

MINISTERO LAVORO circolare 24 ottobre 1991, n. 132

Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a "montanti e traversi prefabbricati". Istruzioni di calcolo per ponteggi metallici ad elementi prefabbricati e per altre opere provvisionali.

E' di recente comparso sul mercato delle attrezzature per l'edilizia un nuovo genere di ponteggio metallico fisso, la cui tipologia costruttiva è intermedia tra quella del sistema a "tubi e giunti" e quella a "telai prefabbricati".

La caratteristica del nuovo sistema, che si può definire a montanti e traversi prefabbricati consiste essenzialmente nel fatto che il collegamento tra montanti e traversi (per la realizzazione di telai "di stilata") e tra montanti e correnti (per la realizzazione di telai "di facciata") è realizzato tramite particolari giunti i cui elementi componenti sono ricavati in parte sui montanti e, per la parte coniugata corrispondente, sulle estremità di traversi prefabbricati e, rispettivamente, di correnti prefabbricati. In tal modo è possibile comporre strutture di servizio in grado di adattarsi agevolmente alla configurazione dell'opera servita.

Atteso che ai sensi dell'art. 30 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si subordina la costruzione e l'impiego dei ponteggi metallici fissi ad una autorizzazione da richiedere al Ministero del lavoro e della previdenza sociale - il quale sulla base dell'esame della relazione tecnica da allegare alla richiesta di autorizzazione, sentiti il Consiglio nazionale delle ricerche e la Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro - sono state elaborate le apposite istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche di cui sopra che si allegano alla presente.

Le istruzioni in questione, che sono state oggetto, nelle sedi competenti, dell'esame e dell'approvazione sia del CNR sia della predetta Commissione consultiva permanente, proseguono la linea - consistente nell'adeguamento dei provvedimenti amministrativi onde allinearli all'affinamento, intervenuto nel tempo, delle tecnologie costruttive e delle norme di calcolo - adottata dalla scrivente per l'emanazione della circolare n. 44/1990 relativa a ponteggi del tipo a telaio prefabbricato.

Analoga operazione di adeguamento è stata compiuta per quel che riguarda le "Istruzioni di calcolo per ponteggi ad elementi prefabbricati di altezza superiore a 20 metri e per altre opere provvisionali" di cui parimenti si allega copia.

Allegato 1

Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi
metallici fissi a montanti e traversi prefabbricati

Generalità

0.1. Scopo

Scopo delle presenti istruzioni è quello di definire e specificare i requisiti relativi alla costruzione, al montaggio, all'uso ed alla manutenzione di ponteggi metallici fissi di servizio a montanti e traversi prefabbricati.

0.2. Definizioni

0.2.1. Ponteggio di servizio

Si definisce "ponteggio di servizio" l'opera provvisoria necessaria a consentire lavori di costruzione, di manutenzione o di demolizione.

0.2.2. Ponteggio di servizio a montanti e traversi prefabbricati

Si definisce "ponteggio di servizio a montanti e traversi prefabbricati" l'opera provvisoria costituita da telai sovrapposti uniti da correnti realizzati con montanti, traversi e correnti prefabbricati, collegati mediante sistemi di giunzione in modo da consentire la realizzazione di impalcati di servizio a livelli altimetrici prefissati.

0.2.3. Elementi strutturali

0.2.3.1. Montante prefabbricato

Si definisce "montante prefabbricato" l'elemento strutturale prefabbricato, utilizzato per la realizzazione degli elementi verticali del ponteggio.

0.2.3.2. Traverso prefabbricato

Si definisce "traverso prefabbricato" l'elemento strutturale prefabbricato utilizzato per la realizzazione del collegamento orizzontale tra i montanti di una medesima stilata.

0.2.3.3. Corrente prefabbricato

Si definisce "corrente prefabbricato" l'elemento strutturale prefabbricato utilizzato per il collegamento delle stilate tra loro.

0.2.3.4. Sistema di irrigidimento

Si definisce "sistema di irrigidimento" l'insieme di elementi strutturali necessari per realizzare collegamenti stabilizzanti nei piani di:

- facciata;
- stilata;
- in pianta.

0.2.3.5. Piastra di base

Si definisce "piastra di base" l'elemento di ponteggio utilizzato per realizzare la ripartizione sulla superficie di appoggio del carico gravante sul montante.

Le piastre di base possono essere:

- fisse;
- regolabili.

0.2.3.6. Spina di collegamento

Si definisce "spina di collegamento" l'elemento che assicura la resistenza a trazione della connessione delle strutture a telaio sovrapposte ottenute utilizzando montanti e traversi prefabbricati.

0.2.3.7. Parasassi prefabbricato

Si definisce "parasassi prefabbricato" l'elemento strutturale necessario a realizzare sistemi di protezione contro la caduta di materiali minuti dall'alto.

0.2.3.8. Trave per passi carrai

Si definisce "trave per passi carrai" l'elemento strutturale di sostegno dei montanti relativi alle stilate interrotte alla base al fine di consentire la realizzazione di passi carrai.

0.2.3.9. Mensola prefabbricata

Si definisce "mensola prefabbricata" l'elemento strutturale che permette in genere l'ampliamento del piano di lavoro verso l'opera servita.

0.2.3.10. Scala prefabbricata

Si definisce "scala prefabbricata" l'elemento strutturale idoneo a realizzare l'accesso agli impalcati di servizio.

0.2.3.11. Impalcato prefabbricato

Si definisce "impalcato prefabbricato" l'elemento strutturale idoneo a realizzare impalcati di servizio o sottoponti.

0.2.3.12. Fermapiede prefabbricato

Si definisce "fermapiede prefabbricato" l'elemento di ponteggio costituito da fasce di sicurezza - alte almeno 20 cm - necessarie per la realizzazione dell'arresto al piede per i parapetti normali del ponteggio.

0.2.4. Schema funzionale

Si definisce "schema funzionale" l'insieme degli elementi strutturali e dei sistemi di protezione idonei a realizzare le condizioni necessarie per consentire in sicurezza le attività lavorative.

0.2.5. Fabbricante

Per "fabbricante" si intende la persona fisica o giuridica che produce le opere provvisorie oggetto delle presenti istruzioni. Per opere provvisorie costruite all'estero le funzioni del fabbricante estero devono essere assunte dal suo legale rappresentante in Italia che ne commercializza i prodotti. La qualifica di fabbricante deve essere documentata mediante certificato di iscrizione alla Camera di commercio, industria, artigianato.

0.2.6. Stabilimento di produzione

Per "stabilimento di produzione" si intende l'edificio ove, sotto la responsabilità del fabbricante, vengono costruiti gli elementi strutturali costituenti lo schema funzionale.

0.2.7. Laboratori ufficiali

Per "laboratori ufficiali" si intendono:

- il laboratorio dell'ISPESL;
- i laboratori delle Università e dei Politecnici dello Stato;
- i laboratori di Istituti tecnici di Stato, riconosciuti ai sensi della legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- i laboratori autorizzati con decreto dei Ministri del lavoro e della previdenza sociale, dell'industria, commercio e artigianato, e della sanità;
- i laboratori dei paesi membri della CEE, riconosciuti dai rispettivi stati.

0.2.8. Parametri caratteristici relativi alle prove

0.2.8.1. Carico di inizio delle deformazioni permanenti

Si definisce "carico di inizio delle deformazioni permanenti" il primo fra i carichi di prova in corrispondenza del quale la freccia residua allo scarico risulta superiore ad 1/10 della freccia massima sotto carico.

0.2.8.2. Assenza di deformazioni permanenti

Si ha "assenza di deformazioni permanenti" in una determinata struttura, sotto un determinato carico, quando la freccia residua allo scarico risulta minore di 1/10 della freccia massima sotto carico.

0.2.8.3. Carico di collasso

Si definisce "carico di collasso" di una struttura il carico a partire dal quale le deformazioni continuano (sotto carico costante o decrescente).

