Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

CITTÀ DI PERGOLA

PROVINCIA DI PESARO E URBINO

PARTE 2 - PROGETTO ESECUTIVO
CIMITERO CENTRALE DI PERGOLA

STUDIO DI INGEGNERIA
SCIAMANNA

DOTT. ING. SERGIO SCIAMANNA
VIA LAGO TRASIMENO N° 6 - 61045 PERGOLA PU

TEL / FAX: 0721 736763 E-MAIL: sciamanna@tin.it
CELL: +39 335 5622292 PEC: sergio.sciamanna@ingpec.eu
P.IVA: 00995720414 www.studioingegneriasciamanna.eu

IL TECNICO INCARICATO
Dott. Ing. Sergio Sciamanna

COLLABORATORE TECNICO
Dott. Ing. Arch. Marco Sciamanna

Oggetto:
REDAZIONE DEL PIANO CIMITERIALE DEL CIMITERO CENTRALE DI PERGOLA - PROGETTAZIONE E DIREZIONE DEI LAVORI DI AMPLIAMENTO, RISTRUTTURAZIONE, RIQUALIFICAZIONE E RIORGANIZZAZIONE FUNZIONALE DELL'ATTUALE CIMITERO - CUP: G67H20001240004: SECONDA PARTE - PROGETTO ESECUTIVO AMPLIAMENTO

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

C

dicembre 2022

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

INDICE

PREMESSA 2
RIFERIMENTI NORMATIVI 3
VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA. 3
AZIONI AGENTI SULLA COSTRUZIONE 3
AZIONE DEL VENTO 4
AZIONE SISMICA 5
AZIONE TERMICA 10
REALIZZAZIONE NUOVO MURO IN C.A. CIMITERIALE 14
REALIZZAZIONE CORDOLO E PILASTRINI IN C.A. PER APERTURA 17
CALCOLO DELLA PIANTANA DELLA RECINZIONE PROVVISORIA 19
VERIFICA DELLE UNIONI BULLONATE VERIFICA A TAGLIO 20
VERIFICA DELL'INGHISAGGIO 22
VERIFICA DELLE SALDATURE 22
RELAZIONE SUI MATERIALI 23
ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO 24
ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE 29
CALCESTRUZZO 33
ACCETTAZIONE DA PARTE DELLA DIREZIONE LAVORI 36

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

PREMESSA

L'amministrazione comunale di Pergola ha in programma, come previsto nel bilancio di previsione 2022, di eseguire nel cimitero centrale di Pergola i lavori di straordinaria manutenzione, riqualificazione e riorganizzazione funzionale dell'attuale cimitero.

Pertanto, con determinazione del Responsabile del Settore Tecnico n. 130 del 08/09/2022 "DETERMINA A CONTRARRE, IMPEGNO DI SPESA ED AFFIDAMENTO PER INCARICO PER SERVIZIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA, AL DOTT. ING. SERGIO SCIAMANNA, […], RIQUALIFICAZIONE E RIORGANIZZAZIONE FUNZIONALE DELL'ATTUALE CIMITERO - PIANO CIMITERIALE DEL CIMITERO DI PERGOLA CAPOLUOGO. IMPORTO E 80.000,00 - CUP: G67H20001240004 - CIG: Z113782967." è stato incaricato il sottoscritto Dott. Ing. Sergio Sciamanna di redigere il piano cimiteriale in conformità della L.R. n. 3 del 01/02/1935, del R.R. n. 3 del 09/02/2009 e del D.P.R. n. 285 del 10/09/1990 (PARTE 1) e di redigere il progetto esecutivo dei lavori di ampliamento del cimitero centrale verso sud (PARTE 2).

Le prestazioni tecniche richieste, di cui sopra, sono riferite al cimitero centrale di Pergola e al suo possibile ampliamento verso l'area attualmente non edificata posta subito a sud dello stesso.

Con il presente progetto si intende sviluppare un primo ampliamento del cimitero centrale al fine di aumentare la disponibilità di aree per inumazioni, come previsto dal calcolo del fabbisogno del piano cimiteriale contestualmente redatto.

Tali nuovi spazi cimiteriali, saranno opportunamente delimitati da muri/recinzioni, nel rispetto della normativa vigente, al fine di non consentire l'accesso e la vista dall'esterno del perimetro cimiteriale.

Nell'ambito di tale primo intervento di ampliamento si eseguono i calcoli delle seguenti opere:

- Realizzazione cordolo e pilastrini in c.a. per la realizzazione di apertura sul muro perimetrale esistente;
- Realizzazione nuovo muro in c.a. con altezza fuori terra pari a 2,50 m;
- Calcolo della piantana della recinzione provvisoria composta da new jersey alla base e parte sommitale in lamiera grecata;

Le opere di cui sopra sono annoverabile tra gli "Interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici" riportati nell'Allegato A e nell'Allegato B alla D.G.R. 975/2021, di cui di seguito si riportano degli stralci:

A.4. Altre opere o manufatti, impianti comprese le fondazioni
A.4.1. Recinzioni (senza funzione di contenimento del terreno) con elementi murari o in c.a. o in legno o in acciaio, di altezza ≤ 2,50 m, comprese le relative pensiline di copertura di ingresso di superficie ≤ 4 m2. Il limite di altezza non sussiste per le recinzioni in rete metallica, in grigliati metallici e simili, per i cancelli carrabili e le relative strutture di sostegno puntuali; […]
A.6. Rampe e scale
A.6.1. Realizzazione di rampe, solette, pavimentazioni appoggiate a terra.
A.6.2. Realizzazione di rampe pedonali con dislivello ≤ 1,50 m. […]
A.7. Manufatti ed elementi assimilabili
A.7.1. Altri interventi di cui sia dimostrata l'assimilabilità e analogia, per tipologia costruttiva e materiali, a quelli descritti nelle precedenti voci purché siano rispettati i limiti dimensionali e di peso indicati nelle voci prese a riferimento. […]
B.4. *Interventi che comportano modifiche alle strutture verticali senza variazioni del comportamento globale della struttura […]*
B.8.1. Altri interventi di cui sia dimostrata l'assimilabilità e analogia, per tipologia costruttiva e materiali, a quelli descritti nelle precedenti voci, purché siano rispettati i limiti dimensionali e di peso indicati nelle voci prese a riferimento.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

RIFERIMENTI NORMATIVI

- *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) – D.M. 17 gennaio 2018;*
- *Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n° 7 – 21 gennaio 2019;*

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA.

Le opere strutturali devono essere verificate per gli stati limiti ultimi (SLU) che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni e per gli stati limite di esercizio (SLE) definiti in relazione alle prestazioni attese. Per la valutazione della sicurezza delle costruzioni si devono adottare criteri probabilistici scientificamente comprovati.

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Definite le opportune combinazioni delle azioni (azioni di calcolo, Fd), si valutano le azioni interne (sollecitazioni di calcolo, Ed) nei vari elementi strutturali. Per ogni elemento strutturale sono valutate le resistenze (resistenze di calcolo,Rd). La verifica della sicurezza **agli stati limite ultimi** si ritiene soddisfatta controllando che, per ogni elemento strutturale e per ciascuna delle combinazioni delle azioni prese in esame, risulti:

$$Rd \geq Ed$$

Rd = resistenza di progetto della struttura; funzione dei valori caratteristici Rk,i di ciascun materiale, diviso per un coefficiente parziale $\gamma m,i$ (> 1) di sicurezza sulla resistenza del materiale e per un ulteriore coefficiente parziale di sicurezza $\gamma R,d$ che tiene conto delle incertezze nel modellare la resistenza ($\gamma R,d$ >1);

Ed = effetto delle azioni di progetto, è una funzione del valore caratteristico di ciascuna azione Fk,i moltiplicato per un coefficiente parziale di sicurezza $\gamma F,j$ e per un ulteriore coefficiente parziale di sicurezza $\gamma E,d$ che tiene conto delle incertezze nel modellare le azioni e i loro effetti ($\gamma E,d$ >1). Ed è anche funzione del coefficiente di combinazione per l'azione i-esima ψi .

I coefficienti parziali di sicurezza, γMi e γFj , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite di esercizio** si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

AZIONI AGENTI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni prese in esame per l'analisi e le verifiche della costruzione in progetto sono classificate secondo la variazione della loro intensità nel tempo in:

a) *permanenti* (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui
variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente
approssimazione costanti nel tempo:

- peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente;

forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze
risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G1);
- peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G2);

b) *variabili* (Q): azioni che agiscono sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei
che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:

- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un
tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

c) *eccezionali* (A): incendi, esplosioni, urti e impatti;

c) *sismiche* (E): azioni derivanti dal terremoto.

AZIONE DEL VENTO

La velocità del vento per la Regione Marche (zona 3) in mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche per altezze sul livello del mare inferiori a 500 m. si assume pari a vb = 27 m/s.

