

Provincia di Brescia

Settore EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE

Ufficio Progettazione Edilizia Scolastica e Direzione dei Lavori

Edificio scolastico:

I.I.S. "G. BONSIGNORI"

Ubicazione:

Comune di Remedello, via Avis

Intervento:

**Messa in sicurezza
ed efficientamento energetico**

AREA TECNICA E
DELL'AMBIENTE



Oggetto tavola:

Relazione sui materiali e sulle indagini in situ

Numero tavola:

L.240.20.PE.D.301

info

Scala:

DOC.

Il Direttore del Settore delle Grandi Infrastrutture:

Dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli

R.U.P.:

Arch. Daniela Massarelli

Progettista:

Ing. Luca Vitali

Direttore Lavori:

Collaboratori:

Progettista Strutture:

Ing. Luca Vitali

C.S.P.:

Ing. Luca Vitali

C.S.E.:

Nome File:

Redatto da:

Ing. Luca Vitali

Verificato da:

Data:

Luglio 2020

Data e Numero Revisione:

Progetto Esecutivo

RELAZIONE SUI MATERIALI E
INDAGINI IN SITU

Sommario

1	RELAZIONE SUI MATERIALI STRUTTURALI E DISCIPLINARE PRESTAZIONALE	3
2	INDAGINI SULL'EDIFICIO	4
3	RELAZIONE DELLE VALUTAZIONI SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	15
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI RELATIVI ALLE NUOVE OPERE	21

1 RELAZIONE SUI MATERIALI STRUTTURALI E DISCIPLINARE PRESTAZIONALE

Il seguente elaborato costituisce la relazione sui materiali rilevati e progettati necessari per la realizzazione dell'intervento di **“Messa in sicurezza ed efficientamento energetico”** dell'edificio scolastico I.I.S. G. BONSIGNORI in comune di Remedello (BS) C.U.P.: H49E19000310004 - C.I.G.: Z262C0BE88”

1.1 *Riferimenti legislativi*

Le analisi strutturali e le verifiche sugli elementi sono condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare alle seguenti norme:

STRUTTURE

Legge 5 novembre 1971 N. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/01/2008

Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 17/01/2018

Circ. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n.7 C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019.

Norme di cui è consentita l'applicazione ai sensi del cap. 12 del D.M. 17 gennaio 2018:

UNI EN 1990: 2006 - Eurocodice 1 – Criteri generali di progettazione strutturale.

UNI ENV 1991-1-1: 2004; -1-2; 1-3; 1.5 ; UNI ENV 1991-1-4: 2010 - Azioni sulla struttura.

Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.

UNI ENV 1992-1-1:2015 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.

Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio.

UNI ENV 1993-1-1:2014 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1/2016 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” –

Circ. MIN.LL.PP. N.11951 del 14 febbraio 1992 - Circolare illustrativa della legge N. 1086.

D.M. 14 febbraio 1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.

Circ. MIN.LL.PP. N.37406 del 24 giugno 1993 – Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 14 febbraio 1992.

D.M. 9 gennaio 1996 – Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Circ. Min. LL.PP. 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C. - Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo e l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 09.01.1996.

DT 200/2004: "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati"; "Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP"; Documento approvato il 24 luglio 2009 dall'assemblea Generale del CSLLPP.

CARICHI E SOVRACCARICHI

D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

Circ. MIN.LL.PP. N.156AA.GG./STC del 4 luglio 1996 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16 gennaio 1996.

D.M. 16.1.1996 - Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche

Circ. Min. LL.PP. 10.4.1997, n. 65 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16 gennaio 1996

Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/01/2008

Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 17/01/2018

TERRENI E FONDAZIONI

D.M. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circ. MIN.LL.PP. N.30483 del 24 settembre 1988 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre.

Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 17/01/2018.

2 INDAGINI SULL'EDIFICIO

2.1 *Livello di conoscenza*

La valutazione della vulnerabilità sismica di una struttura esistente richiede una fase preliminare consistente nell'accertamento delle caratteristiche meccaniche e geometriche degli elementi strutturali, delle armature e dei dettagli costruttivi.

L'estensione dei rilievi e delle prove sui materiali e strutture è dipendente dall'eventuale disponibilità della documentazione tecnica di progetto e/o di collaudo della struttura.

Per quello che riguarda la caratterizzazione meccanica dei materiali, si è deciso di contenere al massimo il numero di prove, studiando quelle che a detta dello scrivente fossero strettamente necessarie ai fini del conseguimento di un idoneo livello di conoscenza, anche in considerazione della pericolosità sismica che caratterizza l'area in esame.