0.3. *Modalità di presentazione delle relazioni tecniche*

0.3.1. Le documentazioni devono essere redatte in lingua italiana.

0.3.2. Le relazioni tecniche, i disegni e le eventuali integrazioni devono essere datate e firmate, in ogni pagina, dal fabbricante e dal progettista. Le pagine devono essere progressivamente numerate.

0.3.3. Nella relazione tecnica devono essere forniti gli elementi necessari a caratterizzare le condizioni di sicurezza relative agli schemi funzionali di maggior impegno, indicando le varianti che non richiedono la necessità di presentazione di relazioni tecniche integrative o di calcolo per ogni singola applicazione.

0.3.4. Prima della trattazione dei punti del capitolo I è necessario indicare la denominazione e l'ubicazione dello stabilimento di produzione degli elementi strutturali.

1. Descrizione degli elementi di ponteggio, loro dimensioni con le tolleranze ammissibili e schema di insieme

La relazione tecnica deve contenere:

- i disegni d'insieme di tutti gli elementi strutturali;
- i disegni costruttivi quotati dei singoli elementi.

1.1. Descrizione

Nella relazione tecnica devono essere descritte le funzioni degli elementi strutturali impiegati per la realizzazione degli schemi funzionali. Nella descrizione degli elementi devono essere indicati i sistemi per realizzare il collegamento tra gli stessi. Detti sistemi devono essere tali da impedire la rimozione degli elementi montati senza una azione volontaria di disattivazione dei dispositivi di fermo o blocco. Nel caso di collegamento a vite, la condizione di cui al capoverso precedente è soddisfatta quando, a dado serrato, la parte terminale del gambo filettato del bullone sporga per non meno di cinque filetti. Tale condizione non è richiesta quando il collegamento venga realizzato con dado e controdado.

1.2. Dimensioni e tolleranze

Nella relazione tecnica, per ogni elemento strutturale devono essere indicati, su tabella, i tipi dei profilati impiegati con la specificazione delle caratteristiche dimensionali delle sezioni e delle tolleranze; per i componenti unificati è sufficiente fare riferimento al tipo ed alla norma UNI o ISO, allegando la relativa tabella di normalizzazione.

Nei disegni vanno indicate:

- le dimensioni longitudinali e le tolleranze relative;
- le dimensioni dei cordoni di saldatura.

Quando necessario, i particolari degli elementi costruttivi (collegamenti, ancoraggi, ecc.) debbono essere riportati in scala adeguata. Nella relazione devono essere indicate le effettive possibilità di accoppiamento tra elementi (spine, innesti, ecc.).

Per ogni elemento deve essere indicato, nella relazione, il peso nominale e le tolleranze ammesse (riferite ad un lotto di 1000 elementi). Gli elementi strutturali portanti debbono essere contrassegnati con il nome o il marchio del fabbricante. Nella relazione tecnica dovranno essere specificate la forma grafica, la zona di marchiatura e la caratteristica relativa (incisa o a rilievo).

Lo spessore minimo nominale degli elementi metallici non deve essere inferiore a 2,0 mm per tutti gli elementi strutturali, salvo che per gli impalcati metallici e le tavole fermapiede metalliche, che devono avere in ogni caso spessore nominale non inferiore a mm 1. Quando i montanti siano realizzati con tubi, il loro spessore nominale s non deve essere inferiore a: $s = 3,2$ mm.

Le tolleranze in difetto sugli spessori non devono essere superiori rispettivamente al 10% per i tubi dei montanti e al 5% per tutti gli altri elementi.

Deve essere descritto in dettaglio il sistema adottato per la protezione contro la corrosione.

1.3. Schema dell'insieme

Di ogni schema funzionale di ponteggio che è possibile realizzare, deve essere fornita la descrizione illustrando, se necessario, la funzione specifica svolta da ogni elemento. Analoga descrizione deve essere fornita per gli schemi strutturali particolari per i quali si chiede l'autorizzazione. Alla descrizione devono essere allegati gli schemi funzionali delle soluzioni che possono essere realizzate con gli elementi strutturali. E' possibile limitare gli schemi ad una delle parti ripetitive delle soluzioni possibili. Gli schemi debbono essere limitati a ponteggi aventi altezza - misurata dall'impalcato di servizio più elevato al piano di appoggio delle piastre di base - non superiore a 20 m.

I piani di ponteggio devono avere:

- altezza minima di transito, misurata dal piano dell'impalcato, non inferiore a m 1,65;
- larghezza minima utile di transito non inferiore a m 0,60.

La larghezza effettiva degli impalcati per ponteggi da costruzione deve essere non inferiore a m 0,90.

Gli schemi funzionali prodotti costituiscono, insieme con i disegni in scala ridotta di tutti gli elementi strutturali e dei relativi marchi, gli schemi tipo di cui al capitolo 7. I disegni relativi ad ogni schema funzionale devono essere conformi a quanto previsto nei punti seguenti.

1.3.1. Protezioni contro la caduta di persone

Esse sono costituite da:

- corrente di parapetto alto almeno m 1 dal piano di calpestio del piano di lavoro;
- fermapiede alto almeno cm 20.

La luce massima verticale tra gli elementi di parapetto deve essere non superiore a cm 60.

1.3.2. Piano di calpestio dei piani di servizio

Quando il piano di calpestio è realizzato in legname, l'intavolato deve essere costituito da tavole assicurate contro gli spostamenti e fra loro accostate. Le dimensioni di ciascuna tavola devono essere non inferiori a 4 x 20 cm, per luci fino a m 1,20, ovvero, fermo restando l'obbligo di osservanza di tali minimi, il modulo di resistenza di ciascuna tavola deve essere maggiorato del 50%, per luci da m 1,21 a m 1,80 e del 100% per luci da m 1,81 a m 2,40, in proporzione per luci

superiori. Nel caso di impiego di impalcato prefabbricati, questi devono essere provvisti, ad ogni estremità di vincolo, di almeno due ganci, collegati sui traversi con adeguati sistemi di blocco: quando la larghezza degli elementi sia superiore a 350 mm, il numero dei ganci deve essere almeno di tre per ogni estremità di vincolo. I fori antisdrucchiolo non devono avere dimensioni superiori a 20 mm, ovvero la relativa apertura non deve avere superficie superiore a 314 mm². Nel caso di impiego di piani di calpestio in materiali diversi dal legname o dalla lamiera di acciaio, devono essere indicate le caratteristiche dei materiali utilizzati e fornite le risultanze di prove specifiche atte a definire l'affidabilità di detta struttura nel tempo.

1.3.3. Ponte di sicurezza

Il ponte di sicurezza deve avere le stesse caratteristiche del ponte realizzato per il piano di lavoro e deve essere posto a distanza non superiore a m 2,50 da quest'ultimo.

1.3.4. Protezione contro la caduta di materiali

Le protezioni contro la caduta di materiali costituite da tavole parasassi, devono essere raccordate ad un normale impalcato, avere inclinazione non minore di 30 gradi rispetto all'orizzontale, e proiezione orizzontale minima di:

- 1,20 m dal filo dell'impalcato dei ponti di servizio, per altezza di caduta dei materiali non superiore a 12 metri, ovvero
- 1,50 m dal filo dell'impalcato dei ponti di servizio, per qualsiasi altezza di caduta dei materiali.

1.3.5. Sistemi di accesso agli impalcato

Nella relazione devono essere indicati i sistemi di accesso ai diversi piani di ponteggio, e le relative protezioni contro la caduta di persone - da adottare quando non sia possibile realizzare in sicurezza l'accesso agli impalcato di servizio o ai sottoponti, direttamente dall'opera servita.

