



COMUNE DI CARDITO
Città Metropolitana di Napoli



Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



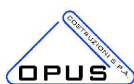
MINISTERO DELL'INTERNO



PROGETTO ESECUTIVO

Appalto integrato sulla base del progetto di fattibilità tecnica ed economica "Smart City Napoli Nord - Piani Urbani Integrati – M5C2 – I.2.2"
CIG 972663946C CUP I45I22000020006 - CUP I45I22000030006

RTI



OPUS COSTRUZIONI S.P.A.
Capogruppo
P.IVA 07201350639
Via Campana 233, Pozzuoli



ARCHIVOLTO SRL
Mandante
P.IVA 07162480631
Via O. P. Cafaro n.4, Napoli

RTP

SAG ARCHITETTURA SRLS
P.IVA 09189081210
Sede legale: Via Posillipo 66, Napoli

MASCOLO INGEGNERIA SRL
P.IVA 08524811216
Sede legale: Via Gramsci 19, Cicciano

ELECTA SRL
P.IVA 04082971211
Sede legale: Via Principe di Piemonte 109, Roccarainola

RUP

Arch. Pasquale Imbemba

PROGETTO STRUTTURALE - (Cardito Via Biagio Loffredo)

Relazione sui materiali

| | | | | |
|----------------|-------------|---------------|----------|------------------|
| DATA EMISS. | Aprile 2024 | | CODIFICA | CRD.PE.STR.R.002 |
| SCALA | - | FORMATO A4 | | |

| REVISIONE | DESCRIZIONE | DATA | APPROVATO DA |
|-----------|-----------------|-------------|--------------|
| 03 | | | |
| 02 | | | |
| 01 | | | |
| 00 | Prima emissione | Aprile 2024 | |



SOMMARIO

| | |
|---|----|
| INDIVIDUAZIONE DEI NUOVI MATERIALI DI INTERVENTO | 2 |
| CALCESTRUZZO C 25/30 | 2 |
| CALCESTRUZZO C30/37 | 4 |
| ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C | 5 |
| ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA S275JR | 7 |
| ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA S355JR | 9 |
| GIUNZIONI BULLONATE | 10 |
| GIUNZIONI SALDATE | 10 |
| CARATTERIZZAZIONE MATERICA DEI MATERIALI ESISTENTI | 12 |
| CALCESTRUZZO | 19 |
| ACCIAIO | 21 |
| ALLEGATI | 23 |

INDIVIDUAZIONE DEI NUOVI MATERIALI DI INTERVENTO

Le opere di fondazione in cemento armato gettate in opera si dovranno realizzare con un conglomerato cementizio del tipo C25/30 essendo la classe di esposizione adottata del tipo XC2.

Le opere di elevazione in cemento armato gettate in opera si dovranno realizzare con un conglomerato cementizio del tipo C30/37 essendo la classe di esposizione adottata del tipo XC3.

I calcestruzzi individuati rispettano le indicazioni normative riportate dalle UNI EN 206-1 e UNI 11104, in conformità a quanto indicato dalle NTC al paragrafo 11.2 del D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, mentre per le armature metalliche si impiegheranno barre in acciaio tipo B450C. Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi alle NTC al § 11.2.10 per il calcestruzzo ed al § 11.3.2.2 per le caratteristiche dell'acciaio da carpenteria.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006. Il risultato della Verifica Documentale Preliminare unitamente al risultato della Verifica Ispettiva saranno oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e Qualificazione del Prodotto.

Le strutture in elevazione saranno invece realizzate in acciaio, con caratteristiche conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN10025, oltre che delle specifiche per le carpenterie in zona sismica. L'acciaio utilizzato per le carpenterie metalliche è del tipo S355JR. Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi al §11.3.4.1 delle NTC:

Si riportano di seguito le caratteristiche sintetiche dei materiali qui individuati.

CALCESTRUZZO C 25/30

Le resistenze caratteristiche a compressione, per la classe di calcestruzzo in oggetto, secondo quanto indicato dal succitato paragrafo delle NTC, sono pari a:

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 25 + 8 = 33 \text{ MPa}$$

mentre le resistenze a trazione semplice ed a flessione valgono rispettivamente:

$$f_{ctm} = 0,3 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$f_{cfm} = 1,2 * f_{ctm} = 3,07 \text{ MPa}$$

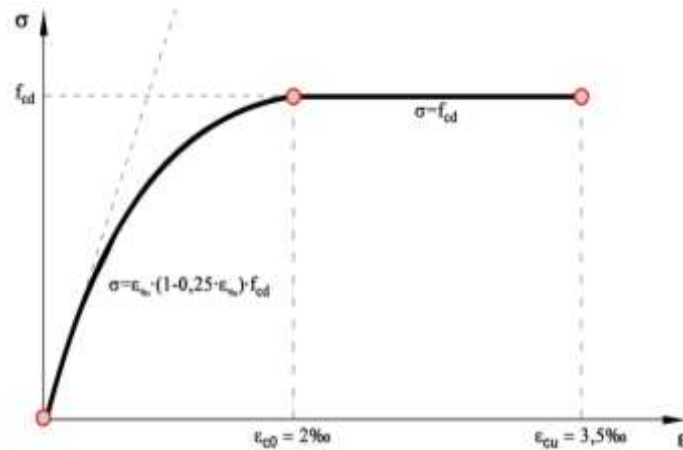
il modulo elastico si assume pari a:

$$E_{cm} = 22000 * \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0,3} = 31476 \text{ MPa}$$

mentre la resistenza di calcolo è infine pari a:

$$f_{cd} = 0,85 * \frac{f_{ck}}{1,5} = 14,17 \text{ MPa}$$

Come legame costitutivo del calcestruzzo è stato adottato il diagramma parabola-rettangolo definito da un arco di parabola di secondo grado passante per l'origine, avente asse parallelo a quello delle tensioni, e da un segmento di retta parallelo all'asse delle deformazioni tangente alla parabola nel punto di sommità. Il vertice della parabola ha ascissa -0,002, l'estremità del segmento ha ascissa -0,0035. L'ordinata massima del diagramma è pari a f_{cd} . Si riporta il diagramma in Figura:



Legame costitutivo del Calcestruzzo

Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

| | |
|---|-----------------------------------|
| - Peso specifico | 25 kN/m ³ |
| - Coefficiente di dilatazione termica | 10 ⁻⁵ °C ⁻¹ |
| - Modulo elastico | 31476 MPa |
| - Coefficiente di Poisson | 0,10 |
| - Resistenza a compressione caratteristica (cilindrica) | 25 MPa |
| - Resistenza a compressione caratteristica (cubica) | 30 MPa |
| - Resistenza a compressione media (cilindrica) | 33 MPa |
| - Resistenza a compressione di progetto (cilindrica) | 14,17 MPa |
| - Resistenza a trazione semplice (SLD) | 2,56 MPa |
| - Resistenza a trazione per flessione (SLD) | 3,07 MPa |

Si precisano inoltre per il calcestruzzo le seguenti caratteristiche tecniche, in conformità alle indicazioni della norma europea UNI EN206-1:

Classe di esposizione XC2: ovvero per condizioni ambientali debolmente aggressive, caratteristiche degli elementi in fondazione in condizioni ordinarie, con un rapporto acqua/cemento massimo consentito pari a 0.60, una R_{ck} minima richiesta pari a 30 N/mm², un dosaggio minimo di cemento di 300 kg/m³, e un diametro massimo degli inerti pari a 25 mm;

Classe di consistenza minima S4: ovvero per una classe di lavorabilità del cls determinata da una consistenza fluida, caratterizzata da uno slump compreso nell'intervallo 160-210 mm ed indicato per strutture mediamente armate, in linea quest'ultima con le opere da realizzare.

La dimensione da realizzare dei copriferri effettivi si assume pari a 4 cm da filo staffa per le opere in fondazione.

CALCESTRUZZO C30/37

Le resistenze caratteristiche a compressione, per la classe di calcestruzzo in oggetto, secondo quanto indicato dal succitato paragrafo delle NTC, sono pari a:

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 30 + 8 = 38 \text{ MPa}$$

mentre le resistenze a trazione semplice ed a flessione valgono rispettivamente:

$$f_{ctm} = 0,3 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 2,89 \text{ MPa}$$

$$f_{cfm} = 1,2 * f_{ctm} = 3,47 \text{ MPa}$$

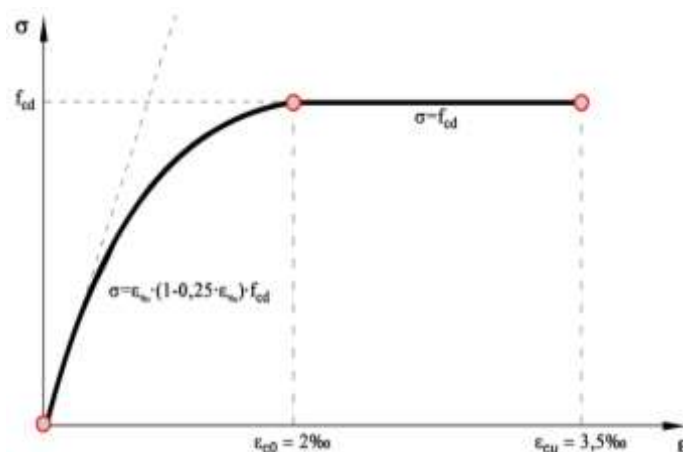
il modulo elastico si assume pari a:

$$E_{cm} = 22000 * \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0,3} = 32836 \text{ MPa}$$

mentre la resistenza di calcolo è infine pari a:

$$f_{cd} = 0,85 * \frac{f_{ck}}{1,5} = 17 \text{ MPa}$$

Come legame costitutivo del calcestruzzo è stato adottato il diagramma parabola-rettangolo definito da un arco di parabola di secondo grado passante per l'origine, avente asse parallelo a quello delle tensioni, e da un segmento di retta parallelo all'asse delle deformazioni tangente alla parabola nel punto di sommità. Il vertice alla parabola ha ascissa -0,002, l'estremità del segmento ha ascissa -0,0035. L'ordinata massima del diagramma è pari a f_{cd} . Si riporta il diagramma in Figura:



Legame costitutivo del Calcestruzzo

Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

- Peso specifico

25 kN/m³

| | |
|---|--|
| - Coefficiente di dilatazione termica | $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |
| - Modulo elastico | 32836 MPa |
| - Coefficiente di Poisson | 0,10 |
| - Resistenza a compressione caratteristica (cilindrica) | 30 MPa |
| - Resistenza a compressione caratteristica (cubica) | 37 MPa |
| - Resistenza a compressione media (cilindrica) | 38 MPa |
| - Resistenza a compressione di progetto (cilindrica) | 17 MPa |
| - Resistenza a trazione semplice (SLD) | 2,84 MPa |
| - Resistenza a trazione per flessione (SLD) | 3,47 MPa |

Si precisano inoltre per il calcestruzzo le seguenti caratteristiche tecniche, in conformità alle indicazioni della norma europea UNI EN206-1:

Classe di esposizione XC3: ovvero per condizioni ambientali moderate, caratteristiche degli elementi in elevazione in condizioni ordinarie, con un rapporto acqua/cemento massimo consentito pari a 0.55, una Rck minima richiesta pari a 37 N/mm², un dosaggio minimo di cemento di 320 kg/m³, e un diametro massimo degli inerti pari a 15 mm;

Classe di consistenza minima S4: ovvero per una classe di lavorabilità del cls determinata da una consistenza fluida, caratterizzata da uno slump compreso nell'intervallo 160-210 mm ed indicato per strutture mediamente armate, in linea quest'ultima con le opere da realizzare.

La dimensione da realizzare dei copriferri effettivi si assume pari a 4 cm da filo staffa per le opere in fondazione

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

L'acciaio dolce utilizzato per le barre d'armature delle opere in c.a. è del tipo B450C, Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi al § 11,3,2,1 delle NTC:

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

Per quanto concerne le resistenze di calcolo:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 391,30 \text{ MPa}$$

Il modulo elastico si assume pari a:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

I valori della deformazione caratteristica allo snervamento e quella ultima sono:

$$\varepsilon_{yk} = \frac{f_{yk}}{E_s} = 0,214 \%$$

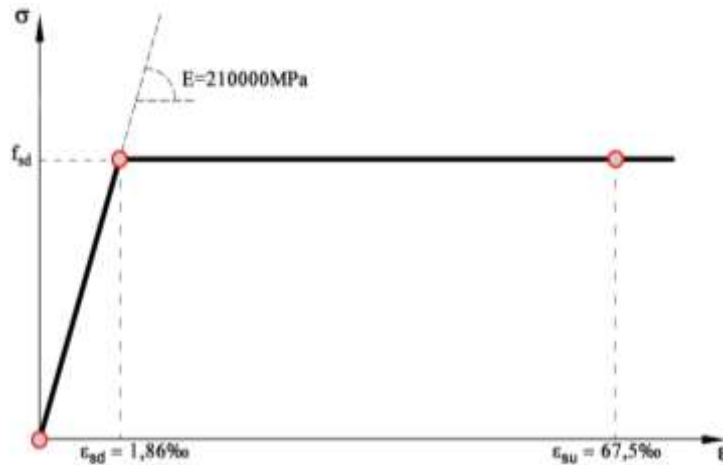
$$\varepsilon_{uk} = 7,50 \%$$

I valori di calcolo della deformazione allo snervamento e quella ultima sono:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 0,186 \%$$

$$\varepsilon_{ud} = 0,9 \cdot \varepsilon_{uk} = 6,75 \%$$

Per l'acciaio si adotta il legame tensioni deformazioni schematizzato con un legame elastico-perfettamente plastico (§ 4,1,2,1,2,3 delle NTC),



Legame costitutivo dell'acciaio

Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

| | |
|---|-----------------------------------|
| - Peso specifico | 78,5 kN/m ³ |
| - Coefficiente di dilatazione termica | 10 ⁻⁵ °C ⁻¹ |
| - Modulo elastico | 210000 MPa |
| - Coefficiente di Poisson | 0,30 |
| - Resistenza a compressione/trazione caratteristica | 450 MPa |
| - Resistenza a compressione/trazione di progetto | 391,3 MPa |
| - Deformazione allo snervamento caratteristica | 0,214% |
| - Deformazione allo snervamento di progetto | 0,186% |
| - Deformazione ultima caratteristica | 7,50% |
| - Deformazione ultima di progetto | 6,75% |

Si precisa che le attività di sagomatura dovranno essere eseguite con le modalità indicate, ovvero in cantiere sotto la vigilanza della D.L. e/o presso centri di trasformazione provvisti dei requisiti di cui al §11.3.1.7, mentre le attività di assemblaggio si realizzeranno direttamente in cantiere, con le dovute accortezze e in presenza o comunque con la verifica e l'avallo della D.L., per la totalità degli elementi strutturali.

