



LUCI D'ARTISTA 2021

**CAPITOLATO TECNICO INSTALLAZIONE
OPERA DANIEL BUREN**

PIAZZA PALAZZO DI CITTA'

Titolo dell'opera	Tappeto volante
Artista	Daniel Buren
Luogo dell'installazione	Piazza Palazzo di Città
Progetto generale	Ing. Silvano Cova
Progetto strutturale	Ing. Franco Galvagno
Responsabile della sicurezza In fase di progettazione ed esecuzione	

1. DESCRIZIONE DEI LAVORI

E' richiesta alla Ditta l'installazione dell'opera di Daniel Buren in Piazza Palazzo di Città secondo le modalità sotto specificate.

L'installazione prevede la collocazione di 1536 lampade sostenute da tesate di funi di acciaio e da canaline che ne consentano l'alimentazione elettrica.

Le strutture, i componenti, la qualità dei materiali, le modalità di fissaggio e l'esecuzione del lavoro, dovranno essere tali da garantire il rispetto del progetto previsto e allegato, eseguiti a regola d'arte per fornire l'opera finita rispondente all'utilizzo per cui è destinata.

Per l'installazione dell'opera, previa verifica del loro stato, dovranno essere utilizzati i materiali impiegati nelle edizioni precedenti, che dovranno essere prelevati dai magazzini collocati all'interno dell'area cittadina.

2. CONTROLLO E RIPRISTINO DELL'OPERA

Si richiede alla Ditta di effettuare il controllo di tutti i componenti, strutturali ed elettrici, di inviare al Committente eventuali indicazioni di elementi, oltre a quelli richiesti nel presente capitolato, per i quali è indispensabile la sostituzione per funzionalità e sicurezza.

a) Principali controlli richiesti

1. Controllo dei cubetti di plexiglass comprendente la verifica del corretto posizionamento della pellicola colorata e la pulizia delle singole facce
2. Controllo del funzionamento delle lampadine a LED
3. Controllo dei cavetti di sicurezza dei cubetti e dei punti di attacco
4. Controllo delle canaline trasversali che fungono da blindo per l'alimentazione dei singoli cubetti
5. Controllo delle piastre e del sistema di aggancio alla muratura, dei relativi collari e dei tubi di acciaio da 120 mm di diametro che costituiscono la struttura portante
6. Controllo dello stato delle funi di acciaio che costituiscono le 32 tesate e i relativi pendini che sorreggono le blindo trasversali

b) Ripristini richiesti.

E' richiesta alla Ditta la verifica dello stato dei materiali, in particolare dei cubetti e delle canaline, per determinare la necessità di eventuali sostituzioni.

La Ditta è tenuta a fornire al Committente l'elenco dei materiali non più ritenuti idonei indicando le relative caratteristiche tecniche e fornendo una relazione tecnica corredata da opportuna documentazione fotografica.

3. INSTALLAZIONE DELL'OPERA

La Ditta è tenuta ad eseguire i seguenti interventi:

- a) Posa di un profilato a sezione circolare del diametro di 120 mm da collocare nella piazza lungo tutta la parete destra ad altezza di circa 18 m per una lunghezza di circa 36 m e sulla parete sinistra alla altezza di 18 m per una lunghezza di circa 21 m e alla altezza di 12 m per una lunghezza di circa 15 m. L'aggancio a parete del tubo deve essere realizzato con staffe rigidamente fissate ai perni inseriti nella parete. La posizione del profilato è riportata nel disegno n. 2.

- b) Posa di n. 32 tesate principali realizzate con fune di acciaio del diametro $d = 6$ mm. Sulle singole tesate, con interasse di 2 m, devono essere collocati i tiranti verticali realizzati con cavetto di acciaio del diametro di 3 mm fissati sulla tesata stessa con redancia o morsetti. Le tesate sono posizionate con interasse di 114 cm, a partire dal monumento. La posizione delle lampade è riportata sul disegno n. 3. Le posizioni delle tesate principali e dei tiranti sono riportate nel disegno n. 4. Le lunghezze delle tesate e dei tiranti si deducono dal disegno n. 5.
- c) Posa di n. 6 profilati di alluminio 40 x 30 mm di lunghezza 38 m circa, verniciati di nero, da fissare sopra alle linee delle canaline, per irrigidire il complesso. I terminali dei profilati verranno fissati, sul lato della Piazza verso Piazza Castello, sulle pareti, ove possibile, e su un cavo di acciaio della sezione di 6 mm, che verrà tesato tra le pareti laterali della piazza mediante tasselli. Sul lato piazza verso Municipio il fissaggio sarà su cavo di acciaio tesato tra le pareti laterali.
- d) Installazione delle canaline per l'alimentazione delle lampade. Sono previste n. 32 file; la lunghezza interessata dalle lampade è di 33 m circa, mentre la distanza tra le pareti della piazza è di circa 35.5 m. Per l'alimentazione delle canaline deve essere collocato sulla parete laterale della piazza un profilato per il contenimento dei cavi di alimentazione.
- e) Installazione di un quadro elettrico con le necessarie protezioni. Il quadro dovrà essere allacciato al punto di distribuzione IREN situato sul lato della piazza verso Via Garibaldi.
- f) La Ditta dovrà provvedere all'attacco delle canaline sui pendenti di acciaio del diametro $d = 3$ mm garantendo a tutto il complesso l'allineamento sia orizzontale che verticale delle lampade la cui distribuzione di colore sarà come da disegno.
- g) Alle canaline dovranno essere appese le 1536 lampade con il relativo cavetto di sicurezza in grado di garantire l'impossibilità di caduta della lampada. Tutte le lampade dovranno essere perfettamente allineate e collocate alla stessa altezza dal terreno.
- h) Installazione e programmazione del dispositivo timer per l'accensione e lo spegnimento dell'opera nei tempi richiesti dalla Città di Torino.