2. Caratteristiche di efficienza dei materiali e coefficienti di sicurezza

2.1. Materiali

2.1.1. Generalità

Nella costruzione degli elementi principali delle strutture metalliche è ammesso l'impiego dei seguenti materiali:

2.1.1.1. Acciai normali: Fe 360, Fe 430, Fe 510.

2.1.1.2. Acciai ad elevata resistenza: S 420, S 490, S 590, S 690.

2.1.1.3. Leghe di alluminio: n. 2014, 2024, 5052, 5054, 5086, 5454, 5083, 6060, 6061, 6082, 7020, 7075.

2.1.1.4. Le caratteristiche di resistenza di tali materiali sono indicate nei prospetti 2-I, 2-II, 2-III, 2-IV, 2-V, 2-VI, di seguito riportati. Quando vengono impiegati tali materiali, è sufficiente indicare, nella relazione tecnica, la relativa denominazione.

2.1.1.5. L'impiego di tipi di acciaio ovvero di metalli o loro leghe diversi da quelli indicati è consentito purchè, mediante adeguata documentazione teorica e sperimentale, venga garantita una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti istruzioni.

2.1.1.6. Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova saranno rispettate le prescrizioni delle norme UNI 551, 552, 556, 556/2a, 4713, 7070. Le presenti norme non riguardano gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo. Per essi possono essere seguite le istruzioni CNR - UNI 10022, oppure altri criteri fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali comprovati.

2.2. Resistenze di calcolo

Nella relazione devono essere indicati i valori convenzionali delle resistenze di calcolo dei materiali, in relazione al metodo di calcolo adottato (semiprobabilistico agli stati limite o delle tensioni ammissibili). Le tensioni ammissibili e le resistenze di calcolo non potranno comunque essere superiori a quelle riportate nei prospetti 2-VII e 2-VIII.

Prospetto 2-I

Profilati, barre, larghi piatti, lamiere

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristiche o parametro		Fe 360 (1) (Fe 37)	Fe 430 (1) (Fe 44)	Fe 510 (1) (Fe 52)	
f_t	R	Tensione (carico unitario) di rottura a trazione N/mm ²		≥ 360	≥ 430	≥ 510	
f_y	R _s	Tensione (carico unitario) di snervamento N/mm ²		≥ 235 (2)	≥ 275 (2)	≥ 355 (3)	
KV	KV	Resilienza KV (J)	B	+ 20° C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			C	0° C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			D	- 20° C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
st	A	Allungamento percentuale a rottura ($L_0 = 5,65 \sqrt{A_0}$)					
		- per lamiere - per barre (laminati mercantili), profilati, larghi piatti		≥ 26 (4) ≥ 28 (4)	≥ 23 (4) ≥ 24 (4)	≥ 21 (4) ≥ 22 (4)	

(1) Rientrano in questi tipi di acciai, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 nei gradi B, C e D della UNI 7070, anche altri tipi di acciai purchè rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.

(2) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm², per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm², per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 30 N/mm².

(3) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 30 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm², per spessori maggiori di 30 mm fino a 50 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm².

(4) Per spessori fino a 40 mm; per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione dell'1%; per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 2%.

Prospetto 2-II

Profili cavi

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristiche o parametro		Fe 360 (1) (Fe 37)	Fe 430 (1) (Fe 44)	Fe 510 (1) (Fe 52)	
f_t	R	Tensione (carico unitario) di rottura a trazione N/mm^2		> 360	> 430	> 510	
f_y	R_s	Tensione (carico unitario) di snervamento N/mm^2		> 235 (2)	> 275 (2)	> 355 (3)	
KV	KV	Resilienza KV (J)	B	+20° C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			C	0° C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
			D	-20° C	≥ 27	≥ 27	≥ 27
δ_t	A	Allungamento percentuale a rottura ($L_0 = 5,65 \sqrt{A_0}$)		≥ 24	≥ 21	≥ 20	

(1) Rientrano in questi tipi di acciaio, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 e Fe 510 nei gradi B, C e D della UNI 7806 e 7810, anche altri tipi di acciai purchè rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.

(2) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di $10 N/mm^2$.

(3) Per spessori fino a 16 mm; per spessori oltre 16 mm fino a 35 mm è ammessa la riduzione di $10 N/mm^2$, per spessori maggiori di 35 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di $20 N/mm^2$.

Prospetto 2-III

Classe		S 420	S 490	S 590	S 690	
Tensione di rottura in N/mm^2		540	570	640	780	
Tensione di snervamento in N/mm^2		420 (1)	490 (2)	590 (2)	690 (2)	
Allungamento δ_d in %		19	16	15	14	
Resilienza Charpy V a -20° C (J)	Spess. in mm	< 20	40	43	35	35
		> 20	40	47	39	39

(1) Per spessori < 16 mm

Per spessori da 16 fino a 35 mm è ammessa una riduzione di $10 N/mm^2$

Per spessori da 35 fino a 50 mm è ammessa una riduzione di $20 N/mm^2$

Per spessori da 50 fino a 70 mm è ammessa una riduzione di $40 N/mm^2$

(2) Per spessori < 50 mm

Per spessori da 50 fino a 70 mm è ammessa una riduzione di 20 N/mm²

Prospetto 2-IV

Caratteristiche meccaniche (*)

Designazione		Riferimento della norma	Stato fisico (**)	Spessore		Caratteristiche meccaniche		
Convenzionale	numerica			Laminato mm	Estruso mm	f _{0,2} min. N/mm ²	f ₁ min. N/mm ²	ε ₁ min. %
P-Al Cu4,4Si Mn Mg	2014	UNI 9002	T6	--	9 a 20	370	410	7
P-Al Cu4,4Si Mn Mg	2014		T6	--	(1) (2)	345	445	9
P-Al Cu4,5Mg Mn	2024		T3	20	--	275	425	8
P-Al Mg2,5	5052	UNI 9005	H32	6	--	175	215	8
P-Al Mg2,7	5054		H32	6	--	175	245	8
P-Al Mg4,4	5086		0	8 a 75	--	110	255	12
P-Al Mg4,4	5086		H32	6	--	215	285	12
P-Al Mg4,5	5083		0	--	(1)	110	265	12
P-Al Mg Si	6060		UNI 9006	T5 - T6	--	12	145	195
P-Al Mg Si 1 Mn	6082	T6		4	--	245	295	11
P-Al Mg Si 1 Mn	6082	T6		--	(1)	265	315	10
P-Al Mg1 Si Cu	6061	T5 - T6		6	--	245	295	10
P-Al Mg1 Si Cu	6061	T5 - T6		--	(1)	235	265	9
P-Al Zn4,5 Mg	7020	UNI 9007		T1 - T4	12	(1)	215	315
P-Al Zn4,5 Mg	7020		T5 - T6	12	(1)	275	355	8
P-Al Zn5,8 Mg Cu	7075		T6	13	--	450	520	8
P-Al Zn5,8 Mg Cu	7075		T6	--	38	460	540	7

(*) Per le leghe e gli stati non contemplati nel presente prospetto, fare riferimento ai dati riportati nelle specifiche norme.

(**) Vedere UNI 8278.

(1) Qualsiasi spessore.

(2) Fucinati e stampati.

Tabella 2-V

Caratteristiche meccaniche delle leghe colate in sabbia

Designazione		Stato fisico	Provette colata a parte (2)			Provette di dissezione			Durezza HB min
Convenzionale	numerica (1)		f ₁ min. N/mm ²	f _{0,2} min. N/mm ²	ε ₁ min. %	f ₁ min. N/mm ²	f _{0,2} min. N/mm ²	ε ₁ min. %	
G-AlCu 4,5 UNI 3044	295.0	F	120	80	6	95	65	3	50
		T4	195	145	6	155	115	3	55
		T6	245	195	2	195	155	1	75
G-AlMg 7 UNI 3057	A535.0	F	155	100	2	125	80	1	65
		T4	175	120	3,5	140	95	1,5	70
G-AlSi 9 MnMg UNI 3051	359.0	T6	215	165	2	170	130	1	80
G-AlSi 7 MgMn UNI 3599	A356.0	T6	225	175	2	180	140	1	70

(1) La corrispondenza tra la designazione "convenzionale" sec. UNI e la designazione "numerica" sec. Aluminium Association deve ritenersi indicativa in quanto le due designazioni, pur riferendosi a materiali sostanzialmente corrispondenti come proprietà meccaniche, possono presentare limiti di composizione chimica non del tutto coincidenti.