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA S275JR

Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi al § 11.3.2.1 delle NTC:

$$f_{tk} = 430 MPa$$

Resistenza di snervamento spessore < 40 mm

$$f_{yk} = 275 MPa$$

Per quanto concerne le resistenze di calcolo:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} = 262 MPa$$

Il modulo elastico si assume pari a:

$$E_s = 210000 MPa$$

I valori della deformazione allo snervamento e quelle ultime caratteristiche sono

$$\varepsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 0,131 \% \quad \varepsilon_u = 15 * \varepsilon_{yk} = 1,965 \%$$

Il valore della deformazione allo snervamento di progetto è

$$\varepsilon_{yd} = \varepsilon_{yk} / \gamma_m = 0,125 \%$$

Per l'acciaio si adotta il legame tensioni deformazioni schematizzato con un legame elastico-perfettamente plastico (§ 4.1.2.1.2.3 delle N.T.C.), come riportato in figura.

Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

Acciaio per carpenterie S275

- Peso specifico 78,5 kN/m³
- Coefficiente di dilatazione termica 10-5 °C⁻¹
- Modulo elastico 210000 MPa
- Coefficiente di Poisson 0,30
- Tensione di rottura 430 MPa
- Tensione di snervamento 275 MPa
- Tensione di progetto 262 Mpa
- Deformazione allo snervamento 0,131%
- Deformazione allo snervamento di progetto 0,125%
- Deformazione ultima 1,965%



Descrizione

E daN/cm^2 Gamma daN/cm^3

Poisson Alfa $^{\circ}\text{C}^{-1}$

Tipo

$f_y(s \leq 40 \text{ mm})$ daN/cm^2

$f_y(s > 40 \text{ mm})$ daN/cm^2

$f_u(s \leq 40 \text{ mm})$ daN/cm^2

$f_u(s > 40 \text{ mm})$ daN/cm^2

Curva ($s \leq 40 \text{ mm}$) (5 punti)

Curva ($s > 40 \text{ mm}$) (5 punti)

Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Reagenza a compressione

E compressione daN/cm^2

Incrudimento compressione

Epsilon compressione elastica

Epsilon compressione ultima

Reagenza a trazione

E trazione daN/cm^2

Incrudimento a trazione

Epsilon trazione Elastica

Epsilon trazione ultima

Comportamento fragile

| | Epsilon | Sigma |
|-----|----------|-----------|
| ▶ 1 | -0.05 | -2560.275 |
| 2 | -0.00121 | -2550.03 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0.00121 | 2550.03 |
| 5 | 0.05 | 2560.275 |

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA S355JR

Gli acciai per le strutture in elevazione saranno, del tipo per profili laminati a caldo a sezione aperta e per profili formati a freddo a sezione cava, con caratteristiche conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN10025, oltre che delle specifiche per le carpenterie in zona sismica. L'acciaio dolce utilizzato per le carpenterie metalliche è del tipo S355, assemblato in classe **EXC3**.

Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi al §11.3.4.1 delle NTC:

$$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

$$f_{tk} = 510 \text{ MPa}$$

Per quanto concerne le resistenze di calcolo:

$$f_{td} = \frac{f_{tk}}{\gamma_s} = \frac{510}{1,15} = 443,5 \text{ MPa}$$

Il modulo elastico si assume pari a:

$$E_s = 210.000 \text{ MPa}$$

mentre il modulo di elasticità tangenziale è:

$$G = \frac{E}{2 * (1 + \nu)} = 80769 \text{ MPa}$$

con il coefficiente di Poisson ν pari a 0,30.

I valori della deformazione allo snervamento e quella ultima caratteristica sono:

$$\varepsilon_{yk} = 0,169\%$$

$$\varepsilon_{uk} = 5,00\%$$

Detti valori della deformazione allo snervamento e quella ultima, corrispondono a quelle di calcolo. Per l'acciaio si adotta il legame tensioni deformazioni schematizzato con un legame elastico-perfettamente plastico (§ 4.1.2.1.2.3 delle N.T.C.).

Sinteticamente, ai sensi della legge, si prevedono le seguenti caratteristiche:

| | |
|---|--|
| - Peso specifico | 78,5 kN/m ³ |
| - Coefficiente di dilatazione termica | 12 · 10 ⁻⁶ °C ⁻¹ |
| - Modulo elastico | 210000 MPa |
| - Coefficiente di Poisson | 0,30 |
| - Resistenza a compressione/trazione caratteristica | 510 MPa |
| - Resistenza a compressione/trazione di progetto | 443 MPa |
| - Deformazione allo snervamento caratteristica | 0,169% |
| - Deformazione allo snervamento di progetto | 0,169% |
| - Deformazione ultima caratteristica | 5,00% |
| - Deformazione ultima di progetto | 5,00% |

GIUNZIONI BULLONATE

Le giunzioni previste tra i vari elementi saranno tutte del tipo a completo ripristino, a meno dei collegamenti di elementi per cui è prevista la presenza di cerniere alle estremità, e stimate con il criterio della gerarchia delle resistenze, ovvero con il presupposto che entri in crisi prima la sezione degli elementi strutturali e poi il collegamento. L'acciaio utilizzato per le bullonerie strutturali non a serraggio controllato, risponde alle specifiche di cui al punto A del §11.1, sono conformi alle caratteristiche dimensionali di cui alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968, ed appartengono alla classe 8.8 di cui alla Tabella 11.3.XIII.a del D.M. Infrastrutture del 17/01/2018. Per la determinazione delle resistenze di calcolo occorre riferirsi alla Tabella 11.3.XIII.b del D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, e nello specifico in funzione della classe di bulloni individuate si evincono i valori caratteristici delle tensioni di snervamento e di rottura qui riportati:

$$f_{yb} = 640 \text{ MPa}$$

$$f_{tb} = 800 \text{ MPa}$$

Le giunzioni previste saranno del tipo pre-caricate e lavoranti a taglio per attrito, oltre che munite per ogni bullone di idoneo sistema di antisfilamento, pur non essendo la struttura soggetta a fatica in modo significativo, detta prescrizione rientra tra le regole di buona realizzazione in zona sismica. Quindi si riporta la tabella con le coppie di serraggio e sforzi di taglio trasmissibile per attrito dai singoli bulloni di classe 8.8, in funzione del diametro nominale.

Tabella 4.2.XVI - Coppie di serraggio per i bulloni 8.8

| Vite | Viti 8.8 - Momento di serraggio M [N m] | | | | $F_{p,C}$ [kN] | A_{res} [mm ²] |
|------|---|----------|----------|----------|----------------|------------------------------|
| | $k=0.10$ | $k=0.12$ | $k=0.14$ | $k=0.16$ | | |
| M12 | 56.6 | 68.0 | 79.3 | 90.6 | 47.2 | 84.3 |
| M14 | 90.2 | 108 | 126 | 144 | 64.4 | 115 |
| M16 | 141 | 169 | 197 | 225 | 87.9 | 157 |
| M18 | 194 | 232 | 271 | 310 | 108 | 192 |
| M20 | 274 | 329 | 384 | 439 | 137 | 245 |
| M22 | 373 | 448 | 523 | 597 | 170 | 303 |
| M24 | 474 | 569 | 664 | 759 | 198 | 353 |
| M27 | 694 | 833 | 972 | 1110 | 257 | 459 |
| M30 | 942 | 1131 | 1319 | 1508 | 314 | 561 |
| M36 | 1647 | 1976 | 2306 | 2635 | 457 | 817 |

GIUNZIONI SALDATE

Le giunzioni previste nei nodi del telaio spaziale tra i vari elementi saranno del tipo saldate, con saldature a completa penetrazione ad arco sommerso salvo diverse specificazioni sugli elaborati grafici, operate in officina in classe EXC3.

I collegamenti testa a testa, a T e a croce a piena penetrazione sono generalmente realizzati con materiali d'apporto aventi resistenza uguale o maggiore a quella degli elementi collegati. Pertanto la resistenza di calcolo dei collegamenti a piena penetrazione si assume eguale alla resistenza di progetto del più debole tra gli elementi connessi.

Una saldatura a piena penetrazione è caratterizzata dalla piena fusione del metallo di base attraverso tutto lo spessore dell'elemento da unire con il materiale di apporto. Detta tipologia di saldatura, così come indicato dalla norma si ritiene a priori caratterizzata da una sovreresistenza tale da assicurare nelle zone dissipative un comportamento idoneo al principio della gerarchia delle resistenze, ovvero che plasticizzino le sezioni degli elementi collegati, prima che sopraggiunga la rottura del collegamento, ovvero deve essere soddisfatta la relazione:

$$R_{j,d} \geq \gamma_{rd} * 1,1 * R_{pl,Rd} = R_{U,Rd}$$

dove:

$R_{j,d}$ è la resistenza di progetto del collegamento;

$R_{pl,Rd}$ è la resistenza plastica di progetto della membratura collegata (da valutarsi secondo le indicazioni del § 4.2 delle NTC);

$R_{U,Rd}$ è il limite superiore della resistenza plastica della membratura collegata.

I procedimenti di saldatura e i materiali di apporto devono essere conformi ai requisiti di cui al §11.3.4 delle NTC 2018, mentre per l'omologazione degli elettrodi da impiegare nella saldatura ad arco può farsi utile riferimento alle norme UNI 5132:1974. La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005. Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30. Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base. Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori, e si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione. Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello. Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al precedente § 11.3.1.7, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata.

Tabella 11.3.XI

| Tipo di azione sulle strutture | Strutture soggette a fatica in modo non significativo | | | Strutture soggette a fatica in modo significativo |
|--|---|--------------------------------|--|--|
| | A | B | C | D |
| Riferimento | | | | |
| Materiale Base: Spessore minimo delle membrature | S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm | S355, s ≤ 30mm S235 S275 | S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm | S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1) |
| Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 | Elementare EN ISO 3834-4 | Medio EN ISO 3834-3 | Medio EN ISO 3834-3 | Completo EN ISO 3834-2 |
| Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996 | Di base | Specifico | Completo | Completo |

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

CARATTERIZZAZIONE MATERICA DEI MATERIALI ESISTENTI

La campagna di indagine effettuata ha interessato i soli elementi di fondazione ed è stata definita in funzione delle reali possibilità di accesso alle zone interessate. Essa è stata studiata con l'obiettivo di definire un **livello di conoscenza accurato LC3**, così come indicato al §8.5.4 delle NTC2018 e sulla base delle tabelle C8.5.IV e C8.5.V della relativa Circolare Esplicativa n.7 del 2019, al quale è associato un fattore di confidenza **FC=1.00**.

Nello specifico le indagini hanno previsto:

- N. 4 prelievi di campioni di calcestruzzo;
- N. 2 prelievi di barre di armatura in acciaio;
- Indagini pacometriche;
- Saggi visivi a campione.
- Raccolta di tutta la documentazione originaria di progetto.

In tal caso il minimo numero di prove previsto dalla normativa vigente vale:

| Palazzetto Cardito | | | | MINIMI DI NORMATIVA | | | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------|------------------------------|--|-------------|-------------------------|-----------|----|----|--|
| Fondazione | mq | DETTAGLI STRUTTURALI | Livello di conoscenza LC3 | PROVE (SOLO DISTRUTTIVE) | | INDAGINI | | | | |
| | | | | n° Carote | n° Spezzoni | n° Elementi | | | | |
| | 1 500,00 | Disegni originali | 2 | 10 | 2 | 15% | | | | |
| | | Dettagli Costruttivi noti | 2 | | | | | | | |
| | | Indagini limitate in situ | 2 | | | | | | | |
| | | Indagini esaustive in situ | 2 | | | | | | | |
| | | | 2 | | | | | | | |
| | | | 2 | | | | | | | |
| | | MATERIALI | 2 | | | | | | | |
| | | Specifiche dei materiali | 2 | | | | | | | |
| | | Certificati originali | 2 | | | | | | | |
| | | Prove estese in situ | 2 | | | | | | | |
| | | Prove esaustive in situ | 2 | | | | | | | |
| | | | | <table border="1"> <tr> <td>N° TRAVATE PER PIANO</td> <td>N° PLINTI</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>28</td> </tr> </table> | | N° TRAVATE PER PIANO | N° PLINTI | 14 | 28 | |
| N° TRAVATE PER PIANO | N° PLINTI | | | | | | | | | |
| 14 | 28 | | | | | | | | | |

In accordo con il punto **(d)** delle **NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI, paragrafo C8.5.4.2 della Circolare alle NTC 2018**, si è proceduto alla riduzione delle prove sopra individuate, nella misura del 60%. Tale riduzione è motivata da ragioni di evidente omogeneità dei materiali costituenti le strutture trattandosi della sola fondazione.

Inoltre in accordo al punto **(a)** delle **NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI, paragrafo C8.5.4.2 della Circolare alle NTC 2018**, si è proceduto alla riduzione delle indagini di rilievo dei dettagli costruttivi nella misura del 50% per ragioni di ripetitività strutturale (trattandosi di soli plinti e travi di fondazione).

