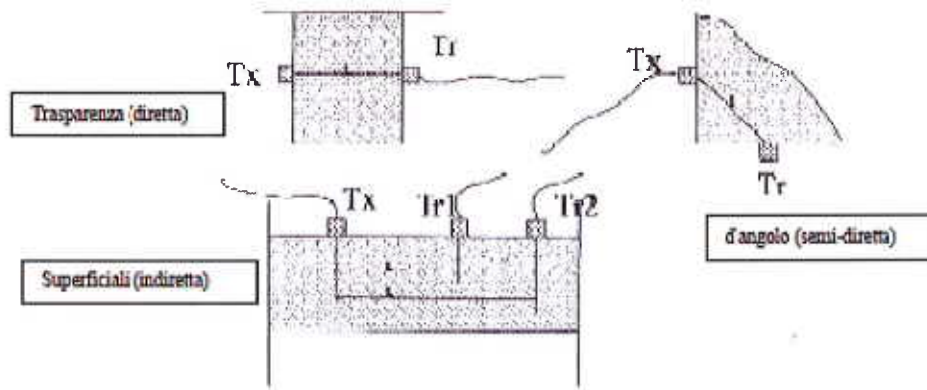


LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com



Letture ultrasoniche per trasparenza, d'angolo e superficiali

Come per altre prove di tipo non distruttivo, la normativa tecnica prevede la correlazione della velocità ultrasonica alla resistenza del conglomerato mediante opportuna taratura con prove di compressione di carote estratte negli stessi punti ove è stata effettuata l'indagine ultrasonica.

Le migliori correlazioni si ottengono con misure ultrasoniche di tipo diretto, le quali interessano tutto lo spessore del conglomerato e soprattutto risentono meno di eventuali "disturbi" dovuti ad irregolarità e/o difettosità dello strato corticale del calcestruzzo

Al paragrafo 12.5.4 delle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche mediante prove non distruttive"(2008) viene precisato che la correlazione tra velocità di propagazione, V , delle onde elastiche e resistenza a compressione, R_c , è definita dall'equazione:

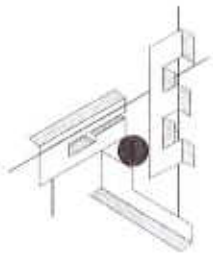
$$R_c = A e^{B V}$$

in cui i coefficienti A, B sono opportunamente calibrati mediante prove distruttive su carote (vedi Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale)



Una volta ottenuta la correlazione fra velocità ultrasonica e resistenza a compressione, è possibile effettuare la valutazione delle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. - Imp. Strada n. 5 - 43122 Parma - Tel. 0521.272780 - Fax 0521.785245 - info@laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. - Imp. Strada n. 5 - 43122 Parma - Tel. 0521.272780 - Fax 0521.785245 - info@laboratoriemiliani.com

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. - Imp. Strada n. 5 - 43122 Parma - Tel. 0521.272780 - Fax 0521.785245 - info@laboratoriemiliani.com



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

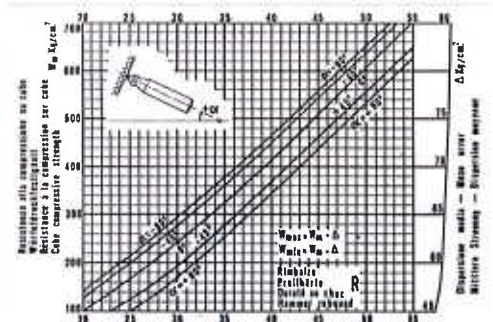
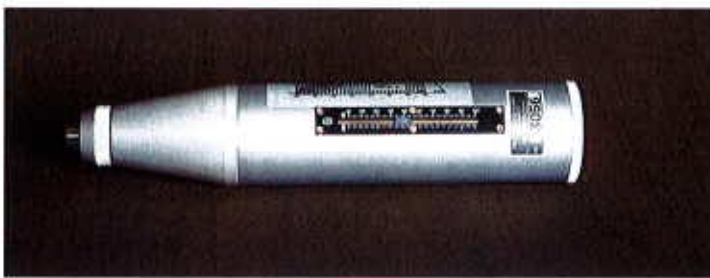
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

2.4 INDAGINE NON DISTRUTTIVA MEDIANTE INDICE DI RIMBALZO (SCLEROMETRO)

Il metodo consiste nel provocare l'impatto di una massa standardizzata contro la superficie del materiale sottoposto a prova e nel misurare l'altezza del rimbalzo. La misura è espressa in termini di percentuale dell'altezza di rimbalzo ed è detta indice di rimbalzo.

La prova è regolata dalla norma UNI EN 12504-2.



Dato che l'energia cinetica della massa battente è standardizzata, l'altezza di rimbalzo dipende dall'energia dissipata durante l'impatto, che a sua volta dipende dalla resistenza meccanica della superficie del calcestruzzo. L'indice di rimbalzo è correlato alla resistenza a compressione del calcestruzzo, ma è influenzato da numerosi altri fattori, tra cui:

- le condizioni di umidità del calcestruzzo in superficie – (una superficie umida conduce ad un indice di rimbalzo più basso);
- la presenza di uno strato superficiale di carbonatazione aumenta l'indice di rimbalzo;
- la tessitura superficiale (una superficie ruvida fornisce generalmente un indice di rimbalzo più basso);
- l'orientazione dello strumento rispetto alla verticale (sono disponibili fattori di correzione approssimati);
- l'età del calcestruzzo;
- la dimensione e il tipo degli aggregati.

Poiché solo il calcestruzzo vicino al punto dell'impatto influenza sensibilmente il valore dell'indice di rimbalzo, la metodologia di prova è sensibile alle condizioni locali, quali la presenza di grossi granuli e gli elementi grossi d'aggregati in prossimità della superficie oppure di vuoti. Per mitigare gli effetti di alcune delle cause che alterano le misure, è pertanto opportuno che nell'intorno d'ogni punto di prova siano eseguite più battute, adeguatamente distanziate fra di loro.

L'elaborazione delle misure sclerometriche consiste nelle seguenti fasi.

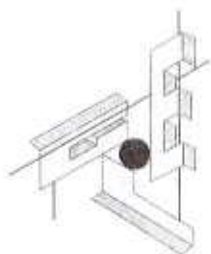
- a) correzione degli indici di rimbalzo per tener conto della taratura dello strumento;
- b) correzione degli indici di rimbalzo rilevati in funzione dell'angolo d'azione dello strumento, utilizzando le correlazioni fornite in proposito dal fabbricante dello strumento;
- c) calcolo della media e del coefficiente di variazione dei valori utili degli indici di rimbalzo di ciascuna zona. La media sarà espressa con 1 cifra decimale, il coefficiente di variazione con 2 cifre decimali. Il risultato relativo ad una zona corrisponde al valore medio delle misure arrotondate all'intero più prossimo.

La correlazione tra indice di rimbalzo " I_s " e resistenza a compressione R_c è definito dalla:

$$R_c = A * I_s^B$$

in cui i coefficienti A e B sono opportunamente calibrati mediante prove distruttive su carote prelevate negli stessi punti di indagine sclerometrica.



**LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.**

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

2.5 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO

Caso 1 - solo compressione carote

Trattandosi di un procedimento di calcolo di tipo statistico, esso è applicabile solamente per un numero di campioni $n \geq 4$. Premesso ciò, la metodologia si basa sui presupposti definiti sia nelle "Linee Guida" e sia nella "Circolare 2/2/09 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche", ovvero che *"nel passaggio dalla resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} alla resistenza caratteristica cubica R_{ck} , il fattore di correzione può assumersi pari a 0,83 se il rapporto lunghezza/diametro delle carote è pari a 2. Diversamente, e solo per carote di diametro compreso fra 100 e 150 mm, se il rapporto lunghezza/diametro è pari a 1, il fattore di correzione resistenza cilindrica/resistenza cubica si può assumere pari a 1. Per rapporti lunghezza/diametro intermedi compresi fra 1 e 2, si può utilizzare con buona approssimazione l'interpolazione lineare."*

Il procedimento di calcolo è definito nella UNI EN 13791 (citato dalle Linee Guida) secondo il quale la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera può essere calcolata, nel caso in cui si disponga di almeno 15 carote come il valore minimo fra le relazioni

$$f_{ck,op} = f_{m,op} - 1,48 s \quad (s = \text{dev. st.})$$

$$f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$$

Per un numero di carote inferiori (caso più frequente), si calcolerà il valore minimo fra

$$f_{ck,op} = f_{m,op} - k \quad (k = 5, 6 \text{ o } 7 \text{ a seconda del numero di carote})$$

$$f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$$

Dopo aver calcolato $f_{ck,op}$, si applica il CRITERIO DI VALUTAZIONE definito nel paragrafo 11.2.6 dell'ultima versione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, inerente il controllo del calcestruzzo in opera, secondo il quale *"è accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto"*.