4. LAVORI SPECIALI

Per gli attacchi alle pareti di muratura deve essere previsto all'atto dello smontaggio il ripristino dell'intonaco esterno con successivo trattamento pittorico scenografato in modo da non evidenziare il punto di inserimento del perno nella muratura.

5. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

I lavori dovranno essere eseguiti nel rispetto dei tempi e degli orari indicati nei permessi di occupazione del suolo pubblico. Le tempistiche di lavoro dovranno essere definite tenendo conto della presenza sulla piazza di attività di ristorazione con dehor esterno.

L'esecuzione dei lavori dovrà avvenire tenendo conto delle caratteristiche del luogo, adottando tutte le norme di sicurezza previste dalla normativa vigente con particolare attenzione alle modalità di segregazione delle zone operative. La delimitazione delle zone di lavoro dovrà essere chiaramente visibile e qualora necessario dovrà essere predisposto adeguato servizio di sorveglianza.

6. ESIGENZA DI PERFEZIONE GEOMETRICA DELL'OPERA

L'opera di Buren ha caratteristiche geometriche che devono essere rispettate in modo rigido per quanto riguarda l'altezza dei cubetti dal suolo e la assoluta linearità delle file diagonali e trasversali. Tale condizione è indispensabile per garantire la riuscita artistica dell'opera.

7. MONTAGGIO E SMONTAGGIO DELL'OPERA

Le operazioni di montaggio dovranno essere eseguite in modo da consentire l'inaugurazione dell'opera nella giornata del 29 ottobre 2021.

La Ditta dovrà prevedere eventuali lavorazioni in orario notturno, al fine di rispettare le tempistiche di montaggio o se espressamente richiesto dalla DL.

In fase di smontaggio, è a carico della ditta fornire alla Committenza una relazione indicante lo stato dell'opera sia dal punto di vista meccanico che elettrico, completo di elenco dei materiali danneggiati che saranno da riacquistare per una eventuale riaccensione dell'opera in altra sede.

Sono a carico della Ditta anche le operazioni di smontaggio di tutti i componenti dell'opera (sia elettrici che meccanici) e il loro trasporto nel magazzino comunale sito all'interno dell'area cittadina. Tali operazioni avranno luogo nel mese di Gennaio 2022 e dovranno essere eseguite nei tempi e nei modi indicati dalla DL.

8. ONERI A CARICO DELLA DITTA

Nell'obiettivo di riutilizzare il materiale esistente già installato nelle precedenti edizioni, la Ditta è tenuta ad effettuare i necessari controlli sui materiali per garantire la sicurezza dell'installazione e consentire la certificazione di idoneità richiesta dalla vigente normativa.

Sono inoltre a carico della Ditta tutti i mezzi di trasporto e di sollevamento che si renderanno necessari per il prelievo, la movimentazione dei materiali e lo svolgimento dei lavori nei tempi stabiliti.

La ditta è tenuta a presentare ai competenti Uffici della Città di Torino, in tempo utile e comunque prima della installazione, la documentazione relativa all'impianto elettrico dell'opera in oggetto.

9. ONERI A CARICO DELLA DEL COMMITTENTE

Permessi

Sarà a carico della Fondazione Teatro Regio l'ottenimento dalla Città di Torino dei seguenti permessi:

- occupazione del suolo pubblico per il periodo previsto per lo svolgimento dei lavori.
- transito per gli automezzi che la Ditta indicherà in apposita nota trasmessa ufficialmente alla Direzione degli Allestimenti della Fondazione Teatro Regio

Materiali necessari per il ripristino dell'opera

Il Committente, sulla base delle indicazioni fornite dalla Ditta, a seguito dei controlli effettuati, è tenuto a fornire i materiali necessari per il ripristino dell'opera, come da elenco e da specifiche tecniche fornite dalla Ditta stessa.

10. NORME SPECIFICHE PER LA SICUREZZA SUL LAVORO

La Ditta è tenuta al rispetto di tutte le Norme in materia di sicurezza sul lavoro previste dalla normativa vigente.

Nell'esecuzione dei lavori deve essere tenuto in conto il fatto che i lavori vengono eseguiti in luogo aperto con transito di pubblico e pertanto devono essere adottate tutte le precauzioni per evitare la presenza di persone estranee nell'area di cantiere.

L'area di lavoro deve essere perennemente delimitata con divieto di accesso a persone non autorizzate. E' a carico della Ditta il controllo dell'area di lavoro con personale di sorveglianza che verifichi il rispetto del divieto di transito e stazionamento.

Al termine del lavoro, le piattaforme e gli altri mezzi di lavoro devono essere ricoverati in zona segregata, in posizione tale da creare il minor ingombro nei luoghi di installazione.

11. CERTIFICAZIONI

Sono richieste alla Ditta le seguenti certificazioni da presentare al termine dei lavori, a firma di professionisti abilitati:

- certificato di rispondenza dell'impianto installato al progetto fornito e certificato di corretto montaggio secondo le norme di buona tecnica;
- dichiarazione di conformità secondo la Legge 37/08 per l'installazione degli impianti elettrici.