Il livello di conoscenza che si intende raggiungere nelle analisi dell'opera in oggetto è quello denominato “**LC2**” nella Tabella C8.5.IV. e Tab. C8.5.V, corrispondente ad un fattore di confidenza **FC pari a 1,20** con un livello di indagini corrispondente a **ESTESE**

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento “primario” (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 1 campione di armatura per piano dell’edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 2 campioni di armatura per piano dell’edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 3 campioni di armatura per piano dell’edificio

Tabella C8.5.VI – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di acciaio

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei collegamenti) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento “primario” (trave, pilastro...)	
<i>limitato</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 15% degli elementi	1 provino di acciaio per piano dell’edificio, 1 campione di bullone o chiodo per piano dell’edificio
<i>esteso</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 35% degli elementi	2 provini di acciaio per piano dell’edificio, 2 campioni di bullone o chiodo per piano dell’edificio
<i>esaustivo</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 50% degli elementi	3 provini di acciaio per piano dell’edificio, 3 campioni di bullone o chiodo per piano dell’edificio

NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI

Le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per geometria e ruolo uguali nello schema strutturale.
- Le prove sugli acciai sono finalizzate all’identificazione della classe dell’acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all’epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull’acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe.
- Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.
- Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell’epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l’indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l’effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

In considerazione delle caratteristiche di omogeneità del materiale e del controllo di qualità effettuato tipicamente in edifici di questa tipologia, si è valutato essere sufficienti i seguenti prelievi:

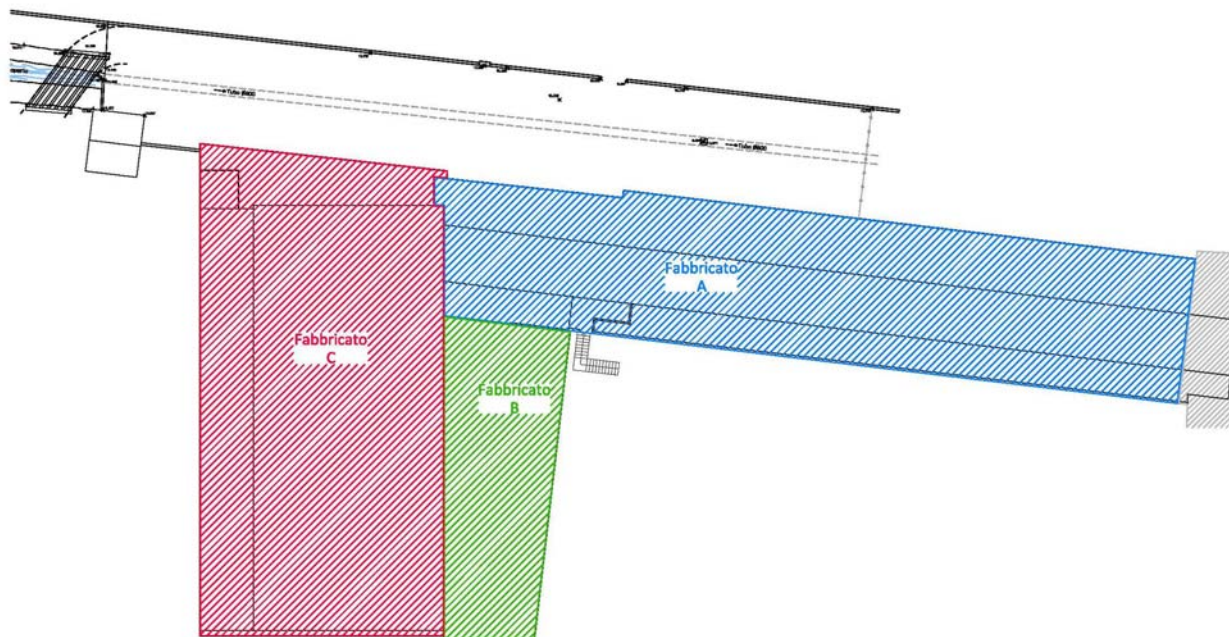
- n.1 carota di cls in un pilastro per la struttura denominata “laboratori”
- n.1 carota di cls in un pilastro per l’area ospitante le aule scolastiche
- n.1 ferro di armatura prelevato dal pilastro oggetto di carotaggio nel corpo aule.

corredati dalle prove sclerometriche di seguito riportate.

2.2 Descrizione del corpo di fabbrica oggetto della presente relazione

Il plesso scolastico oggetto della presente relazione è costituito da più corpi di fabbrica tra loro correlati ed edificati in epoche differenti, al fine di meglio rappresentare la situazione si riporta a seguire una planimetria della struttura. L’edificio longilineo indicato con la lettera “A” ha una lunghezza di circa ml 60 e confina ad un estremo con il corpo “C” e sull’altro con l’edificio di proprietà della Soc. Artigianelli S.p.A. sez. Bonsignori (retinato in grigio e non oggetto di verifica sismica). Del corpo A non è stato possibile reperire documentazione