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne.

L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superfice interna dell'elemento.

L'azione del vento si considera coincidente con gli assi della pianta della costruzione.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = qr \cdot ce \cdot cp \cdot cd$$

dove:
qr è la pressione cinetica di riferimento in N/m² ed è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2}\rho v_r^2$$

dove:
vr è la velocità di riferimento del vento = vb* cr
dove:
vb = velocità di base di riferimento
cr = coefficiente di ritorno funzione del periodo di ritorno di progetto TR

$$c_r = 0.75\sqrt{1 - 0.2 \times \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T_R}\right)\right]}$$

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m3.

Ove non specificato diversamente si assumera à TR=50 anni, cui corrisponde cr=1

Pertanto qr = 0,5*1,25*27*27 = 455,625 N/mq = 45,56 daN/mq.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

ce è il coefficiente di esposizione che dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di

z = 200 m, esso è dato dalla formula:
ce (z) = kr^2 ct ln (z/z0) [7+ ct ln (z/z0)] per z ≥ zmin
ce (z) = ce (zmin) per z < zmin
dove:
kr , z0 , zmin sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Nel nostro caso si considera la zona 3 e classe di rugosità C per cui la categoria di esposizione e' la III e di conseguenza:

Kr = 0,20
Z0 = 0,10 m.
Zmin = 5 m.
ct è il coefficiente di topografia che si assume pari a 1.

Da cui:
ce (z min) = $0,20^2$ *1*ln (5/0,10)*[7+ 1*ln (5/0,10)] = 1,71

cp è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

si ha: cpe+cpe = 0,8+0,4 = 1,2

cd = coefficiente dinamico si assume uguale a 1.

La pressione del vento risulta essere costante:
P = 45,56*1,71*1,2*1 = 94 kg/m2

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

pf = qr ce cf

dove:
qr , ce sono stati definiti in precedenza;
cf è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione.

Nel nostro caso essendo la superficie del rivestimento liscia si assume pari a 0,01.

La pressione del vento radente è fino a 4 m.
pf = 45,56*1,71*0,01= 0,78 daN/m2

Tali valori vengono trascurati.

AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU :

$$VR = VN * CU$$

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel presente caso si considera:

V_N ≥ 50 anni

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel nostro caso tenendo conto del Decreto del Capo del dipartimento della Protezione Civile n. 3865 del 21.10.2003 e della D.G.R. n. 1520 del 11.11.2003, si considera la classe d'uso II:

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.

Per la classe II il coefficiente d'uso Cu =1,0.

Nel nostro caso quindi il periodo di riferimento è:

VR = VN*CU = 50*1,0 = 50 anni

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria di sottosuolo A (Velocità di onde di taglio superiori a 800 m/s), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se (T), con riferimento a prefissate probabilità di superamento PVR come definite nel periodo di riferimento VR .
Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:
ag = accelerazione orizzontale massima al sito;
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
T*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di ag, Fo, T*C si fa riferimento agli allegati A e B al D.M. 14.01.2008 dove sono riportati i relativi valori in base ad un reticolo di riferimento basato su periodi di ritorno compresi nell'intervallo 30 anni/ 2.475 anni.

La norma individua quattro stati limite nei confronti delle azioni sismiche:
stati limite di esercizio:

- Stato limite di operatività (SLO);
- Stato limite di Danno (SLD).

stati limite ultimi:

- Stato limite di salvaguardia della vita (SLV);
- Stato limite di prevenzione del collasso (SLC).

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione
sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Tab. 3.2.I.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Tabella 3.2.I – *Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato*

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR si ricava il periodo di ritorno TR. del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = - V_R / \ln (1- P_{V_R}) = - C_U V_N / \ln (1- P_{V_R})$$

Qualora il tempo di ritorno richiesto sia differente da uno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, sarà possibile ricavare il valore del parametro di interesse mediante interpolazione tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno (dei nove forniti per ognuno dei nodi del reticolo di riferimento) che comprendono il tempo di ritorno necessario, mediante la formula:

$$\log(P) = \log(P_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

in cui:
p = valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno TR desiderato;
TR = periodo di ritorno desiderato, corrispondente alla vita di riferimento VR ed alla probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR per lo stato limite considerato;
TR1, TR2 = periodi di ritorno più prossimi a TR per i quali si dispone dei valori p1 e p2 del generico parametro p.

I valori dei parametri ag, Fo e T*c determinati sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti ad un sito con assenza di effetti locali dei terreni, ovvero con presenza di substrato sismico (Vs>800m/s) affiorante o subaffiorante ed in condizioni morfologiche pianeggianti.

Qualora il sito di progetto non presenti le suddette condizioni sarà necessario, compiere specifiche analisi di valutazione della risposta sismica locale, o in alternativa, verificare:

a) la categoria di suolo di fondazione mediante la stima del parametro Vseq (tabella 3.2.II nel Cap 3.2.2 del D.M.I.T. 17.01.2018) e di conseguenza valutare l'incremento sull'azione sismica (tabella 3.2.IV nel Cap 3.2.3 del D.M.I.T. 17.01.2018). La caratterizzazione geotecnica dei terreni si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vseq di propagazione delle onde di taglio.

b) il coefficiente di amplificazione topografica in funzione della categoria topografica (tabelle 3.2.III nel Cap 3.2.2 e tabella 3.2.V nel Cap 3.2.3 della Norma).
Nel presente caso si ha:

- Categoria di sottosuolo: C
- Categoria topografica: T3

Pertanto, valutati i parametri spettrali ag, F0 e T*c per il sito di progetto (approccio "sito-dipendente") eventualmente corretti per il calcolo del periodo di ritorno necessario, incrementati eventualmente per l'amplificazione stratigrafica e topografica e sulla base della classe d'uso della costruzione, sarà possibile definire gli spettri orizzontali e verticali, necessari per la stima dell'azione sismica di progetto.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Il modello di riferimento per la risposta dell'azione sismica in superficie è definito dallo spettro di risposta elastico in accelerazione. Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima ag su sito di riferimento rigido orizzontale. Il moto può decomporsi in tre componenti ortogonali di cui una verticale. In via semplificata gli spettri delle due componenti orizzontali possono considerarsi eguali ed indipendenti. La componente verticale viene considerata solo nei casi previsti dal capitolo 7 delle NTC 2018. Sia la forma spettrale che il valore di ag variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR.

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro deve essere definito da apposite analisi ovvero l'azione sismica deve essere descritta mediante accelerogrammi.

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \le T < T_B \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \le T < T_C \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \le T < T_D \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \le T \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T ed Se sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:
S = è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente: S = SS *ST , essendo SS il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.IV) e ST il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.V);

η = fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%, mediante la relazione:

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \ge 0{,}55,$$

dove η (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione (la formula sopra riportata va applicata per smorzamenti convenzionali diversi dal 5% poiche' per η = 5% (smorzamento convenzionale) il parametro vale 1).

Fo = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

TC = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da TC =CC -T*C ,
dove CC è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.IV);

TB = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, TB =TC /3 ,

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

TD = periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4{,}0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1{,}6.$$

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_S e di C_C*

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1{,}00 \le 1{,}40 - 0{,}40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1{,}20$	$1{,}10 \cdot (T_C^*)^{-0{,}20}$
C	$1{,}00 \le 1{,}70 - 0{,}60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1{,}50$	$1{,}05 \cdot (T_C^*)^{-0{,}33}$
D	$0{,}90 \le 2{,}40 - 1{,}50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1{,}80$	$1{,}25 \cdot (T_C^*)^{-0{,}50}$
E	$1{,}00 \le 2{,}00 - 1{,}10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1{,}60$	$1{,}15 \cdot (T_C^*)^{-0{,}40}$

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \le T < T_B \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \le T < T_C \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \le T < T_D \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \le T \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T e Sve sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0{,}5}$$

I valori di ag, Fo, S, η sono stati in precedenza definiti per le componenti orizzontali; i valori di SS, TB, TC e TD, salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VII.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Tab. 3.2.VI - *Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale*

Categoria di sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati in Tab. 3.2.V.

Le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso un fattore riduttivo delle forze elastiche, denominato fattore di comportamento q che tiene conto della capacità dissipativa anelastica della struttura.

L'azione sismica di progetto Sd(T) è in tal caso data dallo spettro di risposta elastico, con le ordinate ridotte utilizzando il fattore q.

I valori numerici del fattore q vanno definiti in funzione dei materiali, delle tipologie strutturali, del loro grado di iperstaticità, della duttilità attesa e della interazione terreno-struttura.

Gli stati limiti di esercizio da considerare sono:
lo Stato Limite di Danno (SLD).
Gli stati limiti ultimi da considerare sono:
lo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV).