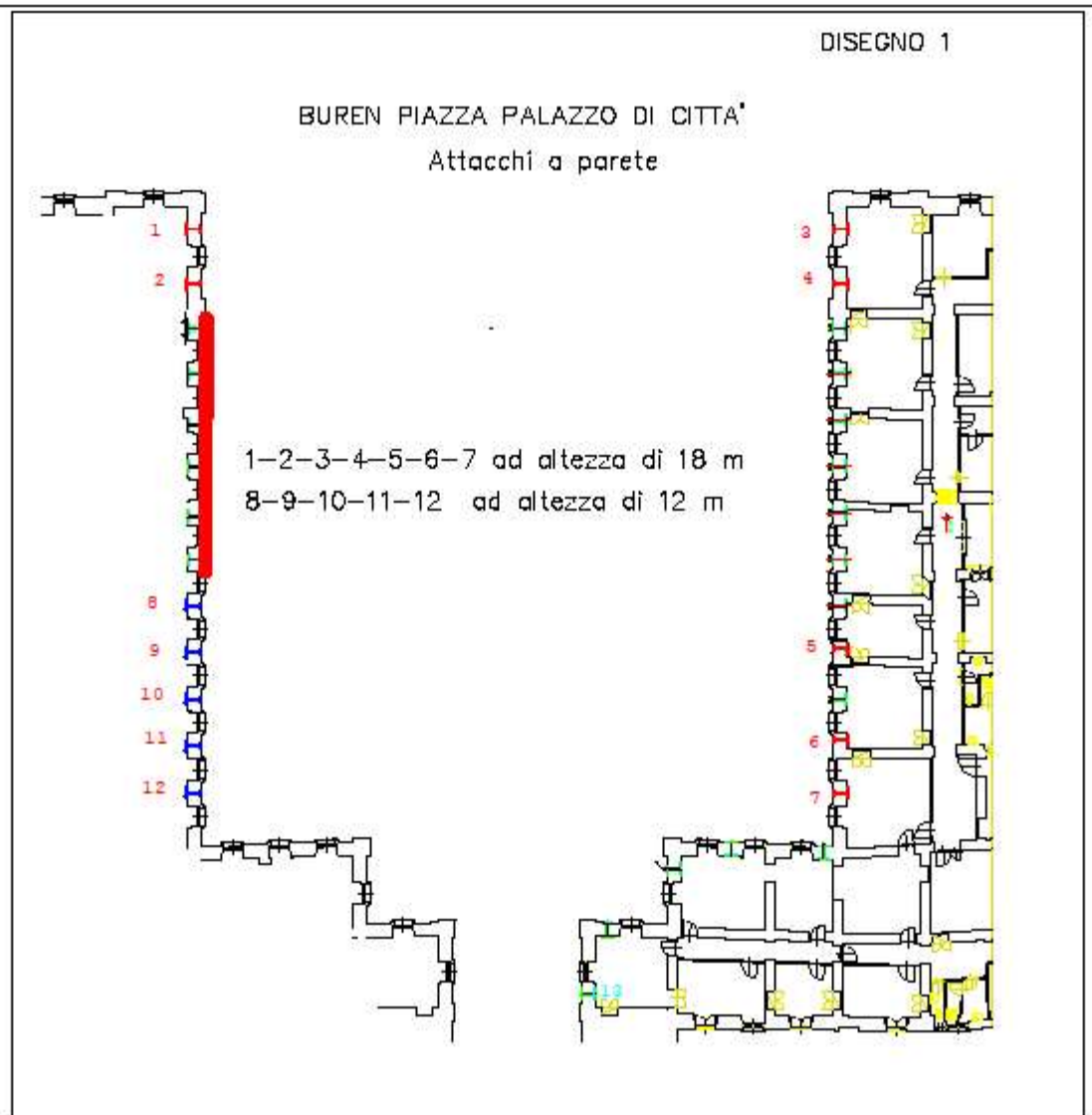
12. MANUTENZIONE

La Ditta dovrà provvedere ad un controllo del corretto funzionamento dell'installazione per tutta la durata della manifestazione effettuando i controlli **con frequenza settimanale** e riportando alla Committenza eventuali malfunzionamenti e/o interventi da effettuare. Eventuali interventi di manutenzione straordinaria che si renderanno necessari saranno contabilizzati a parte.

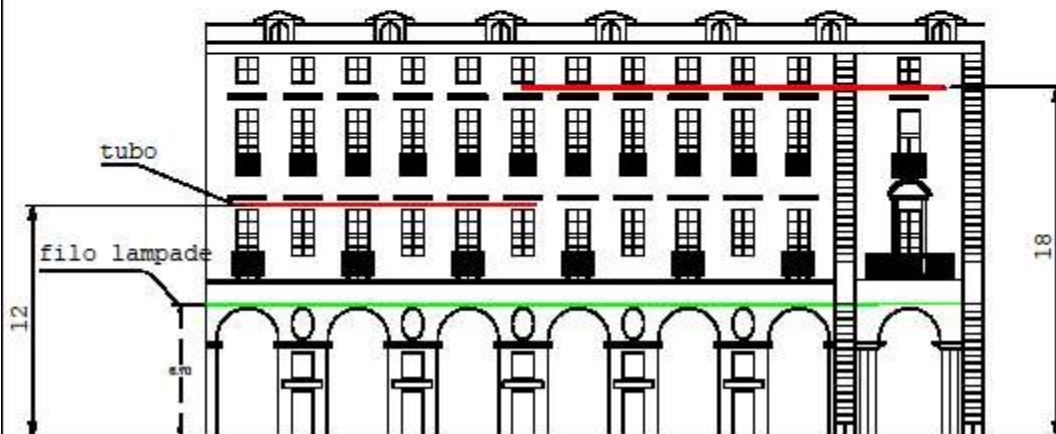
La Ditta dovrà garantire la manutenzione ordinaria dell'opera per tutto il periodo di esposizione e provvedere alla riparazione di componenti che possano essersi guastati, garantendo il corretto ripristino dell'opera in un **massimo di 48 ore** di tempo dalla segnalazione.