(2) Secondo UNI 3039.

Tabella 2-VI

Caratteristiche meccaniche delle leghe colate in conchiglia

Designazione		Stato fisico	Provette colata a parte (2)			Provette di dissezione			Durezza HB min
Convenzionale	numerica (1)		$f_{t \text{ min.}}$ N/mm ²	$f_{0,2 \text{ min.}}$ N/mm ²	$\epsilon_1 \text{ min.}$ %	$f_{t \text{ min.}}$ N/mm ²	$f_{0,2 \text{ min.}}$ N/mm ²	$\epsilon_1 \text{ min.}$ %	
G-ALMg 7 UNI 3057	A535.0	F	235	110	7	190	90	3,5	65
		T4	255	130	5	205	105	2,5	70
G-AISI 9 MnMg UNI 3051	359.0	T6	245	195	3,5	195	155	1,5	80
G-AISI 7 MgMn UNI 3599	A356.0	T6	255	175	6	205	140	3	90

(1) La corrispondenza tra la designazione "convenzionale" sec. UNI e la designazione "numerica" sec. Aluminium Association deve ritenersi indicativa in quanto le due designazioni, pur riferendosi a materiali sostanzialmente corrispondenti come proprietà meccaniche, possono presentare limiti di composizione chimica non del tutto coincidenti.

(2) Secondo UNI 3039.

A. Acciai laminati

Materiale	Metodo tensioni ammissibili			Metodo agli stati Resistenze di calcolo
	Tensioni ammissibili			
	Condizioni di carico			
	I	II	III	
Fe 360	160	180	202	235
Fe 430	190	213	239	275
Fe 510	240	270	303	355
S 420	270	300	337	405
S 490	285	320	360	425
S 590	320	360	405	480
S 690	390	440	495	585

B. Leghe di alluminio

Resistenza di progetto f e tensioni ammissibili adm del materiale base (*)

Designazione		Riferimento della norma	Stato fisico (**)	Spessore		Condizione di carico		
Convenzionale	numerica			Laminato mm	Estruso mm	I	II	III
						σ_{adm} N/mm ²		
P-Al Cu4,4Si Mn Mg	2014	UNI 9002	T6	--	9 a 20	204	232	267
P-Al Cu4,4Si Mn Mg	2014		T6	--	(1) (2)	202	230	265
P-Al Cu4,5Mg Mn	2024		T3	≤ 20	--	161	183	211
P-Al Mg2,5	5052	UNI 9005	H32	≤ 6	--	102	116	134
P-Al Mg2,7 Mn	5054		H32	≤ 6	--	102	116	134
P-Al Mg4,4	5086		0	8 a 75	--	64	73	84
P-Al Mg4,4	5086		H32	≤ 6	--	126	143	165
P-Al Mg4,5	5083		0	--	(1)	64	73	84
P-Al Mg Si	6060		UNI 9006	T5 - T6	--	≤ 12	85	96
P-Al Mg Si1 Mn	6082	UNI 9004	T6	≤ 4	--	144	163	188
P-Al Mg Si 1 Mn	6082	UNI 9006	T6	--	(1)	155	176	213
P-Al Mg1 Si Cu	6061		T5 - T6	≤ 6	--	144	163	188
P-Al Mg1 Si Cu	6061		T5 - T6	--	(1)	132	150	173
P-Al Zn4,5 Mg	7020	UNI 9007	T1 - T4	≤ 12	(1)	126	143	465
P-Al Zn4,5 Mg	7020		T5 - T6	≤ 12	(1)	161	183	211
P-Al Zn5,8 Mg Cu	7075		T6	≤ 13	--	260	294	339
P-Al Zn5,8 Mg Cu	7075		T6	--	≤ 38	270	306	353

(*) Per le leghe e gli stati non contemplati nel presente prospetto, fare riferimento ai dati riportati nelle specifiche norme.

(**) Vedere UNI 8278.

(1) Qualsiasi spessore.

(2) Fucinati e stampati.

3. Indicazione delle prove di carico cui sono stati sottoposti i vari elementi

3.1. Prove sui materiali

Per i prodotti qualificati dal Ministero dei lavori pubblici con le modalità previste dal punto 10.2 delle istruzioni CNR 10011 è sufficiente la dichiarazione del fabbricante del laminato attestante che il prodotto è qualificato e riportante gli estremi del marchio e dell'ultimo certificato del laboratorio ufficiale. Per i prodotti non qualificati devono essere forniti i certificati delle prove effettuate su almeno tre saggi di ogni profilato impiegato non prelevati dallo stesso elemento strutturale, tendenti ad accertare:

- le caratteristiche meccaniche del materiale;

- le caratteristiche dimensionali.

3.2. Prove di qualificazione del processo di saldatura

Per acciai normali da saldare con elettrodi rivestiti deve essere prodotta la certificazione di analisi chimica relativa ad ogni tipo di profilato di cui sia prevista la saldatura. Per acciai normali da saldare con procedimento di saldatura ad arco sommerso o sotto gas protettivo è sufficiente produrre la certificazione di qualificazione del processo relativo alla saldatura di elementi quando

venga saldato lo spessore massimo previsto. Quando tale spessore sia inferiore a 5 mm, la qualificazione del processo deve essere effettuata su provette realizzate con tale spessore.

3.3. Prove sugli elementi

Le prove sono condotte incrementando i carichi progressivamente con incrementi non superiori a 50 daN/sec. Le metodologie di prova possono essere diverse da quelle previste nei punti successivi, a condizione che l'adozione di sistemi di rilevazione più sofisticati consenta comunque l'acquisizione dei risultati richiesti. I certificati di prova devono contenere, oltre ai risultati:

- a) i disegni degli elementi assoggettati a prova;
- b) la descrizione delle modalità di prova ed il relativo schema.

3.3.1. Prova di collasso del telaio di stilata (fig. 1)

La prova viene condotta su cinque saggi di telai realizzati con elementi di montanti sovrapposti, con giunzione intermedia in zona centrale, chiusi da due traversi, montati alla massima altezza del piano di stilata prevista nello schema funzionale.

Il carico di prova viene applicato sul terzo medio del traverso superiore, come in figura.

Durante la prova vengono rilevati:

- a) gli spostamenti nella mezzeria del traverso, rispetto ad un precarico di 50 daN;
- b) il carico di collasso.

Nel certificato di prova, oltre ai dati suddetti, devono essere indicate le modalità di collasso.

3.3.2. Prova di rigidità di schemi funzionali degli irrigidimenti di stilata, di facciata, in pianta, a compressione (figure 2, 3 e 4)

La prova viene condotta su schemi funzionali costituiti, accoppiando, con le modalità di giunzione previste negli schemi funzionali degli irrigidimenti e nella configurazione di maggiore impegno strutturale, montanti, correnti, traversi e diagonali, per realizzare telai:

- a) di stilata (fig. 2);
- b) di facciata (fig. 3);
- c) in pianta (fig. 4).

Le giunzioni tra i montanti devono essere realizzate nelle posizioni più sfavorevoli.

La prova viene condotta sollecitando a compressione, fino a rottura, cinque saggi di schema funzionale come indicato nelle figure.

Il certificato di prova deve indicare:

- a) lo spostamento del punto di applicazione del carico dovuto ai giochi offerti dal sistema di irrigidimento, misurato attraverso applicazione di una forza uguale e contraria a quella di precarico;
- b) il carico di inizio delle deformazioni permanenti misurando gli spostamenti rispetto ad una condizione di precarico di 50 daN ed attraverso carichi e scarichi con incremento di 50 daN;
- c) il carico di rottura o di collasso e le relative modalità.