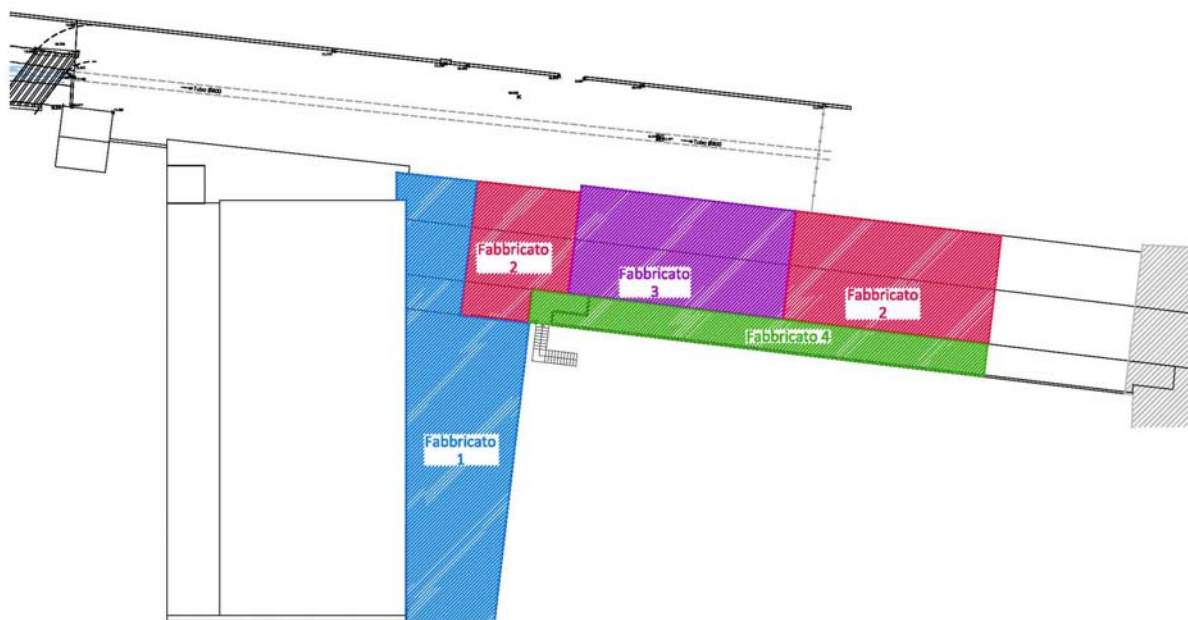
tecnica, ne presso gli attuali proprietari tanto meno presso il Comune di Remedello. Da quanto riferitomi in origine tale struttura era un edificio agricolo, ristrutturato e riconvertito successivamente in quella che oggi è una scuola. Tale edificio è stato oggetto nel tempo di interventi di ristrutturazione, infatti durante le indagini condotte sono stati rilevati differenti connotazioni tra le varie porzioni che lo costituiscono. Tale corpo si sviluppa su due piani, un piano terra ed un piano primo.



Planimetria struttura oggetto di studio

Gli interventi effettuati sulle porzioni dell'edificio "A" hanno sempre interessato entrambi i piani. Con riferimento alla figura a seguire, l'area di color viola (fabbricato n.3) presenta un solaio in laterocemento con intradosso piano di spessore complessivo cm 42 circa, murature portanti in mattoni pieni/semipieni aventi spessore di cm 35 su entrambi i piani e non presenta alcuna struttura verticale in calcestruzzo, viceversa le aree di colore rosso soprannominate fabbricato n.2 presentano solai con travi metalliche e voltini in tavelle forate in laterizio il cui spessore complessivo è di cm 35 circa. Le murature portanti in mattoni pieni/semipieni hanno uno spessore di cm 50 al piano terra e cm 35 al livello superiore e sono presenti pilastri in calcestruzzo tra le finestre del piano terra. L'area di colore verde denominato fabbricato n.4 è un porticato realizzato addossato alla struttura in periodo successivo all'edificazione dell'edificio, probabilmente risalente alla prima ristrutturazione. Tale porticato in origine era un terrazzo accessibile dal primo piano dell'edificio e

successivamente trasformato in copertura, previa realizzazione di muricci e tavelloni, a causa di infiltrazioni d'acqua provenienti dal terrazzo.



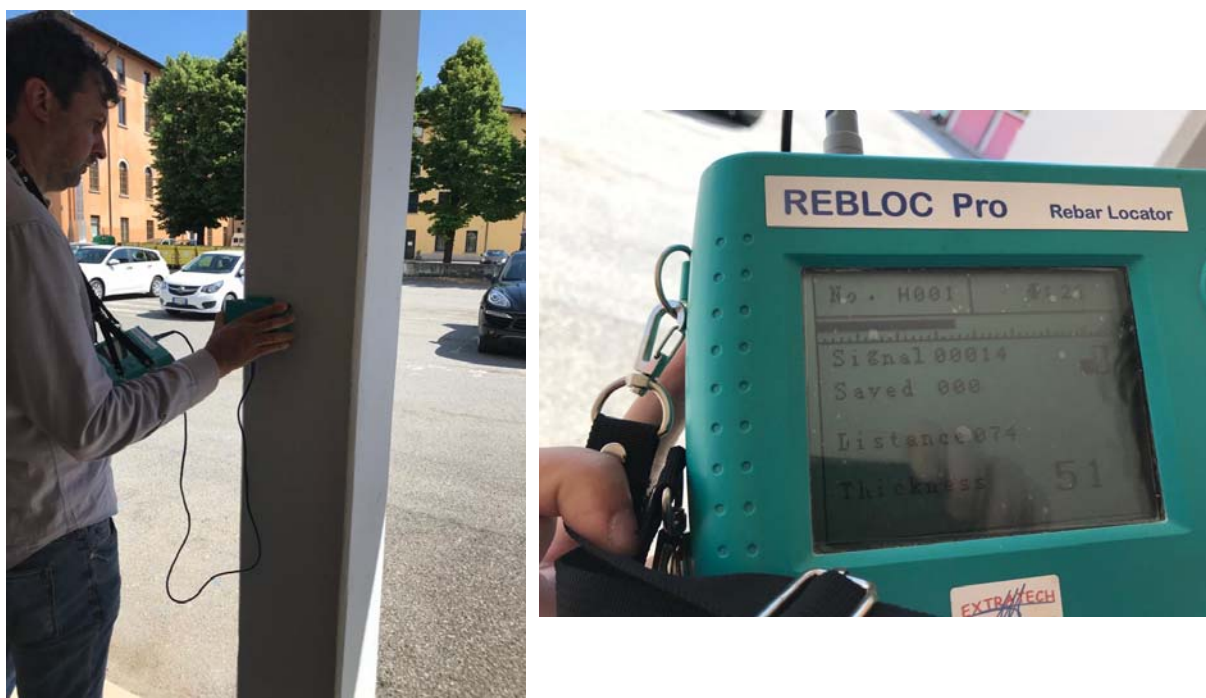
Il fabbricato n.1 o “laboratori” è stato edificato in periodo successivo rispetto al corpo “A”, di questo edificio sono stati recuperati in Comune di Remedello i cementi armati a cura del Dott. Ing. G. Franco Piovani, nonché il collaudo statico a cura dell’Ing. Aldo Cavoli e le prove condotte sui materiali da costruzione a cura di un laboratorio esterno certificato. Tale edificio, edificato nel 1981, ha uno schema strutturale a telaio con pilastri, travi e cordoli in calcestruzzo, solaio in laterocemento piano e copertura inclinata in muricci e tavelloni. Tale struttura risulta essere stata edificata in aderenza al corpo “A” e separata con intercapedine non ispezionabile da cm 10 dal corpo “C”.

