



POLITECNICO MILANO 1863

AREA TECNICO EDILIZIA

POLO:	Milano – Città Studi	CAMPUS:	Leonardo
EDIFICIO:	3 – Gino Cassinis	INDIRIZZO:	p.zza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano
STRUTTURA:	Area Comunicazione e relazioni esterne		
COD_LAV:	02_2014	CUP:	

Realizzazione nuove aperture finestrate presso il piano seminterrato dell'Edificio 3 –
Gino Cassinis del Campus Leonardo
sede dell'Area Comunicazione e Relazioni Esterne

PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile Unico del Procedimento:	ing. Gianluca Noto – A.T.E.
Responsabile del progetto:	arch. Barbara Vai – A.T.E.
Progetto Opere Civili:	arch. Barbara Vai – A.T.E.
Progetto Impianti Elettrici:	p.i. Ettore Gallina – A.T.E.
Progetto opere strutturali:	Studio Associato Brambilla Colombo

Titolo Documento	Categoria Documento
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	ELABORATI GENERALI

Codice Documento													Formato																																
<table><tr><td colspan="2">fase</td><td colspan="3">progressivo</td><td colspan="2">categoria</td><td colspan="3">numero</td><td colspan="3">revisione</td></tr><tr><td>P</td><td>E</td><td>.</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>.</td><td>O</td><td>S</td><td>.</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>.</td><td>R</td><td>3</td></tr></table>													fase		progressivo			categoria		numero			revisione			P	E	.	0	0	8	.	O	S	.	0	0	1	.	R	3	A4			
													fase		progressivo			categoria		numero			revisione																						
													P	E	.	0	0	8	.	O	S	.	0	0	1	.	R	3																	
Nome file:																																													
													08OS01_RELAZIONE_CALCOLO_STRUTTURALE																																
Revisione		Data		Revisione		Data		Redatto da:		B.V		Spazio note, timbri e firme:																																	
0	emiss.	16/05/2016			rev.			Controllato da:		B.V.																																			
1	rev.	07/07/2016			rev.			Verificato da:		G.N.																																			
2	rev.	12/07/2016			rev.			Approvato da:		B.V.																																			
3	rev.	19/07/2016			rev.			Validato da:																																					

Milano, 09.05.2016

POLITECNICO DI MILANO
AREA TECNICO EDILIZIA

NUOVE APERTURE FINESTRATE ED. 3 "GINO CASSINIS"
RINFORZO VOLTINI

RELAZIONE TECNICA

(ai sensi del D.M. 14/01/2008)

Il Tecnico:





1 DESCRIZIONE INTERVENTO

Le opere di cui la seguente relazione tecnica riguardano la realizzazione di cinque nuove aperture finestrate all'interno della muratura perimetrale del piano interrato dell'edificio 3 del Politecnico di Milano "Gino Cassinis".

Le nuove aperture verranno realizzate nel cortile interno lungo il fronte ovest dove è stata recentemente realizzata una intercapedine.

1.1 SITUAZIONE ESISTENTE

Oggetto dell'intervento, come premesso, sono i muri di interrato dell'edificio 3 del Politecnico di Milano.

L'edificio presenta conformazione a corte ed è composto da due piani fuori terra oltre che da un livello interrato. Le strutture portanti di elevazione sono costituite da muri e pilastri in mattoni pieni per i livelli fuori terra mentre le murature dell'interrato sono realizzate in muratura di cemento.

Il muro perimetrale sul lato del cortile presenta uno spessore minimo di 50 cm; in corrispondenza dei pilastri del porticato vi è un notevole aumento dello spessore della muratura, che raggiunge quasi lo spessore di un metro. Il muro perimetrale è costituito quindi da maschi murari disposti ad un interasse di circa 2.80 m ed allineati con i pilastri presenti nei piani superiori e da porzioni murarie di tamponamento di spessore ridotto ed aventi funzione di collegamento fra gli elementi portanti principali e contenimento delle spinte del terreno.

Gli orizzontamenti dell'edificio sono realizzati secondo sistemi costruttivi tradizionali, nello specifico si è riscontrata la presenza di volte e solette piene.

Dai sopralluoghi svolti si sono determinate le caratteristiche costruttive del solaio di piano terra in corrispondenza della zona di intervento e si è verificato, in particolare, che l'orizzontamento è costituito da lunette (voltini) appoggiate su volte in muratura. Le volte gravano direttamente sui maschi murari sui quali si concentra quindi la totalità del carico gravitazionale proveniente sia del solaio di piano terra sia dall'elevazione. Nel corso del sopralluogo si è inoltre riscontrato che la lunetta è arretrata rispetto alle murature di bordo; si è verificato l'inserimento di una lastra in pietra nella porzione di piano tra i maschi murari e il muro di bordo.

