

committente



FONDAZIONE IRCCS CA' GRANDA
OSPEDALE MAGGIORE POLICLINICO

Sistema Sanitario  Regione
Lombardia

via Francesco Sforza 28
20121 Milano

progetto



LUSSIGNOLI ASSOCIATI
Società di ingegneria S.R.L.
arch. Luciano Lussignoli, arch. Fabrizio Bonomi,
geom. Claudio Favalli, arch. Francesco Mazzeo

25125 Brescia, via Corsica 118
C.F./P.Iva 02931660985 - REA BS490852
tel. 0302428139 - fax 0302478672
studio@la-associati.com

direttore tecnico

arch. Luciano Lussignoli

progettista

arch. Luciano Lussignoli, arch. Fabrizio Bonomi

coordinatore del progetto

arch. Fabrizio Bonomi

collaboratori

arch. Milena Codenotti, ing. Pierluigi Maranesi,
ing. Andrea Moreschi, ing. Annamaria Plebani,
arch. Maria Laura Tonni, arch. Michela Vieno

consulenti per il progetto

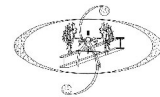


arch. Mariangela CARLESSI
24022 - Alzano Lombardo (Bg)
via Giuseppe Mazzini 55
www.buildingcc.com

arch. Alessandra KLUZER

20123 - Milano
via Aurelio Saffi 23
www.buildingcc.com

consulente per il consolidamento strutturale



Development & Project
ing. Davide PINI
24123 - Bergamo, via E. Rossi 6
tel. 035 216671
studio.davidepini@gmail.com

INTERVENTI PER LA CONSERVAZIONE DELLA CRIPTA E DEL SACELLO DEI CADUTI DELLE CINQUE GIORNATE DI MILANO

CHIESA DELLA B.V. ANNUNCIATA, OSPEDALE MAGGIORE DI MILANO



fase
PROGETTO DEFINITIVO

elaborato
**RELAZIONE SPECIALISTICA
PERE DI CONSOLIDAMENTO
DELLA CALOTTA SOTTOABSIDALE**

progetto n°

282

data

30/09/2011

modifica n°

001

data modifica

25/11/2011

esecutore

DVDPN6

revisore

BNMFRZ

archiviazione

282_RS_CONSOLIDAMENTO.pdf

INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO STATICO E SISMICO MEDIANTE CERCHIATURA CON CAVO METALLICO DELLA VOLTA RIBASSATA DELLA CRIPTA DELLA CHIESA DELL'ANNUNCIATA DELL'OSPEDALE MAGGIORE POLICLINICO DI MILANO

Relazione di calcolo

Dalle analisi svolte in precedenza risulta una spinta d'arco a ml pari a 7157 Kg con direttrice d'azione inclinata di 33° sull'orizzontale.

Le componenti verticale ed orizzontale risultano quindi pari a:

$$S'_{or} = 7157 \times \cos 33^\circ = 6198 \text{ Kg}$$

$$S'_{vr} = 7157 \times \sin 33^\circ = 3897 \text{ Kg}$$

Sull'imposta dell'arco grava la muratura dell'abside sovrastante che ha uno sviluppo verticale pari a circa 9,00 ml ed uno spessore di circa 80cm. Assunto un peso specifico della muratura di 2.000 Kg/mc ne risulta un carico pari a $0,80 \times 9,00 \times 2000 = 14.400$ Kg che va a sommarsi alla componente verticale di spinta dell'arco per totali 18.298 Kg (sempre per unità di sviluppo orizzontale della muratura).

La risultante con la componente di spinta d'arco orizzontale determina un angolo sulla verticale pari a 18° ($\text{Atg}(6198/18298) = 18^\circ$); pertanto ogni 100cm di calata verticale il punto di appoggio della risultante si scosta di $x = 100 \text{ Tg}18 = 32\text{cm}$. Assunto una muratura di 80cm di spessore, quindi 40cm di scostamento dall'asse è presto raggiunto il paramento esterno della muratura; con ovvie conseguenze sulla stabilità a ribaltamento. Risulta quindi necessario un intervento di scarico della spinta d'arco ad opera di catene o cerchiature. Vista l'impossibilità di inserimento di catene che andrebbero ad impedire i passaggi interni alla cripta (limite imposto dai VVFF >2,10m), si è optato per una cerchiatura esterna con cavo tesato.

Il cavo in parola viene inserito nella fuga dell'intonaco bugnato della facciata esterna dell'abside, raccordato mediante idonea piastratura d'angolo, inserito nelle murature ed ancorato ad un pilastro interno.

Affinché la risultante cada all'interno del piede di fondazione risulta necessario un angolo risultante massimo pari a 7° pertanto la risultante orizzontale della spinta d'arco non può superare i 2.300Kg. da ciò deriva un'azione di cerchiatura capace di sottrarre 4.000 Kg (/ml). Per l'equilibrio $S = 2 \times T \times \sin \theta = \pi R S'$

Indicando con R il raggio dell'abside (pari a 6,00m) e con T il tiro della fune.

Ne deriva $S = 4000 \times 6 \times \pi = 75.398 \text{ Kg} = 2 T$ da cui $T = 75.398/2 = 37.699 \text{ Kg}$

Sulla base del tiro calcolato vengono scelte, in alternativa, le seguenti due funi della Laguna Funi:

cavo $\phi 22\text{mm}$ ad altissima resistenza a 313 fili tipo $9 \times 25 + 9/7 + 1 \times 25$ con carico a rottura $Q_r = 47800 \text{ Kg}$

cavo $\phi 28\text{mm}$ ad alta resistenza a 222 fili tipo $6(12+6+1) + fc$ con carico a rottura $Q_r = 47000 \text{ Kg}$

Risulta ora necessario verificare che il tiro non in stabilizzi il pilastro d'ancoraggio. A tal fine viene valutato approssimativamente e cautelativamente il solo peso del pilastro, composto ipoteticamente da tre elementi con area pari a $1,15\text{mq}$ (si sono utilizzate le schematizzazioni fem) e sviluppo verticale pari a $2,50\text{m}$ per il piano cripta; due elementi (stessa area) con sviluppo pari a $9,00\text{m}$ per il piano chiesa; un solo elemento con sviluppo $4,00\text{m}$ per il piano matronei (sottotetto trascurato).

Ne deriva un carico complessivo pari a $Q = 2000 \times (1,15 \times (3 \times 2,5 + 2 \times 9,00 + 1 \times 4,00)) = 67.850 \text{ Kg}$ che composto con i 37.699 Kg offre una risultante inclinata di 29° ; corrispondenti ad uno scostamento del 55%. Supposta un'imposta dell'ancoraggio a $2,35\text{m}$ risulta un punto d'applicazione alla base scostato di $X = 55 \times 235/100 = 128 \text{ cm}$. Essendo il pilastro ad L con spessore murario pari a 110cm risulta necessario estendere la piastra di ancoraggio anche lungo la "gamba" della L ancorandola con 4 tasselli $\phi 35\text{mm}$ $L = 50\text{cm}$ min.