Schematicamente, quindi, il procedimento di valutazione del calcestruzzo in opera è così riassumibile:

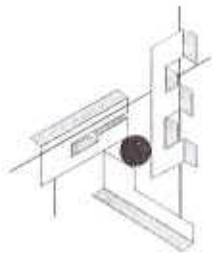
Per carote con $h/d = 1$	
N° caote ≥ 15	N° caote < 15
$f_{ck,op} = f_{m,op} - 1,48 s$ $f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$	$f_{ck,op} = f_{m,op} - k$ $f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$
$f_{ck,op} = R_{ck,op} \geq 0,85 R_{ck}$	

Queste relazioni permettono di associare alla resistenza caratteristica in opera, determinata sulle carote, la massima R_{ck} ammissibile o, viceversa, associare la massima R_{ck} ammissibile con la R_{ck} di progetto.

Caso 2 - insieme di prove non distruttive e prove di compressione

La metodologia si basa sui presupposti definiti sia nelle "Linee Guida" e sia nella "Circolare 2/2/09. Sostanzialmente si effettua una "campagna" di prove non distruttive, alcune delle quali negli stessi punti ove si prelevano carote da sottoporre





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. e Sup. Dir. n. 2000 del 22/01/2002 - Atto n. 17 del 22/01/2002

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. e Sup. Dir. n. 2000 del 22/01/2002 - Atto n. 17 del 22/01/2002

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. e Sup. Dir. n. 2000 del 22/01/2002 - Atto n. 17 del 22/01/2002



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

alla prova di compressione. Si effettua quindi la correlazione mediante opportune formule di calcolo, in modo da ottenere valori di resistenza a compressione del calcestruzzo anche nei soli punti di indagine di tipo non distruttivo.

L'insieme delle resistenze così ottenute viene poi utilizzato per la stima della classe di resistenza in opera secondo le modalità definite nella UNI EN 13791 descritto precedentemente.

Le formule di calcolo definite in letteratura tecnica per la correlazione delle principali prove non distruttive sono :

a) **indagine ultrasonica** $R_c = A e^{B V}$

dove R_c = resistenza a compressione del calcestruzzo V = velocità ultrasonica A, B = coefficienti di correlazione.

b) **indagine sclerometrica** $R_c = A I_s^B$

dove R_c = resistenza a compressione del calcestruzzo I_s = indice sclerometrico A, B = coefficienti di correlazione.

c) **Metodo SONREB**

Il metodo SONREB è una combinazione tra l'indagine ultrasonica e quella sclerometrica, in cui si correlano i valori del tempo di propagazione delle onde elastiche rilevati dagli ultrasuoni con i risultati della resistenza meccanica superficiale ottenuti con lo sclerometro. La combinazione tra i due metodi consente di superare le incertezze e gli errori derivanti dal loro singolo utilizzo, fornendo un valore della resistenza meccanica del calcestruzzo tramite formule sperimentali.

La valutazione della resistenza del calcestruzzo con il metodo SONREB richiede la conoscenza della velocità ultrasonica V e dell'indice sclerometrico I_s a partire dai quali è possibile ottenere la resistenza del calcestruzzo mediante espressioni del tipo:

$$f_c = a \cdot I_s^b \cdot V^c$$

dove a, b, c sono dei coefficienti di calcolo da determinare mediante correlazione con prove dirette di resistenza a compressione.

La migliore correlazione si ottiene determinando sperimentalmente la resistenza a compressione di alcune carote estratte dagli stessi elementi sui quali sono state effettuate le misure ultrasoniche e sclerometriche : l'insieme di questi valori viene poi utilizzato per determinare i coefficienti a, b, c mediante regressione lineare.

In alternativa si possono utilizzare formule di calcolo reperibili in letteratura tecnica , ma in questo caso non è detto che i valori ottenuti siano realistici a meno che non si effettui qualche verifica sempre mediante schiacciamento di qualche carota .

Alcune fra le più comuni formule sono :

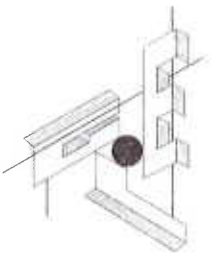
Correlazione	Autore
$R = 7.876 \cdot 10^{-19} V^{4.636} I^{1.747}$	Lenzi, Versari, Zambrini (2010)
$R = 7.695 \cdot 10^{-11} V^{2.60} I^{1.40}$	RILEM – NDT4 (1993)
$R = 1.2 \cdot 10^{-9} V^{2.446} I^{1.058}$	Di Leo e Pascale (1994)
$R = 1.51 \cdot 10^{-7} V^{0.8084} I^{1.8815}$	Masi (2005)
$R = 8.06 \cdot 10^{-8} V^{1.85} I^{1.246}$	Gasparik (1992)
$R = 0.9 \cdot I + 0.022 \cdot V - 94$	Tanigawa, Baba , Mori

2.6 VERIFICA DELLA PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO

I campioni prelevati mediante carotaggio sono sottoposti alla prova di carbonatazione, secondo la norma UNI 9944:1992 per determinare lo stato di conservazione del calcestruzzo.

In particolare, la norma si riferisce alla determinazione della profondità di carbonatazione.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Inf. Strutt. n. 2012 del 28/01/2012 - Roma - 14/01/2008

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Inf. Strutt. n. 2012 del 28/01/2012 - Roma - 14/01/2008

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Inf. Strutt. n. 2012 del 28/01/2012 - Roma - 14/01/2008



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

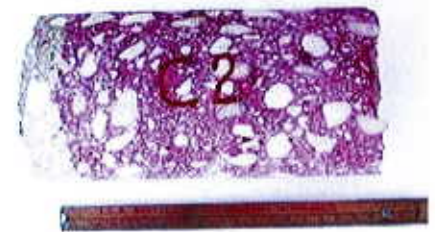
Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

La carbonatazione è un processo chimico per cui la Portlandite presente nel cemento, in presenza di anidride carbonica, dà luogo alla formazione di carbonato di calcio. Quando l'anidride carbonica dell'aria riesce a diffondersi dall'esterno nei pori della pasta cementizia, si innesca il processo di carbonatazione che modifica le proprietà alcaline del conglomerato cementizio poiché la conseguente riduzione dell'idrossido di calcio determina un abbassamento del pH della pasta cementizia.

L'abbassamento del pH avviene ovviamente prima nelle zone corticali del materiale e solo successivamente in quelle più interne in funzione della porosità e/o del grado fessurativo del calcestruzzo.

Nei calcestruzzi densi e compatti la carbonatazione interessa di norma solamente i primi millimetri, ma in quelli porosi e/o fessurati può penetrare in profondità fino ad attraversare il copriferro e raggiungere le armature. Quando ciò avviene, queste ultime non sono più protette dall'ambiente alcalino e tendono progressivamente ad ossidarsi, innescando effetti espansivi che portano ad uno stato di degrado delle armature ed al distacco del copriferro.

Per evidenziare le zone aggredite da fenomeni di carbonatazione si utilizza la fenolftaleina (indicatore di pH), usata in forma di soluzione in etanolo allo 0,1%. A pH inferiori a 8,2 è incolora, a pH superiori a 9,8 gli ossidrilici perdono i loro idrogeni e la molecola impartisce un intenso color porpora alla soluzione.