In tal caso le prove minime da effettuare diventano:

| INDAGINI E PROVE RIDOTTE (cfr. punti (a) e (d) note esplicative Tab. C.8.5.V) | | | | | | | |
|---|----------|------------|----------------|---------------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| PROVE: RIDUZIONE PER OMOGENEITA' | | | | INDAGINI: RIDUZIONE PER RIPETITIVITA' | | | |
| 60% | | 0% | | 50% | | | |
| n° Carote | n°SonReb | n°Spezzoni | n°Durometriche | n°Pacometriche | Endoscopia V | Endoscopia H | Termocamera |
| 4 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |

Pertanto è possibile dichiarare raggiunto il livello di conoscenza ipotizzato, vale a dire **LC3**.

Si riportano di seguito alcune immagini significative delle indagini materiche effettuate mentre si rimanda alla relazione specifica, allegata alla presente, per ulteriori dettagli.



LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI EDILI DA COSTRUZIONE

Aut. Min. N° 9442/2012 R.312/2020 - Certificato UNI EN ISO 9001:2015

Sede operativa: Tel. 081 2507107 - Via S.Maria del Pianto,80 - 80143 Napoli

Sede legale: P.Iva 02856650615 - S. Maria Capua Vetere - 81055 Caserta

web: www.tecnolabnapoli.it **e-mail:** info@tecnolabnapoli.it **pec:** tecnolab.srl@legalmail.it

| | | |
|---|---|----------------|
| Luogo : | Via Palazzetto dello Sport - Cardito (NA) | |
| Prova in sito eseguita il 14/11/2023 | Protocollo n. MON. 5926 | del 30/11/2023 |

| | |
|---------------------------|--|
| Richiedente: | Ing. Carmine Mascolo |
| Indirizzo: | |
| Oggetto: | <i>Adeguamento Palazzetto dello Sport</i> |
| Proprietario/Committente: | Comune di Cardito |
| Prova richiesta: | Carotaggio; Prova pacometrica; Estrazione barre di armatura da campioni di cls e prova a trazione (UNI EN 12504-1 - ASTM E08 - UNI EN 10002-1) |

PRESENTI ALLA PROVA

| | |
|--------------------------|----------------------------------|
| Qualifica | Nome |
| Tecnici di Laboratorio | Andrea Lisetto, Antonio Vitiello |
| Verificatore Strutturale | Ing. Carmine Mascolo |

DIVISIONE PROVE IN SITU



Lo sperimentatore
Arch. Fausto Corvino



Il Direttore del laboratorio
Dot. Ing. Andrea Basile



TECNOLAB srl

Laboratorio Prove
su Materiali da Costruzione

Aut. Min. n° 9442/2012 R.312/2020
Certificato UNI EN ISO 9001:2015 EA35
O.N. Re 350/11M127 D, MISE 20/06/2019

Sede Laboratorio

Via S. Maria del Pianto, 80
80143 NAPOLI
Tel. 081.2507107
Fax 081.19580514
www.tecnolabnapoli.it
info@tecnolabnapoli.it

Sede Legale:

Via Santella - P.co La Perla
81055 S. Maria C. V. (CE)
C.C.I.A.A. n° 201023
Part. IVA: 02856650615
PEC: tecnolab.srl@legalmail.it

DIVISIONE "CLS"

PROVA A COMPRESIONE UNI EN 12504-1 UNI EN 12390-3 DM 17/01/2018

Napoli Data **30/11/2023** Certificato n. **5085** Data prova **23/11/2023**
Accettazione del **22/11/2023** Numero acc. **055088**
Richiedente **Ing. Carmine Mascolo (Verificatore Strutturale)**
Località
Oggetto dei lavori **Adeguamento Palazzetto dello Sport
Via Palazzetto dello Sport - Cardito (NA)**
Direttore dei lavori **n.d.**
Proprietario/Committente **Comune di Cardito**
Incaricato al prelievo **TECNOLAB srl - Aut. Min. n°312 del 24/09/2020 (operatori: A. Lisetto, A. Vitiello)**
Prova richiesta **Compressione su Carote**
Apparecchiatura di prova **Macchina Controls Mod. C51/G da 3000 KN TARATURA 25/A/23 del 13/06/23.
Macchina MATEST Mod. C089/04N da 250/2000 KN TARATURA 25/F/23 del 13/06/23.
(Università dell'Aquila)**
Indicazione del materiale **N. 4 CAROTE DI CLS n.d.**

Richiesta prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori

SI NO

DATI DICHIARATI

| Sigla | Rck Dichiarato | Verbale | Posizione in opera dichiarata del prelievo | Data prelievo |
|-------|----------------|------------|--|---------------|
| C1 | n.d. | 14/11/2023 | Plinto | 14/11/2023 |
| C2 | n.d. | 14/11/2023 | Trave Fondazione | 14/11/2023 |
| C3 | n.d. | 14/11/2023 | Plinto | 14/11/2023 |
| C4 | n.d. | 14/11/2023 | Trave Fondazione | 14/11/2023 |

RISULTATI DELLE PROVE

| Sigla | Diametro [mm] | H1 [mm] | H2 [mm] | Area di carico [mm ²] | Massa [Kg] | Peso specifico [kg/m ³] | Carico di Rottura [kN] | Tensione di rottura [N/mm ²] | Data di Prova | Tipo di Rottura (*) | Carbonat 1 [mm] | Carbonat 2 [mm] |
|--------------------|---------------|---------|---------|-----------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|--|---------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| C1 | 104 | 165 | 104 | 8494,8 | 2,029 | 2297 | 174,69 | 20,56 | 23/11/2023 | S | 30 | 0 |
| C2 | 104 | 170 | 104 | 8494,8 | 1,980 | 2241 | 199,09 | 23,44 | 23/11/2023 | S | 20 | 0 |
| C3 | 104 | 160 | 104 | 8494,8 | 1,976 | 2237 | 172,47 | 20,30 | 23/11/2023 | S | 25 | 0 |
| C4 | 104 | 160 | 104 | 8494,8 | 2,048 | 2318 | 207,47 | 24,42 | 23/11/2023 | S | 35 | 0 |
| Valori Medi | | | | | | 2273 | 22,18 | | | | | |

*Rottura: S=soddisfacente- F=Esplosivo- 1,2,3,4 etc =non soddisfacente come da UNI EN 12390-3

Carbonatazione 1: rilevata sul campione prelevato

Carbonatazione 2: rilevata sulla parte di campione sottoposta a schiacciamento

H1: Altezza del campione prelevato

H2: Altezza del campione sottoposto a prova di schiacciamento, dopo rettifica

Il provino è stato rettificato mediante macchina spianatrice perché la planarità delle facce non è risultata conforme alla norma UNI EN 12390-1

NTC 2018 PAR. 8.5.3 e par. 11.2.2

Per le prove di cui alla Circolare 08/09/2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni, il prelievo dei campioni alla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001. Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi di cui al punto 11.2.6, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

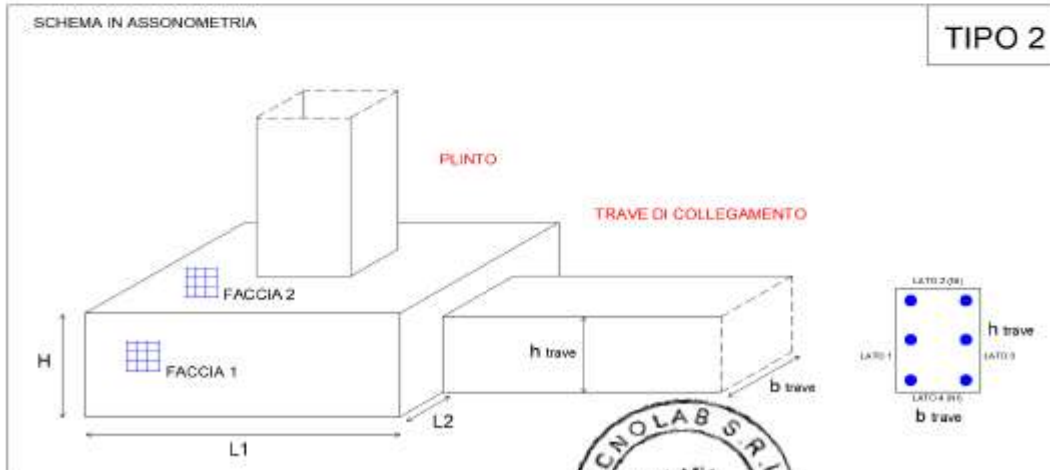
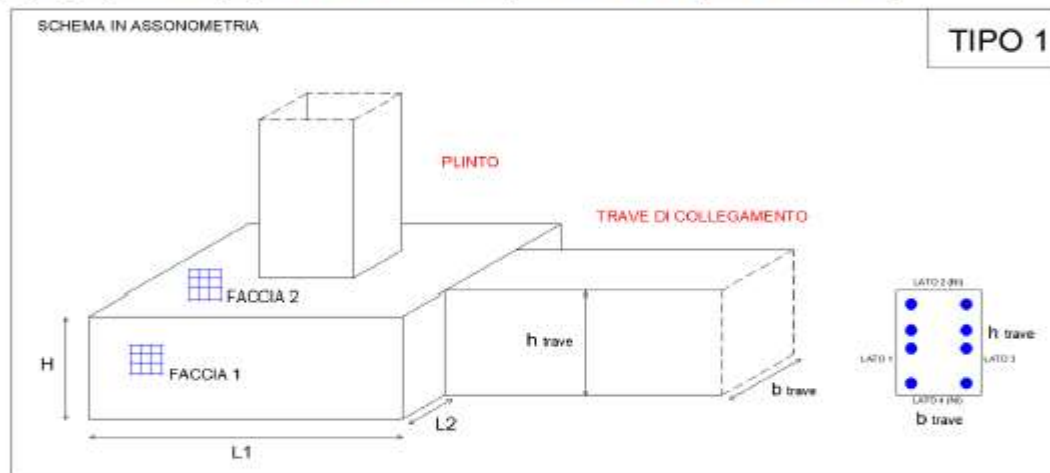




Pacometriche FONDAZIONE: TRAVI DI COLLEGAMENTO e PLINTI

| N. | Sigla impalcato | elemento | TIPO | misura [cm] b x h | FERRI | | | | Staffe | NOTE |
|----|-----------------|----------|------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| | | | | | lato 1 | lato 2 | lato 3 | lato 4 | | |
| 1 | P4 | F Trave | 1 | NI x 130 | 4φ16 | NI | 4φ16 | NI | φ8 /20 | |
| 2 | P2 | F Trave | 2 | NI x 70 | 3φ16 | NI | 3φ16 | NI | φ8 /20 | |

| N. | Sigla impalcato | elemento | TIPO | Dimensioni [cm] (si veda schema sottostante) | Armatura su FACCIA 1 | Armatura su FACCIA 2 |
|----|-----------------|----------|------|---|----------------------|----------------------|
| 3 | P3 | F Plinto | 1 | H=130 - L1=270 - L2=70 | φ16 - maglia 15x20 | φ16 - maglia 15x20 |
| 4 | PI | F Plinto | 2 | H=130 - L1=270 - L2=70 | φ16 - maglia 15x20 | φ16 - maglia 15x20 |



(1) = NI: non ispezionabile
(2) = ND: non definibile

Note: Le misurazioni dei diametri negli elementi strutturali è da ritenersi indicativa a causa della presenza di fattori come la ruggine, capri ferro elevato, sovrallungamento delle barre all'interno ecc., che potrebbero influenzarne la misurazione.



Lo Spedimentatore
Arch. Augusto Corvino

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Andrea Basile



TECNOLAB srl
Laboratorio Prove
su Materiali da Costruzione

Aut. Min. n° 9442/2012 R.312/2020
Certificato UNI EN ISO 9001:2015 EA35
O.N. Re 350/11M127 D. MISE 20/06/2019

Sede Laboratorio

Via S. Maria del Pianto, 80
80143 NAPOLI
Tel. 081.2507107
Fax 081.19560514
www.tecnolabnapoli.it
info@tecnolabnapoli.it

Sede Legale:

Via Santella - P.co La Perla
81055 S. Maria C. V. (CE)
C.C.I.A.A. n° 201023
Part. IVA: 02856650615
PEC:tecnolab.srl@legalmail.it

DIVISIONE "ACCIAI"

Prova di TRAZIONE E PIEGAMENTO UNI EN 15630-1 DM 17/01/2018

Napoli Data **30/11/2023** Certificato n. **5086** Data prova **24/11/2023**
Accettazione del **22/11/2023** Numero acc. **055088**
Richiedente **Ing. Carmine Mascolo (Verificatore Strutturale)**
Località
Oggetto dei lavori **Adeguamento Palazzetto dello Sport
Via Palazzetto dello Sport - Cardito (NA)**
Direttore dei lavori **n.d.**
Proprietario/Committente **Comune di Cardito**
Incaricato al prelievo **TECNOLAB srl - Aut. Min. n°312 del 24/09/2020 (operatori: A. Lisetto, A. Vitiello)**
Prova richiesta **TRAZIONE E PIEGAMENTO**
Apparecchiatura di prova **Macchina universale C901 84050415 controls da 1000 KN TARATURA 25/B/23 del
13/06/23; Macchina universale di costruzione Matest CTBHS da 600 KN TARATURA
25/E/23 del 13/06/23; apparecchiatura per prova di piegamento; Macchina universale
LOSENHAUSENWERK mod. UHP10 da 100 KN TARATURA 25/C/23 del 13/06/23
(Università dell'Aquila)**
Indicazione del materiale **N. 2 BARRE IN ACCIAIO per c.a. N.D.**

Richiesta prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori

SI NO

DATI DICHIARATI

| Sigla | Verbale | Posizione in opera del provino | Tipologia barra | Ø (barra estratta in sito) | Ø (barra testata) ASTM E08 | Data estrazione |
|-------|------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| B1 | 14/11/2023 | Pilino (da carota C1) | aderenza migliorata | 16 | 9 | 14/11/2023 |
| B2 | 14/11/2023 | Pilino (da carota C3) | aderenza migliorata | 16 | 9 | 14/11/2023 |

RISULTATI DELLE PROVE

| Sigla | Diametro Ø (mm) (*) | Sez. [mm ²] | Allung. a rott. A5% | Forza di servom. [kN] | Forza di Rottura [kN] | Tens. Di Sierzo (fy) [N/mm ²] | Tensione di Rottura ft. [N/mm ²] | Rapporto ft/fy | Piega (esito) (**) |
|-------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|---|-------------------|--------------------------|
| B1 | 9,00 | 63,62 | 24,00 | 32,12 | 37,80 | 504,9 | 594,2 | 1,18 | ** |
| B2 | 9,00 | 63,62 | 23,00 | 32,07 | 37,56 | 504,1 | 590,4 | 1,17 | ** |

(*) Diametro equivalente al diametro del tondo liscio equipesante

(**): Non è stato possibile effettuare la prova di piega causa lunghezza insufficiente dei campioni.
Non è stato possibile rilevare marchio di laminazione causa lunghezza insufficiente dei campioni.