Il corpo “C” è costituito da una palestra e dagli annessi spogliatoi, la palestra ha una struttura portante costituita da travi e pilastri in calcestruzzo, tamponatura muraria in laterizio forato copertura ad involto in laterizio, mentre gli spogliatoi presentano muratura portante in mattoni pieni e solaio in laterocemento. Il corpo “C” non risulta oggetto di verifica sismica in quanto facente parte di altro lotto.

2.3 Rilievi dei dettagli costruttivi mediante pacometro

Scopo della prova è quello di determinare all’interno di un manufatto armato la posizione delle barre d’armatura, lo spessore del copriferro e, con buona approssimazione, il diametro dei ferri stessi, facendo scorrere sulla superficie del manufatto una sonda emettitrice di campo magnetico, collegata ad un’unità di acquisizione ed elaborazione digitale, munita di

display grafico ed emettitore sonoro. E' una prova utile, se non indispensabile, come propedeutica all'esecuzione di tutta un'altra serie di indagini non distruttive in cui la presenza delle barre d'armatura deve essere ben definita e tracciata come, ad esempio, i prelievi di carote, le prove di pull out e pull-off, le indagini microsismiche, quelle sclerometriche etc. Tale operazione sarà integrata, ove necessario, da microdemolizioni e saggi localizzati.

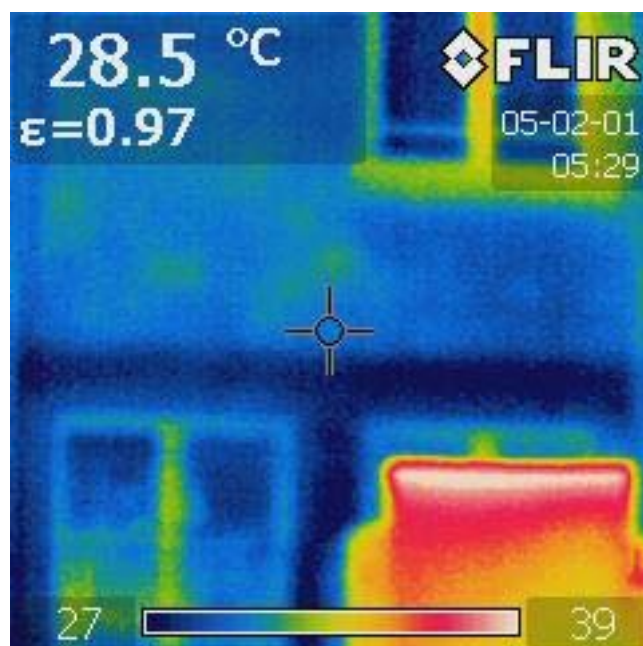


2.4 Indagini termografiche

È stata effettuata una campagna di rilievo con termocamera ad infrarossi.

La termografia è una tecnica diagnostica non distruttiva che, misurando la radiazione infrarossa emessa da un corpo, è in grado di acquisire immagini nell'infrarosso in modo da poterne determinare la temperatura superficiale.

