



Finanziato
dall'Unione europea

PROVINCIA
di VARESE



Comune di Tradate

TAVOLA

02.00

P E S T O 2 0 0 0

CODICE ELABORATO

PROGETTO ESECUTIVO

AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA, ESECUTIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE CON FACOLTA' DI AFFIDAMENTO EX ART. 63 c. 5 D.Lgs. 50/2016 DEL SERVIZIO DI DIREZIONE LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, RELATIVAMENTE ALL'INTERVENTO DI RIGENERAZIONE URBANA DI CAPANNONE INDUSTRIALE PER LA CREAZIONE DI UN NUOVO MUSEO DELLA MOTOCICLETTA FRERA, RISTORANTE, AULE STUDIO BIBLIOTECA PARCHEGGI E SISTEMAZIONI ESTERNE.

CIG CUP C68I21000260001

PROGETTISTI
Arch. Giorgio Pala



Project Building Art s.r.l.

Project Building Art s.r.l.
Via Pavia, 22 - 00161 Roma
P. IVA C.F. 10355621003
AMMINISTRATORE UNICO
Arch. Pasquale Barone

Ing. Giuseppe CERVAROLO



COLLABORATORI

Arch. Viola D'Ettore
Arch. Cecilia Marati
Arch. Paolo Monesi
Arch. Michele Preiti
Arch. Maria Simonetti
Ing. Ilario Greco
Ing. Rosario Ierardi
Ing. Cosimo Mellone



RUP

DIREZIONE LAVORI

ELABORATO

SCALA

Relazione sui materiali strutturali - Museo

DATA

GIUGNO 2023

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
01	MARZO 2023	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO			
02					
03					
04					

Sommario

1. PREMESSA	2
2. MATERIALI STATO DI FATTO	2
CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLA MURATURA	3
3. MATERIALI STATO DI PROGETTO	5
CONTROLLO DI TIPO A	6
CONTROLLO DI TIPO B	6
PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO.....	7
CONTROLLI DELLA RESISTENZA IN OPERA	8
INIEZIONI DI MALTA.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
INSERIMENTO DI CATENE	Errore. Il segnalibro non è definito.
RINFORZO VOLTA CON CAPP A IN CLS E FASCIATURA IN FRP.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
SOLAI	Errore. Il segnalibro non è definito.
RISTILATURA DEI GIUNTI.....	Errore. Il segnalibro non è definito.

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SUI MATERIALI

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta allo scopo di illustrare le caratteristiche dei materiali esistenti e dei materiali utilizzati nella modellazione in fase di progettazione degli interventi di adeguamento sismico della struttura in esame.

2. MATERIALI STATO DI FATTO

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI PRESENTI

In mancanza di indagini specifiche sui materiali si sono assunti come parametri caratteristici dei materiali costituenti l'opera, i minimi riferiti alle normative vigenti dell'epoca di costruzione dell'opera.

LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

Le NTC del 2018 organizzano la qualità della conoscenza su tre possibili livelli, in funzione di un minore o maggiore approfondimento della conoscenza del manufatto. La conoscenza dell'edificio risulta di fondamentale importanza ai fini di una adeguata modellazione ed analisi, e può essere conseguita con diversi livelli di approfondimento, in funzione dell'accuratezza delle operazioni di rilievo, delle ricerche storiche, e delle indagini sperimentali. Gli argomenti attraverso i quali si definisce il livello di conoscenza sono: la geometria, i dettagli costruttivi e le proprietà dei materiali.

In particolare ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza, la norma definisce i seguenti tre livelli di conoscenza: LC1 - Conoscenza Limitata, raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ limitate sui dettagli costruttivi ed indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali; LC2 - Conoscenza Adeguata, raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi ed indagini in situ estese sulle proprietà dei materiali; LC3 - Conoscenza Accurata, raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi ed indagini in situ esaustive sulle proprietà dei materiali.

A ciascun livello di conoscenza (LC1, LC2 e LC3) è associato un corrispondente valore per il “fattore di confidenza” (rispettivamente: 1,35 ,1,20 e 1,00), valore impiegato per dividere i valori di resistenza così da ottenere il valore da utilizzare per le analisi e le verifiche.

Sulla base degli approfondimenti della fase conoscitiva sopra brevemente schematizzata e della campagna di indagini eseguita, si è giunti alla conclusione che il livello di conoscenza per la struttura in esame è di tipo **LC1 (Livello di Conoscenza Limitata)** ed il corrispondente **fattore di confidenza pari a 1,35** (Tabella C8A.1 – NTC18).