Quando, ai fini dei calcoli di verifica della struttura, sia previsto il contributo della rigidezza propria offerta da telai privi di diagonali di irrigidimento, per la valutazione dei relativi apporti le prove di cui alle figure 2, 3 e 4 possono essere condotte anche su telai privi di diagonali.

3.3.3. Prova di rigidezza di schemi funzionali degli irrigidimenti di facciata ed in pianta, a trazione (figg. 5, 6)

Gli schemi funzionali degli irrigidimenti di facciata ed in pianta sono sollecitati a trazione fino a rottura con le modalità di cui alle figure 5 e 6. Devono essere condotte prove su almeno cinque saggi rilevando il carico di rottura. Nel certificato di prova, inoltre, devono essere indicate le modalità di rottura.

3.3.4. Prova di rigidezza del collegamento montante-traverso e montante-corrente (fig. 7)

La prova è intesa ad acquisire i parametri concernenti i giochi, i cedimenti angolari e la capacità di carico dei collegamenti montante-traverso e montante-corrente.

La prova viene condotta, con le modalità di cui alla fig. 7, utilizzando un tratto di montante ed un traverso, o un corrente. Il tratto di montante viene bloccato in corrispondenza delle estremità in modo che il dispositivo di collegamento risulti nella mezzeria. Su tale dispositivo viene montato il traverso, ovvero il corrente, con le modalità previste dal costruttore.

Il traverso, o il corrente, quando necessario, può essere irrigidito in modo da limitare al massimo le relative deformazioni nel corso della prova.

La prova viene ripetuta su almeno sei accoppiamenti, effettuando per ciascun accoppiamento cicli completi di isteresi, aumentando progressivamente i carichi fino a realizzare il cedimento della giunzione.

Per ogni accoppiamento sottoposto a prova devono essere registrati, in modo continuo ovvero con frequenti intervalli, i valori sforzi/deformazioni relativi alle varie fasi di carico e scarico.

3.3.5. Prova di rottura del dispositivo di giunzione tra montante ed elementi ad esso collegati

La prova è intesa a determinare la capacità portante del dispositivo di collegamento montante-traverso, montante-corrente, montante-diagonale, ecc.

Il dispositivo di collegamento viene sollecitato fino a rottura con carichi crescenti applicati in modo da realizzare sul dispositivo stesso azioni analoghe a quelle di funzionamento.

La prova viene ripetuta su almeno sei saggi.

Il certificato di prova deve indicare, per ogni saggio provato, la schematizzazione della prova, il carico di rottura o di collasso raggiunto e le relative modalità.

3.3.6. Prova di trazione del giunto assiale dei montanti (fig. 10)

Un sistema di giunzione assiale dei montanti deve essere sottoposto, come in figura, a prova di trazione per accertare il carico di rottura della giunzione (fig. 10). Il certificato della prova, condotta su almeno cinque saggi, deve indicare, oltre ai carichi di rottura, le relative modalità.

3.3.7. Prove sui tubi saldati

Cinque saggi di tubi, quando realizzati mediante saldatura, devono essere assoggettati a prova di schiacciamento e di curvatura con le modalità previste dal D.M. 2 settembre 1968.

3.3.8. Prove sulle piastre di base

Cinque piastre di base devono essere sottoposte a prova di portanza su anello con le modalità previste dal D.M. 2 settembre 1968.

3.3.9. Prove sui correnti di parapetto (fig. 8)

I correnti di parapetto o i relativi sistemi di parapetto montati nelle condizioni previste dallo schema funzionale devono essere assoggettati a prova di flessione con carico in mezzzeria gradualmente crescente, nelle peggiori condizioni di applicazione. Il certificato delle prove, condotte su almeno cinque saggi, deve indicare:

- a) i carichi sotto i quali si manifestano deformazioni permanenti, per carichi e scarichi con incrementi di 20 daN;
- b) i carichi di rottura e le relative modalità.

3.3.10. Prova sul parasassi prefabbricato (fig. 9)

Il parasassi montato nelle stesse condizioni previste nello schema funzionale deve essere caricato fino a rottura con carico concentrato nella mezzzeria del traverso di sostegno del parasassi.

Il certificato delle prove condotte su almeno cinque saggi, deve indicare:

- a) i carichi sotto i quali si manifestano deformazioni permanenti, per carichi e scarichi con incremento di 20 daN;
- b) i carichi di rottura e le relative modalità.

3.3.11. Prove sugli impalcati prefabbricati

Le prove di carico, ognuna da effettuare su almeno cinque saggi, devono essere impostate e condotte in modo da fornire risultati confrontabili con quelli delle verifiche di calcolo relative alle condizioni di carico riportate al Capitolo IV (prospetto 4-I).

3.3.12. Prove sulle travi per passi carrai (fig. 11)

Le travi per passi carrai, vincolate come previsto negli schemi funzionali, devono essere caricate fino a rottura con carichi crescenti, applicati nella zona di azione delle stilate sopresse (fig. 11). Il certificato della prova, condotta su almeno tre coppie di travi, deve indicare:

- a) i carichi di inizio delle deformazioni permanenti rispetto ad un precarico di 100 daN;
- b) i carichi di rottura e le relative modalità.

3.3.13. Prove sugli elementi di scala (fig. 12)

Gli elementi di scala, appoggiati alle estremità, devono essere caricati con un carico agente nelle mezzerie dei montanti (vedi fig. 12). Il certificato di prova deve riportare, per almeno cinque saggi:

- a) le deformazioni rilevate sotto carichi di prove crescenti di 20 in 20 daN, rispetto ad un precarico di 50 daN;
- b) il carico massimo (di rottura o di collasso).

3.3.14. Prove sui fermapiede (fig. 13)

I fermapiede, vincolati sui montanti come previsto nello schema funzionale, devono essere caricati con carico centrato crescente applicato su una fascia di 20 x 20 cm. Il certificato di prova, da condurre su almeno cinque saggi, deve contenere:

- a) la freccia in mezzeria sotto un carico di 0,3 KN e la freccia residua rispetto ad un precarico di 0,1 KN;
- b) il carico di rottura e le relative modalità.

3.4. Prove di collasso (figg. 14 e 15)

La prova deve essere condotta su due saggi uguali di ponteggi montati in conformità allo schema previsto dal fabbricante, ancorati mediante giunti girevoli, aventi larghezza almeno pari alla distanza orizzontale tra gli ancoraggi dello stesso piano (e comunque non inferiore a quella corrispondente a quattro stilate), ed altezza almeno pari al doppio della distanza verticale fra gli ancoraggi della stessa stilata (e comunque non inferiore a quella corrispondente a quattro piani di ponteggio).

I ponteggi devono essere assoggettati:

- a) a forze orizzontali, normali alla facciata, pari a 50 daN, applicate nei nodi dei piani non ancorati delle stilate centrali;
- b) a forze orizzontali, parallele al piano della facciata, di 100 daN, applicate ai nodi della stilata esterna dei piani non ancorati;
- c) ad un carico ripartito (carico facoltativo) del valore indicato al punto 4.2.2, maggiorato del peso proprio dell'impalcato (se non montato) applicato al primo piano non ancorato del ponteggio;
- d) a carichi coassiali con i montanti gradualmente crescenti, con incrementi non superiori a 50 daN/sec.

I certificati devono contenere, per ciascun saggio assoggettato a prova:

- 1) la descrizione e lo schema di ponteggio provato con l'indicazione del tipo e del numero di elementi utilizzati, dei relativi marchi e del loro posizionamento;
- 2) le modalità di prova;
- 3) il carico di collasso relativo alle stilate centrali e la descrizione delle modalità di collasso.

4. Calcolo del ponteggio secondo varie condizioni di impiego

4.1. Tipi di ponteggi

Possono essere autorizzati i seguenti tipi di ponteggi:

- ponteggi da costruzione, destinati alla realizzazione di opere di costruzione edilizia;
- ponteggi da manutenzione, destinati ad attività di riparazione e di manutenzione.