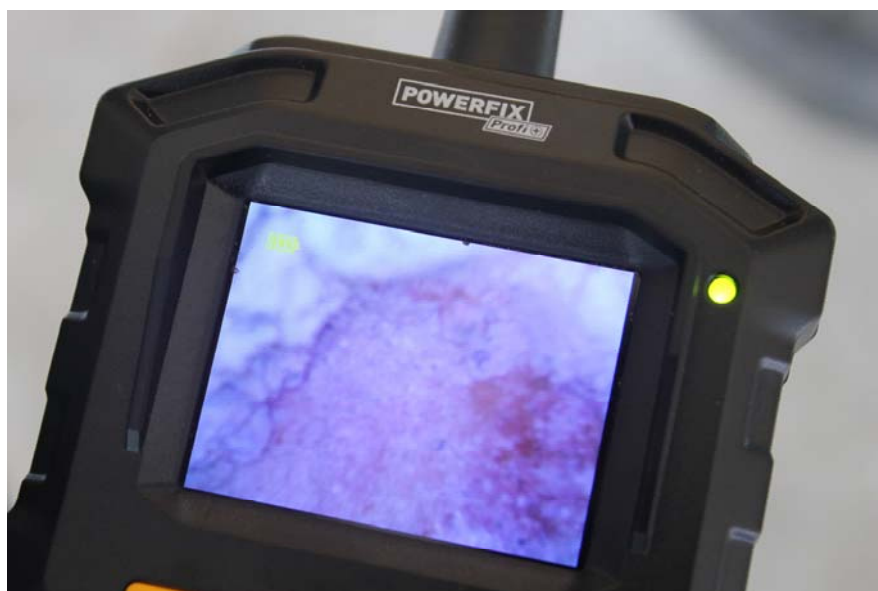
Le immagini restituite dagli apparecchi di captazione associano ad una temperatura rilevata un colore corrispondente: maggiore è la sensibilità termica dell'apparecchiatura maggiori saranno le sfumature di colore. L'obiettivo è stato quello di determinare la presenza di materiali tra loro differenti nelle murature portanti. Grazie a questa analisi è stato possibile riscontrare la presenza di pilastri e cordoli in calcestruzzo presenti in parte del corpo "A". Si allega un risultato del rilievo condotto.



L'immagine evidenzia la presenza di un coronamento in calcestruzzo sul bordo finestra, costituita da pilastri e dal cordolo nel quale è innestato il solaio del primo piano.

2.5 Indagini endoscopiche

Sono state effettuate indagini endoscopiche, tale procedura si può classificare come microinvasiva in quanto con un semplice e piccolo foro eseguito con un trapano a punta svasata (e quindi un intervento minimale e non distruttivo) consente di classificare la tipologia, stratigrafia, consistenza e natura del materiale che costituisce la struttura indagata, attraverso la visualizzazione digitale immediata della superficie laterale interna del foro.



2.6 Elementi strutturali in calcestruzzo armato

Per le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza si fa riferimento alle considerazioni sopra effettuate.

Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi nelle strutture in c.a. si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.

Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione.

Per le parti strutturali dotate di prove sui materiali certificate verranno tenuti validi i risultati ottenuti.

2.7 Prelievo di calcestruzzo con carote

Il prelievo di carote di calcestruzzo, secondo la norma UNI EN 12504-1/2002, consente di ottenere campioni di materiale da sottoporre a prove di laboratorio per caratterizzare la qualità del materiale, lo stato di conservazione e i parametri meccanici reali.

Il prelievo viene eseguito riducendo al minimo il danneggiamento ed il disturbo sul manufatto.

Il punto di prelievo è opportunamente individuato in funzione della direzione di perforazione e del degrado superficiale del calcestruzzo. L'operazione di prelievo è condotta a leggero bagno d'acqua per il raffreddamento della corona e per l'asportazione del materiale residuo di taglio. Importante l'idoneo ancoraggio della macchina alla struttura su cui effettuare il prelievo, per evitare vibrazioni indotte dalla carotatrice.

Sui provini viene eseguita la prova di schiacciamento a rottura in Laboratorio (secondo quanto prescritto dalle norme UNI- EN 12390-3), dalla quale si ricava la resistenza alla compressione del calcestruzzo.



Carotaggio pilastro in calcestruzzo

2.8 Prove sclerometriche

Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, come l'estrazione delle carote, per non più del 50% degli elementi, con un più ampio numero di prove non distruttive tarate su quelle distruttive.

La prova SCLEROMETRICA viene utilizzata per la determinazione dell'indice di rimbalzo condotta in accordo con quanto stabilito dalla norma UNI/EN 12504/2. Le superfici saranno trattate con pietra abrasiva a secco, onde eliminare ogni irregolarità del calcestruzzo e garantire così un uniforme contatto con le sonde. Il metodo non fornisce in maniera univoca i valori della resistenza se non opportunamente tarato sul materiale di riferimento. Per la caratterizzazione del materiale saranno messi a confronto i risultati delle indagini distruttive, (prelievi di carote), e di quelle non distruttive, allo scopo di calibrare i dati di queste ultime e di renderli attendibili.



2.9 Prelievo di barre di armatura

Il prelievo di spezzoni di barre di armatura da alcuni elementi strutturali, consente di ottenere campioni di acciaio da sottoporre a prove di laboratorio per determinare la qualità del materiale, lo stato di conservazione e i parametri meccanici reali. I prelievi vengono effettuati sulle travi prelevando le barre d'acciaio in modo da non compromettere la capacità portante della trave. Gli spezzoni, di lunghezza pari almeno a 50 cm (o di lunghezza sufficiente per realizzare i provini per le prove), vengono portati in laboratorio per l'esecuzione delle prove a trazione secondo le normative vigenti. Dovrà essere inoltre effettuato il ripristino delle barre estratte attraverso l'interposizione di elementi equivalenti da collegare/sovrapporre alle barre già presenti.