Secondo quanto proposto all'allegato B del D.M.I.T. del 14.01.2008 considerate le coordinate geografiche del sito (43.553625, 12.830735) nel sistema WGS84 GOOGLE (convertite in automatico dal programma di calcolo in coordinate nel sistema di riferimento ED50 previsto dalla NTC 2008) si ottengono i seguenti parametri sismici e il seguente grafico dello spettro di risposta elastico (diagramma che riporta in funzione del periodo proprio della costruzione l'accelerazione assoluta massima su una struttura elastica lineare ad un grado di libertà soggetta al sisma) della componente orizzontale relativo allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV)) e allo stato limite di danno (SLD):

SLD

Attivo	SI
Pvr	0,63
Tr	50
Ag/g	0,07
Fo	2,438352
T'c	0,29
Fv	0,8751475
TB	0,1527125
TC	0,4581376
TD	1,882724
Ss	1,5
Spost.Rel	0.005 h
Verif. Resist.	NO

SLV

Attivo	SI
Pvr	0,1
Tr	475
Ag/g	0,174
Fo	2,438572
T'c	0,33
Fv	1,373249
TB	0,1665223
TC	0,4995669
TD	2,296017
Ss	1,445407
Spost.Rel	NESSUNO

AZIONE TERMICA

Poiché' la temperatura non costituisce azione fondamentale per la sicurezza si considera un valore di

$$\Delta Tu = +- 15$$

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot\psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot\psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} +$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad :

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Qkj che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e se del caso i carichi G2.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- lo stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

4.3 CONDIZIONI DI STATO LIMITE ULTIMO (S.L.U.)

La combinazione di carico statica e' legata alla formula seguente definita dalla norma come combinazione fondamentale per gli stati limite ultimi:

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot\psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot\psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

dove:
G1 = peso proprio degli elementi strutturali;
G2 = peso proprio degli elementi non strutturali;
P = precompressione;
Qk1 = azione variabile dominante rappresentata dal valore caratteristico dell'azione variabile;
Qk2, Qk3 = azioni variabili che possono agire contemporaneamente alla dominante;
ψ_{0i}, ψ_{1i}, ψ_{2i} = rappresentano i coefficienti di combinazione, da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche, per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici i cui valori sono forniti dalla seguente tabella:

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B – Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

γ_P = coefficienti parziale precompressione = 1;
γ_{G1}, γ_{G2}, γ_{G2}, γ_{Q1} = rappresentano i coefficienti parziali forniti dalla tabella seguente:

Tab. 2.6.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU*

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali G_2 (1)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Si fa riferimento a tre diversi stati limite ultimi (EQU, STR, e GEO) che tengono conto rispettivamente dell'equilibrio come corpo rigido, della resistenza strutturale anche in fondazione e dello stato limite di resistenza del terreno. Per quello che riguarda la combinazione per gli stati limite ultimi STR e GEO, il DM18 propone due approcci (A1, A2), il primo approccio prevede due diverse combinazioni, la prima delle quali, condizionante il dimensionamento strutturale, prevede l'utilizzo dei coefficienti presenti in colonna A1 per tutte le azioni, la seconda combinazione condizionante il dimensionamento geotecnico, prevede l'impiego dei coefficienti presenti in colonna A2.

Il secondo approccio prevede un'unica combinazione con l'impiego dei coefficienti presente in colonna A1 per le azioni.

Nel presente caso si utilizza l'approccio progettuale A2.
La combinazione di carico da utilizzarsi nelle verifiche sismiche e' quella indicata dalla formula seguente: $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$
dove: E = azione sismica.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

CONDIZIONI DI STATO LIMITE DI ESERCIZIO (S.L.E.)

Le azioni di calcolo *Fd* si ottengono combinando le azioni caratteristiche secondo le seguenti forme di correlazione:

Combinazioni di carico statiche:

– Combinazione rara:

$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots$

– Combinazione frequente:

$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \ldots$

– Combinazione quasi permanente:

$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} +$

dove:
G1 = peso proprio degli elementi strutturali;
G2 = peso proprio degli elementi non strutturali;
P = precompressione;
Qk1 = azione variabile dominante rappresentata dal valore caratteristico dell'azione variabile;
Qk2, Qk3 = azioni variabili che possono agire contemporaneamente alla dominante;
ψ_{0i}, ψ_{1i}, ψ_{2i} = rappresentano i coefficienti di combinazione, da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche, per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici i cui valori sono forniti dalla tabella riportata in precedenza.

La combinazione di carico da utilizzarsi nelle verifiche sismiche di esercizio e' quella indicata dalla formula seguente:

$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$

Gli stati limiti di esercizio da considerare nel presente caso (classe d'uso II) sono:lo Stato Limite di Danno (SLD).
Gli stati limiti ultimi da considerare nel presente caso (classe d'uso II) sono: lo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV).

Tabella C7.1.I - Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso.

SL	Descrizione della prestazione	Riferimento Norme	Classe d'uso			
			I	II	III	IV
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	§ 7.3.7.2			x	x
	Funzionalità degli impianti	§ 7.3.7.3			x	x
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§ 7.3.7.1			x	x
	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	§ 7.3.7.2	x	x		
	Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno	§ 7.11.5.3	x	x	x	x
	Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno	§ 7.11.6.2.2	x	x	x	x
SLV	Assenza di martellamento tra strutture contigue	§ 7.2.2	x	x	x	x
	Resistenza delle strutture	§ 7.3.6.1	x	x	x	x
	Duttilità delle strutture	§ 7.3.6.2	x	x	x	x
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§ 7.3.6.3	x	x	x	x
	Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti	§ 7.3.6.3	x	x	x	x
	Stabilità del sito	§ 7.11.3	x	x	x	x
	Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati	§ 7.11.4	x	x	x	x
	Resistenza del sistema fondazione-terreno	§ 7.11.5.3	x	x	x	x
	Stabilità dei muri di sostegno	§ 7.11.6.2.2	x	x	x	x
	Stabilità delle paratie	§ 7.11.6.3.2	x	x	x	x
	Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi	§ 7.11.6.4.2	x	x	x	x
SLC	Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate	§ 7.2.1	x	x	x	x
	Capacità di spostamento degli isolatori	§ 7.10.6.2.2	x	x	x	x

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

REALIZZAZIONE NUOVO MURO IN C.A. CIMITERIALE

Si prevede con il suddetto progetto esecutivo la realizzazione di una parete di altezza fuori terra pari a 2,50 m e lunga 8,00 m al fine di prolungare parzialmente il muro perimetrale cimiteriale.

L'armatura di progetto è la seguente:

MURO:

- armatura longitudinale: fi quattordici ogni venti ambo i lati;
- armatura di ripartizione: fi otto orizzontali ogni 20 ambo i lati;
- spessore 0,25m;

FONDAZIONE:

- armatura longitudinale: fi quattordici longitudinali 4*2;
- staffe: fi otto ogni 20;
- Dimensioni: 0,80*0,40.

I materiali di progetto sono i seguenti:

- *cls: C25/30, S4;*
- *barre: B450C.*

In base al D.M. 17.01.2018 la domanda relativa all'azione sismica può essere calcolata con la seguente espressione:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

essendo:
Fa = forza sismica;
Wa = peso dell'elemento;
Sa = accelerazione massima adimensionalizzata rispetto a quella di gravità che l'elemento subisce durante il sisma per lo stato limite in esame ;
q_a = 3 (vedi paragrafo 7.8.1.5.2 NTC08) = fattore di struttura.

In mancanza di analisi più accurate Sa può essere calcolato con la seguente formula:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[1{,}5 \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) - 0{,}5\right] \geq \alpha \cdot S$$

essendo:

α = rapporto tra accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo di tipo A e l'accelerazione di gravità;
S = coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo e delle condizioni topografiche;
Z = quota del baricentro dell'elemento misurata dalle fondazioni;
H = altezza della costruzione misurata dalle fondazioni.

Nel caso del meccanismo locale che può subire il muro da realizzare si determina quanto segue (S=Ss*St=1,445*1,2=1,734):

Sa = 0,174*1,734*(1,5*(1+1,5/3,00)-0,5) = 0,5280;

La forza sismica risulta essere inferiore all'azione del vento.

Fa = 0,528*2500*0,25*1*3/3 = 330 daN.

In questo caso il dimensionamento viene eseguito in base all'azione del sisma in quanto la Forza generata dal vento è pari a=94 daN/mq*1m*3m==282 daN risultando minore.

