

***DIMENSIONAMENTO DI UN PONTEGGIO ADIBITO
A SOSTEGNO PER UNO SCHERMO
CINEMATOGRAFICO***

(aggiornamento giugno 2025)

STADIO ARTEMIO FRANCHI SIENA

Dimensioni dello schermo 1150 x 470

La struttura metallica sarà composta da telai da ponteggio prefabbricati e giunzioni con tubi e giunti aventi caratteristiche come da allegato alla presente relazione.

L'intera struttura sarà protetta sui lati da un telo impermeabile.

La struttura di seguito verificata avendo un'altezza di 7 m. non rientra nel Decreto Interministeriale del 22 – 7 – 2014.

PESO PROPRIO DEL PONTEGGIO

Peso del telaio	19,30 Kg.
Montante	Ø 48 x 2,9 mm.
Larghezza	1050 mm.
Passo	1800 mm.

Con tali caratteristiche il ponteggio pesa 8,10 Kg/mq e pertanto complessivamente la struttura da calcolare avente dimensione 7,00 m. x 12,60 m. peserà complessivamente 735 Kg.

Ai fini del nostro calcolo tale peso può essere trascurato dato che il maggiore carico trasmesso sarà come vedremo in seguito quello del vento.

La Normativa Italiana per il vento prescrive un carico da vento dato dalla seguente relazione:

$$\mathbf{P = 78,3 \text{ Kg/mq}}$$

(vedi schema di calcolo allegato)

Il tipo di telo dello schermo, posto in opera, è del tipo microforato, e pertanto la sua capacità di trattenere il vento è ridotta dalla micro foratura. Inoltre il telo in opera è agganciato alla struttura metallica mediante degli elastici che, per effetto del carico considerato si romperebbero.

La struttura monta un telo a protezione del retro che è di gran lunga più resistente del telo dello schermo. Pertanto nel calcolo la verifica sarà eseguita tenendo conto esclusivamente di tale telo che, a riguardo della forza del vento si opporrà integralmente e pertanto la forza complessiva applicata sarà pari a:

$$78,3 \text{ Kg/mq} \times 7,00 \times 12,60 = 6.906 \text{ Kg.}$$

Dal punto di vista del ribaltamento tale forza risulterà applicata al baricentro dello schermo e cioè ad un'altezza di m. 4,50.

Pertanto il momento ribaltante sarà pari a 31.077 Kgm.

Considerando che il puntone ad una distanza di circa 2,35 m. dalla struttura del ponteggio, il momento stabilizzante, applicando nella parte retrostante 9,72 t. di zavorre risulta pari a 33.048 Kg. che è largamente compatibile anche in considerazione del fatto che il ponteggio non essendo collegato a terra, prima di ribaltare subirà uno spostamento che ridurrà l'effetto ribaltante.

Comunque, a favore della sicurezza nel calcolo non tiene conto di tale circostanza e, pertanto tutto il contributo della spinta sarà applicato come forza di ribaltamento dello schermo.

Nel caso di vento che spira dal fronte dello schermo l'effetto del ribaltamento è ridotto dalla presenza dei due telai centrali controventati, e

pertanto i contrafforti riducono di molto l'effetto del ribaltamento che, per sicurezza sarà comunque contrastato con contrappesi posti sul davanti per circa 4080 Kg.

Nella verifica della struttura, oltre alle globali possibilità di crisi della struttura c'è la possibilità che la struttura entri in crisi per instabilità locale. La situazione più pericolosa corrisponde al ponteggio scarico e al massimo vento di progetto prevedibile.

In particolare la situazione di crisi sarebbe provocata da un vento che spirasse dal fronte o dal retro dello schermo stesso.

In tale situazione la struttura dovrà fare affidamento ai soli diagonalali ortogonali al ponteggio che, o considerati come tiranti o come aste compresse dovranno garantire la stabilità generale.

Ponendo sul retro dello schermo 4 diagonalali e ancorando questi al terreno mediante delle zavorre, i diagonalali o in trazione o in compressione daranno garanzia della stabilità.

Considerando come schema statico raffigurato quello composto da un elemento su appoggiato sui 4 diagonalali si ottiene una spinta pari a

$$Q = 78,3 \times 4,20 = 329 \text{ kg/m.}$$

Tale carico applicato sulla struttura porterà ai seguenti carichi sul diagonale.