2.7 STIMA DELLE CARATTERISTICHE A TRAZIONE DI ELEMENTI METALLICI MEDIANTE PROVA DI DUREZZA IN SITO

L'asportazione di spezzoni di barre di armatura per effettuare prove di trazione, pur essendo certamente il modo più preciso per risalire alle caratteristiche meccaniche delle barre stesse, tuttavia risulta decisamente invasivo. Per questo motivo sono stati elaborati metodi alternativi, fra i quali la misura della durezza in sito. Tale metodologia consiste in una prima fase in cui si individua la posizione dell'armatura da esaminare mediante pachometro, seguita dall'asportazione dello strato superficiale di calcestruzzo, costituente il copriferro, in modo da mettere a nudo la barra.

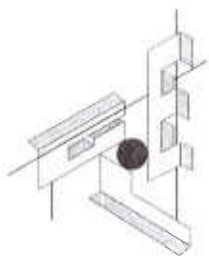
Si cerca quindi, mediante appositi utensili, di rendere liscia e planare la superficie di prova.

Si effettua quindi la prova di durezza in situ con il micro-durometro secondo le modalità definite dalla norma ASTM A 956. Lo strumento fornisce il valore di durezza espresso nella scala HLD (scala Leeb) che viene correlata con le misure di durezza standard e quindi, grazie ad apposite tabelle, alla stima del valore di resistenza a trazione. Normalmente si effettuano cinque misure dell'area di prova e si calcola il valore medio. Il risultato in alcuni casi è sottostimato rispetto al valore reale, soprattutto per barre di piccolo diametro e a causa della difficoltà che molto spesso si incontra nel preparare una idonea superficie di prova.

Una volta ottenuta la stima della resistenza a trazione è possibile effettuare la classificazione dell'acciaio in esame.

Solitamente questo tipo di indagine viene abbinata al prelievamento ed alla trazione di alcuni campioni, in modo da avere sempre un riscontro del risultato stimato mediante durometro.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 22/20 del 22/09/2012 e n. 22/20 del 22/09/2012

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 28/20 del 28/01/2010 e n. 22/20 del 22/09/2012

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 22/20 del 22/09/2012



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

3. RISULTATI SPERIMENTALI

Nella tabella seguente vengono individuati i punti di indagine e le rispettive prove eseguite, le cui posizioni in opera sono schematizzate nella planimetria alla pagina seguente.

punto di indagine	elem	SIGLE PROVE ESEGUITE			
1	pil	C2P	S_1	U_1	
2	pil		S_2	U_2	
3	pil	C1P	S_3	U_3	D_3
4	pil		S_4	U_4	
5	pil	C3P	S_5	U_5	
6	trave		S_6	U_6	
7	trave	C_D	S_7	U_7	
8	trave	C1	S_8	U_8	
9	trave	C_C	S_9	U_9	
10	trave	C_B	S_10	U_10	
11	trave	C1T			
12	trave	C2T			
13	trave	C_A			
TOT		10	10	10	1

LEGENDA

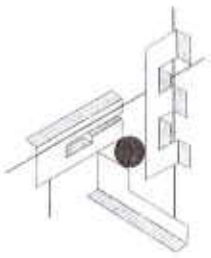
C = carotaggio compressione e carbonatazione

S= indagine sclerometrica

U = indagine ultrasonica

D= prova di durezza su barre armatura





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008.

Decreto del Presidente della Repubblica n. 226 del 28/02/2010 in attuazione dell'art. 29 del D.Lgs. n. 106 del 03/03/2008

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008.

Decreto del Presidente della Repubblica n. 226 del 28/02/2010 in attuazione dell'art. 29 del D.Lgs. n. 106 del 03/03/2008

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008.

Decreto del Presidente della Repubblica n. 226 del 28/02/2010 in attuazione dell'art. 29 del D.Lgs. n. 106 del 03/03/2008

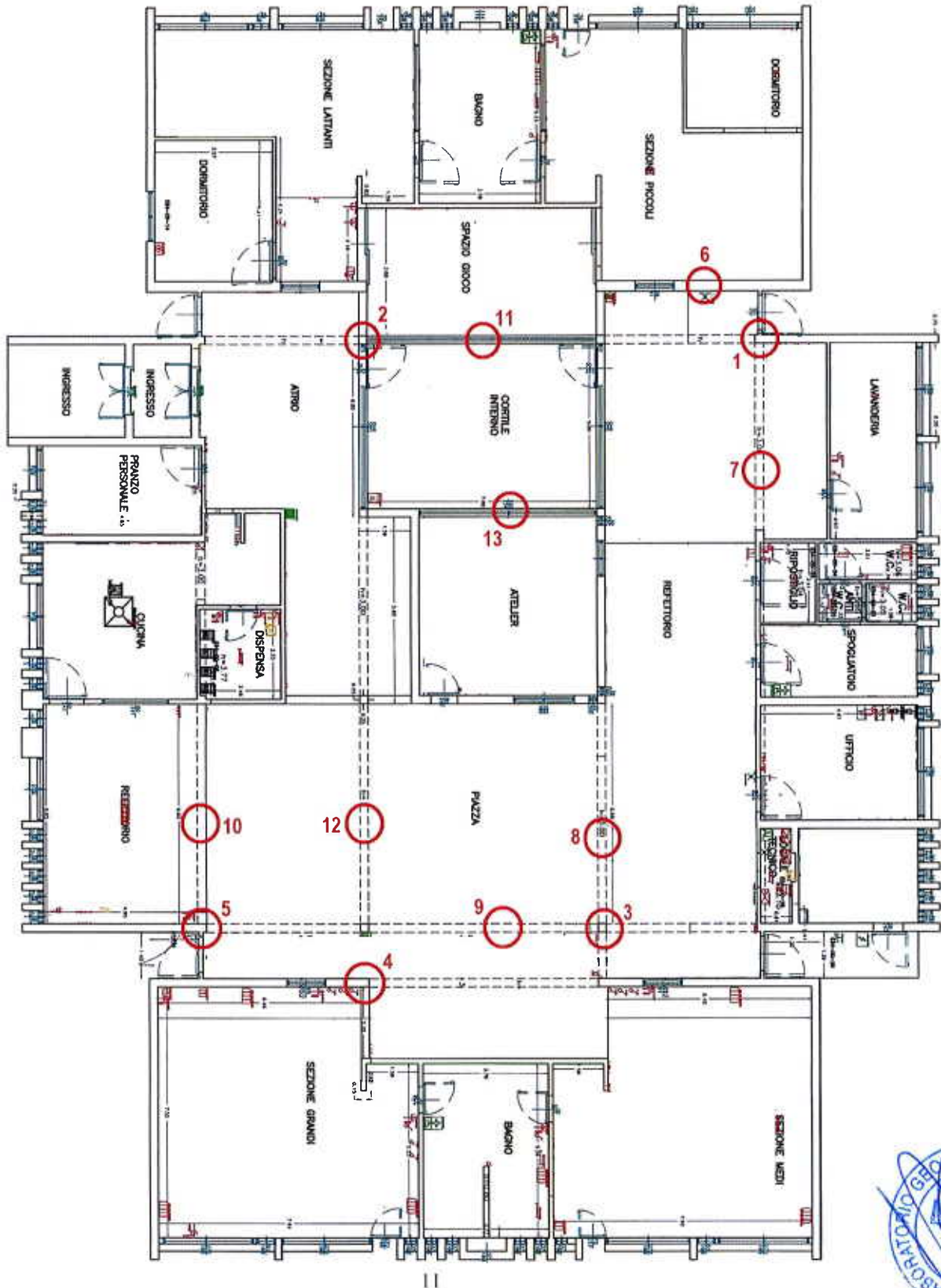


SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

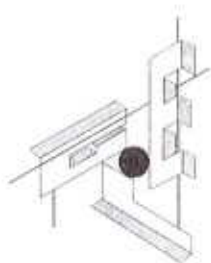
LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2015

Il presente documento può essere riprodotto, totalmente o in parte, solamente previa autorizzazione di L.G.E. s.r.l.



