



COMUNE DI BONEA

(Provincia di Benevento)

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

LAVORI DI ADEGUAMENTO ANTISISMICO DELLA CASA COMUNALE

RELAZIONE SUI MATERIALI

COMMITTENTE: **AMMINISTRAZIONE COMUNALE**

DATA: **DICEMBRE 2016**

ALLEGATO: **n° 04 S**

UBICAZIONE: **VIA CARRE**

IL PROGETTISTA
(arch. Salvatore Izzo)

Relazione sui materiali

Per valutare la resistenza del calcestruzzo sono state eseguite prove distruttive dalla società Dimms Control. Il fascicolo delle prove è parte integrante della presente relazione.

Le indagini eseguite sono state finalizzate al raggiungimento di un **livello di conoscenza LC2**, con **fattore di confidenza FC = 1,2**. Si riporta, di seguito, la descrizione rilevabile dalla circolare n. 617 del 2/2/2009.

Livello di conoscenza LC2:

Geometria: la geometria della struttura è nota o in base a un rilievo o dai disegni originali. In quest'ultimo caso viene effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelli riguardanti i dettagli strutturali, saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare.

Dettagli costruttivi: i dettagli sono noti da un'estesa verifica in-situ oppure parzialmente noti dai disegni costruttivi originali incompleti. In quest'ultimo caso viene effettuata una limitata verifica in situ delle armature e dei collegamenti presenti negli elementi più importanti. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

Proprietà dei materiali: informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali sono disponibili in base ai disegni costruttivi o ai certificati originali di prova, o da estese verifiche in-situ. Nel primo caso sono anche eseguite limitate prove in-situ; se i valori ottenuti dalle prove in-situ sono minori di quelli disponibili dai disegni o dai certificati originali, sono eseguite estese prove in-situ. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

Per quanto riguarda la **geometria**, nel caso specifico, sono disponibili i disegni originari, integrati con un rilievo geometrico completo, facilitato dalla regolarità della struttura.

Per i **dettagli costruttivi**, sono state eseguite prove pacometriche, al fine di verificare la presenza delle armature e confrontarla con i disegni originari.

Per quanto riguarda la **resistenza dei materiali**, non si dispone dei certificati originari di prova, né vi sono indicazioni progettuali sulla resistenza dei materiali.

Al fine di ottenere un livello di conoscenza LC2, disponendo di informazioni estremamente limitate, sono state eseguite prove estese (Tabella C8A.1.2).

Per la definizione di “prove estese”, si fa riferimento alla Tabella C8A.1.3a – *Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.*, che prevede almeno 2 provini di cls. per 300 m² di piano dell’edificio e almeno due campioni di ferro per piano.

Sono state prelevate otto carote, quattro al piano terra e quattro al primo piano, e quattro barre di ferro, due per piano.

Di seguito si riportano le tabelle con i risultati delle prove a compressione sulle carote:

Provino	Resistenza (N/mm ²)
C1	30.04
C2	25.83
C3	25.46
C4	26.86
C5	30.65
C6	28.66
C7	24.12
C8	29.23

Resistenza media: 27.61

C8.7.2 circolare n. 617 del 2/2/2009

Resistenza media in opera: kg/cm² 276

$f_{ck} = \text{resistenza media}/FC = 267/1,20 = \text{kg/cm}^2 \ 230$

Valore di calcolo $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_M = 230/1,5 = \text{kg/cm}^2 \ 153$

Il valore di calcolo è stato ottenuto impiegando anche li coefficiente di sicurezza γ_M .

Barre in acciaio per cemento armato

Acciaio	Resistenza (N/mm ²)
A1	448.59
A2	412.29
A3	462.18
A4	459

**Resistenza
media: 445.61**

Resistenza media in opera: kg/cm² 4456,10

$f_{ck} = \text{resistenza media}/FC = 4456/1,20 = \text{kg/cm}^2 \ 3713$

Valore di calcolo $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_M = 3713/1,15 = \text{kg/cm}^2 \ 3228$

Il valore di calcolo è stato ottenuto impiegando anche li coefficiente di sicurezza γ_M .

Materiali nuovi:

Calcestruzzo

Il calcestruzzo per le strutture in C.A. sarà di classe C25/30

- Dosature dei materiali

La dosatura dei materiali è orientativamente la seguente per m³ d'impasto, salvo la preparazione dei provini:

sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	125 litri
cemento tipo 425	3 q/m ³

- Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 15 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali in percentuale dannosa e non aggressiva.

Classe di esposizione = XC3

Classe di resistenza = C25/30

Minimo contenuto di cemento (kg/m³) = 320

Massimo rapporto a/c = 0,55

Classe di consistenza S=5

Copriferro = mm 20

Diametro massimo dell'aggregato = mm 20

Prescrizioni sulla posa in opera

Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono avere una temperatura inferiore a 0°C finché questo abbia superato la resistenza a compressione di 5MPa. Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0°C o al di sopra di 30°C al momento del getto o nel periodo di maturazione, occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo, come specificato nel paragrafo successivo.

Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma la forma imposta dalle casseforme e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Per la scelta effettuata delle classi di consistenza, la durata della vibrazione sarà relativamente bassa, soprattutto nei getti dei solai e della platea. Maggior cura richiederà la compattazione del calcestruzzo gettato nei pilastri, nelle pareti e nei nodi trave-pilastro.

Prescrizioni sulla stagionatura

Il calcestruzzo, dopo il getto, deve essere protetto contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici.

Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme, per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica per il tempo necessario fissato dalle tabelle sotto riportate.

Per la platea di fondazione, per i solai (soprattutto in corrispondenza dei balconi e del perimetro) e per la veletta (gronda) del tetto, si prescrive una classe di stagionatura 3, per le pareti e pilastri è sufficiente una classe di stagionatura 2 (**vedi tabella**).

Eccetto che nel periodo invernale, è consentito utilizzare agenti antievaporanti, facendo attenzione a evitare le riprese di getto.

In questo periodo, si prescrive l'utilizzo di teli di plastica, in modo da proteggere il getto, oltre che dall'evaporazione dell'acqua, anche dalle basse temperature.

Nel periodo invernale, si consiglia di richiedere al fornitore di calcestruzzo un prodotto con bassi tempi di indurimento, in modo da accorciare i tempi di stagionatura.

Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 1: 12h⁵⁾**Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 2**

(corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 35% della resistenza caratteristica prescritta)

Temperatura superficiale del calcestruzzo (t) °C	Tempo minimo della stagionatura, giorni ¹⁾		
	Sviluppo della resistenza del calcestruzzo ^{3) 4)} $(f_{cm,2} / f_{cm,28}) = r$		
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 > r \geq 0,30$	Lento $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,5
$25 > t \geq 15$	1,0	2,5	5
$15 > t \geq 10$	1,5	4	8
$10 > t \geq 5$	2,0	5	11

Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 3

(corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 50% della resistenza caratteristica prescritta)

$t \geq 25$	1,5	2,5	3,5
$25 > t \geq 15$	2,0	4	7
$15 > t \geq 10$	2,5	7	12
$10 > t \geq 5$	3,5	9	18

Durata minima della stagionatura per la classe di stagionatura 4

(corrispondente ad una resistenza della superficie del calcestruzzo pari al 70% della resistenza caratteristica prescritta)

$t \geq 25$	3	5	6
$25 > t \geq 15$	5	9	12
$15 > t \geq 10$	7	13	21
$10 > t \geq 5$	9	18	30

1) Più il tempo di presa se eccedente le 5 ore

2) Per temperature sotto i 5°C la durata dovrebbe essere prolungata della permanenza al di sotto di 5°C

3) Lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo è il rapporto delle resistenze medie a compressione dopo 2 giorni e a 28 giorni determinate da prove iniziali o basata su prestazioni del calcestruzzo conosciute di composizione simile (vedi EN 206-1 sezione 7.2)

4) Per sviluppi della resistenza del calcestruzzo molto bassi, occorre dare le prescrizioni particolari nelle specifiche di esecuzione

5) Ammesso che il tempo di presa non superi 5h e la temperatura superficiale del calcestruzzo sia maggiore o uguale a 5°C.

Acciaio (per i ringrossi)

Le armature metalliche saranno del tipo B450C. All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe. E' tollerata una ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto. Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

Certificazioni e controlli di accettazione

Calcestruzzo

Il calcestruzzo dovrà disporre della certificazione prevista dal punto 11.2.8 del DM 14/1/2008.

In particolare, il Direttore dei Lavori acquisisce, tramite il costruttore, prima della fornitura di calcestruzzo in cantiere, copia della certificazione del controllo di processo produttivo (FPC*). Per produzioni in cantiere tramite processi non industrializzati e per quantità inferiori a 1500 mc di miscela omogenea, deve acquisire prima delle forniture documenti attestanti i criteri e le prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica certificata da un laboratorio che opera in conformità al DPR 380/2001.

*“Controllo del processo di fabbrica (FPC)”

Si intende per Controllo del Processo di Fabbrica (in Inglese, Factory Production Control, in sigla FPC) il controllo interno permanente del processo di produzione esercitato dal produttore (da non confondere con il Sistema di Gestione per la Qualità, di cui alla Norma UNI EN ISO 9001:2000, che tipicamente concerne il regime volontario). Tutti gli elementi, i requisiti e le disposizioni adottati dal produttore devono essere documentati in maniera sistematica ed in forma di obiettivi e procedure scritte.