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Si considera l'effetto simultaneo dei carichi variabili e permanenti:
1,3*Peso Proprio + 1,3 * Sovraccarico Permanente + 1,5* Sovraccarico Variabile
Si esegue una verifica a flessione considerando il muro soggetto al seguente momento massimo:

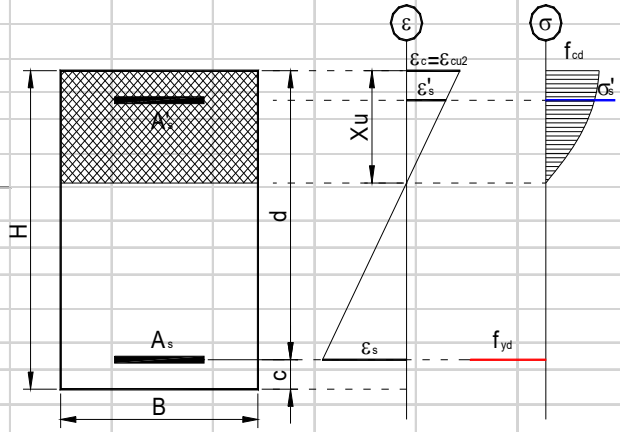
Mmax = 1,5*330*(1,5) = 742,5 daNm

Verifica a flessione secondo D.M. 17/02/2018 "Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)"

Oggetto : TRAVE 100x25

Caratteristiche della sezione

GEOMETRIA	H	=	25	cm	altezza sezione
	B	=	100	cm	larghezza sezione
	c	=	3,7	cm	copriferro (distanza armatura dal lembo teso/compresso)
	d	=	21	cm	altezza utile
	A_c	=	2.500	cm^2	area cls
ARMATURA COMPRESSA 1	n°	=	5,0		
	Φ	=	14	mm	
	$A'_{s,1}$	=	770	mm^2	
ARMATURA COMPRESSA 2	n°	=	0,0		
	Φ	=	12	mm	
	$A'_{s,2}$	=	0	mm^2	
ARMATURA COMPRESSA 1+2	A'_s	=	770	mm^2	
ARMATURA TESA 1	n°	=	5,0		
	Φ	=	14	mm	
	$A_{s,1}$	=	770	mm^2	
ARMATURA TESA 2	n°	=	0,0		
	Φ	=	0	mm	
	$A_{s,2}$	=	0	mm^2	
ARMATURA TESA 1+2	A_s	=	770	mm^2	



Calcolo termini adimensionali

	ω	=	0,100		rapporto meccanico d'armatura tesa
	ω'	=	0,100		rapporto meccanico d'armatura compressa
	δ'	=	0,174		distanza armatura dal lembo compresso
	k	=	1,048		
	k'	=	0,000		
	ξ_μ	=	0,130		posizione asse neutro
	ε_s	=	23,50	‰	deformazione acciaio
	μ_{Rd}	=	0,099		momento resistente ridotto
	M_{Rd}	**=**	**63,6**	**kNm**	momento resistente SLU

Mrd>Med = 63,6 kNm > 7,4 kNm **VERIFICA**

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Si calcola il corrispondente taglio massimo:

Tmax= 1,5*330 = 495 daN

Verifica a taglio secondo D.M. 17/02/2018 "Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)"

Oggetto : TRAVE 100x25

Caratteristiche della sezione					
GEOMETRIA	H	=	25 cm		altezza sezione
	b_w	=	100 cm		larghezza sezione
	h'	=	3,7 cm		copriferro
	d	=	21,3 cm		altezza utile
ARMATURA TESA	ϕ	=	14 mm		diametro armatura
	n°	=	5		numero barre
	A_s	=	7,7 cm^2		area dell'armatura tesa
	ρ_l	=	0,0031		rapporto geometrico d'armatura longitudinale (≤0,02)
AZIONI DI COMPRESSIONE	N_{Ed}	=	0 kN		valore di calcolo della compressione assiale (se presente)
	σ_{cp}	=	0,00 Mpa		tensione media di compressione

Resistenza senza armatura a taglio

RESISTENZA SENZA ARMATURA A TAGLIO **V_{Rd} = 103 kN**

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \max\left\{\left[0{,}18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}\right] b_w \cdot d;\ (v_{min} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d\right\} \quad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$k = 1 + (200/d)^{1/2} \le 2$

$v_{min} = 0{,}035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$

Vrd>Ved = 103,0 kN > 4,95 kN **VERIFICA**

VERIFICA A RIBALTAMENTO SEMPLICE

Si effettua la verifica al ribaltamento semplice del muro perimetrale di nuova costruzione. A vantaggio di sicurezza si trascura la spinta del terreno.

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	b m	h m	l m	kg/mc			coeff	PESO daN	braccio m	Momento daNm
PESO PROPRIO - MURO	0,25	3,00	1,00	2500,00			1,00	1875,00	0,40	750,00
PESO PROPRIO - FONDAZIONE	0,80	0,40	1,00	2500,00			1,00	800,00	0,40	320,00
	b m	h m	l m	kg/mc	Sa	q	coeff	**MOMENTO STABILIZZANTE**		**1070,00**
FORZA SISMICA - MURO	0,25	3,00	1,00	2500,00	0,53	3,00	1,50	495,00	1,90	940,50
FORZA SISMICA - FONDAZIONE	0,50	0,40	1,00	2500,00	0,53	3,00	1,50	132,00	0,20	26,40
								MOMENTO RIBALTANTE		**966,90**

La nuova parete verifica al ribaltamento semplice (equilibrio delle forze).

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

REALIZZAZIONE CORDOLO E PILASTRINI IN C.A. PER APERTURA

Si prevede con il suddetto progetto esecutivo la realizzazione di due pilastrini in C.A. di altezza fuori terra pari a 2,50 m di dimensioni 0,30*0,55 al fine di prolungare parzialmente il muro perimetrale cimiteriale.

L'armatura di progetto è la seguente:

PILASTRI:

- 3+3.f14;
- staffe fi 8 ogni 20.

CORDOLO:

- 3+3.f14;
- staffe fi 8 ogni 20.

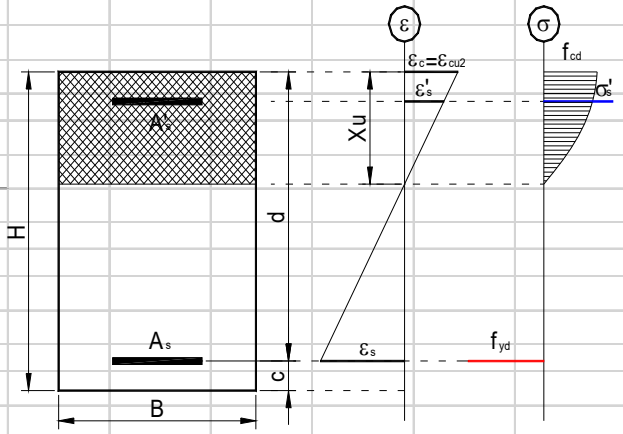
L'azione del vento sul pilastro è un carico uniforme di 28,2 daN/m (94*0,3).
L'azione sismica sul pilastro è un carico uniforme di 0,528*2500*0,3*0,55*1/3 = 72,6 daN/m.

Anche nel caso del pilastro l'azione del sisma predomina su quella del vento.
Mmax (vento) = 28,2*2,5*1,5 = 105,75 daN*m
Mmax (sisma) = 72,6*2,5*1,5 = 272,25 daN*m

Verifica a flessione secondo D.M. 17/02/2018 "Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)"

Oggetto : TRAVE 55x30

Caratteristiche della sezione					
GEOMETRIA	H	=	30	cm	altezza sezione
	B	=	55	cm	larghezza sezione
	c	=	3,7	cm	copriferro (distanza armatura dal lembo teso/compresso)
	d	=	26	cm	altezza utile
	A_c	=	1.650	cm^2	area cls
ARMATURA COMPRESSA 1	n°	=	3,0		
	Φ	=	14	mm	
	$A'_{s,1}$	=	462	mm^2	
ARMATURA COMPRESSA 2	n°	=	0,0		
	Φ	=	12	mm	
	$A'_{s,2}$	=	0	mm^2	
ARMATURA COMPRESSA 1+2	A'_s	=	462	mm^2	
ARMATURA TESA 1	n°	=	3,0		
	Φ	=	14	mm	
	$A_{s,1}$	=	462	mm^2	
ARMATURA TESA 2	n°	=	0,0		
	Φ	=	0	mm	
	$A_{s,2}$	=	0	mm^2	
ARMATURA TESA 1+2	A_s	=	462	mm^2	



Calcolo termini adimensionali					
	ω	=	0,089		rapporto meccanico d'armatura tesa
	ω'	=	0,089		rapporto meccanico d'armatura compressa
	δ'	=	0,141		distanza armatura dal lembo compresso
	k	=	1,055		
	k'	=	0,000		
	ξμ	=	0,115		posizione asse neutro
	εs	=	26,82	‰	deformazione acciaio
	μRd	=	0,089		momento resistente ridotto
	M_{Rd}	**=**	**47,7**	**kNm**	momento resistente SLU

Mrd>Med = 47,7 kNm > 2,72 kNm **VERIFICA**

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Si calcola il corrispondente taglio massimo:

Tmax= 1,5*(72,6*2,5) = 272,25 daN

Verifica a taglio secondo D.M. 17/02/2018 "Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)"

Oggetto : TRAVE 55x30

Caratteristiche della sezione

GEOMETRIA	H	=	30	cm	altezza sezione
	b_w	=	55	cm	larghezza sezione
	h'	=	3,7	cm	copriferro
	d	=	26,3	cm	altezza utile
ARMATURA TESA	ϕ	=	14	mm	diametro armatura
	n°	=	3		numero barre
	A_s	=	4,6	cm^2	area dell'armatura tesa
	ρ_l	=	0,0028		rapporto geometrico d'armatura longitudinale (≤0,02)
AZIONI DI COMPRESSIONE	N_{Ed}	=	0	kN	valore di calcolo della compressione assiale (se presente)
	σ_{cp}	=	0,00	Mpa	tensione media di compressione

Resistenza senza armatura a taglio

RESISTENZA SENZA ARMATURA A TAGLIO **V_{Rd} = 65 kN**

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \max\left\{\left[0{,}18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}\right] b_w \cdot d;\ (v_{min} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d\right\} \quad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$k = 1 + (200/d)^{1/2} \le 2$

$v_{min} = 0{,}035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$

Vrd>Ved = 65,0 kN > 2,72 kN **VERIFICA**

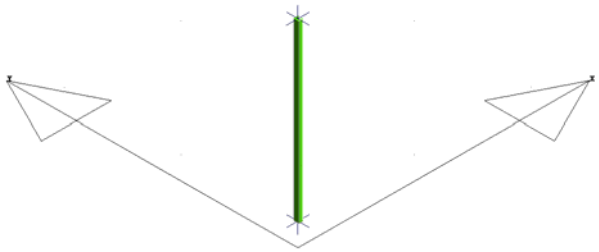
Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

CALCOLO DELLA PIANTANA DELLA RECINZIONE PROVVISORIA

La recinzione provvisoria è composta alla base da blocchi new jersey per altezza 1 m e al di sopra degli stessi si erge la struttura con piantane in acciaio e lamiera grecata. La parte metallica verrà realizzata da elementi in **acciaio strutturale S275 JR**, in particolare:

- **UPN 40** costituiti da UPN doppie per ogni campata;
- **Lamiera grecata** costituito da lamiera grecata da 6/10;
- **piastre di base** costituite da tre piatti metallici di spessore 5 mm e dimensioni 100 mm x 100 mm;
- **barre filettate** di classe 8,8 sezione M16.

La piantana caratterizzata da UPN 40 è stata calcolata mediante e caratterizzato dagli elementi pocanzi descritti è stato modellato all'interno del software di calcolo STS CDS WIN Rel. 2022, di cui di seguito si allega la vista tridimensionale dello stesso.



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE:

- Larghezza: 2,0 m - Altezza: 1,50 m;
- Tipologia sezioni:
    - UPN 40x35;

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE:

- Acciaio strutturale - zincato a caldo;
- Classe di resistenza S275 JR;

CARICHI:

- CARICHI PERMANENTI: peso proprio calcolato in automatico;
- CARICHI VARIABILI: VENTO = 94 daN/mq*2/2=94 daN/m applicato a tutta l'altezza del paletto metallico;

I coefficienti considerati nella combinazione sono 1,3 per i carichi propri, 1,3 per i carichi permanenti e 1,5 per i carichi variabili.

Si esegue il calcolo statico del telaio di recinzione con l'ausilio del software di calcolo CDS-WIN prodotto dalla STS.

STAMPA PROGETTO S.L.U. - ACCIAIO + VERIFICA S.L.E.

VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D

DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tratto	Cmb N.r	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxplRd Kg	VyplRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Sez.N. 10	2	1,50	1	0	0	0	0	0	0	14091	203	180	5511	2624	27	2273	0	
U40*35	qn=	-94	1	-5	-40	0	0	-106	0	14091	203	180	5511	2624	27	2273	20	
Asta: 1	2	0,00	1	-9	-159	0	0	-211	0	14091	203	180	5511	2624	27	2273	78	
Instab.:l= 150,0		ß*l=150,0		-9	119	0	cl=1	ε=0,92	lmd=148	Rpf= 59	Rft= 66	Wmax/rel/lim=20,1		3,2	15,0	mm		

Il paletto UPN 40x35 risulta verificato.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

VERIFICA DELLE UNIONI BULLONATE VERIFICA A TAGLIO

Si considera il taglio agente di 5510 daN.

Si esegue la verifica della giunzione sollecitata a taglio. Si considera il taglio massimo agente sulla giunzione ripartito omogeneamente per ogni bullone:

$$F_{v,Ed} = \frac{5511}{1} = 5511\,daN = 55110{,}0\,N$$

RESISTENZA A TAGLIO SINGOLO BULLONE DI CLASSE 8.8

$$F_{v,Rd} = 0{,}6 \cdot f_{tbk} \cdot \frac{A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Con:

- A_{res} = area resistente della vite e si adotta quando il piano di taglio interessa la parte filettata della vite che per bulloni M16 = 157,0 mmq. Nel caso in cui il piano di taglio interessa il gambo non filettato al posto di A_{res} si introduce nella formula A che indica l'area nominale del gambo.

CARATTERISTICHE BULLONI

d	p	A_{res}	A	A_{res}/A	d	p	A_{res}	A	A_{res}/A
8	1.25	38.6	50.3	0.77	33	3.5	694	855	0.81
10	1.50	58.0	78.5	0.74	36	4.0	817	1018	0.80
12	1.75	84.3	113	0.75	39	4.0	976	1195	0.82
14	2.00	115	154	0.75	42	4.5	1120	1385	0.81
16	2.00	157	201	0.78	45	4.5	1310	1590	0.82
18	2.50	192	254	0.75	48	5.0	1470	1810	0.81
20	2.50	245	314	0.78	52	5.0	1760	2124	0.83
22	2.50	303	380	0.80	56	5.5	2030	2463	0.82
24	3.00	353	452	0.78	60	5.5	2360	2827	0.83
27	3.00	459	573	0.80	64	6.0	2680	3217	0.83
30	3.50	581	707	0.82	68	6.0	3060	3632	0.84

d Diametro Bullone (mm.)
p Passo filettatura (mm.)
Ares Area Resistente (mmq.)

- f_{tbk} = indica la resistenza a rottura del materiale impiegato per realizzare il bullone, nel caso di bullone classe 8.8 è pari a 800 N/mm2 - come indicato nella seguente tabella 11.3.XIII.b delle NTC 2018

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{tb} (N/mm²)	400	400	500	500	600	800	1000

- γ_{M2} = si determina dalla seguente tabella 4.2. XIV – *Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni* delle NTC 2018, ed è pari a 1,25

Tab. 4.2. XIV - *Coefficienti di sicurezza per la verifica delle unioni.*

Resistenza dei bulloni	$\gamma_{M2} = 1{,}25$
Resistenza dei chiodi	
Resistenza delle connessioni a perno	
Resistenza delle saldature a parziale penetrazione e a cordone d'angolo	
Resistenza dei piatti a contatto	
Resistenza a scorrimento: per SLU	$\gamma_{M3} = 1{,}25$
per SLE	$\gamma_{M3} = 1{,}10$
Resistenza delle connessioni a perno allo stato limite di esercizio	$\gamma_{M6,ser} = 1{,}0$
Precarico di bullone ad alta resistenza con serraggio controllato	$\gamma_{M7} = 1{,}0$
con serraggio non controllato	$\gamma_{M7} = 1{,}10$

Pertanto:

$$F_{v,Rd} = 0{,}6 \cdot 800 \cdot \frac{157}{1{,}25} = 60.288\,N > 55.110\,N \rightarrow VERIFICATO$$

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Il bullone M16 classe 8.8 riesce ad assorbire le azioni della struttura.

La resistenza di progetto a rifollamento $F_{b,Rd}$ del piatto dell'unione, bullonata o chiodata, può essere assunta per ogni bullone pari a:

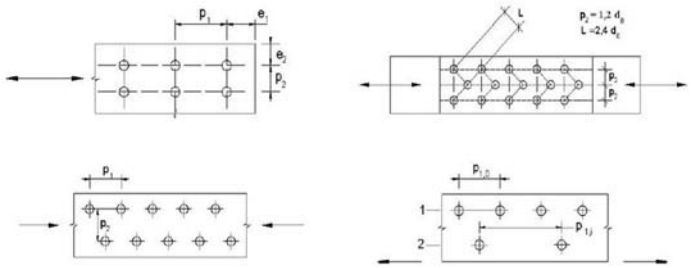
$$F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot \frac{t}{\gamma_{M2}}$$

Con:

- d = è il diametro nominale del gambo del bullone,
- t = è lo spessore della piastra collegata,
- f_{tk} = è la resistenza a rottura del materiale della piastra collegata (in questo caso S275 quindi 430 MPa),
- α=min {e1/(3 d0) ; f_{tbk}/f_{tk}; 1} per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato,
- α=min {p1/(3 d0) – 0,25 ; f_{tbk}/f_{tk}; 1} per bulloni interni nella direzione del carico applicato,
- k=min {2,8 e2/d0 – 1,7 ; 2,5} per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato,
- k=min {1,4 p2 / d0 – 1,7 ; 2,5} per bulloni interni nella direzione perpendicolare al carico applicato,

essendo e1 , e2 , p1 e p2 indicati in Fig. 4.2.5 e d0 il diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone.