4.2. Carichi

I carichi si distinguono in:

- carichi fissi;
- carichi variabili.

4.2.1. Carichi fissi

Sono costituiti da:

- Pesi propri degli elementi metallici

I pesi propri degli elementi debbono essere valutati con riferimento al valore nominale dei pesi di ciascun elemento metallico di ponteggio montabile in relazione allo schema tipo.

- Pesi propri degli impalcati

Vanno assunti, quando non strutturali, di valore non inferiore a 300 N/m^2 .

4.2.2. Carichi variabili

Sono costituiti da:

a) carichi di servizio sui piani di lavoro, da assumere nei seguenti valori:

- 1500 N/m^2 , per ponteggi da manutenzione;
- 3000 N/m^2 , per ponteggi da costruzione;
- 4500 N/m^2 , per piazzole di carico.

b) Vento: l'azione esercitata dal vento deve essere valutata secondo le CNR 10012, assumendo come velocità di riferimento del vento:

- in condizioni di lavoro $V_{ref} = 16$ m/s
- in condizioni di fuori servizio ed adottando i seguenti

valori dei coefficienti $V_{ref} = 30$ m/s

- coefficiente di topografia $\alpha_t = 1$
- coefficiente di ritorno $\alpha_r = 0,93$
- coefficiente di profilo $\alpha_z = (*)$

(*) Quello corrispondente alla categoria 3.

La valutazione dell'effetto di schermo dell'edificio servito sul ponteggio deve essere effettuata con l'espressione: $C = 0,3 + A$ in cui:

- A, è la superficie totale delle aperture nella struttura servita dal ponteggio;
- At, è la superficie totale della struttura servita dal ponteggio.

Tale effetto può essere valutato esclusivamente per le azioni normali alla facciata della struttura servita.

In assenza di effetti di schermo da parte della struttura servita, ovvero per impieghi generalizzati, il coefficiente di pressione o di forza deve essere assunto come segue:

- $C = 1,2$, per la struttura del ponteggio, considerando come superficie esposta all'azione del vento quella effettiva, senza riduzioni per azioni di schermo tra telaio esterno e telaio interno;
- $C = 1,3$, per i parasassi e per i tabelloni pubblicitari, purchè l'altezza di questi sia inferiore almeno a cinque volte la relativa larghezza.

Il coefficiente di raffica G deve essere assunto come segue:

$$G = 1 + 1,12 \frac{\alpha_d}{\alpha_z} \text{ assumendo } \alpha_d = 1$$

c) Neve: il carico di neve da assumere nei calcoli è dato dall'espressione:

$$q = 0,8(900 + 2,4 h)N/m^2$$

e deve essere calcolato per una altitudine h di 500 metri.

Negli schemi tipo deve essere indicato, in tabella, il numero massimo di impalcati montabili sulla stessa verticale in funzione delle diverse altitudini e delle tre zone geografiche.

4.2.3. Carichi per verifiche locali

Ai fini delle sole verifiche locali si debbono adottare le seguenti condizioni di carico:

- Impalcati

Ai fini delle verifiche degli elementi di impalcato devono essere previste le azioni indicate nel prospetto 4-I.

Prospetto 4-I

Carichi di servizio per gli impalcati

Classe	1	2	3	4	5
	Carico uniformemente ripartito (KN/m ²)	Carico applicato su superficie di 500x500 mm (KN)	Carico applicato su superficie di 200x200 mm (KN)	Carico su superficie parziale	
				(KN/m ²)	Superficie parziale A (m ²)
ponteggio da manutenzione	1,5	1,5	1,0	--	--
ponteggio da costruzione	3,0	3,0	1,0	5	0,4A
piazzuole di carico	4,5	3,0	1,0	7,5	0,4A

I carichi debbono essere applicati osservando le seguenti indicazioni:

a) carico su una superficie di 500 mm x 500 mm (*)

Il carico deve essere applicato nelle condizioni più sfavorevoli.

Per gli elementi di impalcato aventi larghezza inferiore a 500 mm, il carico deve essere ridotto in proporzione alla larghezza effettiva dell'elemento, fino ad un valore che comunque non deve essere inferiore a 1,5 KN.

b) carico su una superficie di 200 mm x 200 mm (*)

Il carico deve essere applicato nelle condizioni più sfavorevoli.

c) carico su una superficie parziale. Il carico deve essere applicato, su una superficie parziale pari al 40% della superficie totale dell'impalcato.

(*) Sotto il carico concentrato di cui al Prospetto 4-I le frecce massime dell'elemento di impalcato non devono essere maggiori di:

- 1/100 della luce tra gli appoggi;

- 20 mm, rispetto a quella di un elemento di impalcato contiguo, scarico.

- Parapetti

Le azioni da considerare, applicate nelle condizioni più sfavorevoli, sono le seguenti:

a) carico concentrato di 0,3 KN, applicato normalmente al corrente (sotto tale azione la freccia elastica non deve essere superiore a 35 mm);

b) carico concentrato di 1,25 KN, applicato normalmente al corrente (sotto tale azione non si debbono verificare rotture e deformazioni superiori a 200 mm).

4.3. Condizioni di carico

4.3.1. Verifiche

Devono essere effettuate verifiche per le seguenti condizioni di carico:

1) Condizione di servizio

Devono essere cumulati, nel modo più sfavorevole:

- i pesi propri;
- i carichi di servizio, assunti per intero su un impalcato e per il 50% su un secondo impalcato;
- l'azione del vento prevista per la condizione di servizio.

2) Condizione di fuori servizio normale

Devono essere cumulati, nel modo più sfavorevole:

- i pesi propri;
- il 50% del carico di servizio, applicato su un solo impalcato;
- l'azione del vento prevista per la condizione di fuori servizio.

3) Condizione di fuori servizio per neve

Devono essere cumulati, nel modo più sfavorevole:

- i pesi propri;
- il carico dovuto alla neve, applicato: per intero sull'impalcato più alto e sulla più alta tavola parasassi e globalmente per il 30%, sull'insieme degli impalcati o degli schermi parasassi eventualmente sottostanti (1);
- l'azione del vento previsto per la condizione di fuori servizio.

(1) In ogni caso deve essere prevista la presenza di due impalcanti (ponte e sottoponte) e di almeno un parasassi (e relativo impalcato di raccordo, da valutare con la riduzione al 30% del relativo carico per neve).

4.4. Calcolo delle strutture

4.4.1. Generalità

Nella relazione di calcolo devono essere esplicitati i criteri di calcolo, le ipotesi di carico, gli schemi strutturali e le ipotesi di vincolo. In generale, salvo dimostrazione di affidabilità relativa all'accoppiamento, non è ammessa la collaborazione del legname alla resistenza strutturale del sistema.

4.4.2. Le verifiche vanno condotte per tutte le strutture principali che costituiscono ciascun sistema funzionale seguendo le istruzioni del presente capitolo. Devono essere effettuate almeno le seguenti verifiche:

4.4.2.1. Verifiche di stabilità dei montanti esterno ed interno.

4.4.2.2. Verifiche di resistenza dei seguenti elementi:

- trasverso;
- diagonali di facciata ed in pianta;
- corrente di parapetto;
- elemento di impalcato;
- sistemi di ancoraggio;
- trasverso e tirante/puntone del parasassi;
- struttura del passo carraio (e relativi montanti);
- piazzole di carico (e relativi montanti);
- correnti e pioli della scala prefabbricata.

4.4.2.3. Verifiche dei collegamenti

Quando vengano utilizzate giunzioni ad attrito devono essere effettuate verifiche allo scorrimento, rispetto al frattile 5% delle risultanze sperimentali.

4.5. Resistenza di calcolo e confronti sperimentali

Per le verifiche condotte con il metodo delle tensioni ammissibili si adottano le tensioni ammissibili ed i coefficienti di sicurezza previsti:

- per la prima condizione di carico, per impalcanti e parapetti;

- per la seconda condizione di carico, per tutti gli altri elementi strutturali.