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLA MURATURA

Le caratteristiche meccaniche di tale materiale sono state assunte. A vantaggio di sicurezza è stata utilizzata una muratura le cui caratteristiche sono definite nella tabella C8.5.I della Circolare 7/2019:

Tipologia di muratura	f_m [daN/cm ²]	τ_0 [daN/cm ²]	f_{v0} [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	w [daN/m ³]
	min - max	min - max	min - max	min - max	min - max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	10.0 20.0	0.18 0.32	- -	6900 10500	2300 3500	1900
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	20.0	0.35 0.51	- -	10200 14400	3400 4800	2000
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	26.0 38.0	0.56 0.74	- -	15000 19800	5000 6600	2100
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	14.0 22.0	0.28 0.42	- -	9000 12600	3000 4200	1300 1600 (**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	20.0 32.0	- -	1.00 1.90	12000 16200	4000 5000	1300 1600 (**)
Muratura a blocchi lapidei squadriati	58.0 82.0	- -	1.80 2.80	24000 33000	8000 11000	2200
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	26.0 43.0	0.50 1.30	1.30 2.70	12000 18000	4000 6000	1800
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura < 40%)	50.0 80.0	- -	2.00 3.60	35000 56000	8750 14000	1500

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo utilizzato per la modellazione di travi e pilastri è stato assunto di classe C20/25 con le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

3. MATERIALI STATO DI PROGETTO

PROCEDURE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN USO

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale, dovranno essere prodotti e forniti secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” approvate con D.M. 17 gennaio 2018 e nel rispetto delle normative vigenti.

In particolare, i materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

Il Direttore dei Lavori ha l’obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d’opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla tabella seguente.

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N° prelievi ≥ 15)

Ove: R_{cm28} = resistenza media dei prelievi (N/mm²); $R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm²);
s = scarto quadratico medio

Tabella 1 – Limiti controlli di accettazione

CONTROLLO DI TIPO A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

CONTROLLO DI TIPO B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minor e di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s/Rm) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7. Infine, la resistenza caratteristica R_{ck} di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di

prelievo e la resistenza minima di prelievo $R_{c,min}$ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale. Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera. I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- 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;

- 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 delle prestazioni misurate.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al § 11.8.3.1. L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel successivo § 11.2.6. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo. Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa. I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

CONTROLLI DELLA RESISTENZA IN OPERA

La resistenza del calcestruzzo nella struttura dipende dalla resistenza del calcestruzzo messo in opera, dalla sua posa e costipazione, dalle condizioni ambientali durante il getto e dalla maturazione. Nel caso in cui:

- a. le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure
- b. sorgano dubbi sulle modalità di confezionamento, conservazione, maturazione e prova dei provini di calcestruzzo, oppure
- c. sorgano dubbi sulle modalità di posa in opera, compattazione e maturazione del calcestruzzo, oppure
- d. si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove non sono, in ogni caso, sostitutive dei controlli di accettazione, ma potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera. Il valore caratteristico della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza caratteristica in situ, R_{ck} o f_{ck}) è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto R_{ck} o f_{ck} . Per i soli aspetti relativi alla sicurezza strutturale e senza pregiudizio circa eventuali carenze di durabilità, è accettabile un valore caratteristico della resistenza in situ non inferiore all'85% della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto. 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.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, i cui valori dei parametri caratteristici sono di seguito elencati.

INCAMICIATURA IN C.A. DEI PILASTRI

I materiali componenti il calcestruzzo non devono contenere sostanze nocive in quantità tali che possano compromettere la durabilità del calcestruzzo o causare corrosione dell'armatura e devono essere idonei all'impiego previsto nel calcestruzzo.

Se per un materiale componente è stabilita una idoneità generale, ciò non implica che essa valga in ogni situazione e per ogni composizione del calcestruzzo.

Nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1 devono essere utilizzati solo i componenti di idoneità accertata per la specifica applicazione.

Qualora per un particolare materiale componente non vi sia una norma europea che si riferisca specificatamente al suo utilizzo nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1, o qualora vi sia già una norma europea che non includa il particolare componente, o qualora il componente si scosti significativamente dalla norma europea, l'accertamento dell'idoneità può risultare da:

- un benessere tecnico europeo che si riferisce specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1;
- norme o disposizioni nazionali pertinenti, valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo, che si riferiscono specificatamente all'utilizzo del materiale componente nel calcestruzzo conforme alla EN 206-1.

Cemento

Il cemento è un legante idraulico, ossia un materiale inorganico finemente macinato che, quando mescolato con acqua, forma una pasta che fa presa e indurisce a seguito di reazioni e processi d'idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Il cemento conforme alla EN 197-1, definito cemento CEM, opportunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, deve essere in grado di produrre una malta o un calcestruzzo capace di conservare la lavorabilità per un periodo di tempo sufficiente e di raggiungere, dopo determinati periodi, livelli di resistenza meccanica prestabiliti nonché di possedere una stabilità di volume a lungo termine.

L'indurimento idraulico del cemento CEM è dovuto principalmente all'idratazione dei silicati di calcio, ma anche di altri composti chimici, per esempio gli alluminati, possono partecipare al processo di indurimento. La somma dei contenuti di ossido di calcio (CaO) reattivo e ossido di silicio (SiO₂)

reattivo nel cemento CEM deve essere almeno il 50% in massa quando i contenuti percentuali sono determinati in accordo alla EN 196-2.