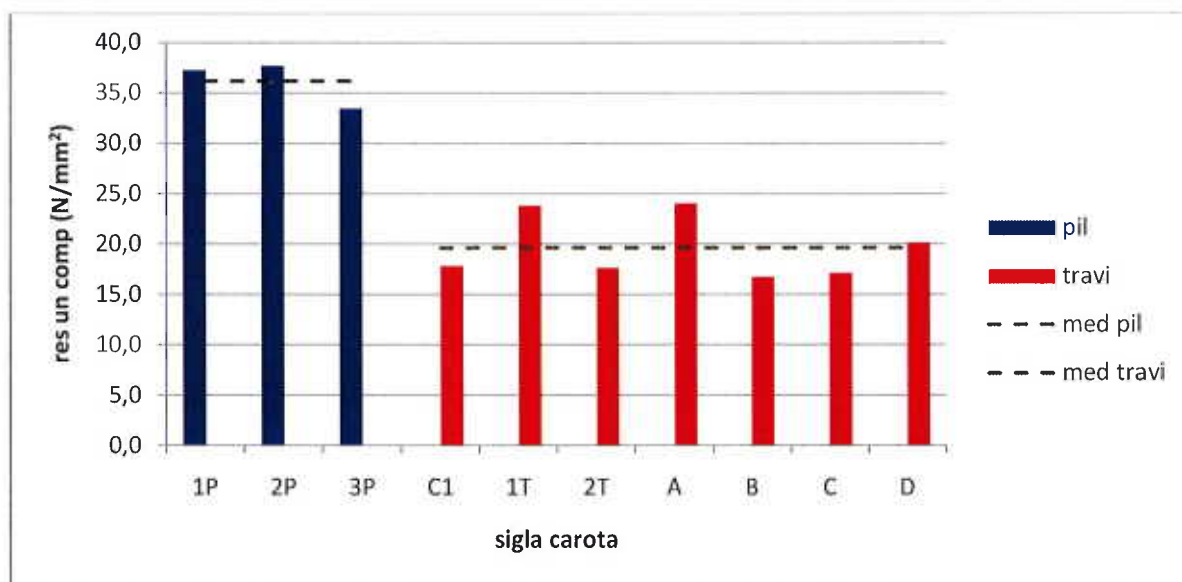
LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

3.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

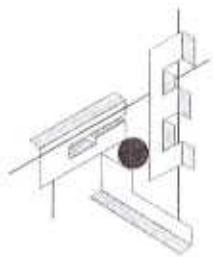
Applicando il coefficiente F_d (vedi par. 2.2) ai risultati delle prove di compressione delle carote, effettuate con le modalità prescritte nella UNI EN 12504-1, si ottengono i seguenti valori di resistenza e di massa volumica:

punto indagine	sigla carota	elemento strutturale	massa vol (kg/m ³)	rapporto h/d	res un comp (MPa)	F_d	Res comp corretta (MPa)
3	1P	pil	2247	1,0	36,3	1,03	37,3
1	2P	pil	2256	1,0	36,9	1,02	37,8
5	3P	pil	2276	1,0	31,9	1,05	33,5
8	C1	trave	2181	1,0	16,2	1,10	17,8
11	1T	trave	2214	1,0	21,9	1,09	23,8
12	2T	trave	2183	1,0	16,1	1,10	17,6
13	A	trave	2285	1,0	22,1	1,09	24,1
10	B	trave	2217	1,0	15,3	1,10	16,8
9	C	trave	2205	1,0	15,6	1,10	17,1
7	D	trave	2253	1,0	18,4	1,10	20,1



Dal calcestruzzo dei pilastri sono state ottenute resistenze unitaria abbastanza omogenee, comprese fra 33 – 38 MPa con valore medio calcolato in 36,2 MPa; anche i risultati relativi al calcestruzzo delle travi sono risultati abbastanza omogenei, ma in questo caso le resistenze unitarie sono decisamente inferiori, in quanto comprese fra 17 – 24 MPa con valore medio calcolati in 19,6 MPa. Per quel che concerne la massa volumica del calcestruzzo in esame, costituito da aggregati siliceo-calcarei, tenendo conto che nei comuni calcestruzzi di questo tipo correttamente costipati mediamente si riscontrano valori



**LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.**

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

attestati tra 2200 – 2400 Kg/m³, si evince che nel caso dei pilastri i valori ottenuti sono da considerarsi nella norma, mentre nel caso delle travi detti valori sono tendenzialmente bassi, a conferma di un calcestruzzo maggiormente poroso: questa bassa densità è potenzialmente associabile ad una elevata porosità dell'impasto ed indirettamente ad una bassa resistenza meccanica.

3.2 PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Le carote estratte sono state trattate con fenol-ftaleina per evidenziare lo strato superficiale eventualmente interessato dal fenomeno della carbonatazione. La seguente tabella riassume i risultati ottenuti:

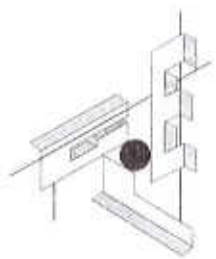
punto indagine	sigla carota	elemento strutturale	Spessore carbonataz. (cm)
3	1P	pil	0,3
1	2P	pil	1,9
5	3P	pil	1,7
8	C1	trave	
11	1T	trave	4,9
12	2T	trave	6,7
13	A	trave	3,6
10	B	trave	5,3
9	C	trave	6,8
7	D	trave	4,2

Lo spessore superficiale interessato dal fenomeno di carbonatazione è elevato nel caso delle travi, a conferma dell'altrettanto elevata permeabilità (porosità) del conglomerato. Nel caso dei pilastri, invece, lo spessore carbonatato è decisamente inferiore, anche se solamente nel caso della carota 1P è da considerarsi "trascurabile", mentre per le altre due carote, pur restando su valori contenuti, inizia ad essere significativo ai fini della durabilità (ossidazione) delle armature.

3.3 INDAGINE MEDIANTE ULTRASUONI

3.3.1 Calcestruzzo dei pilastri. La seguente tabella riassume le velocità di propagazione ultrasonica media rilevata in ciascun elemento esaminato, mentre nell'ultima colonna a destra è riportato il valore della resistenza a compressione del calcestruzzo determinata su carota.





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

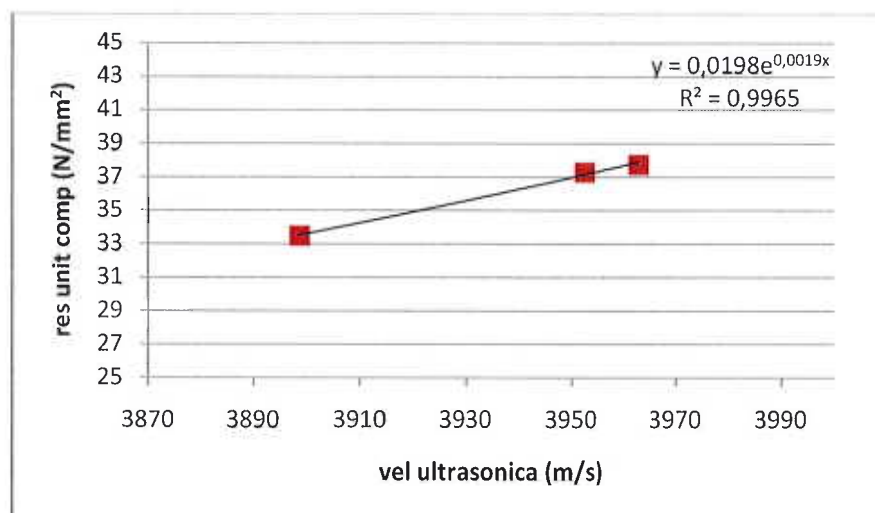
Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

Punto di indagine	Tipologia misura D=dirette I=indiretta	Velocità ultrasonica (m/sec)	Res compress su carote MPa
1	D	3963	37,8
2	D	3759	
3	D	3952	37,3
4	D	3960	
5	D	3899	33,5

Tutte le misure sono state di tipo diretto, e quindi interessano tutta la sezione dell'elemento strutturale esaminato. Dalle sole misure ultrasoniche non è possibile effettuare stime di resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo in quanto, come per altre prove di tipo non distruttivo, la normativa tecnica prevede la correlazione della velocità ultrasonica alla resistenza del conglomerato mediante opportuna taratura con prove di compressione di carote estratte negli stessi punti ove è stata effettuata l'indagine ultrasonica.