Asportazione della barra di armatura indagata in laboratorio

3 RELAZIONE DELLE VALUTAZIONI SULLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Sono state effettuate le prove in situ come indicato nell'elaborato grafico L.240.20.PD.B.102

3.1 *Elenco delle caratteristiche del calcestruzzo da utilizzare nel calcolo*

Per gli elementi indagati sia con metodi diretti che indiretti, la prova diretta, ritenuta più affidabile, può essere utilizzata per validare il risultato fornito dalla prova sclerometrica (indiretto).

Nel caso di buona coincidenza fra i valori di resistenza ottenuti, la prova sclerometrica può essere considerata affidabile anche per gli elementi non indagati con prova diretta.

Nel caso di differenze percentuali superiori al 20% tra Resistenza stimata con la prova sclerometrica e Resistenza media cubica in situ, ricavata dalla prova diretta, si assumerà come valore di riferimento effettivo della resistenza caratteristica dell'elemento quello ottenuto con la prova distruttiva, metodo di indagine ritenuto più affidabile.

Nel caso in cui, per tutti gli elementi indagati sia con prova diretta che con prova indiretta, i valori di resistenza ottenuti con i due differenti metodi mostrino una differenza percentuale contenuta e costante, si terrà conto della possibilità che tale differenza possa interessare anche il valore di resistenza ottenuto su elementi indagati con la sola prova indiretta. In questo caso il valore della resistenza ottenuto su elementi strutturali indagati con solo metodo indiretto, potrà essere scalato o aumentato sulla base della differenza percentuale rilevata sugli elementi indagati con i due metodi.

3.2 Calcestruzzo: prove dirette – distruttive

si riporta di seguito l'estratto dell'analisi di laboratorio a rottura delle carote C1-C2

 Settore Costruzioni	APAVE ITALIA CPM s.r.l. 25040 BIENNO (BS) – Via Artigiani n° 63 Tel. 0364/300342 – Fax 0364/300354 – mail: info.it@apave.com - lab.edile.it@apave.com - lab1086@pec.cpmmapave.it <small>Autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici all'esecuzione di prove su materiali per strutture metalliche e opere in c.a. - settore A (ai sensi e per gli effetti dell'art.20 della Legge del 05.11.1971 n° 1086 e s.m.i.) Organismo notificato CE - 0398</small>	Certificato n° CO.20.06.1761/01 Bienno 17/06/2020 Pagina 01 di 01
--	--	--

PROVA DI COMPRESSIONE SU CALCESTRUZZO



In conformità alla Legge 05.11.1971 n° 1086 e successivo Decreto Ministeriale vigente e alla Norma UNI EN 12390-3:2009

Intestatario:	DOTT. ING. VITALI LUCA Via Mazzini, 12/A 25043 BRENO (BS)		
Proprietà:	PROVINCIA DI BRESCIA		
Cantiere:	REMEDELLO (BS) ISTITUTO BONSIGNORI		
Impresa Esecutrice:	---		
Direttore dei lavori:	DOTT. ING. LUCA GEROLAMO VITALI	La domanda è stata sottoscritta dal Direttore dei Lavori/collaudatore <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> NO ¹	
Verbale di accettazione n°	44614	Del	11/06/2020 MATERIALE CONSEGNATO DA: ----- RUOLO: -----

DATI DICHIARATI			DATI DI PROVA										
ID	Sigla – Descrizione	Data di getto	Dimensioni (mm)		Peso (Kg)	Massa Volumica (kg/m³)	Data di Prova	Resistenza (MPa)	Carico max (kN)	Tipo rottura	Rettifica (SI/NO) ²	Verbale di Prelievo (n°)	Note
			Ø	h									
C1	PILASTRO C1	--/--/--	84	86	1,120	2351	15/06/20	15,8	88	S	SI	1	ESTRAZIONI DEL 10/06/2020
C2	PILASTRO C2	--/--/--	84	87	1,130	2345	15/06/20	53,9	299	S	SI	2	

Macchina di prova: CO 002

Prelievo eseguito dal Laboratorio Apave Italia CPM in conformità a quanto disposto dal D.M. 17.01.2018

TIPO DI ROTTURA:	SODDISFACENTE (S) 	NON SODDISFACENTE (NS) 
NOTE: ¹ In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del DL/collaudatore, il presente certificato non può assumere valenza ai sensi del DM 17.01.2018 ² Campione conforme alle prescrizioni della Norma UNI EN 12390-1:2012 Par 4.2 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Sperimentatore ALESSANDRO BELLICINI </div> <div> Il Direttore del Laboratorio Dott. Ing. LUCA BERLINGHIERI </div> </div>		

Mod CO.14 Rev 03

Questo documento non può essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta della Soc. Apave Italia CPM Srl. I risultati delle prove riguardano esclusivamente i saggi, provette e campioni sottoposti a prova, esame e analisi che saranno conservati non oltre 30 giorni dalla data della relazione, salvo diversamente concordato
 APAVE Italia CPM S.r.l. ha trattato i dati personali e di esercizio per l'effettuazione della prova, ai sensi ed in conformità della normativa nazionale vigente e del Regolamento UE 2016/679. Per informazioni www.cpmmapave.it/informativa_privacy.pdf