Su lato ovest del cortile, come premesso, è stata recentemente realizzata un'intercapedine di larghezza pari a 1m di modo da isolare il muro esistente dal terreno del giardino.

L'intercapedine è costituita da un muro contro terra in calcestruzzo di spessore 30 cm ed altezza 3.60 m che corre parallelamente al muro esistente. In corrispondenza di ogni maschio murario, ovvero ogni 2,80 m circa, sono realizzati dei setti trasversali di collegamento con l'esistente. Al di sopra dei contromuri è realizzata una soletta di spessore 25 cm e larghezza 1.30 m che collega in sommità il contromuro all'edificio esistente. In questa soletta sono presenti 5 griglie di areazione.

1.2 OPERE IN PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di cinque varchi di dimensione 125x100 h cm nel muro di interrato del cortile sul lato ovest. Queste nuove aperture sono realizzate nelle porzioni murarie di tamponamento fra i maschi di modo tale da essere allineate con le aperture presenti ai livelli superiori ed essere in corrispondenza delle aperture nella soletta dell'intercapedine. La posizione delle aperture è tale da non interessare gli elementi strutturali maggiormente sollecitati. L'intervento riguarda quindi esclusivamente murature che hanno come unica funzione quella di tamponamento perimetrale e di collegamento fra i maschi murari. In origine questi elementi avevano la funzione di contenere la spinta del terreno del giardino ma tale compito attualmente viene assolto dal muro dell'intercapedine. Per questo le murature oggetto dell'intervento devono essere considerate dei semplici tamponamenti soggetti esclusivamente al proprio peso.



Si ritiene comunque opportuno prima di eseguire il taglio delle murature procedere ad un rinforzo del voltino mediante l'inserimento di profili in carpenteria metallica, disposti si ribadisce come misura precauzionale.

In particolare si prescrive che l'intervento sia fatto secondo le seguenti modalità operative:

- Inserimento di profili ad L 150x150x12sp. tassellati al muro sul lato interno per una lunghezza di 160 cm (fino ai ringrossi dei maschi murari);
- Inserimento di profili a L 100x150x10sp. al di sotto della soletta dell'intercapedine tassellati al muro per una lunghezza di circa 260 cm (fino ai setti trasversali dell'intercapedine);
- Riempimento con mattoni pieni per una altezza di circa 20 cm tra il profilo ad L e la lastra in pietra del portico di modo tale da migliorare l'appoggio della stessa alla struttura;
- Taglio del muro in cemento e realizzazione di un foro rettangolare di dimensioni 135x110h circa (o secondo indicazioni DL);
- Ricostruzione delle spallette con malta di cemento per uno spessore indicativo di 5 cm, armate con elettrosaldato fissata alle murature mediante spinottature;
- Ricostruzione del voltino con malta di cemento di spessore 5 cm armata con rete elettrosaldato.

Si rimanda agli elaborati grafici per una più completa visione dell'intervento e delle modalità operative.

2 NORMATIVA E METODO DI CALCOLO

In base ai disposti del D.M. 14.01.2008 l'opera si classifica come segue:

- **Tipo di costruzione** (art. 2.4.1):
 - Tipo 2: Opere Ordinarie
- **Classe d'uso:** (art. 2.4.2):
 - Classe 2: Normale affollamento

Riguardo ai disposti di cui al cap. 8 del DM14.01.2008, si rileva inoltre che:

- gli interventi di rinforzo non riguardano l'intera costruzione, bensì interessano solamente una porzione limitata dell'edificio;
- l'intervento è molto circoscritto;
- l'intervento interessa alcune porzioni murarie perimetrali che hanno una valenza statica secondaria.

Per quanto appena esposto, si conclude che:

- Non è necessaria la valutazione della sicurezza dell'edificio in quanto non si ricorre in alcuna delle circostanze indicate al par. 8.3; in particolare, le opere in oggetto non comportano alcuna variazione dei carichi verticali e non modificano il comportamento strutturale dell'edificio (si tratta di murature di tamponamento secondarie).
- Le opere possono catalogarsi come indicato al cap. 8.4.3: "Riparazione o Intervento Locale", che interessano elementi isolati. Per tale tipologia di intervento non è richiesto il collaudo statico.

Il quadro normativo di riferimento è quindi il seguente:

- **Legge 05.11.1971 n° 1086:** " Norme per la disciplina delle opere in conglomerato"
 - Legge quadro di riferimento
- **D.M. 14.01.2008:** " Nuove norme Tecniche per le Costruzioni"
 - Riferimento per i materiali, i prodotti, le azioni ed il collaudo statico

Si fa inoltre riferimento, anche se non espressamente citate, alle circolari esplicative dei decreti ministeriali attuativi di cui sopra.