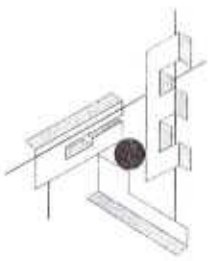
Considerando i cinque punti di indagine "comune" (ultrasuoni + compressione carote) si ottiene la seguente correlazione del tipo $R_c = A e^{B \cdot V}$

punto indagine	Sigla ultrasun	Sigla carota	Vel ultras m/s	Res comp carote MPa
1	U_1	C2P	3963	37,8
3	U_3	C1P	3952	37,3
5	U_5	C3P	3899	33,5



Utilizzando la curva di correlazione si possono stimare le resistenze a compressione in tutti i punti di indagine ultrasonica. La seguente tabella riassume i risultati confrontandoli coi valori di riferimento delle carote:





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

punto indagine	Vel ultras U m/s	Res comp stimata MPa	Res comp effettiva (carote) MPa	scostamento %
1	3963	38,4	37,8	1,7
2	3759	26,0		
3	3952	37,6	37,3	0,9
4	3960	38,2		
5	3899	34,0	33,5	1,4

3.3.2 Calcestruzzo delle travi . La seguente tabella riassume le velocità di propagazione ultrasonica media rilevata in ciascun elemento esaminato , mentre nell'ultima colonna a destra è riportato il valore della resistenza a compressione del calcestruzzo determinata su carota .

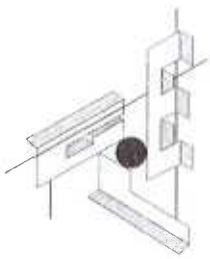
Punto di indagine	Tipologia misura D=dirette I=indiretta	Velocità ultrasonica (m/sec)	Res compress su carote MPa
6	D	2761	
7	D	3364	20,1
8	D	3987	17,8
9	D	4060	17,1
10	D	3899	16,8

Considerando i cinque punti di indagine "comune" (ultrasuoni + compressione carote) si ottiene la seguente correlazione del tipo $R_c = A e^{B \cdot V}$

Punto indagine	Sigla ultrasun	Sigla carota	Vel ultras m/s	Res comp carote MPa
7	U_7	C_D	3324	20,1
8	U_8	C1	3987	17,8
9	U_9	C_C	3765	17,1
10	U_10	C_B	3899	16,8

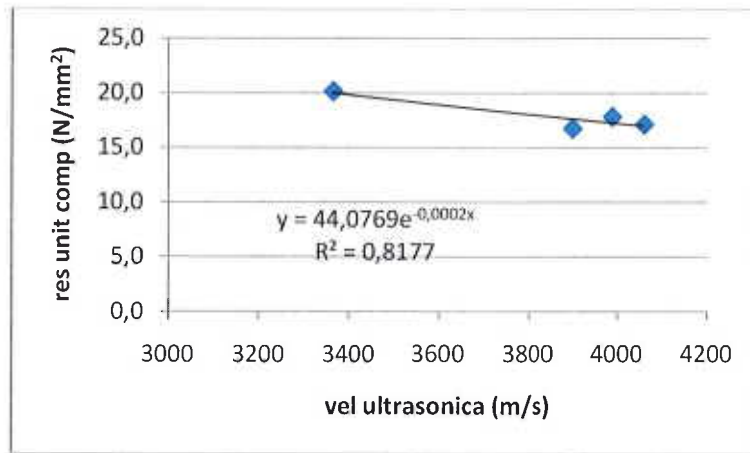
In questo caso non è stato possibile ottenere una correlazione sufficientemente attendibile, in quanto fra resistenza a compressione e velocità ultrasonica risultano inversamente proporzionali , come si evince dal seguente grafico :





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



3.4 INDAGINE MEDIANTE SCLEROMETRO

Anche in questo caso, la normativa tecnica prevede la correlazione alla resistenza del conglomerato mediante opportuna taratura con prove di compressione di carote estratte negli stessi punti ove è stata effettuata l'indagine sclerometrica.

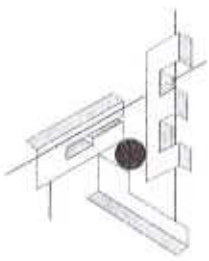
3.4.1 Calcestruzzo dei pilastri. La seguente tabella riassume i risultati dell'indagine sclerometrica rilevata in ciascun elemento esaminato, mentre nell'ultima colonna a destra è riportato il valore della resistenza a compressione del calcestruzzo determinata su carota.

Punto di indagine	Sigla prova	Indice sclerometrico I_s *	Res compress su carote MPa
1	S_1	61,7	37,8
2	S_2	57,8	
3	S_3	59,2	37,3
4	S_4	59,6	
5	S_5	55,2	33,5

Considerando i punti di indagine "comune" (sclerometro + compressione carote) si ottiene la seguente correlazione del tipo $R_c = A I_s^B$

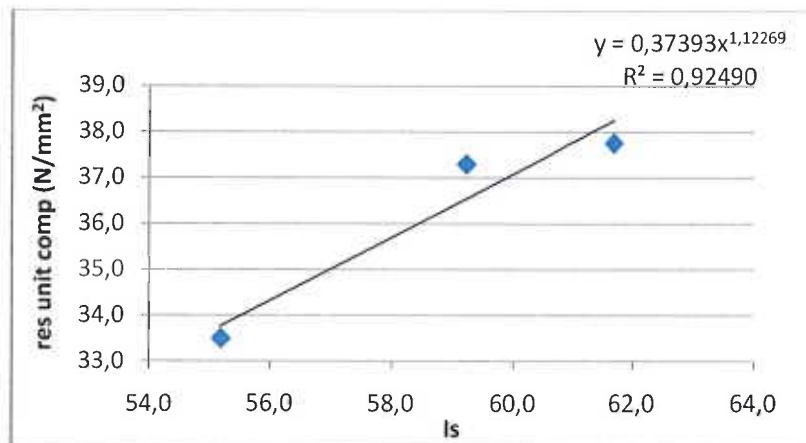
Sigla ultrason	Sigla carota	I_s	Res comp carote MPa
S_1	C2P	61,7	37,8
S_3	C1P	59,2	37,3
S_5	C3P	55,2	33,5





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



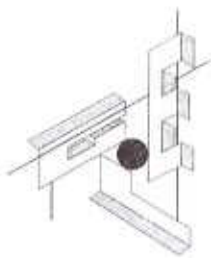
Utilizzando la curva di correlazione si possono stimare le resistenze a compressione in tutti i punti di indagine ultrasonica. La seguente tabella riassume i risultati confrontandoli coi valori di riferimento delle carote :

punto indagine	Indice sclerom Is	Res comp stimata MPa	Res comp effettiva (carote) MPa	scostamento %
1	61,7	38,3	37,8	1,3
2	57,8	35,6		
3	59,2	36,5	37,3	-2,0
4	59,6	36,8		
5	55,2	33,8	33,5	0,8

3.4.2 Calcestruzzo delle travi . La seguente tabella riassume i risultati dell'indagine sclerometrica rilevata in ciascun elemento esaminato , mentre nell'ultima colonna a destra è riportato il valore della resistenza a compressione del calcestruzzo determinata su carota .

Punto di indagine	Sigla prova	Indice sclerometrico Is *	Res compress su carote MPa
6	S_6	38,8	
7	S_7	51,4	20,1
8	S_8	48,7	17,8
9	S_9	43,8	17,1
10	S_10	43,8	16,8





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

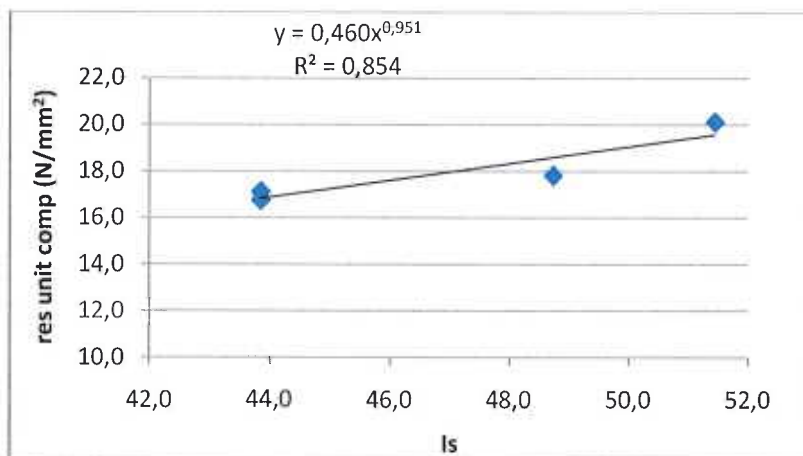
info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