Il campione B1, B2 è stato estratto da carota CLS e fornito in modo da ricavare un provino da testare a trazione compatibile con la ASTM E08.

NTC 2018 PAR. 8.5.3 e par. 11.2.2

Per le prove di cui alla Circolare 08/09/2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001. Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi di cui al punto 11.2.6, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

ESECUZIONE CAROTAGGI



CALCESTRUZZO

I dati ottenuti dalle prove sono stati quindi filtrati mediante l'applicazione, ove previsto, dei cosiddetti "fattori di disturbo", valutati in riferimento alle "Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" emanate dal *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2017*, alle quali fanno esplicito riferimento le NTC2018.

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 |

Si rende noto che tutti i provini sono stati trattati a seguito delle estrazioni e sottoposti a prova con rapporto h/d all'incirca pari a 1, ottenendo in tal modo la cosiddetta "Resistenza strutturale media, $R_m(n),is$, ossia il valore medio della resistenza a compressione degli n campioni considerati.

A tal riguardo si precisa che essendo il rapporto h/d pari a 1, i valori ottenuti dalle prove, opportunamente corretti mediante i relativi fattori di disturbo, sono stati annoverati alla stregua di resistenze cubiche (R_c) in accordo a quanto previsto dalle suddette Linee Guida del CSLPP.

Resta infine sottointeso che nelle calcolazioni i valori medi di cui sopra sono stati opportunamente fattorizzati secondo il livello di conoscenza e il coefficiente parziale di sicurezza legato al materiale, a seconda se trattasi di meccanismi duttili o fragili.

- $R_d=R_m/FC$ per meccanismi duttili;
- $R_d=R_m/(\gamma_c FC)$ per meccanismi fragili.

Tutto quanto premesso in accordo alle suddette Linee Guida del quale si riporta di seguito un estratto.

Nel caso di **costruzioni esistenti**, non si farà riferimento ai valori f_{ck} ed R_{ck} , bensì si calcoleranno i valori medi cilindrici $f_{m(n),is}$ o cubici $R_{m(n),is}$, definiti come al punto a) del paragrafo precedente, ai quali andranno applicati i "fattori di confidenza" che ridurranno preliminarmente, in base al livello di conoscenza conseguito nelle indagini conoscitive, i valori medi di resistenza dei materiali della struttura esistente.

Si riporta di seguito l'elaborazione dei risultati ottenuti.

RESISTENZA A COMPRESSIONE CALCESTRUZZO [NTC 2018] e (Circolare 2019) e Linee Guida CSLPP 2017

Riferimento: **PALAZZETTO CARDITO**

| Provino | Diametro d | Altezza h | Rapporto h/d | Resistenza carota f_c | Resistenza cilindrica $h/d > 1,5$ | Resistenza cubica $h/d < 1,5$ | Fattore di disturbo F_d | Resistenza strutturale cilindrica f_c, is | Covarianza |
|---------|------------|-----------|--------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---|------------|
| - | mm | mm | L / D | N/mm ² | - | - | - | N/mm ² | - |
| F C1 | 104 | 104 | 1,00 | 20,56 | | ✓ | 1,09 | 18,60 | -1,47 |
| F C2 | 104 | 104 | 1,00 | 23,44 | | ✓ | 1,09 | 21,21 | 1,14 |
| F C3 | 104 | 104 | 1,00 | 20,30 | | ✓ | 1,09 | 18,37 | -1,70 |
| F C4 | 104 | 104 | 1,00 | 24,42 | | ✓ | 1,09 | 22,09 | 2,03 |

| Valori di resistenza cilindrica | | | |
|--|-------------|--------------|----------|
| Resistenza strutturale media | $f_m(n),is$ | 20,07 | N/mm^2 |
| Scarto quadratico medio | $s.q.m.$ | 1,62 | N/mm^2 |
| Resistenza a compressione caratteristica | f_{ck},is | 17,67 | N/mm^2 |

| Valori di resistenza cubica | | | |
|--|-------------|--------------|----------|
| Resistenza strutturale media | $R_m(n),is$ | 24,18 | N/mm^2 |
| Scarto quadratico medio | $s.q.m.$ | 1,95 | N/mm^2 |
| Resistenza a compressione caratteristica | R_{ck},is | 21,29 | N/mm^2 |

Per quanto riguarda il cls si ottiene una resistenza cilindrica a compressione media pari a circa **20 Mpa** e di conseguenza una resistenza cubica a compressione media pari a **25 Mpa**. In tal caso nel programma di calcolo sono state inputate le seguenti caratteristiche:

- $f_{cd} = f_{cm}/FC = 20/1 = 20$ MPa per **meccanismi duttili**
- $f_{cd} = f_{cm} / (FC * \gamma_c) = 20 / (1 * 1.5) = 13.3$ MPa per **meccanismi fragili**

Calcestruzzo

Descrizione: Rm(n),is 25 LC3_CRD Rck N/mm^2 25

Fonte: Gaetano D'Ausilio Massimo diametro inerte mm 15

E N/mm^2 27385.969 Curva Saenz (25 punti) Modifica

G N/mm^2 Default (12448.168) D.M. 14-01-08 / D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

v 0.1 Livello di conoscenza LC3 (FC = 1)

Y N/mm^2 0.000025

α °C⁻¹ 0.00001

Descrizione o nome assegnato all'elemento.

OK Annulla

Per quanto concerne il comportamento non lineare del materiale si è adottato il legame parabola-rettangolo proposto in normativa ed è stata trascurata la resistenza a trazione.

Curva Saenz

Reagenza a compressione

E Compressione N/mm^2 27385.969

Incrudimento Compressione 0.001

ε elastico a compressione -0.002

σ Compr. Snerv. N/mm^2 -20.75

ε ultimo a compressione -0.0035

Reagenza a trazione

E Trazione N/mm^2 27385.969

Incrudimento trazione 0.001

ε elastico a trazione 0.0000579

ε ultimo a trazione 0.0000637

Comportamento fragile

| | e | σ |
|---|----------|----|
| 1 | -0.00703 | - |
| 2 | -0.00352 | - |
| 3 | -0.0035 | -2 |
| 4 | -0.002 | - |
| 5 | -0.0019 | -2 |
| 6 | -0.0018 | -2 |
| 7 | -0.0017 | -2 |
| 8 | -0.0016 | -2 |
| 9 | -0.0015 | -2 |

Modulo di elasticità a compressione. Il valore è espresso in N/mm^2 .

OK Annulla

ACCIAIO

RESISTENZA A TRAZIONE ACCIAIO [NTC 2018] e (Circolare 2019)

Riferimento:

PALAZZETTO CARDITO

| Provino | | Diametro <i>d</i> | Resistenza a snervamento <i>f_y</i> | Resistenza a rottura <i>f_t</i> | Rapporto di incrudimento | Allungamento a rottura |
|------------------------|-----------|----------------------|---|---|-----------------------------|---------------------------|
| - | | <i>mm</i> | <i>N/mm²</i> | <i>N/mm²</i> | - | % |
| L0 | P1 | 16 | 504,9 | 594,2 | 1,18 | 24 |
| L1 | P1 | 16 | 504,1 | 590,4 | 1,17 | 24 |
| Resistenza a rottura | | | | <i>f_{tm}</i> | 592,30 | <i>N/mm²</i> |
| Allungamento a rottura | | | | <i>A_{gtm}</i> | 24,00 | % |

Per quanto riguarda invece gli acciai, relativamente la media dei valori ottenuti manifesta una resistenza a snervamento prossima a **500 Mpa**, da cui si evince la presenza di un acciaio di tipo **FeB44k a.m.**

In tal caso nel programma di calcolo sono state inputate le seguenti caratteristiche (si assumono i valori minimi previsti per la tipologia di acciaio, essendo risultati in situ dei valori superiori)

- $f_{yd} = f_{ym} / FC = 430 / 1 = 430$ MPa per **meccanismi duttili**
- $f_{yd} = f_{ym} / (FC * \gamma_s) = 500 / (1 * 1.15) = 373$ MPa per **meccanismi fragili**

Armatura

Descrizione: FeB 44k a.m. LC3_CRD $\sigma_{amm.}$ N/mm^2 235

Fonte: Gaetano D'Ausilio Tipo barre: Aderenza migliorata

E: N/mm^2 206000 Curva Bilineare (5 punti) Modifica

v: 0.3 D.M. 14-01-08 / D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

y: N/mm^2 0.0000785 Livello di conoscenza: LC3 (FC = 1)

α : $^{\circ}C^{-1}$ 0.000012

f_{yk}: N/mm^2 430

Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Per quanto concerne il comportamento non lineare del materiale si è adottato un legame elastoplastico senza incrudimento.



Curva bilineare

Reagenza a compressione

E Compressione N/mm^2

Incrudimento Compressione

ϵ elastico a compressione

ϵ ultimo a compressione

Reagenza a trazione

E Trazione N/mm^2

Incrudimento trazione

ϵ elastico a trazione

ϵ ultimo a trazione

Comportamento fragile

| | ϵ | σ |
|-----|------------|----------|
| ▶ 1 | -0,075 | -431,5 |
| 2 | -0,00209 | -430,0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0,00209 | 430,0 |
| 5 | 0,075 | 431,5 |



ALLEGATI



LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI EDILI DA COSTRUZIONE

Aut. Min. N° 9442/2012 R.312/2020 - Certificato UNI EN ISO 9001:2015

Sede operativa: Tel. 081 2507107 - Via S.Maria del Pianto,80 - 80143 Napoli

Sede legale: P.Iva 02856650615 - S . Maria Capua Vetere - 81055 Caserta

web: www.tecnolabnapoli.it **e-mail:** info@tecnolabnapoli.it **pec:** tecnolab.srl@legalmail.it

| | | |
|---|---|----------------|
| Luogo : | Via Palazzetto dello Sport - Cardito (NA) | |
| Prova in sito eseguita il 14/11/2023 | Protocollo n. MON. 5926 | del 30/11/2023 |

| | |
|---------------------------|--|
| Richiedente: | Ing. Carmine Mascolo |
| Indirizzo: | |
| Oggetto: | <i>Adeguamento Palazzetto dello Sport</i> |
| Proprietario/Committente: | Comune di Cardito |
| Prova richiesta: | Carotaggio; Prova pacometrica; Estrazione barre di armatura da campioni di cls e prova a trazione (UNI EN 12504-1 - ASTM E08 - UNI EN 10002-1) |

PRESENTI ALLA PROVA

| Qualifica | Nome |
|--------------------------|----------------------------------|
| Tecnici di Laboratorio | Andrea Lisetto, Antonio Vitiello |
| Verificatore Strutturale | Ing. Carmine Mascolo |

DIVISIONE PROVE IN SITU



Lo sperimentatore
Arch. Fausto Corvino



Il Direttore del laboratorio
Dot. Ing. Andrea Basile

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. CAROTAGGIO | 3 |
| 1.1 - Riferimenti teorici: Valutazione della resistenza cubica del calcestruzzo da quella cilindrica determinata da prove su carote..... | 3 |
| 2. PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE | 6 |
| 2.1 - Descrizione e scopo della prova..... | 6 |
| 2.2 - Campi di Azione..... | 6 |
| 2.3 - Norme di riferimento | 6 |
| 2.4 - Modalità Esecutive | 6 |
| 2.5 - Apparecchiature | 7 |
| 3. LOCALIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DELLE BARRE DI ARMATURA..... | 8 |
| 3.1 - Scopo..... | 8 |
| 3.2 - Modalità Esecutive..... | 8 |
| 3.3 - Apparecchiature | 8 |
| 4. ESTRAZIONE BARRE DI ARMATURA DA CAMPIONI DI CLS..... | 9 |
| 4.1 - Scopo..... | 9 |
| 4.2 - Norma di riferimento | 9 |
| 4.3 - Modalità Esecutive | 9 |
| 4.4 - Apparecchiatura..... | 14 |

ALLEGATI:

- Risultati Prove
 - Schiacciamento carota
 - Conversione resistenza cilindrica in cubica
 - Formule utilizzate per la conversione
 - Prove Pacometriche
 - Prova di trazione barra d'armatura

- Documentazione Fotografica

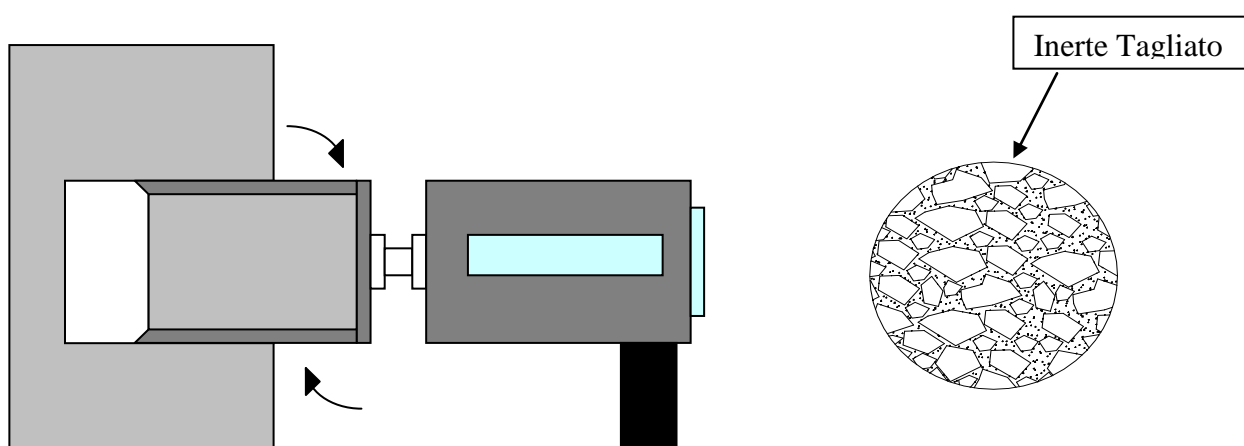
- Localizzazione Prove

1. CAROTAGGIO

1.1 - Riferimenti teorici: Valutazione della resistenza cubica del calcestruzzo da quella cilindrica determinata da prove su carote.