3 RELAZIONE DI CALCOLO

3.1 MATERIALI IMPIEGATI

Per la realizzazione delle opere di cui sopra si prescrive l'impiego dei seguenti materiali.

- **Acciai in tondo per opere in c.a.**
 - Barre ad aderenza migliorata in **B 450C** (FeB44k)
- **Acciai per profili metallici**
 - Profili Laminati a caldo in qualità **S 235** (Fe360)

3.2 ANALISI DEI CARICHI

Come premesso l'intervento viene eseguito in corrispondenza di una porzione muraria che ha una limitata valenza statica ed è soggetta esclusivamente al proprio peso, infatti:

- I carichi gravitazionali provenienti dalla struttura fuori terra agiscono esclusivamente in corrispondenza dei maschi murari in quanto questi elementi sono allineati ai pilastri del portico;
- Il solaio di piano terra, costituito da volte e archi, è concepito in modo tale che il carico si concentri in modo esclusivo sui maschi murari;
- La muratura di tamponamento non è sottoposta alle spinte del terreno del giardino in quanto è stata realizzata un'intercapedine che assolve la funzione di contenimento delle spinte;
- La soletta di copertura dell'intercapedine è stata dimensionata in modo tale da ripartire le azioni sui setti trasversali senza gravare sulle murature di tamponamento dell'Edificio 3;
- L'apertura ha dimensioni ridotte e viene realizzata in una muratura di cemento che sebbene non armata presenta sicuramente una resistenza flessionale propria confrontabile con le azioni agenti.

Di conseguenza la carpenteria prevista nell'intervento può essere considerata come elemento di stabilizzazione per il voltino in cemento e come rinforzo flessionale.

3.3 VERIFICHE

Come da premessa l'intervento è fatto su di una porzione di muratura in cemento soggetta sostanzialmente al proprio peso. Si considera il peso del voltino considerandolo a favore di sicurezza interamente realizzato in cemento e di dimensioni 50x70h, si assume un carico aggiuntivo dato dal sovraccarico presente sulla pavimentazione di piano terra valutato su di un'influenza pari alla larghezza del voltino stesso.

Le valutazioni sono state utilizzando ipotesi di calcolo semplificate ma molto cautelative, di seguito esplicitate:

- La flessione è stata valutata su di una luce di 1.60 m considerando una configurazione statica di semplice appoggio;
- Per la valutazione della sollecitazione di progetto il carico è stato amplificato con un coefficiente di 1.5;
- La resistenza flessionale è stata calcolata trascurando il contributo della muratura di calcestruzzo e considerando unicamente la carpenteria di rinforzo;
- La verifica dei profili è stata fatta tralasciando le risorse plastiche della sezione, questa ipotesi è stata fatta in quanto i profili utilizzati ricadono in classe 4 e non si ritiene quindi affidabile considerare la plasticizzazione del profilo;

- Vengono inseriti dei collegamenti molto ravvicinati tra la muratura e i profili (tasselli) che garantiscono la corretta trasmissione del carico dal voltino ai profili e garantiscono un irrigidimento dei profili stessi scongiurando ogni possibile effetto di instabilità.

3.3.1 Verifica a flessione rinforzo

Luce:	1.6 m	
carico:	1100 kg/m	(2400x0.5x0.7+500x0.5)
Momento sollecitante caratteristico	352 kgm	(1100x1.6 ² /8)
Momento sollecitante di progetto	530 kgm	(1.5x352)
Modulo resistente L150x150x12:	67.75 cm ³	
<u>Modulo resistente L150x100x10:</u>	<u>54.08 cm³</u>	
Modulo resistente totale profili:	122.00 cm ³	
Momento resistente di progetto:	1952 kgm	(1600x122)
da cui si ottiene		
Coefficiente di sicurezza:	0.27	Verifica soddisfatta

3.4 ALLEGATI

- Allegato 1: Immagini sopralluogo
- Allegato fuori testo: tavola ST01



ALLEGATO 1: IMMAGINI SOPRALLUOGO

INTERRATO



FOTO 01 LUNETTA E VOLTA PIANO INTERRATO
MURO CORTILE LATO EST



FOTO 02- LUNETTA E LASTRA DI PAVIMENTAZIONE
MURO CORTILRE LATO EST



FOTO 03 FOTO 4 – SAGGIO DELLE MURATURE DI TAMPONAMENTO POSIZIONE PRELIEVO E CAMPIONI PRELEVATI MURO CORTILE LATO OVEST



FOTO.05- MASCHIO MURARIO VOLTA E LUNETTA MURO CORTILRE LATO OVEST