Considerando i punti di indagine "comune" (sclerometro + compressione carote) si ottiene la seguente correlazione del tipo

$$R_c = A I_s^B$$

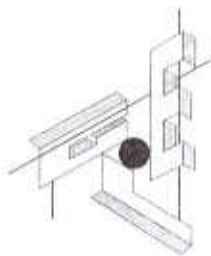
Punto indagine	Sigla ultrason	Sigla carota	Is	Res comp carote MPa
7	S_7	C_D	51,4	20,1
8	S_8	C_I	48,7	17,8
9	S_9	C_C	43,8	17,1
10	S_10	C_B	43,8	16,8



Utilizzando la curva di correlazione si possono stimare le resistenze a compressione in tutti i punti di indagine ultrasonica. La seguente tabella riassume i risultati confrontandoli coi valori di riferimento delle carote :

punto indagine	Indice sclerom Is	Res comp stimata MPa	Res comp effettiva (carote) MPa	scostamento %
6	38,8	14,9		
7	51,4	19,5	20,1	-3,2
8	48,7	18,5	17,8	3,9
9	43,8	16,8	17,1	-2,2
10	43,8	16,8	16,8	-0,1





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

3.5 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO

Le valutazioni statistiche riportate nei paragrafi seguenti hanno senso solo se riferite a “popolazioni omogenee” di calcestruzzo, per cui nel caso in esame il calcestruzzo dei pilastri e quello delle travi sono stati trattati separatamente.

3.5.1 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO MEDIANTE PROVE COMPRESIONE

Dall'elaborazione dei risultati delle prove di resistenza a compressione, opportunamente “corretti” mediante il coefficiente di disturbo F_d , mediante il procedimento di calcolo della UNI EN 13791 (citato dalle Linee Guida) descritto precedentemente, considerando inoltre l'assunto che *per carote di diametro compreso fra 100 e 150 mm, se il rapporto lunghezza/diametro è pari a 1 e che quindi il fattore di correzione resistenza cilindrica/resistenza cubica si può assumere pari a 1*, si ottiene:

a) Calcestruzzo dei pilastri

Essendo disponibili solo tre risultati, non è possibile effettuare valutazioni statistiche riguardo alla classe di resistenza, ma solamente valutazioni sulla resistenza media :

Rmin	MPa	33,5
Rmax	MPa	37,8
Rmed	MPa	36,2

b) Calcestruzzo delle travi

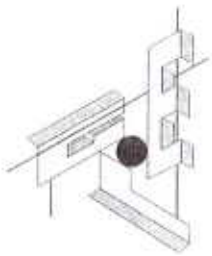
Rmin	MPa	16,8
Rmax	MPa	24,1
Rmed	MPa	19,6
n°prov		7
K		6
Rckop1	MPa	13,6
Rckop2	MPa	20,8

Il valore calcolato della resistenza caratteristica in opera $R_{ck,op}$ è quello minore fra $R_{ck,op1}$ e $R_{ck,op2}$, ovvero

$$R_{ck,op} = 13,6 \text{ MPa}$$

Utilizzando il “criterio di valutazione dell' 85%” riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni il valore determinato della classe in opera risulta potenzialmente associabile ad una classe di progetto massima stimabile in circa 15 MPa.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Lab. Min. Tapp. e Tamp. Sclerometriche n. 1086 del 14/01/2008 e s.m. - Lettera n. 14/01/2008

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Lab. Min. Tapp. e Tamp. Sclerometriche n. 1086 del 14/01/2008 e s.m. - Lettera n. 14/01/2008

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Lab. Min. Tapp. e Tamp. Sclerometriche n. 2279 del 20/09/2008 e s.m. - Lettera n. 20/09/2008

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

3.5.2 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO MEDIANTE INDICE DI RIMBALZO SCLEROMETRICO

A) Pilastri

Utilizzando i valori di resistenza a compressione stimati dalle prove sclerometriche è stata stimata la Resistenza caratteristica in opera secondo il procedimento di calcolo della UNI EN 13791 (citato dalle Linee Guida) descritto precedentemente. Dal calcolo si ottiene :

Rmin	MPa	33,8
Rmax	MPa	38,3
Rmed	MPa	36,2
n°prove		5
K		7
Rckop1	MPa	29,2
Rckop2	MPa	37,8

Il valore calcolato della resistenza caratteristica in opera **Rck_{op}** è quello minore fra **Rck_{op1}** e **Rck_{op2}** , ovvero

$$\mathbf{Rck_{op} = 29,2 \text{ MPa}}$$

Utilizzando il “criterio di valutazione dell’ 85%” riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni il valore determinato della classe in opera risulta potenzialmente associabile ad una classe di progetto massima stimabile fra 30-35 MPa.

B) Travi

Utilizzando i valori di resistenza a compressione stimati dalle prove sclerometriche è stata stimata la Resistenza caratteristica in opera secondo il procedimento di calcolo della UNI EN 13791 (citato dalle Linee Guida) descritto precedentemente. Dal calcolo si ottiene :

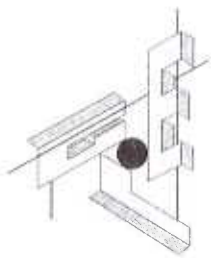
Rmin	MPa	14,9
Rmax	MPa	19,5
Rmed	MPa	17,3
n°prove		5
K		7
Rckop1	MPa	10,3
Rckop2	MPa	18,9

Il valore calcolato della resistenza caratteristica in opera **Rck_{op}** è quello minore fra **Rck_{op1}** e **Rck_{op2}** , ovvero

$$\mathbf{Rck_{op} = 10,3 \text{ MPa}}$$

Utilizzando il “criterio di valutazione dell’ 85%” riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni il valore determinato della classe in opera risulta potenzialmente associabile ad una classe di progetto massima stimabile < 15 MPa.



**LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.**

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARM A

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

3.5.3 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO MEDIANTE INDAGINE ULTRASONICA

A) Pilastri

Utilizzando i valori di resistenza a compressione stimati dalle prove ultrasoniche è stata stimata la Resistenza caratteristica in opera secondo il procedimento di calcolo della UNI EN 13791 (citato dalle Linee Guida) descritto precedentemente.

Dal calcolo si ottiene :

Rmin	MPa	26,0
Rmax	MPa	38,4
Rmed	MPa	34,8
n°prove		5
K		7
Rckop1	MPa	27,8
Rckop2	MPa	30,0

Il valore calcolato della resistenza caratteristica in opera **Rck_{op}** è quello minore fra **Rck_{op1}** e **Rck_{op2}** , ovvero

$$\mathbf{Rck_{op} = 27,8 \text{ MPa}}$$

Utilizzando il "criterio di valutazione dell' 85%" riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni il valore determinato della classe in opera risulta potenzialmente associabile ad una classe di progetto massima stimabile fra 30-35 MPa.

B) Travi

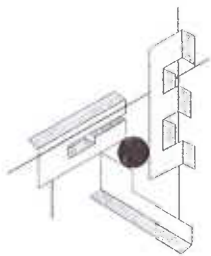
L'indagine ultrasonica sul calcestruzzo delle travi non ha permesso di ottenere alcuna correlazione attendibile.

RIEPILOGO DEI RISULTATI OTTENUTI CON LE VARIE METODOLOGIE DI PROVA

		PILASTRI			TRAVI		
		Comp carote	ultrasuoni	sclerometro	Comp carote	ultrasuoni	sclerometro
Rmin	MPa	33,5	26,0	33,8	16,8	N.D.	14,9
Rmax	MPa	37,8	38,4	38,3	24,1	N.D.	19,5
Rmed	MPa	36,2	34,8	36,2	19,6	N.D.	17,3
Rckop	MPa		27,8	29,2	13,6	N.D.	10,3

N.D. = non determinabile





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Circolare n. 26/2008 del 22/04/2008 - Art. 10 - Circolare 26/02/2008

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Circolare n. 26/08 del 22/04/2008 - Art. 10 - Circolare 26/02/2008

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Circolare n. 26/08 del 22/04/2008 - Circolare 26/02/2008



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

3.6 PROVA DI DUREZZA IN SITU SU ARMATURA

Per cercare di limitare al minimo il prelevamento di spezzoni di armatura dalla struttura, è stata effettuata una stima della resistenza meccanica a trazione delle armature del calcestruzzo mediante una prova non distruttiva basata sulla misura della durezza superficiale dell'acciaio.