I risultati forniti dal carotaggio non coincidono, in genere, con quelli che si otterrebbero con prove condotte sui cubi confezionati durante il getto delle strutture.

I danni prodotti dall'estrazione sul campione stesso da sottoporre a prova sono legati al valore della coppia torcente esercitata dal meccanismo di prelievo, alla direzione di perforazione, all'età di stagionatura ed alle dimensioni dell'inerte (in particolare alla numero di tagli che subisce l'inerte stesso).



La letteratura tecnica più recente consiglia di adottare una delle seguenti relazioni:

| |
|--|
| Relazione n.1 |
| $R_{calcolato} = \frac{K_a \cdot \phi \cdot \psi}{1.5 + \frac{1}{n}} \cdot f_{carota}$ |
| Rif. Bruno Barbarito 1983 |

| |
|--|
| Relazione n.4 |
| $R_{calcolato} = \frac{1 + 0.25 \cdot (n - 1)}{0.85} \cdot f_{carota}$ |
| Linee Guida anno 2008 Consiglio Sup. sui Lavori Pubblici |

| |
|--|
| Relazione n.2 |
| $R_{calcolato} = \frac{(f_{carota} \cdot F_d) / 0.85}{(n - 1) \cdot 0.83 - (n - 2)}$ |
| NTC 11.2.6+C11.2.6 Linea Guida CLS in opera rev.2017 |

| |
|--|
| Relazione n.5 |
| $R_{calcolato} = \frac{0.83 \cdot (f_{carota})^{1.10}}{c}$ |
| N. Augenti (2003) |

| |
|---|
| Relazione n.3 |
| $R_{calcolato} = \frac{F_{l/d} \cdot F_{aia} \cdot F_{mc} \cdot F_{d(ACI)}}{0.83} \cdot f_{carota}$ |
| A.C.I. 214. 4R-03 (2003) |

Un buon valore è dato dalla media dei risultati delle 5 Relazioni citate

In queste relazioni i simboli adoperati rappresentano:

- K_a = Coefficiente che tiene conto della direzione di perforazione
 $K_a = 2.00$ per perforazioni orizzontali
 $K_a = 1.84$ per perforazioni verticali
- ϕ = Coefficiente di passaggio dal valore cilindrico della resistenza a quello cubico per effetto forma (è funzione della stessa resistenza)

| R'carota | ϕ | R'carota | ϕ |
|----------|--------|----------|--------|
| 150 | 1.28 | 350 | 1.14 |
| 200 | 1.25 | 400 | 1.13 |
| 250 | 1.20 | 450 | 1.11 |
| 300 | 1.17 | 500 | 1.10 |

- ψ = Coefficiente di compattazione del conglomerato $\psi = 1.5$
- n = Rapporto tra altezza e diametro $n = H/D$
- $F_{1/d}$ = Fattore che tiene conto del rapporto $n=h/d$ tramite la seguente relazione (che coinvolge pure la resistenza): $F_{1/d} = 1 - (0.13 - 4.3 \cdot 10^{-4} \cdot f_{carota}) \cdot (2 - n)^2$

- F_{dia} = Fattore legato al diametro del provino:

| Diametro | F_{dia} |
|----------|-----------|
| 50 | 1.06 |
| 150 | 1.00 |
| 200 | 0.98 |

- F_{mc} = Fattore legato alle condizioni di umidità del provino:

| F_{mc} | Condizioni del provino |
|----------|--------------------------------|
| 0.98 | provino asciutto |
| 1.00 | provino chiuso in busta |
| 1.09 | provino messo in acqua per 48h |

- F_d = Coefficiente di disturbo arrecato al campione

| 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 |

Nei calcoli, onde utilizzare tutti i valori intermedi, viene utilizzata la formula interpolante polinomiale di grado 3: $F_d = -3E-06(f_{carota})^3 + 0,0001(f_{carota})^2 - 0,0021(f_{carota}) + 1,1137$

- $F_{d(ACI)} = 1,06$
- c = Coefficiente che tiene conto dell'influenza delle dimensioni del provino:

| n | c |
|-----|------|
| 1 | 0.92 |
| 2 | 1.00 |

N.B.

La formula riportata come “Relazione 2” è l'espressione che restituisce, in forma algebrica, le indicazioni presenti nelle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del CLS in opera, al Paragrafo 3.2 e successivi, integrata con NTC 2018 Paragrafo 11.2.6 e Circolare Paragrafo C.11.2.6.

La Norma recita:

“ Per la modalità di determinazione della resistenza a compressione in situ, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive), si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1, UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4. La resistenza caratteristica in situ va calcolata secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008, ai §§ 7.3.2 e 7.3.3, considerando l'approccio B se il numero di carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è non minore di 15, in accordo alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo* elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.”.

Le altre 4 formule introdotte consentono di sviluppare una visione più ampia, in riferimento alla vasta bibliografia reperibile sull'argomento, e di valutare (quando necessario) la resistenza dei provini di rapporto h/D intermedio tra 1 e 2.

In ogni caso la media dei 5 valori proposti non si discosta (genericamente) dal valore che si determina con i calcoli indicati nelle NTC.

2. PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

2.1 - Descrizione e scopo della prova.

La prova determina la profondità di carbonatazione nel calcestruzzo.

Lo scopo è determinare lo stato di conservazione delle armature

2.2 - Campi di Azione.

La prova fornisce informazioni utili su:

- durezza superficiale del calcestruzzo (un incremento della durezza superficiale incide sull'indice sclerometrico)
- comportamento nel tempo dell'armatura;
- cause di un fenomeno di corrosione già avvenuto.

2.3 - Norme di riferimento

La norma di riferimento seguita è la UNI EN 9944

2.4 - Modalità Esecutive

Si distinguono 2 modalità di esecuzione:

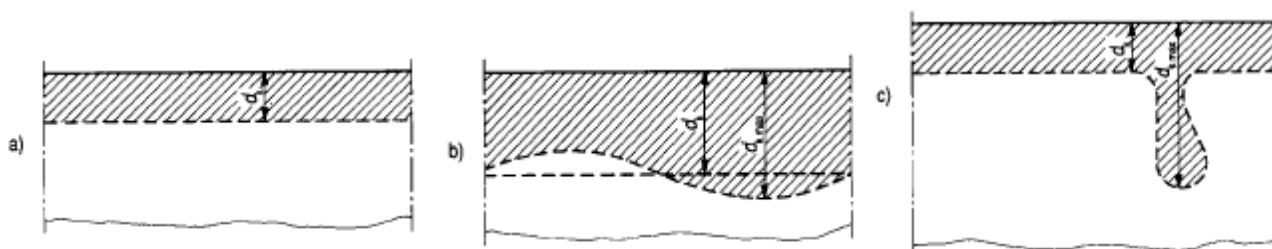
- A) Prelievo mediante carotaggio
- B) Prelievo di frammenti di calcestruzzo

Le carote o i frammenti di calcestruzzo vengono tagliati a secco o spaccati secondo piani normali alla superficie esposta all'aria; la superficie rotta è liberata da polveri e spruzzata mediante nebulizzatore con la soluzione fenolftaleina. La determinazione della profondità di carbonatazione deve essere effettuata di solito immediatamente dopo il prelevamento; se per ragioni particolari (quale una prova di trazione indiretta) non si può evitare un'attesa, i campioni devono essere conservati in recipienti a tenuta di aria.

La fenolftaleina vira al rosso al contatto con materiale il cui pH sia maggiore di circa 9,2 e rimane incolore per valori di pH minori. Se appare solo una debole colorazione è opportuno ripetere il trattamento con la soluzione di fenolftaleina. La profondità di carbonatazione d_k deve essere specificata con precisione di 1mm. Se il fronte di carbonatazione non corre parallelamente alla superficie (Fig. a), la profondità di carbonatazione deve essere determinata nel modo seguente:

- se il fronte di carbonatazione ha l'aspetto della Fig. b), devono essere registrate la media grafica e il massimo;

- se il fronte di carbonatazione corre parallelo alla superficie salvo zone carbonatate più in profondità come nella Fig. c), la profondità massima di carbonatazione deve essere riportata insieme alla profondità normale. In tal caso non deve essere calcolato il valore medio.



2.5 - Apparecchiature

Vaporizzatore

Effetto della Fenolftaleina all'1 % in alcol etilico (la parte bianca è carbonatata)



3. LOCALIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DELLE BARRE DI ARMATURA

3.1 - Scopo

Si tratta di un metodo di indagine non distruttiva che, a mezzo di uno strumento portatile transistorizzato, consente di indagare su posizione, direzione e numero delle barre di armatura, valutando il diametro e distinguendo tra barre principali e secondarie con approssimazioni del +/- 10%.

3.2 - Modalità Esecutive

- Si sceglie la zona da indagare
- Si ipotizza un copriferro di base
- Si fa scorrere la sonda sulle parti attendendo che dal display un segnale acustico segnali la presenza di armatura
- Si rallenta la velocità di scorrimento e si prosegue fino a centrare la posizione della barra
- Si segna il diametro della barra.

3.3 - Apparecchiature

Il rilevatore è costituito da un'unità di visualizzazione/memorizzazione dati, da una sonda universale, dal relativo cavo di collegamento e da un pratico auricolare per sfruttare il funzionamento acustico anche in ambienti rumorosi.

La sonda universale è in grado di funzionare in due diversi range di profondità di investigazione, garantendo sempre una precisione di misurazione della copertura superiore del 50% a quanto richiesto dalla normativa vigente (BS1881: part.204: +/- 2mm o +/-5% f.s.).

In questo modo non è più necessario utilizzare diverse sonde separate (puntuale, "di profondità", "di diametro" etc.) per effettuare l'indagine, con un notevole risparmio di tempo e maggiore semplicità di esecuzione. Nel sistema completo (Modello Scanlog) si aggiunge alla sonda universale una sonda "di spostamento", dotata di odometro, in grado di misurare le distanze percorse e memorizzare la posizione di ogni rinforzo metallico rinvenuto.



4. ESTRAZIONE BARRE DI ARMATURA DA CAMPIONI DI CLS

4.1 - Scopo

Scopo della prova è il prelievo di carote dal calcestruzzo indurito, finalizzato al ricavo di campioni di barre d'armatura utili alla classificazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

4.2 - Norma di riferimento

Le norme di riferimento sono UNI EN 12504-1 - ASTM E08 - UNI EN 10002-1 - UNI EN ISO 6892-1.

4.3 - Modalità Esecutive

Prelievo (vedi IST OP 8.5.1/38 del manuale di qualità Tecnolab)

- Prima del carotaggio, considerare qualsiasi implicazione strutturale derivante dal prelievo di una carota.
- La posizione di prelievo viene definita preferibilmente in punti lontano da giunti o bordi dell'elemento di calcestruzzo e in cui sia presente poca o nessuna armatura. In particolare si cerca di realizzare la foratura in corrispondenza di zone a momento nullo ed a minime sollecitazioni. Nel caso si stia effettuando il prelievo in una zona compressa si provvederà immediatamente al ripristino del calcestruzzo.
- Si sceglie il diametro della carota in rapporto alla dimensione massima dell'aggregato presente nel calcestruzzo (influenza significativamente la resistenza misurata, quando si avvicina a valori maggiori di 1:3 circa). Di base verranno realizzate forature tali da estrarre carote del diametro di circa 101-105 mm.
- Tramite pacometro si localizzano le barre di armatura e si posiziona la zona di taglio in modo che la barra coincida con un diametro della sezione.
- Si sceglie la lunghezza delle carote, considerando i seguenti fattori:
 - a) il diametro della carota;
 - b) il metodo di rettifica che verrà utilizzato;
 - c) il confronto tra resistenza cubica e cilindrica.
- Il carotaggio viene eseguito perpendicolarmente alla superficie ed in modo da non danneggiare le carote. La carotatrice viene rigidamente posizionata durante il carotaggio tramite tassellatura al supporto.
- Si ci assicura che le carote non contengano alcuna barra di armatura parallela, o pressoché tale, al loro asse longitudinale.

- Immediatamente dopo il carotaggio si marca in modo chiaro e indelebile ciascuna carota registrandone la posizione e l'orientamento all'interno dell'elemento dal quale è stata prelevata. Se una carota viene successivamente tagliata per creare un certo numero di provini, ciascun provino viene marcato indicando posizione e orientamento all'interno della carota originale.
- Si quantifica lo spessore di carbonatazione spruzzando una soluzione di Fenolftaleina all'1 % in alcol etilico che consente di identificare lo strato non carbonatato tramite una colorazione rosa violacea.

Esame

- Si effettua un esame visivo della carota per identificare eventuali anomalie.
- Si misura diametro, altezza e si verifica la presenza di armatura.
- Si controlla planarità, perpendicolarità, rettilinearità e posizione della barra di armatura.

In laboratorio

- Si esegue un taglio ortogonale all'asse della carota in modo da ricavare il campione di cls (di altezza $H = D$ oppure $H = 2D$) da sottoporre a schiacciamento.
- L'operatore annota la profondità di carbonatazione del campione prelevato e individua la posizione del taglio in modo da eliminare quanta più parte carbonatata possibile ed ottenere sia un disco di cls che contenga perfettamente la barra di armatura, sia il campione cilindrico da sottoporre a schiacciamento. Qualora tale campione cilindrico contenga ancora una parte carbonatata, tale spessore verrà annotato affinché possa essere dichiarato in fase di certificazione.
- Si procede all'accettazione dei campioni come da PGI 8.2.3/01.