Documenti allegati

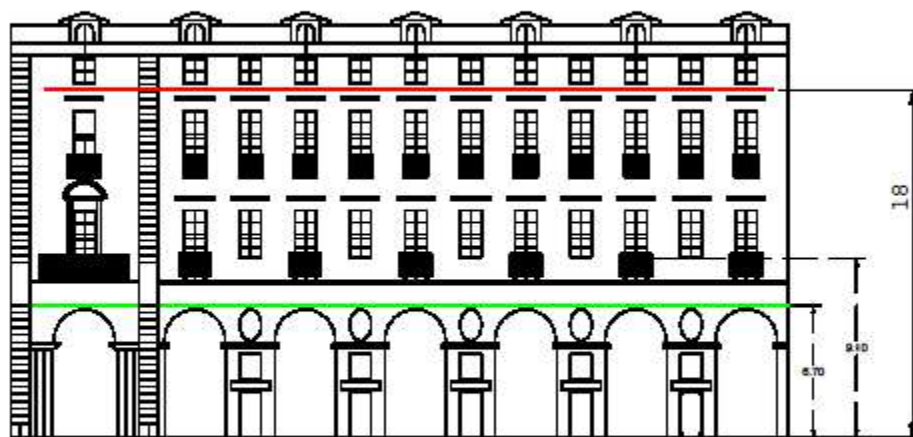
1. Disegno 1. Attacchi a parete
2. Disegno 2. Posizione tubolari sulle facciate
3. Disegno 3. Pianta con disposizione lampade
4. Disegno 4. Sezione con testate
5. Disegno 5. Lunghezza tesate e tirante
6. Relazione di Calcolo delle strutture portanti



FACCIATA SINISTRA -vista con fronte al municipio



FACCIATA DESTRA-vista con fronte al municipio

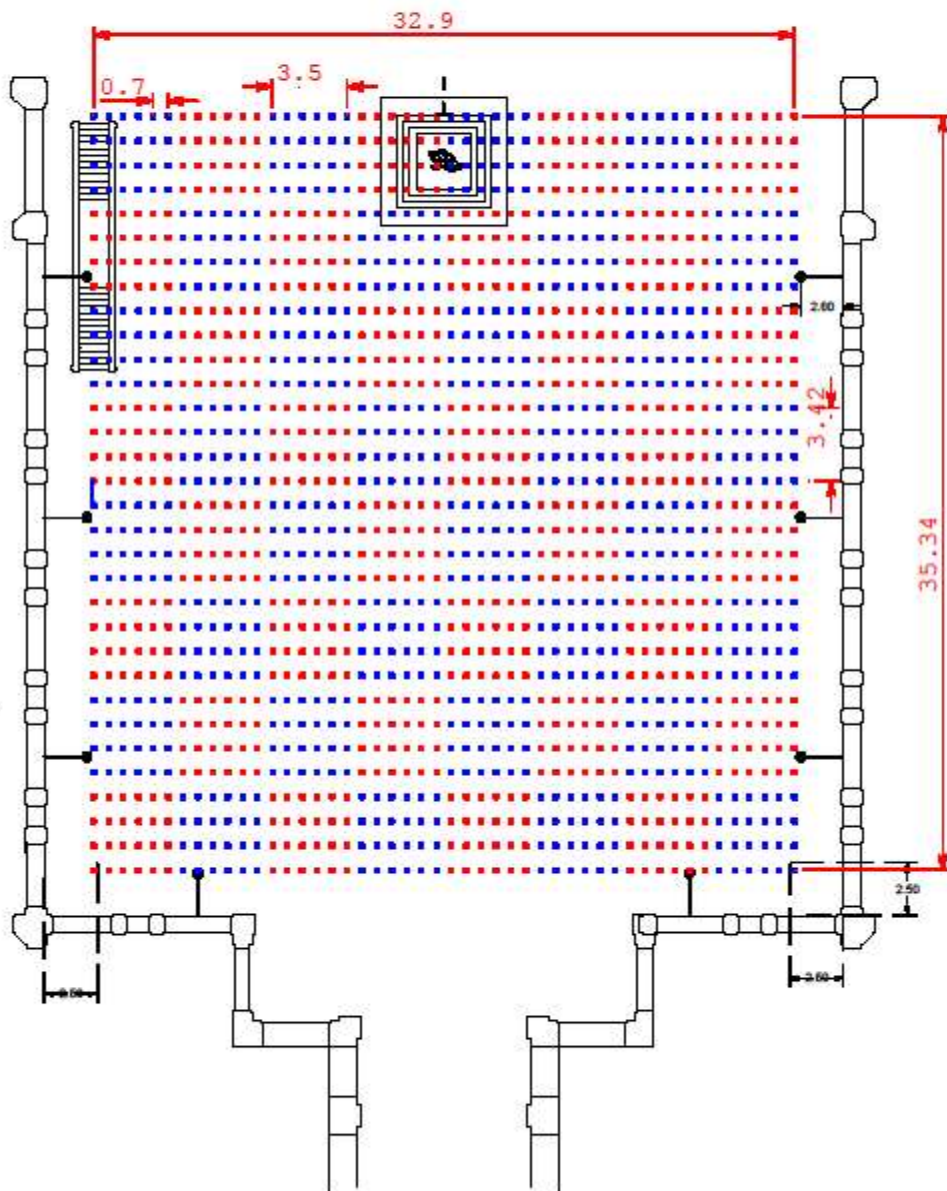


BUREN PIAZZA PALAZZO DI CITTA'

DISEGNO 3

disposizione n.1536 lampade

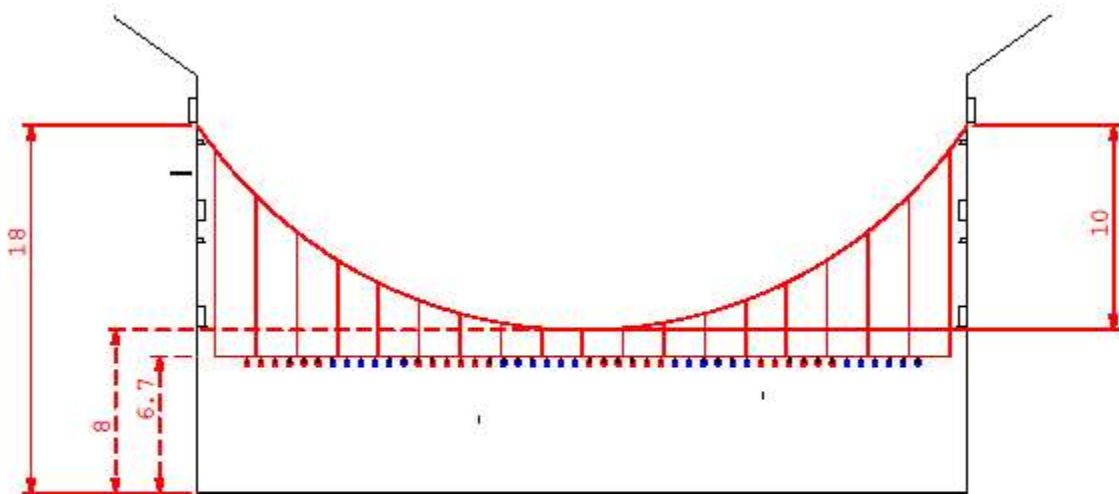
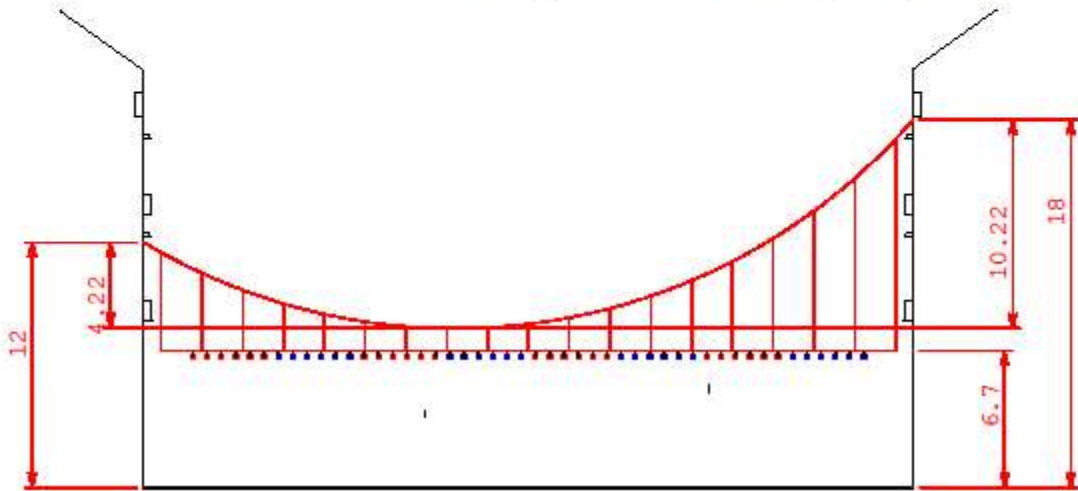
n. 32 file