La prova è stata effettuata sulla barra Φ 12 mm ad aderenza migliorata presente nello spigolo del pilastro P3 (vedi planimetria).

Come tutte le prove non distruttive basate su metodi "indiretti", anche in questo caso per cercare di limitare l'errore sperimentale è consigliabile ottimizzare i risultati effettuando una sorta di calibrazione mediante almeno un prelievo da sottoporre a trazione diretta.

Nel caso in esame non è stata effettuata alcuna calibrazione per cui il dato va preso con le dovute cautele.

sigla prova	Elemento	Diam rilevato Φ mm	Resist a trazione stimata mediante durometro MPa
D3	Pilastro	12	464

Trattandosi di barra ad aderenza migliorata, i limiti da utilizzare per la loro eventuale classificazione sono:

	FeB 38k a.m. (MPa)	FeB 44k a.m. (MPa)
Tensione unitaria di rottura a trazione	≥ 450	≥ 540

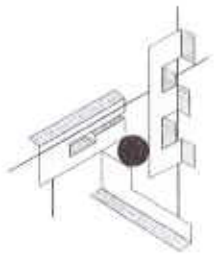
La valutazione delle resistenze meccaniche degli acciai dedotte dalle prove di durezza effettuate in "situ" porta a risultati che a volte possono risultare in difetto di circa il 10-15% sul valore reale, in funzione dello stato del provino messo a nudo dalla struttura.

Tenendo conto di ciò, il valore sperimentale risulterebbe al limite fra le due tipologie FeB38 e FeB44. In assenza di un riscontro con qualche dato sperimentale di trazione, è consigliabile valutare tale risultato in modo cautelativo considerando l'acciaio in esame come potenzialmente associabile alla tipologia FeB 38.

RELATORE
Dott. S.Dondi



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott.Ing. G. Russo



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. e Inf. Sp. Decreto n. 26 del 14/01/2008 - Art. 17 - Circolare 26/18/08

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. e Inf. Sp. Decreto n. 26 del 14/01/2008 - Art. 17 - Circolare 26/18/08

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Sup. e Inf. Sp. Decreto n. 26 del 14/01/2008 - Art. 17 - Circolare 26/18/08



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

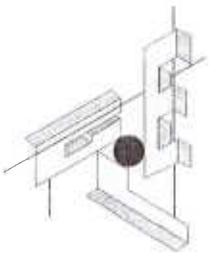
www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

ALLEGATI





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti n. 2730 del 29/12/2017 - Circolazione 26/12/17

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti n. 2730 del 29/12/2017 - Circolazione 26/12/17

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti n. 2730 del 29/12/2017 - Circolazione 26/12/17



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

RAPPORTO DI PROVA n° 0056/Q/P

Parma, 29/01/2018

PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESIONE (UNI EN 12504-1:2009)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d’Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE:	n.1 campione di calcestruzzo prelevato mediante carotaggio da tecnico L.G.E. srl
CANTIERE:	Scuola dell’Infanzia “Panda”- Via M.L.King, 11 Reggio Emilia
STRUMENTAZIONE:	pressa Controls Mod. 01 00 97 90 02 0 - 2000 kN Risoluz. 0,1 kN CLASSE I
NS, RIFERIMENTO N.:	1858 /17 del 29/12/2017
DATA DELLA PROVA	12/01/2018

RISULTATI SPERIMENTALI

Dalla carota a disposizione è stato ricavato, mediante doppio taglio, un provino cilindrico le cui superfici di schiacciamento sono state rettificare come da Appendice A della UNI EN 12390-3:2009

Sigla Carota	Elem strutturale	Diam. Provino (cm)	altez prov. (cm)	Peso prov. (g)	Peso di volume* (kg/m ³)	Rapp. H/D	Carico Rottura (kN)	Res. Unit. Cilindrica (N/mm ²)	note
T3	trave	10,4	10,3	1907	2181	1,0	137,9	16,2	Rott regolare

(*) Nota : peso di volume calcolato ad umidità ambiente

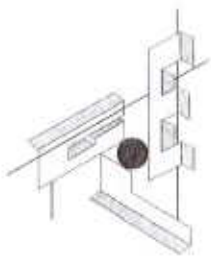
SPERIMENTATORE:

Dott. S. Dondi



DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Ing. G. Russo



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008

Lab. Str. Inf. e Imp. Str. e Imp. n. 2201 del 12/01/2012 e n. 2202 del 12/01/2012 - Art. 57 - D. Circolare 2012/23

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU FERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008

Lab. Str. Inf. e Imp. Str. e Imp. n. 2201 del 12/01/2012 e n. 2202 del 12/01/2012 - Art. 57 - D. Circolare 2012/23

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008

Lab. Str. Inf. e Imp. Str. e Imp. n. 2201 del 12/01/2012 e n. 2202 del 12/01/2012 - Art. 57 - D. Circolare 2012/23



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

RAPPORTO DI PROVA n° 0518Q/P

Parma, 27/04/2018

PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESIONE (UNI EN 12504-1:2009)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d'Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE:	n.4 campioni di calcestruzzo prelevati mediante carotaggio da tecnico L.G.E. srl
CANTIERE:	Scuola dell'Infanzia "Panda"- Via M.L.King, 11 Reggio Emilia
STRUMENTAZIONE:	pressa Controls Mod. 01 00 97 90 02 0 - 2000 kN Risoluz. 0,1 kN CLASSE I
NS. RIFERIMENTO N.:	444 /17 del 12/04/2018
DATA DELLA PROVA	17/04/2018

RISULTATI SPERIMENTALI

Dalle carote a disposizione sono stati ricavati, mediante doppio taglio, provini cilindrici le cui superfici di schiacciamento sono state rettificare come da Appendice A della UNI EN 12390-3:2009

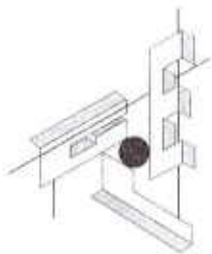
Sigla Carota	Elem strutturale	Diam. Provino (cm)	altez prov. (cm)	Peso prov. (g)	Peso di volume* (kg/m ³)	Rapp. H/D	Carico Rottura (kN)	Res. Unit. Cilindrica (N/mm ²)	note
C_A	trave	10,4	10,4	2018	2285	1,0	187,8	22,1	Rott regolare
C_B	trave	10,4	10,3	1939	2217	1,0	129,6	15,3	Rott regolare
C_C	trave	10,4	10,5	1966	2205	1,0	132,4	15,6	Rott regolare
C_D	trave	10,4	10,5	2009	2253	1,0	156,2	18,4	Rott regolare

(*) Nota : peso di volume calcolato ad umidità ambiente

SPERIMENTATORE
Dott. S. Dondi



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008.

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008.