Preparazione del provino in acciaio per le prove di trazione.

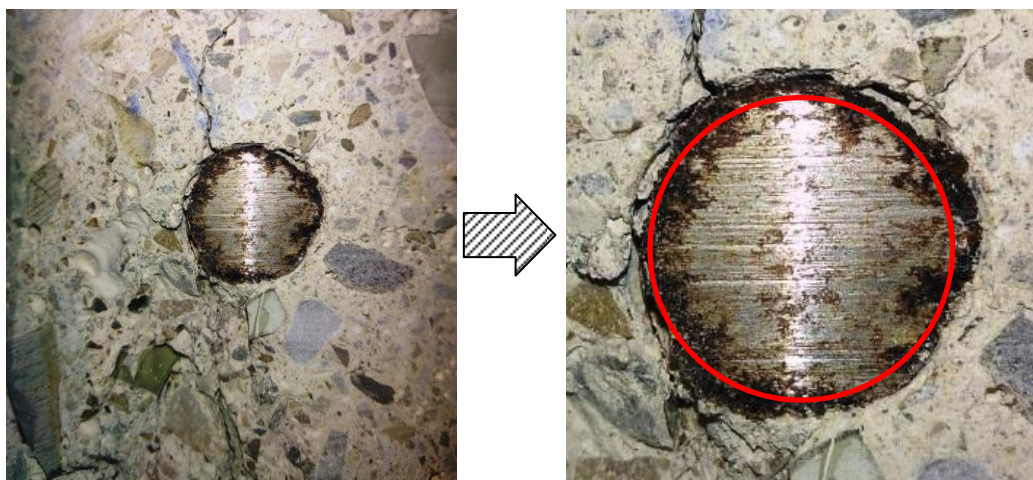
- Si frantuma il disco di calcestruzzo ricavato onde estrarre il campione di armatura.
- Si misura il diametro nominale della barra tramite calibro (se è liscia) o pesatura e misura della lunghezza (se è ad aderenza migliorata).
- Si riporta sulla barra una siglatura indelebile che consenta di identificare la provenienza del campione o tramite la siglatura della carota corrispondente o tramite quella dell'elemento strutturale da cui è stata prelevato.

- Si compila un DDT che consenta l'univoca rintracciabilità del materiale per il trasporto dei campioni di barra presso officina di tornitura (DDT = Documento Di Trasporto ove è riportato il numero di accettazione, il numero di campioni, il diametro nominale e sigle corrispondenti).
- L'officina provvederà a ricavare da ogni campione estratto un provino di dimensioni compatibili con ASTM E08 secondo la procedura seguente:



Un esempio di estrazione di carote contenente barre di armatura.

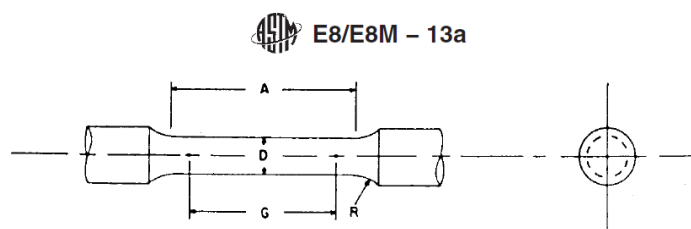
- L'officina rettifica tutto il provino onde ottenere un campione perfettamente cilindrico conservando le etichettature e riducendo il diametro del campione di 2 mm. Ciò è necessario in quanto le barre (specialmente se ad aderenza migliorata) non hanno una sezione perfettamente circolare.





Un'immagine che evidenzia come la sezione della barra non sia perfettamente circolare e pertanto richieda un lavoro di tornitura che consenta la realizzazione della filettatura.

- *L'officina esegue una filettatura degli estremi ed una risagomatura della parte centrale come da ASTM E08*



| Dimensions, mm [in.] | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
| For Test Specimens with Gauge Length Four times the Diameter [E8] | | | | | |
| | Standard Specimen | | Small-Size Specimens Proportional to Standard | | |
| | Specimen 1 | Specimen 2 | Specimen 3 | Specimen 4 | Specimen 5 |
| G—Gauge length | 50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005] | 36.0 ± 0.1 [1.400 ± 0.005] | 24.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.005] | 16.0 ± 0.1 [0.640 ± 0.005] | 10.0 ± 0.1 [0.450 ± 0.005] |
| D—Diameter (Note 1) | 12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010] | 9.0 ± 0.1 [0.350 ± 0.007] | 6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005] | 4.0 ± 0.1 [0.160 ± 0.003] | 2.5 ± 0.1 [0.113 ± 0.002] |
| R—Radius of fillet, min | 10 [0.375] | 8 [0.25] | 6 [0.188] | 4 [0.156] | 2 [0.094] |
| A—Length of reduced section, min (Note 2) | 56 [2.25] | 45 [1.75] | 30 [1.25] | 20 [0.75] | 16 [0.625] |

| Dimensions, mm [in.] | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
| For Test Specimens with Gauge Length Five times the Diameter [E8M] | | | | | |
| | Standard Specimen | | Small-Size Specimens Proportional to Standard | | |
| | Specimen 1 | Specimen 2 | Specimen 3 | Specimen 4 | Specimen 5 |
| G—Gauge length | 62.5 ± 0.1 [2.500 ± 0.005] | 45.0 ± 0.1 [1.750 ± 0.005] | 30.0 ± 0.1 [1.250 ± 0.005] | 20.0 ± 0.1 [0.800 ± 0.005] | 12.5 ± 0.1 [0.565 ± 0.005] |
| D—Diameter (Note 1) | 12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010] | 9.0 ± 0.1 [0.350 ± 0.007] | 6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005] | 4.0 ± 0.1 [0.160 ± 0.003] | 2.5 ± 0.1 [0.113 ± 0.002] |
| R—Radius of fillet, min | 10 [0.375] | 8 [0.25] | 6 [0.188] | 4 [0.156] | 2 [0.094] |
| A—Length of reduced section, min (Note 2) | 75 [3.0] | 54 [2.0] | 36 [1.4] | 24 [1.0] | 20 [0.75] |

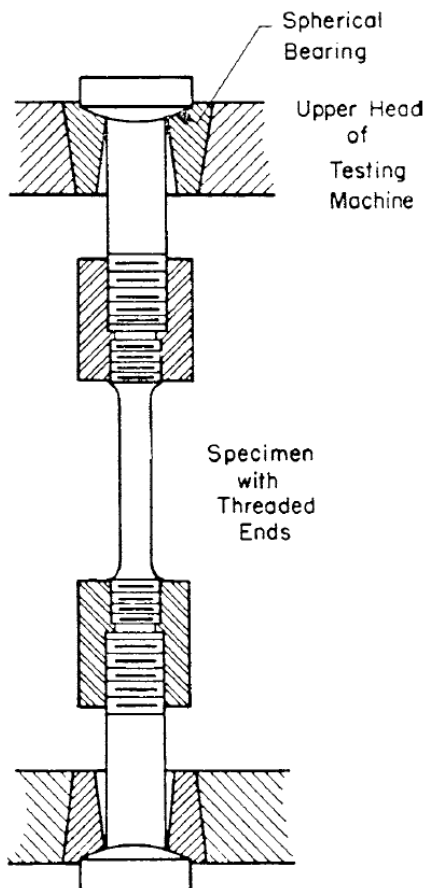


FIG. 3 Gripping Device for Threaded-End Specimens

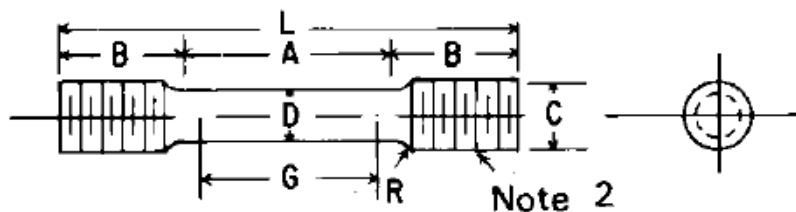


Tabella di riepilogo dei formati.

| ASTM E8 - 04 | | | | | | | | |
|--------------|----|------|----|----|----|------------|----------|-----|
| ϕ | M | D | R | G | A | tolleranza | ϕ/D | M/D |
| 12 | 10 | 6 | 6 | 24 | 30 | $\pm 0,1$ | 2,0 | 1,7 |
| 14 | 12 | 6 | 6 | 24 | 30 | $\pm 0,1$ | 2,3 | 2,0 |
| 16 | 14 | 9 | 8 | 36 | 45 | $\pm 0,1$ | 1,8 | 1,6 |
| 18 | 16 | 9 | 8 | 36 | 45 | $\pm 0,1$ | 2,0 | 1,8 |
| 20 | 18 | 9 | 8 | 36 | 45 | $\pm 0,1$ | 2,2 | 2,0 |
| 22 | 20 | 12,5 | 10 | 50 | 56 | $\pm 0,1$ | 1,8 | 1,6 |
| 24 | 22 | 12,5 | 10 | 50 | 56 | $\pm 0,1$ | 1,9 | 1,8 |
| 26 | 24 | 12,5 | 10 | 50 | 56 | $\pm 0,1$ | 2,1 | 1,9 |
| 28 | 26 | 12,5 | 10 | 50 | 56 | $\pm 0,1$ | 2,2 | 2,1 |

1. Scope*

1.1 These test methods cover the tension testing of metallic materials in any form at room temperature, specifically, the methods of determination of yield strength, yield point elongation, tensile strength, elongation, and reduction of area.

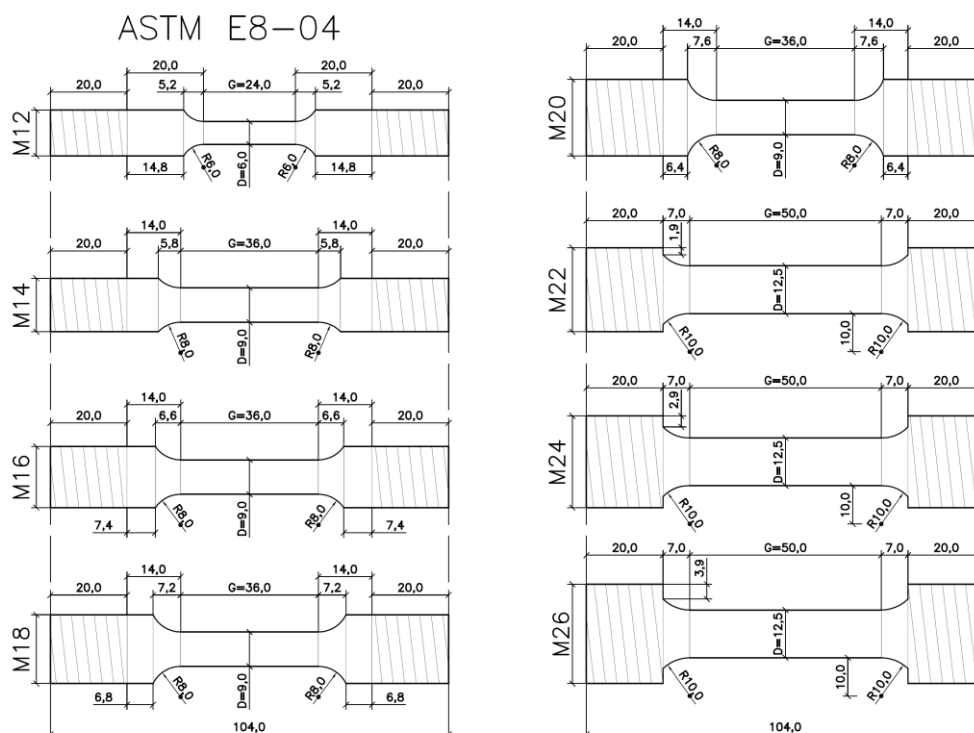
1.2 The gauge lengths for most round specimens are required to be 4D for E8 and 5D for E8M. The gauge length is the most significant difference between E8 and E8M test specimens. Test specimens made from powder metallurgy (P/M) materials are exempt from this requirement by industry-wide agreement to keep the pressing of the material to a specific projected area and density.

1.3 Exceptions to the provisions of these test methods may need to be made in individual specifications or test methods for a particular material. For examples, see Test Methods and Definitions A370 and Test Methods B557, and B557M.

1.4 Room temperature shall be considered to be 10 to 38°C [50 to 100°F] unless otherwise specified.

1.5 The values stated in SI units are to be regarded as separate from inch/pound units. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore each system must be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

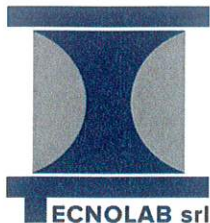
1.6 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*



- L'officina riconsegna i campioni insieme alle etichettature.
- Lo sperimentatore dopo aver collegato i campioni agli opportuni bussolotti prolunga esegue le prove trazione come da UNI EN 10002-1 registrando, come da procedura, i dati relativi a snervamento, rottura ed allungamento percentuale.

4.4 - Apparecchiatura





TECNOLAB srl
Laboratorio Prove
su Materiali da Costruzione

Aut. Min. n° 9442/2012 R.312/2020
Certificato UNI EN ISO 9001:2015 EA35
O.N. Re 350/11M127 D. MISE 20/06/2019

Sede Laboratorio
Via S. Maria del Pianto, 80
80143 NAPOLI
Tel. 081.2507107
Fax 081.19560514
www.tecnolabnapoli.it
info@tecnolabnapoli.it

Sede Legale:
Via Santella - P.co La Perla
81055 S. Maria C. V. (CE)
C.C.I.A.A. n° 201023
Part. IVA: 02856650615
PEC:tecnolab.srl@legalmail.it

DIVISIONE "CLS" PROVA A COMPRESSIONE UNI EN 12504-1 UNI EN 12390-3 DM 17/01/2018

Napoli Data **30/11/2023** Certificato n. **5085** Data prova 23/11/2023
Accettazione del **22/11/2023** Numero acc. **055088**
Richiedente Ing. Carmine Mascolo (Verificatore Strutturale)
Località
Oggetto dei lavori Adeguamento Palazzetto dello Sport
Via Palazzetto dello Sport – Cardito (NA)
Direttore dei lavori n.d.
Proprietario/Committente Comune di Cardito
Incaricato al prelievo TECNOLAB srl - Aut. Min. n°312 del 24/09/2020 (operatori: A. Lisetto, A. Vitiello)
Prova richiesta Compressione su Carote
Apparecchiatura di prova Macchina Controls Mod. C51/G da 3000 KN TARATURA 25/A/23 del 13/06/23.
Macchina MATEST Mod. C089/04N da 250/2000 KN TARATURA 25/F/23 del 13/06/23.
(Università dell'Aquila)
Indicazione del materiale N. 4 CAROTE DI CLS n.d.

