

**REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI MODENA
COMUNE DI FANANO**



PROGETTO ESECUTIVO

**RIQUALIFICAZIONE ED ADEGUAMENTO DELLA
PALESTRA SCOLASTICA PIAZZALE FAIRBANKS
- CIG 96291691A3 - C.U.P. D69I22000080006**

**(09)
RELAZIONE ILLUSTRATIVA
DEI MATERIALI**

Il professionista incaricato:
ING. FABIO LUGLI

Modena, Luglio 2023

Si specificano di seguito le proprietà meccaniche dei materiali.

Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione e l'accettazione, possono configurarsi i seguenti 3 casi (NTC 18 cap 11.1):

- A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011; (Per elenco aggiornato dei materiali e prodotti per cui esiste norma armonizzata vedi COMUNICAZIONE 2018 C92-06 del 09.03.2018 Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea)
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE .
- C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B. In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" (Sostituisce il precedente CIT) rilasciato dal presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici,

NUOVI MATERIALI

Materiale Polimerico Fibrorinforzato:

Indicazione tipologica non vincolante in termini di marchio di prodotto - MapeWrap C UNI-AX 600 (per pilastri)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FISICHE			
Proprietà	Metodo di prova normativa di riferimento	MAPEWRAP C UNI-AX 300/300 W	MAPEWRAP C UNI-AX 600/600 W
Tipo di fibra	–	carbonio ad alta resistenza	
Aspetto	–	tessuto unidirezionale	
Densità delle fibre ρ_{fb}	ASTM D 792	1,80-1,84 g/cm ³	1,78-1,81 g/cm ³
Massa del tessuto per unità di area p_x	–	300 g/m ²	600 g/m ²
Densità della resina ρ_m	ISO 2811-1	1,06 g/cm ³	1,06 g/cm ³
Area equivalente tessuto secco A_{ft}	–	164,3 mm ² /m	337,08 mm ² /m
Spessore equivalente tessuto secco t_{eq}	–	0,164 mm	0,337 mm
Frazione in peso delle fibre nel composito	ASTM D 3171	40-50%	
Frazione in volume delle fibre nel composito	ASTM D 3171	40-50%	
Temperatura di transizione vetrosa della resina di impregnazione $T_{g,im}$	ISO 11357-2 DSC	+58°C	
Temperatura di transizione vetrosa dello stucco opzionale di regolarizzazione $T_{g,re}$	ISO 11357-2 DSC	+64°C	
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo ⁽¹⁾	ACI 440.2R-08	Da -20°C a +43°C ⁽²⁾	
Reazione al fuoco	UNI EN 13501-1	F	
Resistenza al fuoco	–	NPD	

PROPRIETÀ MECCANICHE TESSUTO SECCO		
Proprietà	MAPEWRAP C UNI-AX 300/300 W	MAPEWRAP C UNI-AX 600/600 W
Resistenza meccanica a trazione tessuto secco	≥ 4.900 N/mm ²	≥ 4.900 N/mm ²
Carico massimo per unità di larghezza tessuto secco	> 800 kN/m	> 1.600 kN/m
Modulo elastico a trazione tessuto secco	252.000 N/mm ² ± 2%	252.000 N/mm ² ± 2%
Deformazione a rottura tessuto secco	≥ 2%	≥ 2%

PROPRIETÀ MECCANICHE MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM IN ACCORDO A CVT N° 376/2022					
Classe di appartenenza secondo LG di cui al DPCS LL.PP. n. 293 del 29/05/2019				210C	
Modulo elastico del laminato riferito all'area netta fibre				Valore tabellare	210 GPa
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre				Valore tabellare	2.700 MPa
Proprietà	Metodo di prova normativa di riferimento	MAPEWRAP C UNI-AX 300/300 W		MAPEWRAP C UNI-AX 600/600 W	
		per n.1 strato di tessuto	per n.3 strati di tessuto	per n.1 strato di tessuto	per n.3 strati di tessuto
Modulo elastico del laminato riferito all'area netta fibre valore medio E_f	UNI EN 2561	230 GPa	225 GPa	250 GPa	230 GPa
Resistenza del laminato riferita all'area netta fibre valore caratteristico $f_{fb,k}$		3.800 MPa	3.400 MPa	3.500 MPa	3.000 MPa
Deformazione a rottura ε_{fb}		1,60%	1,50%	1,40%	1,30%
Adesione al calcestruzzo	> 3 N/mm ² (rottura del supporto)				

Criterio di accettazione:

Documenti in accompagnamento alle forniture: nel Documento di trasporto (nel seguito DdT) deve essere riportato il codice del CVT e i materiali devono essere marcati secondo il sistema approvato e pubblicato dal STC.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da documento di trasporto del commerciante, sul quale deve essere riportata esplicita annotazione con indicazione del CIT di qualificazione del prodotto, e da copia dei documenti rilasciati dal Produttore, dichiarati conformi agli originali. (vale sempre il principio di rintracciabilità).

Controlli di accettazione sono obbligatori e la responsabilità ricade sul Direttore dei Lavori. Le prove vanno effettuate presso Laboratorio ufficiale o autorizzato. Il campionamento deve essere fatto per ogni tipo di sistema FRP e su lotto di spedizione entro 30 gg dall'arrivo in cantiere dei materiali.

Per le prove sui materiali fibre e resine (laboratorio) si fa riferimento alla norma (Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti versione 2019.

Legno lamellare

♦ Tipo GL28h per travetti e travi

Proprietà	Simbolo	GL20h	GL22h	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,3	24	25,6
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Taglio	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rototaglio	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	8400	10500	11500	12100	12600	13600	14200
	$E_{0,g,05}$	7000	8800	9600	10100	10500	11300	11800
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Modulo a taglio	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Modulo a rototaglio	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densità	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{g,mean}$	370	410	420	445	460	480	490

CRITERIO DI ACCETTAZIONE:

MARCATURA E DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (CPR 305/11)

A partire dall'8 agosto 2015 la produzione di legno lamellare incollato e di legno massiccio incollato è possibile soltanto secondo le prescrizioni della Norma EN 14080:2013. Allo stesso modo anche la marcatura degli elementi costruttivi, rispettivamente quella contenuta nei documenti di accompagnamento, deve rispettare le prescrizioni della medesima Norma. Inoltre per tutti i prodotti devono essere disponibili dichiarazioni di prestazione (DOP), rilasciate dal produttore secondo il Regolamento Europeo dei Prodotti da Costruzione. Gli stessi criteri valgono per gli elementi di collegamento (caso A o C di NTC18).

Conglomerati per pilastri , travi, solai e muri in elevazione:

- ♦ resistenza caratteristica, $R_{ck} > 30$ (C25-30) N/mm², da verificarsi con prove di schiacciamento su provini cubici (nel numero minimo di 6);
- ♦ diametro massimo inerte 18mm
- ♦ Classe di consistenza S5
- ♦ Classe di esposizione XC2
- ♦ modalità e quantità di prelievi secondo D.M. 17.01.18;
- ♦ preparazione e stagionatura dei provini per prove a compressione secondo UNI FA 72 (1976);
- ♦ forma e dimensioni dei provini per prove a compressione secondo UNI 6130-72;
- ♦ procedura per la determinazione della resistenza caratteristica a compressione R_{ck} secondo UNI 6132-72.

Per il calcestruzzo si assumeranno i seguenti valori del Modulo Elastico longitudinale e del Modulo a Taglio

$$E = 5700 \times \sqrt{R_{ck}} \quad (\text{N/mm}^2) \quad \nu = 0 \div 0.20 \quad (0.2 \text{ cls non fessurato}) \quad G = \frac{E}{2 \times (1 + \nu)}$$

	CLASSE CLS				
	kg/cm ²				
	R_{ck}				
	250	300	350	400	450
Modulo elastico E (kg/cm ²)	285.000	312.205	337.220	360.500	382.370
coefficiente di poisson ν (compreso tra 0 ÷ 0.2)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Modulo a Taglio G (kg/cm ²)	129.550	141.915	153.285	163.865	173.805

Acciaio in tondo:

- ♦ acciaio B450C conforme a quanto richiesto nel D.M. 17.01.18 cap.11.

Le caratteristiche meccaniche dell'acciaio saranno conformi alle Norme tecniche vigenti (cfr. D.M. 17/01/2018 paragrafo 117). In riferimento al punto 11.3.2.1 - tabella 11.3.Ia - del D.M. 17 Gennaio 2018, l'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C è 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

Inoltre deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella 11.3.lb del D.M. 17 Gennaio 2018:

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
$(f_y/f_{yk})_k$	$\geq 1,15$	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:		
$\phi < 12\ mm$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 ϕ	

La resistenza di calcolo dell'acciaio, f_{yd} , è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

dove

γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio che assume il valore 1,15.

Reti e tralicci di acciaio elettrosaldati B450c:

- ◆ con fili elementari di diametro compreso tra 6 e 16 mm; conformemente a quanto richiesto nel D.M. 17.01.18 cap. 11.3.2.5.

CRITERIO DI ACCETTAZIONE:

Per quanto riguarda l'accettazione del materiale conglomerato cementizio armato, ricadendo nel caso B sopra richiamato, si fa riferimento ai criteri indicati nel capitolo 11.1 in materia di qualificazione dei produttori (FPC), prelievi degli impasti, conservazione, verbali di accettazione, prove di schiacciamento e controlli di accettazione nel numero minimo di 1 ogni 300 mc di getto (6 provini).

Per quanto riguarda l'acciaio per c.a. si richiamano in toto i contenuti di NTC 11.1 in materia di tracciabilità, controlli nei centri di trasformazione, ed in cantiere.