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

RAPPORTO DI PROVA n° 00517/Q/P

Parma, 27/04/2018

PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE (UNI EN 12504-1:2009)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d'Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE:	n.5 campione di calcestruzzo prelevato mediante carotaggio da tecnico L.G.E. srl
CANTIERE:	Scuola dell'Infanzia "Panda"- Via M.L.King, 11 Reggio Emilia
STRUMENTAZIONE:	pressa Controls Mod. 01 00 97 90 02 0 - 2000 kN Risoluz. 0,1 kN CLASSE I
NS. RIFERIMENTO N.:	0386 /18 del 29/3/2018
DATA DELLA PROVA	10/04/2018

RISULTATI SPERIMENTALI

Dalle carote a disposizione sono stati ricavati, mediante doppio taglio, provini cilindrici le cui superfici di schiacciamento sono state rettificare come da Appendice A della UNI EN 12390-3:2009

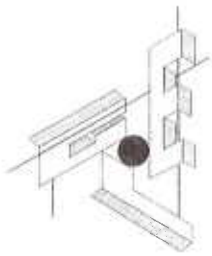
Sigla Carota	Elem strutturale	Diam. Provino (cm)	altez prov. (cm)	Peso prov. (g)	Peso di volume* (kg/m ³)	Rapp. H/D	Carico Rottura (kN)	Res. Unit. Cilindrica (N/mm ²)	note
C1P	pil	10,4	10,5	2003	2247	1,0	308,5	36,3	Rott regolare
C2P	pil	10,4	10,4	1992	2256	1,0	313,4	36,9	Rott regolare
C3P	pil	10,4	10,4	2010	2276	1,0	270,5	31,9	Rott regolare
C1T	trave	10,4	10,7	2011	2214	1,0	185,9	21,9	Rott regolare
C2T	trave	10,4	10,5	1946	2183	1,0	136,4	16,1	Rott regolare

(*) Nota : peso di volume calcolato ad umidità ambiente

SPERIMENTATORE
Dott. S. Dondi



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

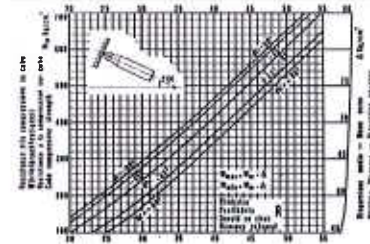
RAPPORTO DI PROVA n° 58/Q/P del 29/01/2018

PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

DETERMINAZIONE DELL'INDICE SCLEROMETRICO (UNI EN 12504-2:2012)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d'Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
ELEM. STRUTT. ESAMINATI:	pilastrini e travi in c.a.
CANTIERE:	Scuola dell'Infanzia "Panda"- Via M.L.King, 11 Reggio Emilia
STRUMENTAZIONE:	sclerometro - cod. int. SP SC 06
NS. RIFERIMENTO N.:	1858 /17
DATA DELLA PROVA	29/12/2017

Calibrazione su incudine normalizzata prima della campagna di misure : lettura 80 (accettabilità 80 ± 2)



RISULTATI SPERIMENTALI

punto prova	elem struttur	angolo battuta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	valore medio	dev st	Indice sclerom corretto Is*
P1	pil	0°	50	53	54	50	50	52	50	50	51	48	50,8	1,751	61,7
P2	pil	0°	48	49	48	50	49	49	49	52	45	50	48,9	1,792	57,8
P3	pil	0°	48	49	52	52	50	52	48	46	46	48	49,1	2,331	58,2
P4	pil	0°	48	50	50	52	49	50	49	51	51	48	49,8	1,317	59,6
P5	pil	0°	54	53	53	52	50	53	54	55	50	52	52,6	1,647	65,5
T1	trave	0°	40	39	38	40	38	38	40	40	38	38	38,9	0,994	38,8
T2	trave	0°	46	48	45	40	46	44	48	50	48	42	45,7	3,057	51,4
T3	trave	0°	48	40	40	48	44	48	47	42	45	41	44,3	3,368	48,7
T4	trave	0°	40	42	40	40	41	40	42	44	42	46	41,7	2,003	43,8
T5	trave	0°	40	41	40	41	42	41	40	44	48	40	41,7	2,541	43,8

Nota: in tutte le zone di prova tutti i valori risultano accettabili in quanto compresi nell'intervallo di accettabilità $\pm 30\%$ del valore medio

* Is = indice sclerometrico "corretto" in funzione dell'angolo di battuta (dato ottenuto sulla base della curva di correlazione riportata sullo strumento)

SPERIMENTATORE

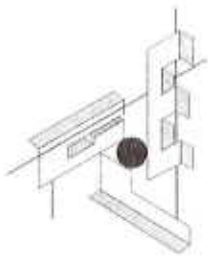
M. Serventi



DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Ing. G. Russo

Pagina 1 di 1



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Lab. Ricer. Sup. e Imp. Strutt. n. 2278 del 29/01/2008 - Circolare 2008/20

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Lab. Ricer. Sup. e Imp. Strutt. n. 2278 del 29/01/2008 - Circolare 2008/20

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Lab. Ricer. Sup. e Imp. Strutt. n. 2278 del 29/01/2008 - Circolare 2008/20



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245
info@laboratoriemiliani.com
www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

RAPPORTO DI PROVA n° 57/Q/P del 29/01/2018

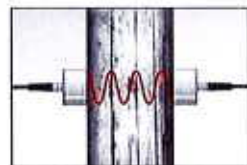
PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

DETERMINAZIONE DELLA VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DEGLI
IMPULSI ULTRASONICI (UNI EN 12504-4:2005)

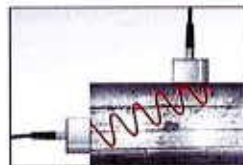
COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d'Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
ELEM. STRUTT. ESAMINATI:	pilastri e travi in c.a.
CANTIERE:	Scuola dell'Infanzia "Panda"- Via M.L.King, 11 Reggio Emilia
STRUMENTAZIONE:	"MATEST C373N"
NS. RIFERIMENTO N.:	1858 /17
DATA DELLA PROVA	29/12/2017

RISULTATI SPERIMENTALI

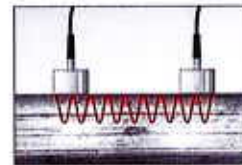
Modalità di misura



MISURA DIRETTA



MISURA SEMI-DIRETTA



MISURA INDIRETTA

Strumentazione utilizzata: Matest C373N Campo di misura : 0 - 9999 µsec Risoluzione: 0,1 µsec

Punto misura	Elem strutt	Misure indirette				Misure dirette		Tipo misura*	Velocità Ultrasonica m/s
		100 (mm) µsec	200 (mm) µsec	300 (mm) µsec	400 (mm) µsec	µsec	(mm)		
P1	pil	=	=	=	=	64,6	256	D	3963
P2	pil	=	=	=	=	67,3	253	D	3759
P3	pil	=	=	=	=	63,0	249	D	3952
P4	pil	=	=	=	=	64,4	255	D	3960
P5	pil	=	=	=	=	63,1	246	D	3899
T1	trave	=	=	=	=	90,2	249	D	2761
T2	trave	=	=	=	=	74,9	252	D	3364
T3	trave	=	=	=	=	63,2	252	D	3987
T4	trave	=	=	=	=	63,8	259	D	4060
T5	trave	=	=	=	=	63,1	246	D	3899

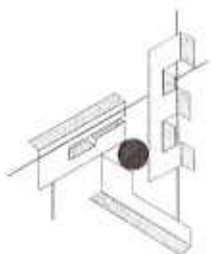
* Nota : D= diretta S= semidiretta I= indiretta

SPERIMENTATORE
M. Serventi



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo

Pagina 1 di 1



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti n. 2065 del 28/01/2010 - Circolare 26/12/08

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti n. 2065 del 28/01/2010 - Circolare 26/12/08

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti n. 2229 del 20/09/2013 - Circolare 26/12/08



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

RAPPORTO DI PROVA n° 59/Q/P del 29/01/2018

PROVE SU PROFILI DI ARMATURA IN ACCIAIO

STIMA DELLA RESISTENZA MECCANICA A TRAZIONE MEDIANTE PROVA DI DUREZZA

(ASTM A 956)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d'Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
CANTIERE:	Scuola dell'Infanzia "Panda"- Via M.L.King, 11 Reggio Emilia
CAMPIONE ESAMINATO :	barra armatura di pilastro in c.a.
STRUMENTAZIONE:	Durometro portatile digitale a rimbalzo EPX 300
NS. RIFERIMENTO N.:	1858 /2017
DATA DELLA PROVA	29/12/2017

RISULTATI SPERIMENTALI

Procedura operativa :

1. Pulizia, levigatura e lisciatura di una piccola porzione della superficie metallica da esaminare
2. Esecuzione di n.5 prove di durezza mediante durometro portatile
3. Registrazione dei valori di resistenza a trazione stimata forniti direttamente dallo strumento

Punto di prova	Identificazione campione	Resistenza a trazione stimata (N/mm ²)					Resistenze media a trazione stimata (N/mm ²)
		1	2	3	4	5	
Pilastro P3	Barra Φ12 a.m.	440	478	425	495	481	464

SPERIMENTATORE
M.Serventi

DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo