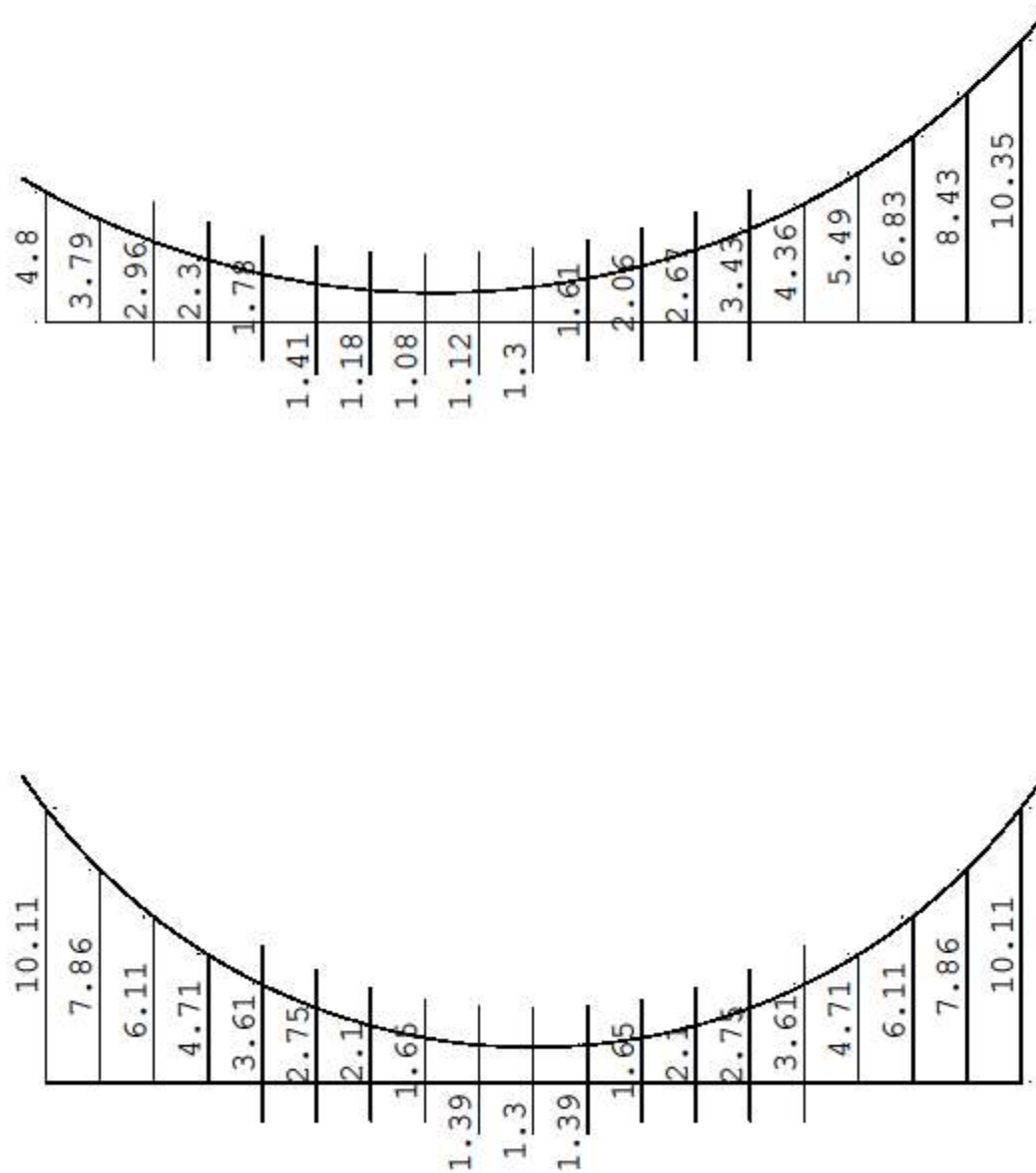
DISEGNO 4

BUREN PIAZZA PALAZZO DI CITTA'

disposizione n. 48 lampade per fila



lunghezze catenarie e tenditori



CITTA' DI TORINO
TEATRO REGIO TORINO
PROGETTO LUCI D'ARTISTA
VERIFICHE STRUTTURALI

TITOLO DELL'OPERA:	Tappeto volante
Artista:	Daniel BUREN
Luogo di installazione:	Piazza Palazzo di Città
Progetto generale	Ing. Silvano COVA, via Artisti, 13, Torino
Verifiche strutturali	Ing. Franco GALVAGNO, via Balzetti,41, Rivoli
Costruttore	ditta RE Gianfranco, via Centallo, 52, Torino

Ottobre 2004

MATERIALI

Acciaio Fe 360

$\sigma_{amm} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{rott} > 3600 \text{ kg/cm}^2$

VITI

classe 8.8

DADI

classe 6S

SALDATURE

elettrodi E44 di classe 2,3,4

FUNI PORTANTI

ϕ 6 mm

Fune spiroidale zincata

formazione 1x19

ϕ filo esterno

1,18 mm

sezione metallica

21 mm²

resistenza a rottura

180 kg/mm²

carico di rottura minimo

3.362 kg (N rott)

peso

0,17 kg/m

FUNI di SOSPENSIONE

ϕ 3 mm

Fune spiroidale zincata

formazione 49 fili

ϕ filo esterno

0,32 mm

resistenza a rottura

180 kg/mm²

carico di rottura minimo

572 kg (N rott)

peso

0,036 kg/m

NORMATIVA

CNR UNI 10011 – 1988

D.M. 9 gennaio 1996

CARICHI

D.M. 16 gennaio 1996

DESCRIZIONE SOMMARIA DEI LAVORI

1) **Descrizione generale dell'opera**

L'opera consiste nel realizzare un piano luminoso sospeso a 7,60 metri d'altezza, in piazza Palazzo di Città.

Il piano è formato da 1.536 lampade, sospese a gruppi di 48 su 32 file parallele a catenarie realizzate con funi metalliche di diametro ϕ 6 mm.

2) **Sistema di sospensione delle lampade**

Ogni lampada è costituita da un cubo di materiale plastico delle dimensioni di 20 cm di lato. Per ciascuna fila, le lampade sono poste ad interasse di 70 cm e sono agganciate ad una canalina di sospensione, in alluminio, a sezione cava, giacente nel piano della catenaria, alla quale la stessa è sospesa con 19 funi metalliche di diametro ϕ 3 mm., poste ad interasse di 2,00 metri. Ognuna delle funi di sospensione è dotata di tenditore per poterne effettuare la regolazione, in modo che tutte le barre e tutte le lampade siano complanari. Redance, grilli e morsetti di chiusura completano il sistema.

3) **Orditura principale di sostegno**

L'orditura principale di sostegno è costituita da n. 32 catenarie in fune d'acciaio diam ϕ 6 mm, portanti ognuna 48 lampade, poste ad un interasse di circa 1,14 m. Di queste, 20 hanno le imposte allo stesso livello, alla quota di + 18,00 metri rispetto al piano della piazza, con una freccia di 10,00 metri, mentre le rimanenti 12 presentano le imposte a due livelli differenti: con lo sguardo rivolto verso il palazzo comunale, sul lato destro sono impostate alla quota + 18,00 metri, come le precedenti, mentre sul lato sinistro sono impostate alla quota + 12,00 metri..

La luce netta tra i fabbricati ai quali le catenarie portanti sono vincolate è di circa m 37,72.

4) **Sistema di attacco dell'orditura principale**

Le catenarie sono agganciate a correnti costituiti da un tubo diam. 90 mm, ancorati alle facciate dei due fabbricati, in corrispondenza di ogni maschio murario tra le finestre, a una piastra ancorata alla muratura portante della facciata tramite una barra filettata M30, attraversante l'intera sezione della muratura stessa.

Ogni piastra metallica ha dimensioni di mm 220 x mm 200 ed è collocata in opera con interposta guaina di neoprene in aderenza alla muratura per evitare danneggiamenti agli intonaci esistenti.

Alla piastra sono saldati piatti in lamiera opportunamente sagomati, ai quali sono imbullonate due semi-ganasce curve, anch'esse in lamiera, aventi la funzione di ancoraggio del tubo corrente.