Per le verifiche condotte con il metodo semiprobabilistico agli stati limite le azioni sulle strutture devono essere cumulate fra loro nel modo più sfavorevole osservando le prescrizioni di cui al punto 3 delle Istruzioni CNR 10011/85.

Per ogni verifica di calcolo, quando possibile, deve essere effettuato un confronto con i risultati desunti dalle prove sperimentali condotte in conformità al capitolo 3°.

4.6. Uso del calcolo automatico

Nella redazione dei calcoli è ammesso l'uso di elaboratori, purchè la relazione contenga, oltre a quanto previsto ai punti precedenti, informazioni relative a:

- la modellazione delle strutture e dei vincoli;
- la schematizzazione delle azioni;
- la modellazione delle azioni;
- la modellazione dei materiali;
- il tipo di analisi;
- l'individuazione dei codici di calcolo;
- il grado di affidabilità dei codici;
- la motivazione della scelta dei codici.

I dati di ingresso e di uscita devono essere facilmente individuabili. Alla relazione deve essere allegato un elaborato, effettuato con lo stesso programma, su una struttura semplice e per un carico convenzionale.

5. Istruzioni per le prove di carico dei ponteggi

Per i ponteggi realizzati in conformità agli schemi tipo e per quelli di altezza superiore a 20 metri, con schema funzionale corrispondente allo schema sottoposto a prova di collasso e calcolati con le metodologie di calcolo richieste per i ponteggi aventi altezza fino a 20 metri, le prove di carico sono sostituite dall'accertamento, a cura del responsabile del cantiere, della corrispondenza con il disegno esecutivo del ponteggio. Per i ponteggi di notevole importanza o complessità eretti in difformità dallo schema sottoposto a prova di collasso, devono essere fornite istruzioni per le prove di carico. Tali prove devono essere condotte su un settore significativo di ponteggio per altezza e larghezza, in ogni caso con dimensioni non inferiori a quelle del ponteggio assoggettato a prova di collasso, con carichi di prova atti a consentire l'accertamento dell'esistenza di un grado di sicurezza adeguato quando il ponteggio in questione venga sottoposto alle condizioni di carico previste al capitolo 4.

Le prove di carico per ponteggi presentanti schemi diversi da quelli autorizzati devono, in ogni caso, realizzare il raggiungimento, senza fenomeni di instabilità e senza l'insorgere di deformazioni permanenti, degli stati tensionali previsti dal calcolo, con un grado di sicurezza pari ad almeno 1,5. Le istruzioni devono individuare i carichi di prova e le relative modalità da adottare per consentire

la realizzazione di dette opere provvisoriale aventi schemi difformi da quelli tipo sottoposti a prova di collasso.

6. Istruzioni per il montaggio, l'impiego e lo smontaggio

Tali istruzioni devono contenere comunque:

- a) il richiamo dell'osservanza delle norme generali e particolari per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro;
- b) i controlli da effettuare sugli elementi prima di effettuare il montaggio;
- c) gli accertamenti e le precauzioni relative alle superficie di appoggio;
- d) le modalità di posizionamento degli elementi di appoggio ed i sistemi per il controllo della verticalità dei montanti e della orizzontalità di correnti e traversi;
- e) le modalità di montaggio dei piani di lavoro, dei relativi impalcati e degli elementi di protezione (sistemi di accesso al piano, parapetti, parasassi, ecc.);
- f) le modalità di realizzazione degli ancoraggi;
- g) i mezzi di sicurezza da utilizzare durante il montaggio;
- h) le modalità per la realizzazione di opere speciali (passi carrai, partenze particolari, mensole, piazzole di carico, tavole parasassi, ecc.);
- i) le modalità per realizzare un accesso sicuro ai piani di lavoro;
- l) i controlli periodici ed eccezionali da effettuare sul ponteggio in esercizio;
- m) l'ordine e le modalità per lo smontaggio degli elementi;
- n) i controlli da effettuare sugli elementi smontati per garantire il loro successivo impiego in condizioni di sicurezza.

7. Schemi tipo

Gli schemi tipo - limitati all'altezza di 20 metri da terra al livello dell'impalcato dell'ultimo piano di lavoro - devono contenere:

- 1) disegni, in scala ridotta, degli elementi componenti, con l'indicazione delle dimensioni fondamentali, dei marchi - e della relativa zona di applicazione - e del peso medio dell'elemento;
- 2) schemi funzionali forniti di:
 - indicazione dei massimi carichi di servizio ammessi, con la specifica del massimo numero di impalcati carichi e scarichi montabili sulla stessa verticale e delle limitazioni da adottare per zona e per altitudine, a causa delle precipitazioni nevose;
 - protezione contro le cadute di persone e di materiali e sistemi di accesso ai piani di lavoro;

- dimensioni minime delle tavole in legname;
- indicazione delle azioni massime trasmesse dalle piastre di base alle superfici di appoggio;
- indicazione delle azioni massime trasmesse dagli ancoraggi alle strutture servite e schemi di ancoraggi ammessi;

3) disegni e schemi di realizzazione delle opere speciali previste nella relazione di calcolo (partenze particolari, passi carrai, piazzole di carico, mensole, ecc.).

Allegato 2

Istruzioni di calcolo per ponteggi metallici ad elementi prefabbricati di altezza superiore a 20 metri e per altre opere provvisionali, costituite da elementi metallici, o di notevole importanza e complessità

1. Scopo

Le presenti istruzioni definiscono le modalità per il calcolo dei ponteggi metallici di altezza superiore a 20 metri e di altre opere provvisionali (1) costituite da elementi metallici, o di notevole importanza e complessità in rapporto alle loro dimensioni ed ai sovraccarichi.

Per i soli ponteggi e per le altre opere provvisionali di notevole importanza o complessità eretti in conformità agli schemi tipo assoggettati a prove globali in laboratorio ed approvati, possono essere seguite le metodologie vigenti per i ponteggi aventi altezza fino a 20 metri.

(1) Strutture di sostegno (centine, ecc.), vie di transito per veicoli, sovrappassi, strutture a torre, castelli di tiro, strutture di sostegno per getti, coperture provvisionali, ecc.

2. Carichi fissi

Debbono essere valutati in relazione agli schemi di ponteggio o di opera provvisoria considerando i valori medi unitari dei pesi degli elementi e prevedendo, per i ponteggi di servizio, oltre la presenza degli impalcati di lavoro necessari, quella dei relativi sottoponti, degli schermi parasassi e degli impalcati normalmente lasciati sulla struttura.

In particolare per ponteggi predisposti al servizio di costruzioni edili si deve considerare la presenza di impalcati (ponti, sottoponti o parasassi) in numero N dato dalla seguente espressione:

$$N > 3 + \frac{H}{10}$$

avendo indicato con H (>20) l'altezza del ponteggio in metri.

Quando sia previsto il ricorso ad un minor numero di impalcati, il progettista può tener conto di tale situazione adottando nei calcoli un diverso valore per N ed indicando i limiti d'impiego nei progetti del ponteggio e dell'opera speciale.

3. Carichi variabili

Debbono essere considerati i carichi previsti dalle istruzioni CNR 10027/85.

3.1. Carichi minimi di servizio

L'entità dei carichi di servizio - comprensivi dei normali materiali ed attrezzi da lavoro e degli effetti dinamici ordinari - può essere desunta dal prospetto 3-A.

In relazione alle esigenze specifiche il progettista può adottare, sia normali valutazioni probabilistiche sulla distribuzione dei carichi di servizio sui diversi piani di ponteggio (assumendo per esempio il carico di servizio per intero su un impalcato, per il 50% su un secondo impalcato e considerando scarichi gli altri impalcati), sia valutazioni specifiche in relazione alla destinazione dell'opera provvisoria, da specificare nel calcolo di verifica.