Richiesta prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori

SI NO

DATI DICHIARATI

| Sigla | Rck Dichiarato | Verbale | Posizione in opera dichiarata del prelievo | Data prelievo |
|-------|----------------|------------|--|---------------|
| C1 | n.d. | 14/11/2023 | Plinto | 14/11/2023 |
| C2 | n.d. | 14/11/2023 | Trave Fondazione | 14/11/2023 |
| C3 | n.d. | 14/11/2023 | Plinto | 14/11/2023 |
| C4 | n.d. | 14/11/2023 | Trave Fondazione | 14/11/2023 |

RISULTATI DELLE PROVE

| Sigla | Diametro [mm] | H1 [mm] | H2 [mm] | Area di carico [mm ²] | Massa [Kg] | Peso specifico [kg/m ³] | Carico di Rottura [kN] | Tensione di rottura [N/mm ²] | Data di Prova | Tipo di Rottura (*) | Carbonat 1 [mm] | Carbonat 2 [mm] |
|--------------------|---------------|---------|---------|-----------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|--|---------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| C1 | 104 | 165 | 104 | 8494,8 | 2,029 | 2297 | 174,69 | 20,56 | 23/11/2023 | S | 30 | 0 |
| C2 | 104 | 170 | 104 | 8494,8 | 1,980 | 2241 | 199,09 | 23,44 | 23/11/2023 | S | 20 | 0 |
| C3 | 104 | 160 | 104 | 8494,8 | 1,976 | 2237 | 172,47 | 20,30 | 23/11/2023 | S | 25 | 0 |
| C4 | 104 | 160 | 104 | 8494,8 | 2,048 | 2318 | 207,47 | 24,42 | 23/11/2023 | S | 35 | 0 |
| Valori Medi | | | | | | 2273 | | 22,18 | | | | |

*Rottura: S=soddisfacente- F=Esplosivo- 1,2,3,4 etc =non soddisfacente come da UNI EN 12390-3

Carbonatazione 1: rilevata sul campione prelevato

Carbonatazione 2: rilevata sulla parte di campione sottoposta a schiacciamento

H1: Altezza del campione prelevato

H2: Altezza del campione sottoposto a prova di schiacciamento, dopo rettifica

Il provino è stato rettificato mediante macchina spianatrice perché la planarità delle facce non è risultata conforme alla norma UNI EN 12390-1

NTC 2018 PAR. 8.5.3 e par. 11.2.2

Per le prove di cui alla Circolare 08/09/2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni, il prelievo dei campioni alla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi di cui al punto 11.2.6, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.



Il presente documento non può essere riprodotto, nemmeno parzialmente, salvo autorizzazione del laboratorio.
I risultati di prova si riferiscono ai soli campioni testati.
I campioni testati vengono conservati in laboratorio per 30 giorni successivi alla data di emissione certificato.

Lo sperimentatore



Francesco Amura

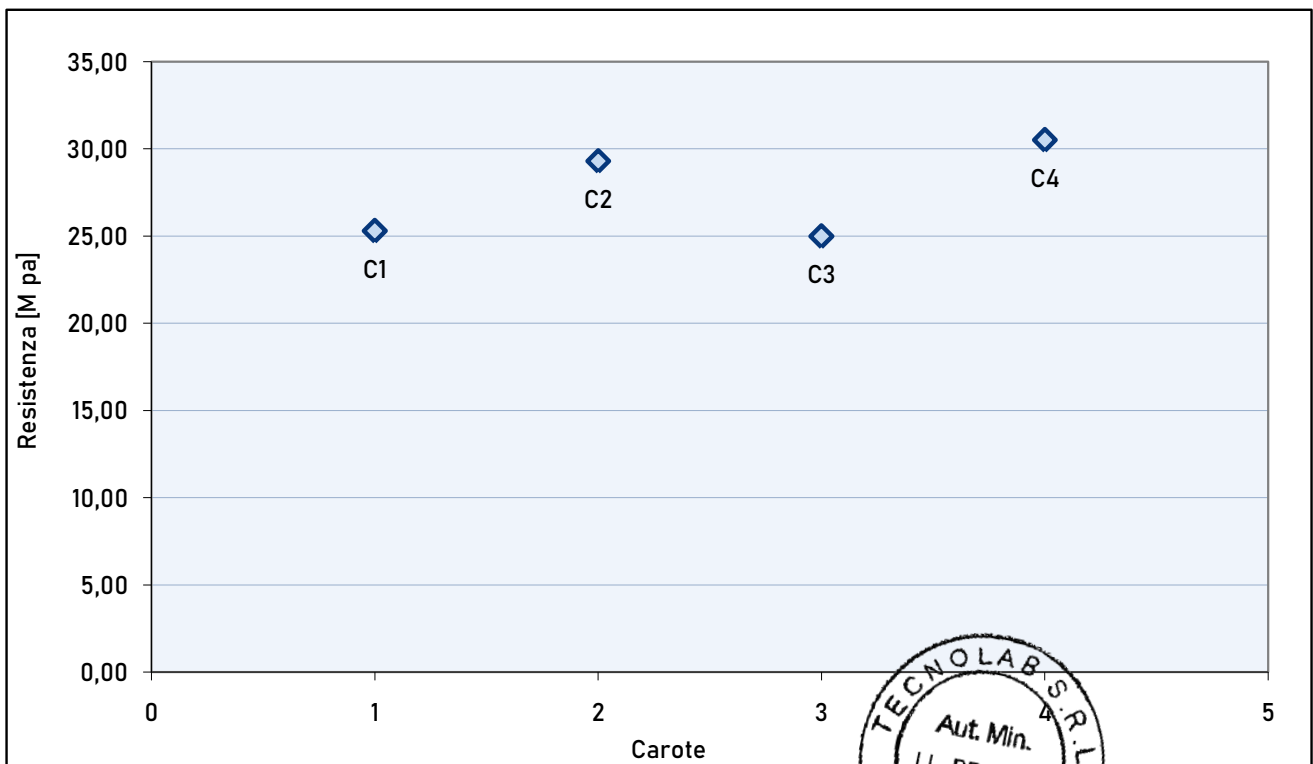
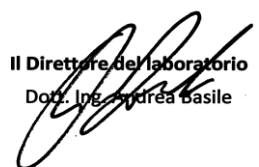


Calcolo della Resistenza Cubica del calcestruzzo dalla Resistenza Cilindrica della Carota

| N. | ELEMENTO | D | H | n | f carota | R calc. | R calc. | R calc. | R calc. | R calc. | R calc. Media |
|----|------------------|--------|--------|--------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| | | Diam. | Alt. | H/D | | relaz. n.1 | relaz. n.2 | relaz. n.3 | relaz. n.4 | relaz. n.5 | |
| | | [cm] | [cm] | [cm] | [Mpa] | [Mpa] | [Mpa] | [Mpa] | [Mpa] | [Mpa] | [Mpa] |
| C1 | Plinto | 10,4 | 10,4 | 1,00 | 20,56 | 27,92 | 26,29 | 23,01 | 24,19 | 25,10 | 25,30 |
| C2 | Trave Fondazione | 10,4 | 10,4 | 1,00 | 23,44 | 33,91 | 29,80 | 26,26 | 27,57 | 28,99 | 29,31 |
| C3 | Plinto | 10,4 | 10,4 | 1,00 | 20,30 | 27,61 | 25,97 | 22,71 | 23,89 | 24,75 | 24,99 |
| C4 | Trave Fondazione | 10,4 | 10,4 | 1,00 | 24,42 | 35,11 | 30,98 | 27,38 | 28,73 | 30,33 | 30,51 |

R MEDIA tot. 27,53 [Mpa]

Grafici

Calcolo della Resistenza Cubica del calcestruzzo dalla Resistenza Cilindrica della Carota

| N. | ELEMENTO | f | ψ | Ka | Fl/d | Fdia | Fmc | Fd | c |
|----|------------------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| C1 | Plinto | 1,23 | 1,50 | 1,84 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 1,0867 | 0,92 |
| C2 | Trave Fondazione | 1,21 | 1,50 | 2,00 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 1,0808 | 0,92 |
| C3 | Plinto | 1,23 | 1,50 | 1,84 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 1,0872 | 0,92 |
| C4 | Trave Fondazione | 1,20 | 1,50 | 2,00 | 0,88 | 1,00 | 1,00 | 1,0784 | 0,92 |

Formule usate per la conversione

FORMULE DI CONVERSIONE

| | | |
|--|---|--|
| <p>Relazione n.1</p> $R_{calcolato} = \frac{K_a \cdot \phi \cdot \psi}{1.5 + \frac{1}{n}} \cdot f_{carota}$ <p>Rif. Bruno Barbarito 1983</p> | <p>Relazione n.2</p> $R_{calcolato} = \frac{(f_{carota} \cdot F_d) / 0.85}{(n - 1) \cdot 0.83 - (n - 2)}$ <p>NTC 11.2.6+C11.2.6 Linea Guida CLS in opera rev.2017</p> | <p>Relazione n.5</p> $R_{calcolato} = \frac{0.83 \cdot (f_{carota})^{1.10}}{c}$ <p>N. Augenti (2003)</p> |
| <p>Relazione n.3</p> $R_{calcolato} = \frac{F_{l/d} \cdot F_{dia} \cdot F_{mc} \cdot F_{d(ACI)}}{0.83} \cdot f_{carota}$ <p>A.C.I. 214. 4R-03 (2003)</p> | <p>Relazione n.4</p> $R_{calcolato} = \frac{1 + 0.25 \cdot (n - 1)}{0.85} \cdot f_{carota}$ <p>Linee Guida anno 2008 Consiglio Sup. sui Lavori Pubblici</p> | |

COEFFICIENTI

| | | | | |
|---|---|----|-------------|-----------|
| φ | Coefficiente di passaggio dal valore cilindrico della resistenza a quello cubico per effetto forma (è funzione della stessa resistenza) | | Orizzontale | Verticale |
| ψ | Coefficiente di compattazione del conglomerato | Ka | 2,00 | 1,84 |
| K | Coefficiente di direzione della perforazione | | | |

| | | |
|-----|------|------------------------|
| Fmc | 0,98 | provino asciutto |
| | 1,00 | chiuso in busta |
| | 1,09 | messo in acqua per 48h |

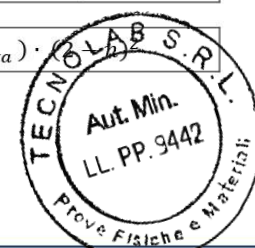
| | |
|------|--|
| Fdia | Fattore legato al diametro del provino |
| Fd | Coefficiente di disturbo arrecato al campione |
| c | Coefficiente di influenza delle dimensioni del provino |

| | |
|---------|------|
| Fd(ACI) | 1,06 |
|---------|------|

$$F_{l/d} = 1 - (0.13 - 4.3 \cdot 10^{-4} \cdot f_{carota}) \cdot c$$

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| 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 |

N.B. Per $f_{carota} > 40$ si assume $F_d = 1$





LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI EDILI DA COSTRUZIONE

Aut. Min. N° 9442/2012 R.312/2020 - Certificato UNI EN ISO 9001:2015

Sede operativa: Tel. 081 2507107 - Via S.Maria del Pianto,80 - 80143 Napoli

Sede legale: P.Iva 02856650615 - S . Maria Capua Vetere - 81055 Caserta

web: www.tecnolabnapoli.it **e-mail:** info@tecnolabnapoli.it **pec:** tecnolab.srl@legalmail.it

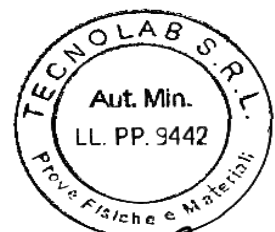
DIVISIONE PROVE IN SITO

| | | |
|---------------------------------|---|----------------|
| Luogo : | Via Palazzetto dello Sport - Cardito (NA) | |
| Prova eseguita il 14/11/2023 | Protocollo n. MON. 5926 | del 30/11/2023 |

| | |
|----------------------------|---|
| Richiedente: | Ing. Carmine Mascolo |
| Indirizzo: | |
| Oggetto: | <i>Adeguamento Palazzetto dello Sport</i> |
| Impresa: | ***** |
| Proprietario/Committente : | Comune di Cardito |
| Prova richiesta: | Prove Pacometriche |

PRESENTI ALLA PROVA

| Qualifica | NOME |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Respons. per il Laboratorio | Andrea Lisetto, Antonio Vitiello |
| Verificatore strutturale | Ing. Carmine Mascolo |