ACCIAIO DA CARPENTERIA

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

Tabella 11.3.IX - ACCIAI LAMINATI A CALDO CON PROFILI A SEZIONE APERTA

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
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
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X -ACCIAI LAMINATI A CALDO CON PROFILI A SEZIONE CAVA

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
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		
S 460 MH/MLH	460	530		

Per tutte le carpenterie si adotta acciaio S275j0 caratterizzato dai seguenti valori (per t ≤ 40mm):

$f_{yk} \geq 275$ N/mm²; tensione caratteristica di snervamento

$f_{tk} \geq 390$ N/mm²; tensione caratteristica di rottura

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{sM} = 275/1.05 = 261$ N/mm²; tensione di snervamento di calcolo

$E = 210'000$ N/mm²; modulo elastico

E' prevista classe di escuzione EXC2 secondo EN1090.

ACCIAI PER STRUTTURE SALDATE

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni indicate al §11.3.4.1 delle NTC18, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1.

ACCIAIO PER VITI E BARRE FILETTATE

I bulloni utilizzati in carpenteria hanno viti tabulate per classi secondo UNI EN 20898-1, specificate da due numeri con il primo indicante la resistenza ultima f_t (espressa in MPa) diviso 100, e il secondo dato dal rapporto della resistenza a snervamento f_y /resistenza ultima f_t (esprese in MPa) moltiplicato per 10. Pertanto una vite di classe 4.6 ha:

$$f_t = 100 \times 8 = 800 \text{ MPa}$$

$$f_y = 6/10 f_t = 0,8 f_t = 640 \text{ MPa}$$

Si distinguono le seguenti classi con le relative proprietà meccaniche:

Classe	Resistenza a taglio ($f_{k,v}$)	Resistenza a trazione/compressione ($f_{k,N}$)	Resistenza a snervamento (f_y)	Resistenza ultima (f_t)	Allungamento % (A%)
4.6	170 MPa	240 MPa	240 MPa	400 MPa	22
5.6	212 MPa	300 MPa	300 MPa	500 MPa	20
6.8	255 MPa	360 MPa	480 MPa	600 MPa	16
8.8	396 MPa	560 MPa	640 MPa	800 MPa	12
10.9	495 MPa	700 MPa	900 MPa	1000 MPa	9
12.9	594 MPa	840 MPa	1080 MPa	1200 MPa	8

Questi valori caratteristici andranno divisi per un coefficiente di modello e uno di sicurezza del materiale per i calcoli di progetto.

Le classi 8.8, 10.9 e 12.9 sono dette ad alta resistenza mentre le classi precedenti sono dette normali.

Per tutti i collegamenti si adottano barre filettate e bulloni classe 8.8, non a serraggio controllato.

CLASSI DI RESISTENZA DEI DADI

I bulloni utilizzati in carpenteria hanno dadi tabellate per classi secondo UNI EN 20898-2, specificate da un numero indicante minima resistenza di prova espressa in MPa) diviso 100. Pertanto un bullone di classe 8.8 ha: $f_p = 80 \times 10 = 800 \text{ MPa}$

Questa resistenza di prova è pari alla resistenza a trazione minima di un bullone che, accoppiato con il corrispondente dado, viene sollecitato fino al carico di rottura ammissibile del bullone.

ACCOPPIAMENTO VITE/DADO

Per qualsiasi tipologia di giunzione bullonata le viti e i dadi devono essere associati come riportato nel seguente prospetto:

	normali			ad alta resistenza		
vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9	12.9
dado	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0

Nel caso in esame verranno impiegate viti, bulloni, barre filettate, in acciaio di classe 8.8 conforme a quanto richiesto nel D.M. 17.01.18 cap.11.3.

CRITERIO DI ACCETTAZIONE:

PRODUZIONE (NTC 11.3.4.1)

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1. Solo per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE si rimanda a quanto specificato al punto B del § 11.1 e si applica la procedura di cui ai § 11.3.1.2 e § 11.3.4.11.1.

TRASFORMAZIONE

Marcatura CE obbligatoria per trasformazione strutture metalliche

A partire dal 01/07/14 è in vigore l'obbligatorietà della marcatura CE per le strutture metalliche sulla base della norma armonizzata di riferimento UNI EN 1090-1.

La marcatura CE sostituisce, in questo caso, l'attestazione di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. Nel rispetto della della UNI EN 1090-1, i fabbricanti hanno introdotto un sistema di controllo di produzione (FPC – Allegato 5 certificato da ente terzo), Rimane inalterato l'obbligo di avere anche le certificazioni UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 3834 (Allegato 5).

I fabbricanti sono così obbligati ad apporre la marcatura CE sui componenti (art 8 e art 9 CPR) e a rilasciare la Dichiarazione di prestazione (DOP, allegato 6 – artt. 4, 5, 6 e 7 CPR) in accompagnamento alle forniture in cantiere. I Direttori Lavori dovranno rifiutare l'ingresso in cantiere di forniture non conformi.

BULLONI

Bulloni "non a serraggio controllato"

*Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del § 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata **UNI EN 15048-1**. In alternativa anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.*

I fabbricanti sono così obbligati ad apporre la marcatura CE sui componenti (art 8 e art 9 CPR) e a rilasciare la Dichiarazione di prestazione (DOP, allegato 6 – artt. 4, 5, 6 e 7 CPR) in accompagnamento alle forniture in cantiere. I Direttori Lavori dovranno rifiutare l'ingresso in cantiere di forniture non conformi.