TRAVI APOGGIATE A TRE CAMPATE	
	<p>P [kN/m] ?329</p> <p>l [cm] ?420</p>
	<p>Reazioni</p> <p>V_A [kN] =552.720 V_B [kN] =1519.980</p> <p>V_C [kN] =1519.980 V_D [kN] =552.720</p>

Con tale carico si procede al calcolo dell'elemento, ed alla verifica del diagonale.

La situazione sugli elementi laterali è diversa poiché essi oltre a ricevere la metà del carico hanno anche il diagonale come contrafforte. I due elementi centrali, se sottoposti a trazione resisteranno al carico del vento, infatti:

$$\sigma = 1539,98 / 4,59 = 336 \text{ kg/cm}^2$$

Gli stessi elementi, qualora sottoposti a compressione, cioè con il vento che spirasse in senso contrario, riducendone la lunghezza libera di inflessione mediante la realizzazione di rompi tratta orizzontali, saranno così caricati:

$$l = 220 \text{ cm.}$$

$$\lambda = 138$$

$$\omega = 2,58$$

da cui sottoposti a carico di punta essi avranno:

$$\sigma = 2,58 \times 1539,98 / 4,59 = 866 \text{ Kg/cm}^2.$$

Nella direzione con vento che spirasse dal fronte schermo, oltre ai puntoni che, come abbiamo visto per il carico in testa sono verificati, entrano in gioco anche i montanti dei telai del ponte che aiuterebbero alla tenuta generale della struttura.

Nonostante le verifiche eseguite è comunque consigliabile che

i lacci che legheranno il telo alla struttura si possano staccare quando la forza del vento risultasse particolarmente sostenuta. In questo caso la struttura già verificata sia sotto il profilo dei singoli elementi che globalmente non avrebbe modo di entrare in crisi.

La garanzia che la rottura degli ancoraggi si può ottenere riducendo il numero dei fissaggi del telo alla struttura in modo tale da lasciare tre lati deboli (con un massimo di **4-5 legature** per lato) e invece quello in sommità più consistente in modo da evitare che il telo stesso possa staccarsi completamente. In questo caso, si evita l'effetto vela derivante dai teli di protezione.

Il sistema di ancoraggio dei teli potrebbe creare effetto vela e quindi provocare il collasso della struttura.

In merito ad essi preciso che i lacci saranno costituiti da elementi in gomma della larghezza di circa 1 cm legati al ferro tubolare.

Come dicevo in precedenza è necessario, soprattutto per il telo contro schermo, non realizzato in materiale microforato garantire la rottura dei lacci in caso di vento. A mio avviso tale rottura è garantita dalla riduzione del numero dei lacci del telo alla struttura in modo tale da lasciare tre lati deboli (con un massimo di 4-5 legature per lato) e invece quello in sommità più consistente in modo da evitare che il telo stesso possa staccarsi completamente. In questo caso, si evita l'effetto vela derivante dai teli di protezione. Inoltre, così come è accaduto quest'anno il telo di protezione è stato montato in due pezzi, ed anche in questo caso sarà necessario limitare ancor di più i lacci di collegamento centrali limitandosi ad un paio su tutta la lunghezza.

Molto diversa è la situazione dello schermo in quanto la micro foratura del telo garantisce una buona penetrazione da parte del vento.

Rispetto quindi ai normali accorgimenti realizzativi sarà necessario:

- 1 – Posizionare 4 diagonali sul retro e 2 diagonali sul fronte del castello;
- 2 – ridurre la luce libera di inflessione dei diagonali mediante la posa in opera di rompi tratta;
- 3 – zavorrare il retro ponte con almeno complessivi 9720 Kg.

4 – utilizzare degli ancoraggi dei teli tali che si possano rompere in caso di vento sostenuto.

5 – zavorrare la parte anteriore del ponte con 4080 Kg. posti nella posizione del disegno cioè distribuite sull'intera base.

Le zavorre devono essere fissate alla struttura mediante catene, che, saranno messe in tensione con tenditori a cricchetto in modo da mantenere costantemente in tensione il collegamento tra la struttura e le zavorre. Tale operazione andrà fatta sia nella parte retrostante che in quella frontale. Nella parte retrostante è prevista anche la posa di un ulteriore tubo posto alla base della struttura, tale tubo è indispensabile per fissare i tenditori.

BOX BIGLIETTERIA

Ad integrazione dell'allestimento sarà posto un piccolo box biglietteria delle dimensioni di 2,00 x 2,00 x 2,20 m realizzato da elementi in lamiera zincata prefabbricati assemblati. Tale box prefabbricato sarà poggiato al suolo tenendolo in piano mediante mattoni o tavole di legno poste sotto ai piedini prefabbricati. Tale struttura, in quanto venduta in tale stato non necessita di ulteriori verifiche.