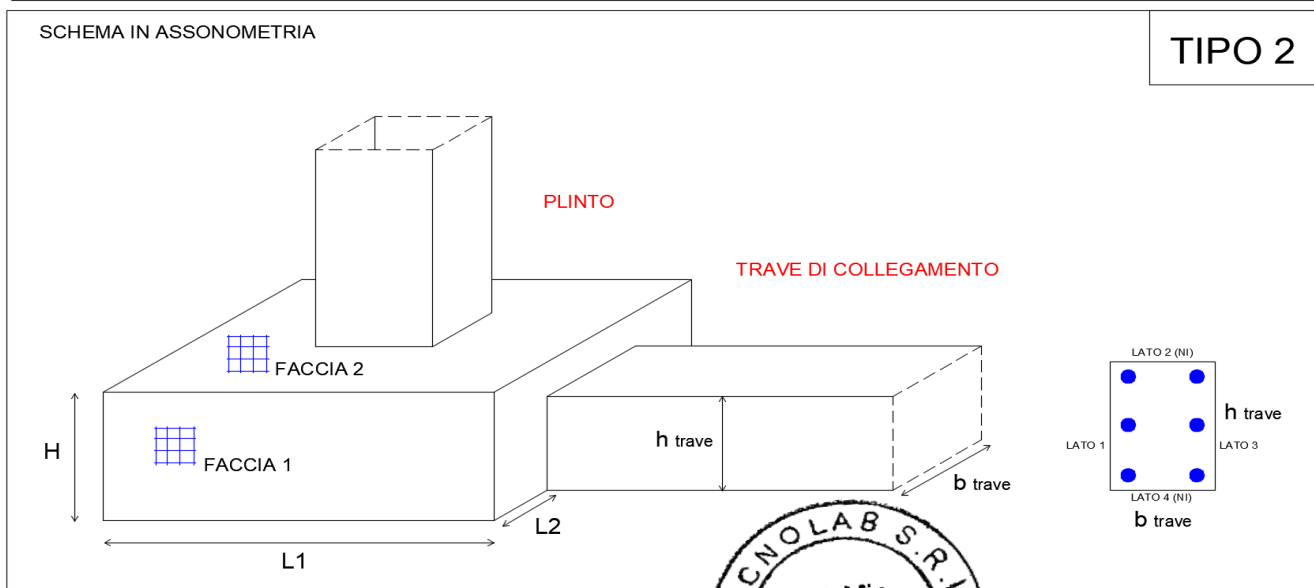
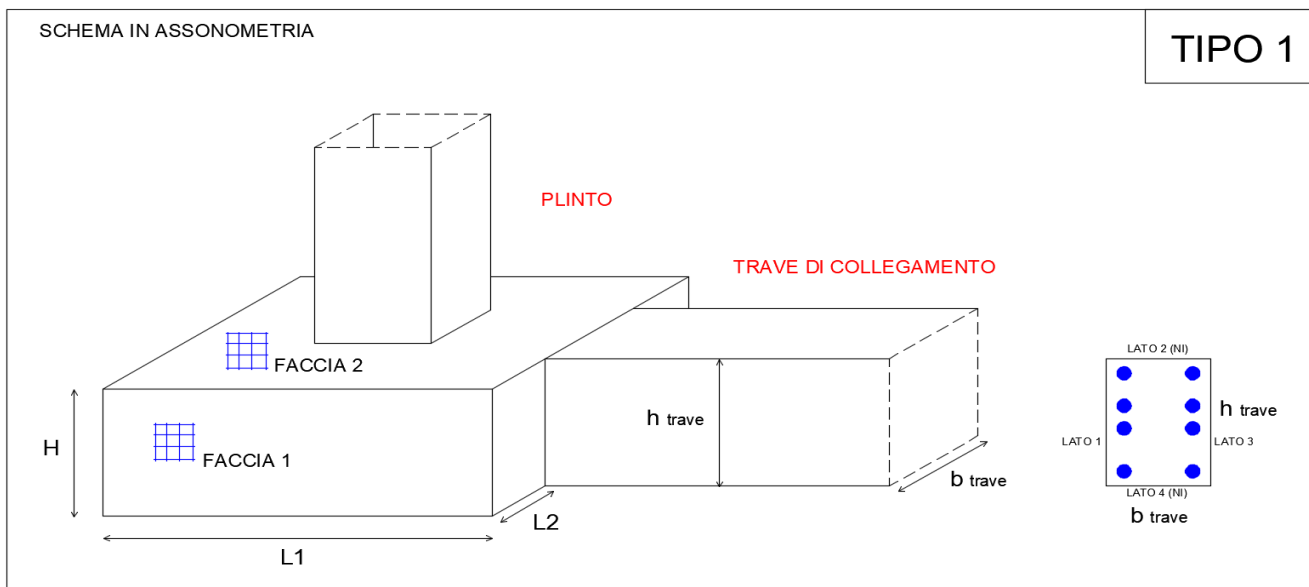
Lo sperimentatore
Arch. Fausto Corvino

Il Direttore del Laboratorio
Dot. Ing. Andrea Basile

Pacometriche FONDAZIONE: TRAVI DI COLLEGAMENTO e PLINTI

| N. | Sigla | impalcato | elemento | TIPO | misura [cm] b x h | FERRI | | | | Staffe | NOTE |
|----|-------|-----------|----------|------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| | | | | | | lato 1 | lato 2 | lato 3 | lato 4 | | |
| 1 | P4 | F | Trave | 1 | NI x 130 | 4φ16 | NI | 4φ16 | NI | φ8 /20 | |
| 2 | P2 | F | Trave | 2 | NI x 70 | 3φ16 | NI | 3φ16 | NI | φ8 /20 | |

| N. | Sigla | impalcato | elemento | TIPO | Dimensioni [cm] (si veda schema sottostante) | Armatura su FACCIA 1 | Armatura su FACCIA 2 |
|----|-------|-----------|----------|------|---|----------------------|----------------------|
| 3 | P3 | F | Plinto | 1 | H=130 - L1=270 - L2=70 | φ16 - maglia 15x20 | φ16 - maglia 15x20 |
| 4 | P1 | F | Plinto | 2 | H=130 - L1=270 - L2=70 | φ16 - maglia 15x20 | φ16 - maglia 15x20 |



(1). = NI: non ispezionabile
(2). = ND: non definibile



Note: Le misurazioni dei diametri negli elementi strutturali è da ritenersi indicativa a causa della presenza di fattori come la ruggine, copri ferro elevato, accavallamento delle barre all'interno ecc., che potrebbero influenzarne la misurazione.



TECNOLAB srl
Laboratorio Prove
su Materiali da Costruzione

Aut. Min. n° 9442/2012 R.312/2020
Certificato UNI EN ISO 9001:2015 EA35
O.N. Re 350/11M127 D. MISE 20/06/2019

Sede Laboratorio
Via S. Maria del Pianto, 80
80143 NAPOLI
Tel. 081.2507107
Fax 081.19560514
www.tecnolabnapoli.it
info@tecnolabnapoli.it

Sede Legale:
Via Santella - P.co La Perla
81055 S. Maria C. V. (CE)
C.C.I.A.A. n° 201023
Part. IVA: 02856650615
PEC:tecnolab.srl@legalmail.it

DIVISIONE "ACCIAI" Prova di TRAZIONE E PIEGAMENTO UNI EN 15630-1 DM 17/01/2018

Napoli Data **30/11/2023** Certificato n. **5086** Data prova 24/11/2023
Accettazione del **22/11/2023** Numero acc. **055088**
Richiedente Ing. Carmine Mascolo (Verificatore Strutturale)
Località
Oggetto dei lavori Adeguamento Palazzetto dello Sport
Via Palazzetto dello Sport – Cardito (NA)
Direttore dei lavori n.d.
Proprietario/Committente Comune di Cardito
Incaricato al prelievo TECNOLAB srl - Aut. Min. n°312 del 24/09/2020 (operatori: A. Lisetto, A. Vitiello)
Prova richiesta TRAZIONE E PIEGAMENTO
Apparecchiatura di prova Macchina universale C901 84050415 controls da 1000 KN TARATURA 25/B/23 del 13/06/23; Macchina universale di costruzione Matest CTBHS da 600 KN TARATURA 25/E/23 del 13/06/23; apparecchiatura per prova di piegamento; Macchina universale LOSENHAUSENWERK mod. UHP10 da 100 KN TARATURA 25/C/23 del 13/06/23 (Università dell'Aquila)
Indicazione del materiale N. 2 BARRE IN ACCIAIO per c.a. N.D.

Richiesta prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori

SI NO

DATI DICHIARATI

| Sigla | Verbale | Posizione in opera del provino | Tipologia barra | Ø (barra estratta in sito) | Ø (barra testata) ASTM 08 | Data estrazione |
|-------|------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|
| B1 | 14/11/2023 | Plinto (da carota C1) | aderenza migliorata | 16 | 9 | 14/11/2023 |
| B2 | 14/11/2023 | Plinto (da carota C3) | aderenza migliorata | 16 | 9 | 14/11/2023 |

RISULTATI DELLE PROVE

| Sigla | Diametro Ø [mm] (*) | Sez. [mm ²] | Allung. a rott. A5% | Forza di snervam. [kN] | Forza di Rottura [kN] | Tens. Di Snerv.to (fy) [N/mm ²] | Tensione di Rottura ft [N/mm ²] | Rapporto ft/fy | Piega (esito) (**) |
|-------|---------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|---|---|----------------|--------------------|
| B1 | 9,00 | 63,62 | 24,00 | 32,12 | 37,80 | 504,9 | 594,2 | 1,18 | ** |
| B2 | 9,00 | 63,62 | 23,00 | 32,07 | 37,56 | 504,1 | 590,4 | 1,17 | ** |

(*) Diametro equivalente al diametro del tondo liscio equipesante

(**) : Non è stato possibile effettuare la prova di piega causa lunghezza insufficiente dei campioni.
Non è stato possibile rilevare marchio di laminazione causa lunghezza insufficiente dei campioni.

Il campione B1, B2 è stato estratto da carota CLS e tornito in modo da ricavare un provino da testare a trazione compatibile con la ASTM E08

NTC 2018 PAR. 8.5.3 e par. 11.2.2

Per le prove di cui alla Circolare 08/09/2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni, il prelievo dei campioni alla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001. Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi di cui al punto 11.2.6, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.



Il presente documento non può essere riprodotto, nemmeno parzialmente, salvo autorizzazione del laboratorio.
I risultati di prova si riferiscono ai soli campioni testati.
I campioni testati vengono conservati in laboratorio per 30 giorni successivi alla data di emissione certificato.

Lo sperimentatore

Francesco Lo Belle



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

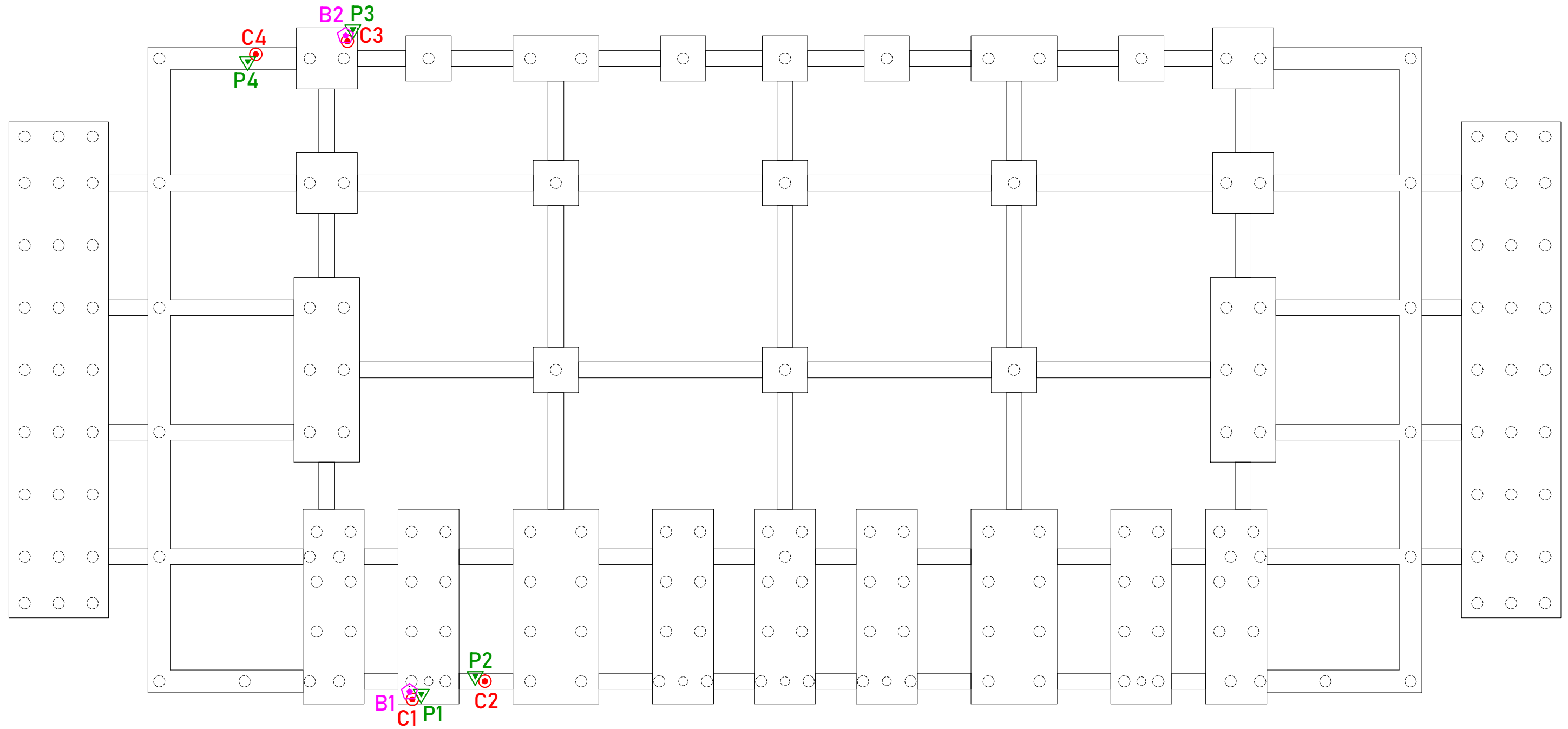
ESECUZIONE CAROTAGGI



Localizzazione Postazioni di Prova



FONDAZIONI



LEGENDA

| | |
|---------------------------------|--|
| C - Carotaggio | |
| P - Pacometrica | |
| B - Estrazione Barra d'armatura | |

X
Y

N.B. Disegno fornito dal committente, ha come unico scopo l'individuazione delle postazioni di prova in modo indicativo sullo stato dei luoghi