Su ogni tratto di tubo compreso fra due ancoraggi successivi sono attestate tre funi. Alcune funi sono ancorate ai tubi, ad una estremità, mentre all'altra sono ulteriormente ancorate alla muratura di facciata con ancoraggi meccanici FISCHER SLM 12 con occhio.

La barra filettata è vincolata tramite imbullonatura ad un profilato UNP 120, posto a contrasto sul lato interno della muratura portante di facciata.

Il collegamento piastra/barra avviene per avvvitamento di un bullone M30 in una opportuna sede filettata internamente saldata all'estremità della barra e contenuta interamente nello spessore della muratura in facciata in modo che dalla muratura di facciata non emergano barre filettate.

Il profilato è posto in opera demolendo una sezione della muratura per una profondità tale da consentirne il successivo rivestimento con almeno mezzo mattone, intonacando quindi la parte demolita e ripristinata, in modo da non lasciare in vista il profilato.

5) Orditura di controvento

Questa orditura è costituita da una serie di canaline a sezione cava, in alluminio, poste in direzione perpendicolari ai piani delle catenarie, di cui le due d'estremità sono di maggiori dimensioni e vincolate ai muri di facciata dei fabbricati. Le funzioni di questa orditura, vincolata alle barre sospese alle catenarie, sono esclusivamente quelle di evitare oscillazioni in caso di sollecitazioni dovute al vento.

7. VERIFICA DELLE FUNI CON IMPOSTE A LIVELLO

A1) CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Luce	l	= 37,72 m
Freccia	f	= 10,00 m
n	f/l	= 0,26

Si considera la configurazione della fune parabolica.

$$\text{lunghezza fune } l = (1+2,667 \times 0,26^2) \times 37,72 = 44,79 \text{ m}$$

$$\text{peso unitario fune } p = 0,17 \times 44,79 / 37,72 = 0,20 \text{ kg/ml}$$

A2) ANALISI DEI CARICHI

Canalina	36 ml x 1 kg/ml	= 36,00 kg
Lampade	48 x 0,59 kg	= 28,50 kg
Spine	36 ml x 0,04 kg/ml	= 1,44 kg
Tenditore	82 ml x 0,2 kg/ml	= 16,40 kg
Staffe	48 x 0,2 kg	= <u>9,60 kg</u>
	Sommano	= 91,94 kg

$$q_1 = 91,94 / 36 = 2,56 \text{ kg/ml}$$

$$q_2 \text{ peso fune} = \underline{0,20 \text{ kg/ml}}$$

$$t = 2,76 \text{ kg/ml}$$

A3) NEVE

Si considera un carico di neve pari a:

$$q_{1n} = 0,80 \times 180 = 144 \text{ kg/mq}$$

essendo $q = 180 \text{ kg/mq}$ il carico unitario calcolato secondo il D.M. 16 gennaio 1996.

$$P_n = \text{carico su ogni lampada} = 0,15 \times 0,15 \times 144 = 3,24 \text{ kg}$$

$$q_n = 48 \times 3,24 / 36 = 4,32 \text{ kg/ml}$$

$$\text{“q”} = 2,76 + 4,32 = 7,08 \text{ kg/ml}$$

A4) VERIFICHE STATICHE

$$H = (q \times l^2)/(8 \times f) = (q \times 37,72^2)/(8 \times 10) = 7,08 \times 17,78 = 126 \text{ kg}$$

$$V = (q \times l)/2 = 7,08 \times (37,72/2) = 134 \text{ kg}$$

$$S_1 = \sqrt{H_1^2 + V_1^2} = 184 \text{ kg}$$

I valori riscontrati sono $\ll N_{rott} = 3.362 \text{ kg}$.

8. VERIFICA DELLE FUNI CON IMPOSTE A LIVELLI DIVERSI

B1) CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Luce		$l = 37,72 \text{ m}$
Freccia min	f_a	$= 4,22 \text{ m}$
Freccia max	f_b	$= 10,22 \text{ m}$
Dislivello	h	$= 6,00 \text{ m}$
n	$= h/l$	$= 0,16$

Si considera la configurazione della fune parabolica.

$$\text{lunghezza fune } l = (1+2,667 \times 0,16^2) \times 37,72 = 40,30 \text{ m}$$

$$\text{peso unitario fune } p_1 = 0,17 \times 40,30 / 37,72 = 0,18 \text{ kg/ml}$$

B2) ANALISI DEI CARICHI

Canalina	36 ml x 1 kg/ml	= 36,00 kg
Lampade	48 x 0,59 kg	= 28,50 kg
Spine	36 ml x 0,04 kg/ml	= 1,44 kg
Tenditore	82 ml x 0,2 kg/ml	= 16,40 kg
Staffe	48 x 0,2 kg	= <u>9,60 kg</u>
	Sommano	= 91,94 kg

$$q_1 = 91,94 / 36 = 2,56 \text{ kg/ml}$$

$$q_2 = \text{peso fune} = \underline{0,18 \text{ kg/ml}}$$

$$t = 2,74 \text{ kg/ml}$$

B3) NEVE

Si considera un carico di neve pari a:

$$q_{1n} = 0,80 \times 180 = 144 \text{ kg/mq}$$

essendo $q = 180 \text{ kg/mq}$ il carico unitario calcolato secondo il D.M. 16 gennaio 1996.