I cementi CEM sono costituiti da materiali differenti e di composizione statisticamente omogenea derivanti dalla qualità assicurata durante processi di produzione e manipolazione dei materiali.

Il collegamento tra questi processi di produzione e di manipolazione dei materiali e la conformità del cemento alla EN 197-1 è definito nella EN 197-2.

I cementi CEM sono raggruppati in cinque tipi principali di cemento:

- CEM I cemento Portland
- CEM II cemento Portland composito
- CEM III cemento d'altoforno
- CEM IV cemento pozzolanico
- CEM V cemento composito

La scelta del tipo di cemento è stata fatta tenendo in considerazione:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'uso finale del calcestruzzo;
- le condizioni di maturazione (per esempio trattamento termico);
- le dimensioni della struttura (lo sviluppo di calore);
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta;
- la potenziale reattività degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

Aggregati (sabbia e ghiaia)

Sono considerati idonei:

- gli aggregati normali e pesanti conformi alla EN 12620;
- gli aggregati leggeri conformi alla EN 13055-1.

Il tipo di aggregato, la granulometria e le proprietà, per esempio appiattimento, resistenza al gelodisgelo, resistenza all'abrasione, ecc., sono stati scelti considerando:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'impiego finale del calcestruzzo;
- le condizioni ambientali alle quali il calcestruzzo sarà esposto;

- ogni requisito per l'aggregato esposto o per le finiture lavorate del calcestruzzo.

La dimensione massima nominale dell'aggregato (D_{max}) deve essere scelta tenendo conto del copriferro e della larghezza della sezione minima.

La sabbia utilizzata nell'impasto deve essere viva con grani assortiti in grossezza da 0 a 7 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia utilizzata nell'impasto deve contenere elementi assortiti di dimensioni fino a 15 mm; gli elementi devono essere resistenti e non gelivi, privi di sostanze estranee.

Acqua di impasto

Sono considerate idonee l'acqua d'impasto e l'acqua di riciclo della produzione di calcestruzzo, conformi alla EN 1008.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, non contenere sali in percentuali dannose e non deve essere aggressiva (acqua potabile).

Additivi

Gli eventuali additivi utilizzati nell'impasto devono essere conformi alla EN 934-2.

La quantità totale di additivi, ove utilizzati, non deve superare il dosaggio massimo raccomandato dal produttore e non deve superare 50 g (nello stato di fornitura dell'additivo) per kg di cemento, a meno che non sia stabilita l'influenza di un più alto dosaggio sulle prestazioni e sulla durabilità del calcestruzzo.

L'uso di additivi in quantità minori di 2 g/kg di cemento è consentito solo se vengono dispersi in una parte dell'acqua d'impasto.

Qualora la quantità totale di additivi liquidi superi 3 l/m³ di calcestruzzo, il suo contenuto d'acqua deve essere considerato nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se vengono impiegati più additivi, la loro compatibilità deve essere controllata nelle prove iniziali.

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IMPIEGATO

Il calcestruzzo impiegato negli interventi di progetto dovrà possedere le caratteristiche minime come da **UNI EN 1992-1-1:2015** "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici". La classe di cls utilizzata è C25/30 le cui caratteristiche meccaniche sono le seguenti:

- $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

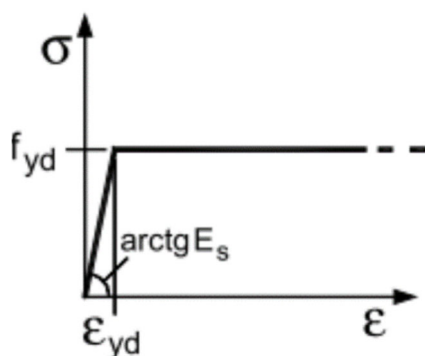
L'acciaio impiegato per la realizzazione delle opere in c.a. è del tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$
- $f_{t \text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$

La resistenza di calcolo dell'acciaio (f_{yd}) è riferita alla tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio ed è ottenuta dividendo quest'ultima per un coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio (γ_s) pari a 1.15:

- $f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è stato adottato un modello σ - ϵ elastico perfettamente plastico indefinito illustrato nella figura seguente.



Per il modulo elastico dell'acciaio si è fatto riferimento al seguente valore:

- $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

da cui si ricava il seguente valore della deformazione di snervamento dell'acciaio da utilizzare nei calcoli:

- $\epsilon_{yd} = 0.20\%$

REALIZZAZIONE DI TELAIO IN ACCIAIO

Nell'edificio è prevista la realizzazione di due telai in acciaio S235, per il rinforzo della muratura esistente a seguito della demolizione di una parte di essa.

L'acciaio S235 presenta le seguenti caratteristiche:

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
S235	235	360	215	360

INSERIMENTO TRAVE IN ACCIAIO A SOSTEGNO DELLA TRAVE ESISTENTE

A seguito della demolizione di un pilastro, le travi esistenti verranno rinforzate con l'inserimento di una trave in acciaio S235

L'acciaio S235 presenta le seguenti caratteristiche:

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
S235	235	360	215	360