Il prelievo dei provini e i controlli di accettazione dovranno essere conformi al disposto del paragrafo 11.2 del DM 14/1/2008.

Il Direttore dei Lavori deve eseguire i controlli di accettazione:

- ❑ per opere con quantità inferiore a 1500 mc di miscela omogenea impiegata esegue controllo di accettazione di tipo A (§11.2.5.1 NTC);
- ❑ per opere con quantità di calcestruzzo superiore a 1500 mc di miscela omogenea impiegata esegue controllo di accettazione di tipo B (§11.2.5.2 NTC).

Il Direttore dei Lavori deve assicurare la propria presenza (o quella di un tecnico di sua fiducia) alle operazioni di prelievo dei campioni di cls nella fase di getto, provvedendo:

- ❑ a redigere apposito Verbale di prelievo;
- ❑ a fornire indicazioni circa le corrette modalità di prelievo dei campioni;
- ❑ a fornire indicazioni circa le corrette modalità di conservazione dei campioni in cantiere, fino alla consegna al laboratorio incaricato delle prove;
- ❑ ad identificare i provini mediante sigle, etichettature indelebili, etc.;
- ❑ a sottoscrivere la domanda di prove al laboratorio, avendo cura di fornire, nella domanda, precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo, la data di prelievo, gli estremi dei relativi Verbali di prelievo;
- ❑ alla consegna dei campioni presso uno dei laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001**

** Circa i tempi di consegna dei campioni al laboratorio prove è appena il caso di evidenziare l'opportunità che detta consegna in laboratorio avvenga intorno al 28° giorno di maturazione. Qualora la consegna avvenga prima dei 28 giorni, il laboratorio provvede alla corretta conservazione dei campioni.

Il Direttore dei Lavori acquisisce i certificati del laboratorio di prove. Per il calcestruzzo devono essere riportati:

- ❑ l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- ❑ una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- ❑ l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- ❑ il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- ❑ la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare, gli estremi del Verbale di prelievo;
- ❑ la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- ❑ l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- ❑ le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- ❑ le modalità di rottura dei campioni;
- ❑ la massa volumica del campione;
- ❑ i valori di resistenza misurati.

e verifica la rispondenza dei valori di resistenza misurati con uno dei due criteri di controllo adottati: A o B**** e nel controllo di tipo B verifica che $s/R_m < 0,15$ per accettare il controllo. Se invece $s/R_m > 0,3$ il cls non va accettato, se $0,15 < s/R_m < 0,3$ il calcestruzzo è accettato con obbligo di prove complementari.

Acciaio in barre

La qualificazione e i controlli di accettazione delle barre di acciaio dovranno essere conformi al par. 11.3.2 del DM 14/1/2008.

In particolare, il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare che tutte le forniture di acciaio siano accompagnate:

- dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

In caso di armature presagomate e/o saldate il Direttore dei Lavori verifica preliminarmente il possesso dei requisiti di cui al §11.3.1.7 delle NTC. In particolare verifica l'esistenza:

- della dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione
- dell'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Se richiesto dal Direttore dei Lavori, all'attestazione di cui sopra seguiranno certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori acquisisce i certificati del laboratorio di prova e verifica che i valori di resistenza e allungamento di ciascun campione siano compresi fra il valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI delle NTC

Caratteristica	Valore	Note
f_{ymin}	425 N/mm ²	(450 - 25) N/mm ²
f_{ymax}	572 N/mm ²	[450(1,25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	B450A
f_t/f_y	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	B450C
f_t/f_y	$1,03 \leq f_t/f_y$	B450A
Piega	Assenza cricche	B450C e B450A

Prescrizioni per le parti in acciaio (per rinforzi)

Gli elementi di acciaio saranno protetti con zincatura a caldo (punto 4.2.9.6 del DM 14/1/2008).

Le saldature si effettueranno preferenzialmente in officina, prima della zincatura. Ove si effettuassero in cantiere successivamente alla zincatura a caldo, si prescrive una zincatura locale a freddo sulle parti saldate.

Le certificazioni e i controlli di accettazione dovranno essere conformi al par. 11.3.4 del DM 14/1/2008.

In particolare, andranno eseguiti 3 saggi preliminari per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

I saggi dovranno recare contrassegni atti alla loro identificazione.

I risultati delle prove dovranno essere compatibili con le disposizioni di cui al punto 11.3.3.5.3 del DM 14/1/2008. In particolare:

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura f_{pt} :

$$g_{mn} \geq 1,03 f_{ptk}$$

$$S_n \leq 0,05 f_{ptk}$$

- per le grandezze f_{py} , $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$:

$$g_{mn} \geq 1,04 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$$

$$s_n \leq 0,07 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$$

- i valori del modulo di elasticità longitudinale E_p sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del $\pm 5\%$

Se tali disuguaglianze non sono verificate si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.