3.2. Azioni dovute alla neve

Nel caso di presenza di più impalcati sulla stessa verticale l'azione della neve deve essere prevista per intero sull'impalcato più elevato e per il 30% su uno degli impalcati sottostanti.

3.3. Effetti dinamici

Le azioni trasmesse alla struttura degli apparecchi di sollevamento portati vengono maggiorate attraverso un coefficiente dinamico Ψ fornito dall'espressione

$$\Psi = 1 + 0,6 V$$

ove V è la velocità del carico movimentato, espressa in m/s.

3.4. Azioni del vento

Vengono valutate con i criteri indicati nelle istruzioni CNR 10012/85 assumendo come velocità di riferimento:

$V_{rif} = 16$ m/s, per la condizione di lavoro;

$V_{rif} = 30$ m/s, per la condizione di fuori servizio.

L'effetto di schermo dell'opera servita nei riguardi dell'azione del vento perpendicolare all'opera stessa viene valutato attraverso un coefficiente di permeabilità fornito dall'espressione:

$$\mu = 0,3 + \frac{A_a}{A_t}$$

ove:

A_a è la superficie totale delle aperture nella facciata dell'opera servita, in direzione perpendicolare all'azione del vento;

A_t è la superficie totale della facciata dell'opera servita.

Prospetto 3-A

Carichi minimi di servizio

<i>Classe dell'impalcato</i>	<i>Genere di lavoro</i>	<i>Carico uniformemente ripartito KN/m²</i>
1	Lavori di ispezione Carico di servizio - aggiuntivo rispetto alle azioni previste per i carichi movimentati - per impalcati di mensole di estrazione dei tunnels	0,75
2	Lavori di manutenzione (pittura, pulitura di superfici, intonacatura, riparazione, ecc.) senza deposito di materiali salvo quelli immediatamente necessari	1,50
3	Lavori di manutenzione con limitato deposito di materiali necessari per il lavoro giornaliero	2,00
4	Lavori di costruzione (muratura, getti in calcestruzzo, ecc.)	3,00
5	Deposito temporaneo di materiali (piazzuole di carico)	4,50
6	Lavori di muratura pesante, vie di transito per veicoli leggeri	6,00

3.5. Carichi per verifiche locali

- Impalcati

Gli impalcati devono essere verificati per i carichi di servizio indicati nel prospetto 3-B.

- Carico uniformemente ripartito

Gli impalcati devono essere verificati per i carichi uniformemente ripartiti indicati nella colonna 2.

- Carico su una superficie 500 mm x 500 mm

Gli impalcati devono essere verificati per il carico concentrato su una superficie 500 mm x 500 mm, indicato nella colonna del prospetto 3-B. La posizione di tale carico deve essere scelta in modo da realizzare le condizioni più sfavorevoli.

Quando l'elemento di impalcato ha larghezza inferiore a 500 mm, il carico concentrato deve essere ridotto, in proporzione alla larghezza, fino ad un minimo di 1,5 KN.

- Carico su una superficie 200 mm x 200 mm

Ogni impalcato deve essere verificato per un carico di 1 KN uniformemente ripartito su una superficie di 200 mm x 200 mm, applicato nelle condizioni più sfavorevoli.

- Carico su una superficie parziale

Ogni impalcato delle classi 4, 5 e 6, deve essere verificato per il carico indicato nella colonna 4 del prospetto 3-B applicato su una superficie rettangolare (superficie parziale) uguale alla frazione indicata nella colonna 6 del prospetto 3-B.

Le dimensioni e la posizione di questa superficie devono essere scelte per realizzare le condizioni di carico più sfavorevoli.

3.6. Parapetti

Fermo restando i valori delle spinte sui parapetti previste dalle norme CNR 10027/85, i parapetti destinati alla protezione contro la caduta di persone da ponteggi e ponti di servizio accessibili solo agli addetti ai lavori possono essere verificati, quale che sia la loro lunghezza, per le seguenti condizioni:

- freccia elastica non superiore a 35 mm sotto un carico concentrato di 0,3 KN;
- assenza di rottura o di frecce superiori a 200 mm sotto un carico concentrato di 1,25 KN.

Prospetto 3-B

Carichi di servizio per impalcato di lavoro

1	2	3	4	5	6
Classe	Carico uniformemente ripartito (KN/m ²)	Carico applicato su superficie di 500x500 mm (KN)	Carico applicato su superficie di 200x200 mm (KN)	Carico su una superficie parziale	
				(KN/m ²)	Superficie parziale A _c (m ²)
1 (*)	0,75	1,50	1,00	non applicabile	
2	1,50	1,50	1,00	non applicabile	
3	2,00	1,50	1,00	non applicabile	
4	3,00	3,00	1,00	5,00	0,4 · A
5	4,50	3,00	1,00	7,50	0,4 · A
6	6,00	3,00	1,00	10,00	0,4 · A

(*) I singoli elementi di impalcato devono avere una capacità portante non inferiore a quella richiesta per un ponteggio di classe 2.

4. Calcolo di verifica

4.1. Calcolo di stabilità globale

Nella verifica di stabilità devono essere considerati gli effetti del II ordine, sia direttamente utilizzando una analisi elastica del II ordine, sia indirettamente attraverso una analisi elastica del I ordine - con lunghezza di inflessione corrispondente alla instabilizzazione di un sistema a nodi spostabili - ed adottando nelle aste presso-inflesse un fattore di moltiplicazione dei momenti fornito dall'espressione:

$$\psi = \frac{1}{1 - \frac{\nu N}{N_{crit}}}$$

ove:

a) n è il coefficiente di sicurezza, assunto:

$n = 1.0$ per le verifiche agli stati limite

$n = 1.5$ per le verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili, per la I condizione di carico

$n = 1.33$ per le verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili, per la II condizione di carico

b) N è il carico assiale di compressione dell'asta

c) $N_{crit} = \text{crit } A$ è il carico critico calcolato con la formula di Eulero, che compete all'asta in relazione alla sua snellezza effettiva.

Quando la snellezza dell'asta non sia stata determinata con sistema sperimentale, è necessario effettuare le verifiche previste dal punto 7.5.2 della istruzione CNR 10011/85.

Nel caso di collegamenti realizzati con giunti (a vite o a cuneo) è necessario considerare la rigidità effettiva dei collegamenti tra le aste ed effettuare le verifiche di scorrimento per garantire un coefficiente di sicurezza di almeno 1.5 rispetto al frattile 5% delle risultanze delle prove di scorrimento.

4.2. Verifiche locali di stabilità e di resistenza

Nel calcolo di verifica devono essere specificati per ogni elemento di ponteggio o di opera provvisoria (montanti, traversi, diagonali di facciate, diagonali in pianta, parapetti, giunti, impalcati, mensole di ampliamento, piazzuole di carico, schermi parasassi, travi per passi carrai, ancoraggi, elementi di ripartizione delle basette sul terreno) le condizioni di carico.

Le verifiche degli elementi sopra indicati potranno essere omesse solo quando la stabilità o la resistenza risulti già accertata, nell'autorizzazione alla costruzione ed all'impiego del ponteggio metallico, per più gravose condizioni di carico.

5. Collaudo e prove di carico

Per i ponteggi e le altre prove provvisorie di notevole importanza o complessità, eretti in conformità agli schemi tipo assoggettati a prove globali in laboratorio, non è necessario il collaudo statico.

Per i ponteggi e le altre prove provvisorie eretti secondo schemi non approvati, ovvero, non sufficientemente sperimentati per realizzazioni analoghe è necessario il collaudo statico ai sensi di quanto precisato nelle norme CNR 10011/85 e 10027/85.

Gli esiti delle eventuali prove di carico devono essere allegati alla relazione di collaudo; la relazione di collaudo, insieme alla relazione di calcolo, deve essere tenuta in cantiere a disposizione degli organi di vigilanza.