Fig. 4.2.5 - *Disposizione dei fori per le realizzazione di unioni bullonate o chiodate*



In fase di progetto la posizione dei fori è stata verificata secondo quanto indicato dalla Tabella 4.2.XVIII-Posizione dei fori per unioni bullonate e chiodate:

Tab. 4.2.XVIII - *Posizione dei fori per unioni bullonate e chiodate.*

Distanze e interassi (Fig. 4.2.5)	Minimo	Massimo		
		Unioni esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni non esposte a fenomeni corrosivi o ambientali	Unioni di elementi in acciaio resistente alla corrosione (UNI EN10025-5)
e_1	1,2 d_0	4t+40 mm	-	max(8t;12 mm)
e_2	1,2 d_0	4t+40 mm	-	max(8t;125 mm)
p_1	2,2 d_0	min(14t;200 mm)	min(14t;200 mm)	min(14t;175 mm)
$p_{1,0}$	-	min(14t;200 mm)	-	-
$p_{1,i}$	-	min(28t;400 mm)	-	-
p_2	2,4 d_0	min(14t;200 mm)	min(14t;200 mm)	min(14t;175 mm)

L'instabilità locale del piatto posto tra i bulloni/chiodi non deve essere considerata se $(p_1/t)<[9(235/fy)^{0.5}]$: in caso contrario si assumerà una lunghezza di libera inflessione pari a $0.6 \cdot p_1$.

t è lo spessore minimo degli elementi esterni collegati.

Considerando le condizioni di installazione si determinano:

- α=1
- k=2,5
- t =5 mm

Pertanto:

$$F_{b,Rd} = 2{,}5 \cdot 1 \cdot 430 \cdot 16 \cdot \frac{5}{1{,}25} = 68.800N > 55.110\,N \rightarrow VERIFICATO$$

La resistenza di progetto complessiva della singola unione a taglio è perciò data da min (Fv,Rd; Fb,Rd) e pertanto nel presente caso da :

$F_{v,Rd}$ = min (60.288 N , 68.800 N) = 55.110 N Resistenza a taglio di ogni bullone

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

VERIFICA DELL'INGHISAGGIO

Per l'ancoraggio delle piastre si disporranno 2 barre filettate classe 8.8 M 16 (8.8) con con iniezione con resina MCS DIAMOND della BERNER a base vinilestere o equivalente per una profondità 100 mm.

Sistema a iniezione MCS DIAMOND con barre filettate MCS Plus A (classe 8.8)

Carichi ammissibili per un ancorante singolo in calcestruzzo C20/25 non fessurato e in foro a rotopercussione

Per la progettazione deve essere consultato il Benestare Tecnico Europeo ETA – 11/0033.

Tipo	Classe resistenza	Coppia di serraggio T_{inst} [Nm]	Interasse minimo s_{min} [mm]	Distanza bordo minima c_{min} [mm]	Calcestruzzo non fessurato – Carico ammissibile a trazione N_{amm} [kN] – Profondità di ancoraggio efficace															Carico amm. Taglio V_{amm} [kN]
					60 [mm]	70 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	100 [mm]	120 [mm]	160 [mm]	200 [mm]	220 [mm]	260 [mm]	300 [mm]	400 [mm]	500 [mm]	550 [mm]	600 [mm]	630 [mm]	
M8	8.8	10	40	40	11,2	13,4	**14,3**	14,3	14,3	14,3	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,6
M10	8.8	20	45	45	11,2	14,1	17,2	**20,5**	22,4	22,4	22,4	22,4		-	-	-	-	-	-	-	13,1
M12	8.8	40	55	55	-	14,1	17,2	20,5	**24,0**	31,6	32,4	32,4	32,4	-	-	-	-	-	-	-	19,4
M14	8.8	60	60	60	-	-	17,2	20,5	**24,0**	31,6	43,8	43,8	43,8	43,8	-	-	-	-	-	-	26,3
M16	8.8	60	65	65	-	-	17,2	20,5	24,0	**31,6**	48,7	60,0	60,0	60,0	60,0	-	-	-	-	-	34,4
M20	8.8	120	85	85	-	-	-	20,5	24,0	31,6	**48,7**	68,0	78,5	93,3	93,3	93,3	-	-	-	-	41,1
M22	8.8	135	95	95	-	-	-	-	20,0	26,3	40,6	**56,7**	65,4	84,0	104,1	115,7	-	-	-	-	43,1
M24	8.8	150	105	105	-	-	-	-	20,0	26,3	40,6	**56,7**	65,4	84,0	104,1	134,3	-	-	-	-	45,2
M27	8.8	200	120	120	-	-	-	-	-	26,3	40,6	56,7	**65,4**	84,0	104,1	160,3	175,2	-	-	-	54,0
M30	8.8	300	140	140	-	-	-	-	-	26,3	40,6	56,7	65,4	**84,0**	104,1	160,3	213,8	213,8	213,8	-	63,2
M36	8.8	400	180	180	-	-	-	-	-	-	40,6	56,7	65,4	84,0	**104,1**	160,3	224,1	-	-	-	83,1
M39	8.8	450	195	195	-	-	-	-	-	-	40,6	56,7	65,4	84,0	104,1	**160,3**	224,1	258,5	-	-	93,7
M42	8.8	450	200	200	-	-	-	-	-	-	-	56,7	65,4	84,0	104,1	160,3	**224,1**	258,5	294,5	316,9	104,7

Si considerano bulloni (profondità di ancoraggio efficace h_{ef}= 100 mm):

$$V_{rd} = V_{amm} \cdot N_t = 34{,}4 \cdot 2 = 68{,}8\ kN \geq V_{s,y} = 55\ kN \rightarrow VERIFICATO$$

VERIFICA DELLE SALDATURE

Si verificano le saldature a cordone d'angolo alla base delle UPN 40x35 che costituiscono i montanti, che uniscono i piatti di ancoraggio e i profili stessi.

Si considera acciaio strutturale di classe S275 (cautelativamente la verifica viene fatta con S235), altezza di gola delle saldature pari a 5 mm per una lunghezza su due lati di 10 cm.

Si adotta cautelativamente il criterio semplificato:

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1$$

In cui $F_{w,Ed}$ è la forza di calcolo che sollecita il cordone per unità di lunghezza e $F_{w,Rd}$ è la resistenza di calcolo del cordone d'angolo per unità di lunghezza. Per il calcolo di $F_{w,Ed}$, si considera il rapporto tra la sollecitazione di taglio $F_{v,Ed}$ e la lunghezza del cordone d'angolo 1:

$$F_{w,Ed} = \frac{F_{v,Ed}}{1} = \frac{55100}{100} = 551{,}0\,\frac{N}{mm}$$

Di seguito si riporta l'espressione per il calcolo di $F_{w,Rd}$:

$$F_{w,Rd} = a \cdot \frac{f_{tk}}{\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2}} = 5 \cdot \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 0{,}80 \cdot 1{,}25} = 1039\,\frac{N}{mm}$$

Dove:
a= altezza di gola pari a 5 mm;
ftk = resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati;
β= 0,80 per acciaio S235;
γM2=coefficiente di sicurezza per la resistenza delle saldature pari a 1,25.

Pertanto:

$$\frac{551}{1039} = 0{,}5 \leq 1 \rightarrow VERIFICATO$$

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

RELAZIONE SUI MATERIALI

La presente relazione è stata redatta ai sensi dell'art. 65 del D.P.R. n. 380 del 06.06.2001 e delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 17.01.2018.