$$P_n = \text{carico su ogni lampada} = 0,15 \times 0,15 \times 144 = 3,24 \text{ kg}$$

$$q_n = 48 \times 3,24 / 36 = 4,32 \text{ kg/ml}$$

$$“q” = 2,74 + 4,32 = 7,06 \text{ kg/ml}$$

B4) VERIFICHE STATICHE

$$H = (q \times l^2) / h^2 \times ((f_a + f_b) / 2 - \sqrt{f_a \times f_b}) =$$

$$= (q \times 37,72^2) / 2 \times (4,22 + 10,22) / 2 - \sqrt{4,22 \times 10,22} =$$

$$= 7,06 \times 25,80 = 182 \text{ kg}$$

$$V_A = q \times a = 7,06 \times 14,86 = 105 \text{ kg}$$

$$V_B = q \times b = 7,06 \times 22,86 = 162 \text{ kg}$$

$$S_A = \sqrt{H^2 + V_A^2} = 210 \text{ kg}$$

$$S_B = \sqrt{H^2 + V_B^2} = 244 \text{ kg}$$

I valori riscontrati sono $\ll N_{rott} = 3.362 \text{ kg}$.

c) VERIFICA DELLA TRAVE TUBOLARE

Sezione resistente tubo ϕ 88,9 mm spess. 4 mm

$$A = 10,67 \text{ cm}^2$$

$$p = 8,38 \text{ kg/ml}$$

$$J = 96,34 \text{ cm}^4$$

$$W = 21,67 \text{ cm}^3$$

Luce = variabile da 2,80 a 3,40 m

La massima sollecitazione si ha nel caso delle funi con l'imposta a diverso livello, con la presenza di tre funi, una delle quali in mezzeria e le altre due alla distanza di 1,14 metri, rispettivamente a dx e sx.

$$S_1 = 244 \text{ kg}$$

$$S_2 = 244 \text{ kg}$$

$$S_3 = 244 \text{ kg}$$

$$M_{\max} = ((244 \times 3/2)) \times (3,4/2) - (244 \times 1,14) = 344 \text{ kgm}$$

$$T_{\max} = 244 \times (3/2) = 366 \text{ kg}$$

$$\sigma_f = 34400/21,67 = 1588 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{amm}}$$

$$\tau = 2 \times \frac{366}{2 \times 3,14 \times [(8,89 - 0,4)/2] \times 0,4} = 69 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{\text{amm}}$$

Le verifiche sono soddisfatte.

d) VERIFICA DELL'ANCORAGGIO DELLA TRAVE TUBOLARE A PARETE

Barra d'ancoraggio	ϕ 30 M.A.	A	= 5,61 cm ²
Bulloni	ϕ 16 M.A.	A	= 1,57 cm ²
Piatto	200x10		
Piatto	50x10		
Angolare	50x100x8		
Bulloni	mat. 8.8		
Barra e piatti	Fe 360		

La massima sollecitazione sull'ancoraggio si ha quando una fune agisce in prossimità di un ancoraggio e, conseguentemente, sulle travi convergenti le altre si trovano ad 1/3 ($340/3 = 113,33$) e vale:

$$H = 3 \times 182 = 546 \text{ kg orizzontale}$$

$$V = 3 \times 162 = 486 \text{ kg orizzontale}$$

1) verifica barra

$$\sigma = 546/5,61 = 98 \text{ kg/cm}^2 \ll \sigma_{amm}$$

$$\tau = (486/5,61) \times (4/3) = 116 \text{ kg/cm}^2 \ll \tau_{amm}$$

$$(98/1600)^2 + (115/923)^2 < 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

2) verifiche bulloni

$$\sigma = 546/(8 \times 1,57) = 44 \text{ kg/cm}^2 \ll \sigma_{amm}$$

$$\tau = 486/(8 \times 1,57) \times (4/3) = 52 \text{ kg/cm}^2 \ll \tau_{amm}$$

$$(44/3730)^2 + (52/2640)^2 < 1 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

3) verifica dell'angolare d'ancoraggio dei bulloni

$$N_{\text{bullone}} = 546/8 = 69 \text{ kg}$$

$$T_{\text{bullone}} = 486/8 = 61 \text{ kg}$$

$$\sigma_{\text{rif}} = 61/(0,8 \times 1,6) = 48 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$M_1 = 2 \times 69 \times (3 - 0,8) = 304 \text{ kgm}$$

$$\sigma_1 = 304/(8 \times 0,8 \times 0,8/6) = 357 \text{ kg/cm}^2$$

(sollecitazione all'attacco fra i lati dell'angolare)

$$\tau_2 = (2 \times 69)/8 \times 0,8 = 22 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 2 \times 69 = 138 \text{ kg}$$

$$M = 138 \times 5 = 690 \text{ kgm}$$

$$\sigma = 690 / (0,8 \times 10 \times 10 / 6) = 52 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 690 / (0,8 \times 10) = 87 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{amm}$$

Le verifiche sono state condotte considerando i lati dell'angolare come piatti indipendenti, a vantaggio di sicurezza.

Tutte le verifiche sono soddisfatte.

e) VERIFICA DELL'ANCORAGGIO DIRETTO A PARETE

Alcune funi con imposte a livello si considerano ancorate direttamente a parete, tramite ancoraggi meccanici FISCHER tipo SLM 12 con occhio, in muratura piena

Dalla scheda tecnica allegata, il carico ammissibile del singolo ancoraggio vale, nel caso d'impiego in muratura di calcestruzzo con $R_c = 25 \text{ N/mm}^2$:

$$P = 730 \text{ kg} \quad \text{per occhio con vite di classe 8.8. oppure 5.8}$$

senza alcuna specificazione in merito alla retta d'azione della sollecitazione.

Nel nostro caso il carico massimo applicato vale:

$$H = 126 \text{ kg}$$

$$V = 134 \text{ kg}$$

$$S = 184 \text{ kg}$$

Essendo l' ancoraggio infisso in una muratura di mattoni pieni, considerato il massimo valore delle sollecitazioni sopra riportate, si ritiene sufficientemente cautelativo il valore $184/730 = 0,252$ (sollecitazione pari al 25% di quella ammissibile) e si considera la verifica accettabile.