BOX PROIEZIONE

La cabina di proiezione è del tipo prefabbricato monoblocco realizzato in lamiera grecata. Si tratta di un piccolo manufatto delle dimensioni di 2,10 x 3,10 x 2,40. Il locale è munito di certificazione di "idoneità" ed è munito di porta e finestra con apertura verso l'esterno. Tale box prefabbricato sarà sulla parte in calcestruzzo della gradinata e posto in piano mediante mattoni o tavole di legno poste sotto ai piedini

STUDIO TECNICO
Dott. Ing. Vincenzo Pagano

prefabbricati. Tale struttura, in quanto venduta in tale stato, come la precedente, non necessita di ulteriori verifiche.

Allegati:

- 1) Schema calcolo vento
- 2) schemi grafici di realizzazione del ponte e delle strutture a corredo;

Siena, 29 giugno 2025

Ing. Vincenzo Pagano



STUDIO TECNICO

Dott. Ing. Vincenzo Pagano

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
3	27	500	0,02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			300
T_R (Tempo di ritorno)			10
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_s (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])			27,000
α_R (T_R)			1,00000
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			27,000

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_p \cdot c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_s (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	455,63
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati sull'agibilità da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto sostanzialmente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1, 2, 3, 4, 5					
	costa	mare	500m	500m	500m
	2 km	10 km	30 km	50 km	50 km
A	--	IV	IV	V	V
B	--	III	III	IV	IV
C	--	--	II	III	IV
D	I	I	I	II	III

* Categoria II in zona 1, 2, 3, 4
 Categoria III in zona 5
 ** Categoria III in zona 2, 3, 4, 5
 Categoria IV in zona 1

ZONA 6					
	costa	mare	500m	500m	500m
	2 km	10 km	30 km	50 km	50 km
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	I	II	III	IV
D	I	I	I	II	III

ZONE 7, 8				
	mare	costa		
	1,5 km	0,5 km		
A	--	--	IV	
B	--	--	III	
C	--	--	II	
D	I	I	I	

* Categoria II in zona 6
 Categoria III in zona 7

ZONA 9		
	costa	
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

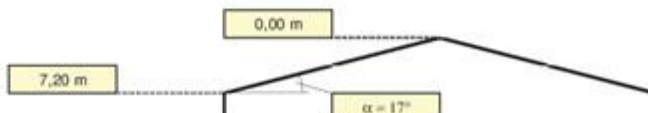
$$C_s(z) = k_z \cdot C_{s1}(z/z_0) [7 + C_{s1}(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$C_s(z) = C_{s1}(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

z [m]	C_s
$z \leq 4$	1,801
$z = 7,2$	2,148
$z = 0$	1,801

Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
3	B	300

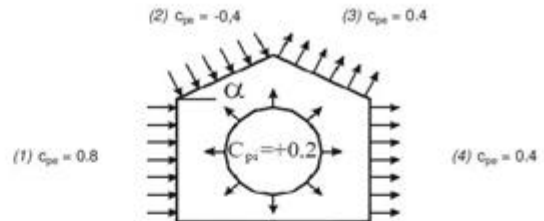
Cat. Esposiz.	k_s	z_0 [m]	z_{min} [m]	C_s
II	0,19	0,05	4	1



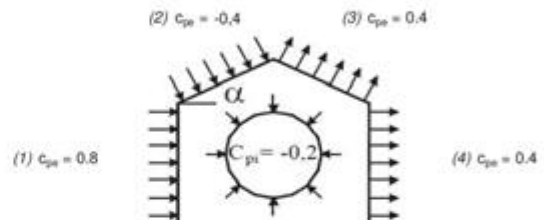
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture stagne

(1)	c_p	p [kN/mq]
	0,80	0,783
(2)	c_p	p [kN/mq]
	-0,40	-0,328
(3)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,328
(4)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,391

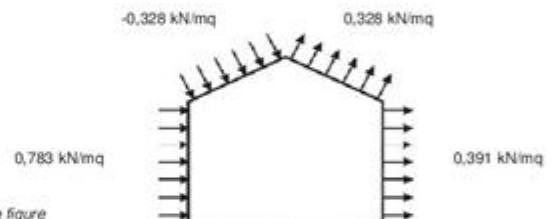


(1)	c_p	p [kN/mq]
	0,80	0,783
(2)	c_p	p [kN/mq]
	-0,40	-0,328
(3)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,328
(4)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,391