I materiali ed i prodotti per uso strutturale ove incorporati permanentemente in un'opera devono soddisfare **in maniera prioritaria** il requisito base delle opere n.1 "resistenza meccanica e stabilità" di cui all'Allegato 1 del Regolamento UE 305/2011.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati* sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Il Direttore dei Lavori deve acquisire la documentazione di accompagnamento nonché la documentazione che attesti la identificazione e la qualificazione del prodotto differente a seconda dei seguenti casi:

A) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata (del tipo hEN) i cui riferimenti devono essere già pubblicati sulla GUUE. Ciascuna norma armonizzata ha un periodo di coesistenza nel quale l'applicazione della stessa non è obbligatoria. Al termine di tale periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della **"DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (DoP)"** e della **"MARCATURA CE" .**
B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non esiste alcuna norma armonizzata o nel caso in cui esista non sia ancora terminato il periodo di coesistenza cioè di applicazione volontaria della stessa. In questo caso l'identificazione e la qualificazione devono avvenire attraverso le procedure indicate dal D.M. 17.01.2018 per ciascun materiale. E' fatto salvo il caso in cui il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE.
C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non ricadenti nelle precedenti tipologie A) e B). In tali casi il produttore **dovrà** pervenire alla marcatura CE sulla base della pertinente **"Valutazione Tecnica Europea" (ETA)** ovvero dovrà ottenere un **CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA** rilasciato dal Presidente del Consiglio dei Lavori Pubblici.

Al fine di identificare l'identificazione, la qualificazione e la tracciabilità dei materiali e prodotti per uso strutturale, il fabbricante o altro operatore economico (importatore, distributore o mandatario) ai sensi del Regolamento UE 305/2011 è **tenuto a fornire copia della documentazione di identificazione e qualificazione** (casi A, B, C) i cui estremi devono essere riportati anche **sui documenti di trasporto**, dal fabbricante fino al cantiere, comprese le eventuali fasi di commercializzazione intermedia, riferiti alla specifica fornitura.

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è **onere del Direttore dei Lavori**, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché qualora ritenuto necessario, copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Cap oVII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, **il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi** del possesso e del regime di validità della documentazione di

qualificazione (caso B) o del Certificato di Valutazione Tecnica (caso C). I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore del D.M. 17.01.2018, fino al termine della loro validità.

Il Direttore dei Lavori nell'ambito dell'accettazione dei materiali, prima della loro installazione dovrà verificare
che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché dovrà accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla presente Relazione sui materiali.
La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il divieto di impiego del materiale o prodotto.

I materiali e prodotti per uso strutturale potranno essere impiegati dalla Impresa appaltatrice nella costruzione solo dopo la sottoscrizione di un verbale di accettazione da parte del Direttore dei Lavori.

Al termine dei lavori che interessano gli elementi strutturali, il Direttore dei Lavori predispone, nell'ambito della Relazione a struttura ultimata di cui all'articolo 65 del DPR.380/01, una sezione specifica relativa ai controlli e prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali, nella quale sia data evidenza documentale riguardo all'identificazione e qualificazione dei materiali e prodotti, alle prove di accettazione ed alle eventuali ulteriori valutazioni sulle prestazioni.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciaio laminato a caldo ad alta duttilità del tipo B450C, ad aderenza migliorata, saldabile, qualificato, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

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

e deve rispettare le condizioni indicate nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1{,}15$ $< 1{,}35$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1{,}25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7{,}5\ \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12$ mm $12 \leq \phi \leq 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm	 4ϕ 5ϕ 8ϕ 10ϕ	

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:
- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 delle NTC 2018.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dmc.

Gli acciai B450C, possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a 16 mm per B450C.

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm. I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio per cemento armato B450C gli elementi base devono avere diametro Ø che rispetta la limitazione: 6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm. Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere: Ø min / Ø Max ≥0,6 .

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm2. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti:
a) da acciai provvisti di specifica qualificazione;
b) da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.11 delle NTC.

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura. Il Direttore dei Lavori al momento dell'accettazione deve rilevare i dati e fornirli al collaudatore che ne farà cenno nel Certificato di collaudo. In caso di assenza dell'etichettatura il Direttore dei Lavori deve rifiutare la fornitura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nella Tab. 11.3.III seguente.

Diametro nominale, (mm)	**$5 \leq \Phi \leq 8$**	**$8 < \Phi \leq 40$**
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	$\pm 4{,}5$

Tutte le forniture di acciaio, provenienti dallo stabilimento di produzione (Produttore), devono essere accompagnate:

A) nel caso sussista l'obbligo della Marcatura CE
- da copia dalla Dichiarazione di prestazione , dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, al destinatario.

B) nel caso non sussista l'obbligo della Marcatura CE
- dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario (la qualificazione ha validita' 5 anni);
- dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, alle colate, al destinatario.

Gli stabilimenti di produzione (Produttori) di acciai qualificati, di cui al precedente caso B, non sono tenuti ad allegare alle forniture copia dei Certificati rilasciati dal Laboratorio incaricato che effettua i controlli periodici di qualità. Si precisa infatti, al riguardo, che i predetti Certificati non sono significativi ai fini della fornitura, trattandosi di documenti riservati al Servizio Tecnico Centrale per i controlli semestrali nell'ambito del mantenimento e rinnovo della qualificazione. Tali Certificati, peraltro, non possono sostituire i Certificati relativi alle prove effettuate a cura del Direttore dei Lavori, che devono essere rilasciati dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 nell'ambito dei controlli obbligatori di cantiere.

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.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Tutte le forniture in cantiere di acciaio, provenienti da un centro di trasformazione, che è un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, ad esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera devono essere accompagnate:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di Denuncia dell'attività del centro di trasformazione, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
b) dall'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. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, lo stesso può prendere visione del registro delle prove di controllo sul quale sono riportati dal Direttore Tecnico i risultati delle prove;
c) da dichiarazione contenenti i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante al centro di trasformazione consistente in copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e dal certificato di controllo interno, in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore che riporterà nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.
I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.
Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove 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 campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni ma ricavati da pannelli diversi) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

Tab. 11.3.VII a) – *Valori di accettazione in cantiere – barre*

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \le f_t / f_y \le 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \ge 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

Tab. 11.3.VII b) – *Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci*

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \le f_t / f_y \le 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \ge 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	≥ Sez. nom. Ø maggiore × 450 × 25%	per acciai B450A e B450C

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal fabbricante, il direttore dei lavori dispone la ripetizione della prova su 6 ulteriori campioni dello stesso diametro.

Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al fabbricante nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli sistematici in stabilimento.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al fabbricante, nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi campioni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.

Inoltre il direttore dei lavori deve comunicare il risultato anomalo al Servizio tecnico centrale.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, delle NTC 2018, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Le barre non dovranno presentare eccessive corrosioni, ossidazioni o difetti superficiali, ne' dovranno essere ricoperte da sostanze che possano ridurre l' aderenza al conglomerato (grassi, olii, terra e fango) e pertanto i fasci o le gabbie verranno scaricati in un luogo reso asciutto da un letto di magrone o di ghiaia lavata.

ACCIAI INOSSIDABILI
È ammesso l'impiego di acciai inossidabili di natura austenitica o austeno-ferritica, purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai per cemento armato B450C, con l'avvertenza di sostituire al termine ft il termine f7%, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento Agt=7%. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

ACCIAI ZINCATI
È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE

Tutti gli acciai per impiego strutturale devono recare la marcatura CE.

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi:
- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U

Prodotti piani:
- lamiere e piatti; - nastri.

Profilati cavi:
- tubi prodotti a caldo.

Prodotti derivati:
- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo); - profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo); - lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

E' consentito l'impiego anche di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche, e composte.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:
modulo elastico E = 210.000 N/mm^2;
modulo di elasticità trasversale G = E / [2* (1 + ν)] N/mm2;
coefficiente di Poisson ν = 0,3;
coefficiente di espansione termica lineare α = 12 x 10-6 per °C-1 (per temperature fino a 100 °C);
densità ρ = 7850 kg/m3.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento fyk e di rottura ftk riportati nelle tabelle seguenti:

Tab. 4.2.I – *Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi*

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tab. 4.2.II - *Laminati a caldo con profili a sezione cava*

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]	f_{yk} [N/mm²]	f_{tk} [N/mm²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		
S460 NH/NHL	460	550		

L'eventuale processo di saldatura dovrà avvenire in base alle indicazioni del paragrafo 11.3.4.5 delle NTC 2018.

Viti a non a serraggio controllato, dadi e rondelle devono essere associati come nella tabella seguente:

Tab. 11.3.XIII.a

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		
5.8			
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10	100 HV min oppure 300 HV min.	
10.9	10 oppure 12		

Il primo numero, moltiplicato per 100 indica il carico unitario di rottura a trazione del materiale della vite, in N/mmq (o MPa); il prodotto dei due numeri

moltiplicato per 10 indica il carico unitario di snervamento, sempre in N/mm2, quindi indica il limite di deformazione elastica; il secondo numero, diviso per 10 indica il rapporto tra i carichi di snervamento e di rottura.