"B. CASTELLI"

AUTORIZZAZIONE DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
DECRETO N. 14733 del 6 - 5 - 1976

COMPRESSIONE
Riconsegnata a

ADERENZA

CANTIERE	SCUOLA	"	"	"
----------	--------	---	---	---

del 26/7/1980

TRAZIONE[illegible][illegible]

11. PRESIDENT

17

n.	data	elemento	diam. carota [cm]	altezza carota dopo la cappatura [cm]	R carota da lab. [MPa]	BS1181 part.120	concrete society	Cestelli Guidi	R media in situ [MPa]
						Rcub equiv. in situ [Mpa]	Rcub in situ stimata [Mpa]	Reff cub in situ [Mpa]	
C1	15/06/2020	PILASTRO	8,4	8,6	15,8	18,2	15,95	15,4	16,5
C2	15/06/2020	PILASTRO	8,4	8,7	53,9	62,2	54,65	52,7	56,5
1	23/07/1980	-				28,4			28,4
2	23/07/1980	-				26,5			26,5
3	23/07/1980	-				39,9			39,9
4	23/07/1980	-				32,0			32,0

3.2.1 Valori assunti per Calcestruzzo

Sulla base dei risultati delle prove riportate si ritiene di procedere come segue.

I pilastri al piano terra rilevati su parte del corpo di fabbrica 2 hanno fornito valori di resistenza del calcestruzzo pari a 16,5 Mpa. Tali pilastri oltretutto presentano sezione trapezia con lato minore di 12/13 cm. A favore di sicurezza vengono tralasciati nel calcolo e considerati come paramento murario.

La struttura "B" ospitante i laboratori ha ottenuto valori di resistenza delle strutture variabili, si ritiene prudente considerare come valore di riferimento il minimo rilevato pari a 26,5 Mpa (269,9 Kg/cm²)

3.3 Elenco delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio per calcestruzzo da utilizzare nel calcolo

È stato eseguito n.1 prelievo dal muro ed i risultati delle prove distruttive di laboratorio sono di seguito elencate

 Settore Costruzioni	APAVE ITALIA CPM s.r.l. 25040 BIENNO (BS) - Via Artigiani n° 63 Tel. 0364/300342 - Fax 0364/300354 - mail: info.it@apave.com - lab.edile.it@apave.com - lab1086@pec.cpmmapave.it <small>Autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici all'esecuzione di prove su materiali per strutture metalliche e opere in c.a. - settore A (ai sensi e per gli effetti dell'art.20 della Legge del 05.11.1971 n° 1086 e s.m.i.) Organismo notificato CE - 0398</small>	Commessa n° CO.20.06.1761/02
		Bienno 17/06/2020
		Pagina 01 di 01

PROVA DI TRAZIONE E PIEGAMENTO SU ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Prove eseguite per la caratterizzazione utilizzando per il calcolo il diametro della barra tonda equipasante, in conformità alla Legge 05.11.1971 n° 1086 e Successivo Decreto Ministeriale vigente e alla Norma EN 15630-1:2019

Intestatario:	DOTT. ING. VITALI LUCA Via Mazzini, 12/A 25043 BRENO (BS)		
Cantiere:	REMEDELLO (BS) ISTITUTO BONSIGNORI		
Costruttore:	---		
Descrizione opera	PROPRIETÀ: PROVINCIA DI BRESCIA		
Direttore dei Lavori:	DOTT. ING. LUCA GEROLAMO VITALI	La domanda è stata sottoscritta dal Direttore dei Lavori/Collaudatore SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Verbale di accettazione n°	44614	Del 11/06/2020	MATERIALE CONSEGNATO DA: --- RUOLO: ---

DATI DICHIARATI			DATI DI PROVA									
ID	Qualità	Identif. Campione	Data di prova	Diam. effettivo (mm)	Snervamento f_y (MPa)	Rottura f_t (MPa)	f_t/f_y	Allungamento Agt / A5(%)	Piega e Raddrizz.	Diam. Mandr. (mm)	Lunghezza provino (mm)	Marchio rilevato e produttore
1	---	S2	15/06/20	6,24	290	436	---	28,0	---	---	275	TONDO LISCIO

Macchina di prova: PM 011 Estensimetro: PM 013

NOTE:

¹ In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del DL/collaudatore, il presente certificato non può assumere valenza ai sensi del DM 17.01.2018

Esperimentatore
ALESSANDRO BELLICINI

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. LUCA BERLINGHIERI

Mod CO.30 Rev 03

Questo documento non può essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta della Soc. Apave Italia CPM Srl. I risultati delle prove riguardano esclusivamente i saggi, provette e campioni sottoposti a prova, esame e analisi che saranno conservati non oltre 30 giorni dalla data della relazione, salvo diversamente concordato
 APAVE Italia CPM S.r.l. ha trattato i dati personali e di esercizio per l'effettuazione della prova, ai sensi ed in conformità della normativa nazionale vigente e del Regolamento UE 2016/679. Per informazioni www.cpmmapave.it/informativa_privacy.pdf

Via A. cantore, 9 - BRESCIA - Telef. 304.281./304.282



AUTORIZZAZIONE DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
DECRETO N. 14733 del 6 - 5 - 1976.