Combinazione più sfavorevole:

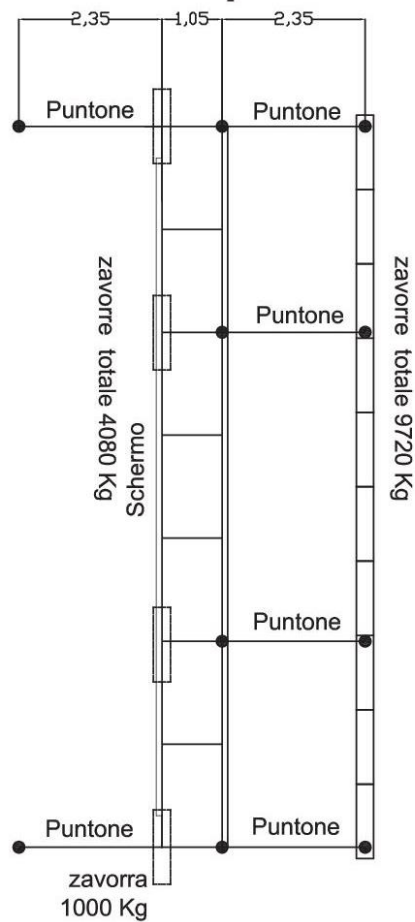
	p [kN/mq]
(1)	0,783
(2)	-0,328
(3)	0,328
(4)	0,391



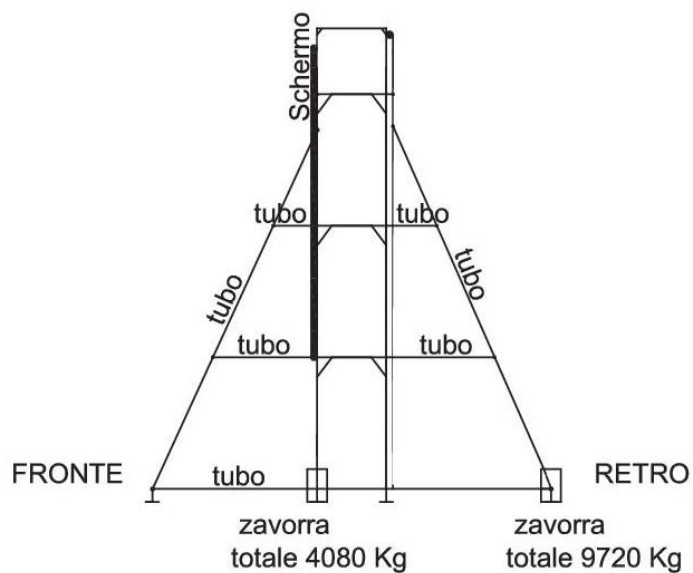
N.B. Se p (o c_{pe}) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

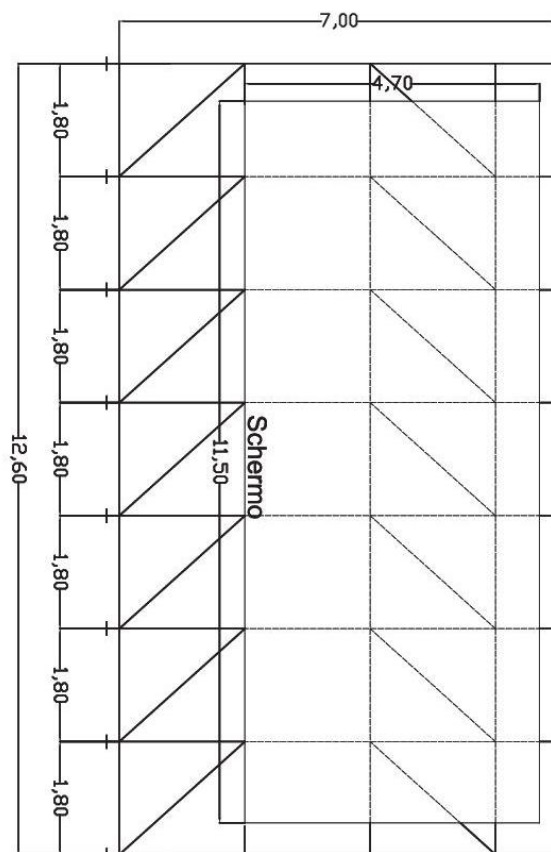


Vista in pianta



Sezione





Prospetto Frontale