Le tensioni di snervamento fyb e di rottura ftb delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente Tab. 11.3.XIII.a sono riportate nella seguente Tabella. 11.3.XIII.b:

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{tb} (N/mm²)	400	400	500	500	600	800	1000

Viti a a serraggio controllato, dadi e rondelle devono essere associati come nella tabella seguente:

Tab. 11.3.XIV

Sistema	Viti		Dadi		Rondelle	
	Classe di resistenza	Riferimento	Classe di resistenza	Riferimento	Durezza	Riferimento
HR	8.8	UNI EN 14399-1	8	UNI EN 14399-3	300-370 HV	UNI EN 14399 parti 5 e 6
	10.9	UNI EN 14399-3	10	UNI EN 14399-3		
HV	10.9	UNI EN 14399-4	10	UNI EN 14399-4		

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 10263.

I connettori a piolo devono avere le caratteristiche meccaniche di cui al paragrafo 11.3.4.7 delle NTC 2008.

Tutte le forniture di acciaio, provenienti dallo stabilimento di produzione (Produttore), devono essere accompagnate:

A) nel caso sussista l'obbligo della Marcatura CE (laminati, profilati IPE, HE, Ecc.)
- da copia dalla Dichiarazione di prestazione, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, al destinatario.

B) nel caso non sussista l'obbligo della Marcatura CE
- dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario (la qualificazione ha validita' 5 anni);
- dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, alle colate, al destinatario.

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.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Tutte le forniture di acciaio, provenienti da centri di trasformazione che nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica sono i centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo (impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici) i centri di prelavorazione di componenti strutturali, (impianti che ricevono dal produttore

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

di acciaio elementi base (prodotti lunghi o piani) e realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni) le officine di produzione di carpenterie metalliche, le officine di produzione di elementi strutturali di serie e le officine per la produzione di bulloni e chiodi, devono essere accompagnate:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di Denuncia dell'attività del centro di trasformazione, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
b) dall'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. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, lo stesso può prendere visione del registro delle prove di controllo sul quale sono riportati dal Direttore Tecnico i risultati delle prove;
c) da dichiarazione contenenti i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante al centro di trasformazione consistente in copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e dal certificato di controllo interno, in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

- Lamiere grecate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

Se le strutture in acciaio sono saldate in fase di inizio fornitura si dovranno consegnare i documenti previsti dal paragrafo 11.3.4.5 della NTC18.

Nel presente progetto si prevede l'impiego di:
acciaio: S275 o superiore
bulloni: classe 8.8

CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo impiegato per l'esecuzione delle strutture sarà di classe di resistenza minima C50/30 per le strutture di fondazione e C25/30 per le strutture di elevazione (il primo dei valori rappresenta fck (valore caratteristico di resistenza cilindrica a compressione uniassiale misurata su provini di diametro 150 mm. e altezza 300 mm) e il secondo Rck, (valore caratteristico di resistenza cubica a compressione uniassiale misurata su provini cubici di spigolo 150 mm.) ambedue espressi N/mm^2), di classe di consistenza S4 (abbassamento al cono di Abrams).

La classe di esposizione per le strutture di fondazione sarà XC2 (massimo rapporto acqua/cemento = 0,6; minima classe di resistenza C25/30; dosaggio minimo di cemento 300 kg) la classe di esposizione per le strutture di elevazione sarà XC3-XC1. (massimo rapparto acqua/cemento = 0,55; minima classe di resistenza C28/35; dosaggio minimo di cemento 320 kg). Il diametro massimo dell'aggregato dovrà essere pari a 12 mm. (8-12-16-20-22-32-40-63)

Normalmente il diametro massimo dell'inerte deve essere tale che:
1) non superi la dimensione di un quarto della dimensione minima della struttura;
2) deve essere minore dell'interferro meno 5 mm;
3) deve essere minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro (c/1,3).

La dimensione massima dell'aggregato pertanto comporta delle limitazioni sul copriferro e interferro.

La funzione dei copriferri è duplice:
1) Favorire l'adesione tra le barre di armatura e il calcestruzzo teso della sezione che collabora così, nelle sezioni non fessurate, alla resistenza a trazione della sezione;
2) Costituire la protezione delle armature dall'innesco dei fenomeni di corrosione;

Il copriferro nominale di progetto, da indicare obbligatoriamente sui grafici di progetto, è dato da:
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ dove:
c_{nom} = valore nominale di progetto;
c_{min} = valore minimo del copriferro;

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

Δcdev = la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro
Il valore della tolleranza di esecuzione Δcdev, è assunto di norma pari a 10 mm, ma se in cantiere si prevedono controlli di qualità che comportano una accurata verifica in opera degli spessori effettivi del copriferro, nonché del corretto posizionamento delle armature, può assumersi Δcdev=5 mm.

Nel caso si prevedono particolari controlli di qualità e la possibilità di poter scartare gli elementi strutturali con copriferro non conforme (è il caso in cui si usano elementi prefabbricati), può assumersi Δcdev=0.

Il valore minimo del copriferro è dato da:
cmin = MAX (cmin,b ; cmin,dur ; 10 mm) dove:
cmin,b = copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature;
cmin,dur = copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali (durabilità).

Il valore di cmin,b è da assumersi pari al diametro della barra per barre isolate, pari al diametro equivalente per barre raggruppate (Ø*√nb). Se la dimensione dell'inerte è più grande di 32 mm, il valore di cmin,b deve essere maggiorato di 5 mm.

Le dimensioni minima da assumere per il copriferro in relazione alle condizioni ambientali (cmin,dur), sono funzione della classe strutturale e della classe ambientale e si ricavano dalla tabella C4.1.IV della Circolare "Istruzioni per le applicazioni NTC 2008" in attesa della pubblicazione della nuova Circolare relativa alla NTC2018.

Tenendo conto del diametro massimo dell'aggregato, della vita nominale della struttura e della tabella C4.1.IV della Circolare "Istruzioni per le applicazioni NTC 2008" si ricava il seguente il ricoprimento minimo del calcestruzzo (copriferro) da utilizzare nel progetto:

elementi a piastra (setti, solette e platee) ≥ 2+0,5 = 2,5 cm.
altri elementi (travi e pilastri, setti) ≥2,5+0,5 = 3,0 cm.

L'interferro dovrà essere non inferiore al diametro delle barre per garantire il necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo e dovrà essere non inferiore al diametro massimo dell'aggregato aumentato di 0,5 cm. Nel presente progetto l'interferro dovrà essere ≥ 12 mm. + 5 mm. = 17 mm. arr.20 mm.

Le componenti del calcestruzzo (leganti, aggregati, acqua di impasto, additivi, aggiunte) impiegate per garantire le classi di resistenza, consistenza e di esposizione previste in progetto devono essere conformi alle prescrizioni contenute nel Paragrafo 11.2.9 delle NTC 2018.

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Le prove preliminari di studio sono finalizzate ad ottenere il calcestruzzo più rispondente sia alle caratteristiche prescritte dal progettista sia alle esigenze costruttive, in termini di classe di resistenza, classe di consistenza, tempi di maturazione, etc. In genere lo studio della miscela viene condotto presso il produttore di calcestruzzo, sotto il controllo di un laboratorio autorizzato, ovvero presso il laboratorio stesso.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire con facoltà di fare eseguire ulteriori prove preliminari. **Il Direttore dei lavori ha comunque**

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4

l'obbligo di fare eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

Nel caso invece di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con sistema di controllo della produzione (FPC Factory Production Control) la documentazione da fornire è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti. Il Direttore dei lavori, nel caso di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato prima dell'inizio delle opere in calcestruzzo deve farsi dare copia del certificato del controllo della produzione "Certificato di FPC" ed è tenuto a verificare che i documenti che accompagnano (bolla di spedizione) ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di controllo rilasciato da organismi terzi indipendenti autorizzati dal Servizio tecnico centrale del consiglio superiore dei LL.PP.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 mc di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori dovrà farsi consegnare prima dell'inizio delle forniture documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee (confezionate con la stessa miscela e con le medesime procedure) 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 Tab. 11.2.I seguente:

Tab. 11.2.I

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

Il **controllo di tipo A** è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi (sei provini), ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc. di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 mc massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 mc 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.
Il **controllo di tipo B** è obbligatorio nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 mc di miscela omogenea. Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 mc di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi ciascuno dei quali eseguito su 100 mc. 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 la legge di distribuzione più corretta e il suo valore 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 delle NTC.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia nella fase di getto **che provvede alla redazione di 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, ecc.; **la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.** 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, la data di prelievo, gli estremi dei relativi verbali di 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 "controlli di accettazione" sono obbligatori **ed il collaudatore** è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, 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".

ACCETTAZIONE DA PARTE DELLA DIREZIONE LAVORI

I materiali dovranno essere impiegati solamente a seguito dell'accettazione da parte della Direzione Lavori.

Comune di Pergola Prot. n. 0018992 del 23-12-2022 arrivo Cat. 11 Cl. 4