SI ESEGUONO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE:

ADERENZA

IMPRESA GIACOPINI MARIO VIA PAPA GIOVANNI XXIII MANERJO
COMMITTENTE ISTITUTO RONSIGNORI VIA BETTINAZZI REMEDELLO S.
CANTIERE AULE SCOLASTICHE " " "

TRAZIONE

IL SEGRETARIO

Y PRESIDENT

20

3.3.1 Valori assunti per l'acciaio

Sulla base dei risultati delle prove riportate si ritiene di procedere come segue.

Lo spezzone di acciaio asportato dal pilastro al piano terra del corpo di fabbrica 2 ha fornito valori di resistenza a snervamento di 290 Mpa. Tali pilastri oltretutto presentano un'armatura costituita da una staffa passo 40 cm e nessun ferro reggistaffa. Come precedentemente detto a favore di sicurezza vengono tralasciati dal calcolo e considerati come paramento murario.

La struttura "B" ospitante i laboratori ha ottenuto valori di resistenza di snervamento dell'acciaio pari a 4800 Kg/cm² eseguiti nel 1980 al tempo di edificazione dell'opera. Seppure i getti si presentino in ottimo stato di conservazione (vedasi risultato di prova della carota nettamente superiore alle prove condotte di schiacciamento sui provini nel 1980), a favore di sicurezza si ritiene prudente considerare come valore di riferimento allo snervamento pari a 3800 Kg/cm².

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI RELATIVI ALLE NUOVE OPERE

4.1 CEMENTO ARMATO

Riferimenti: D.M. 17.01.2018, par. 11.2;

Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale; UNI EN 206;

Tipologia strutturale:	Fondazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	30 N/mm ² (300 daN/cm ²)
Condizioni ambientali:	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S4 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	24 mm

Tipologia strutturale:	Elevazione
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	30 N/mm ² (350 daN/cm ²)
Condizioni ambientali:	Interni di edifici con umidità dell'aria bassa.
Classe di esposizione:	XC1
Rapporto acqua/cemento max:	0.65
Classe di consistenza:	S4 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	24 mm

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 20 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.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 3 mm (7 mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Parametri caratteristici e tensioni limite

Tabella riassuntiva per vari R_{ck}

R_{ck}	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctm}	u.m.
250	207.5	117.6	22.6	[kg/cm ²]
300	249.0	141.1	25.6	[kg/cm ²]
350	290.5	164.6	28.4	[kg/cm ²]
400	332.0	188.1	31.0	[kg/cm ²]
450	373.5	211.6	33.5	[kg/cm ²]
500	415.0	235.2	36.0	[kg/cm ²]

R_{ck}	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctm}	u.m.
25	20.75	11.75	2.26	[N/mm ²]
30	24.90	14.11	2.56	[N/mm ²]
35	29.05	16.46	2.84	[N/mm ²]
40	33.20	18.81	3.10	[N/mm ²]
45	37.35	21.16	3.35	[N/mm ²]
50	41.50	23.51	3.60	[N/mm ²]

legenda:

- f_{ck} (resistenza cilindrica a compressione);
 $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$;
- f_{cd} (resistenza di calcolo a compressione);
 $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$
- f_{ctd} (resistenza di calcolo a trazione);
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$;
 $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$;
 $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$ per classi $\leq C50/60$
 $f_{ctm} = 2.12 * \ln[1 + f_{cm}/10]$ per classi $> C50/60$

Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10 mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica: $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Viscosità $\varphi = 1.70$.

Parametri caratteristici e tensioni limite

Tabella riassuntiva per vari R_{ck}

PROSPETTO CLASSI DI ESPOSIZIONE E COMPOSIZIONE UNI EN 206-16

Classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	A/C MAX	R'cK min.	Dos. Min. Cem. Kg
--------	---------------------------	--	---------	-----------	-------------------

1 Assenza di rischio di corrosione o attacco

X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto secco	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa.	----	15	----
----	--	--	------	----	------

2 Corrosione indotta da carbonatazione

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente.

XC1	Secco o permanentemente acquoso	Interni di edifici con umidità dell'aria bassa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua	0,65	25	260
XC2	Acquoso, raramente secco	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.	0,60	30	280
XC3	Umidità moderata	All'interno di edifici con umidità dell'aria moderata o elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.	0,55	37	280
XC4	Ciclicamente acquoso e secco	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2.	0,50	37	300

4.2 ACCIAIO PER C.A.

Riferimenti: D.M. 17.01.2018, par. 11.3.2;
Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale; UNI EN 206;

Acciaio per C.A. B450C	
fyk tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
ftk tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
ftd tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre $\leq \Phi 40 \text{ mm}$.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 16 \text{ mm}$.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $\leq 16 \text{ mm}$.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\Phi \text{ min} / \Phi \text{ max} \geq 0.6$

Acciaio per C.A. B450A	
fyk tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
ftk tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
ftd tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.25 \quad f_t / f_y \geq 1.05$$

Diametro delle barre: $\leq \Phi 10 \text{ mm}$.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 10 \text{ mm}$.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $\leq \Phi 10 \text{ mm}$.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\Phi \text{ min} / \Phi \text{ max} \geq 0.6$