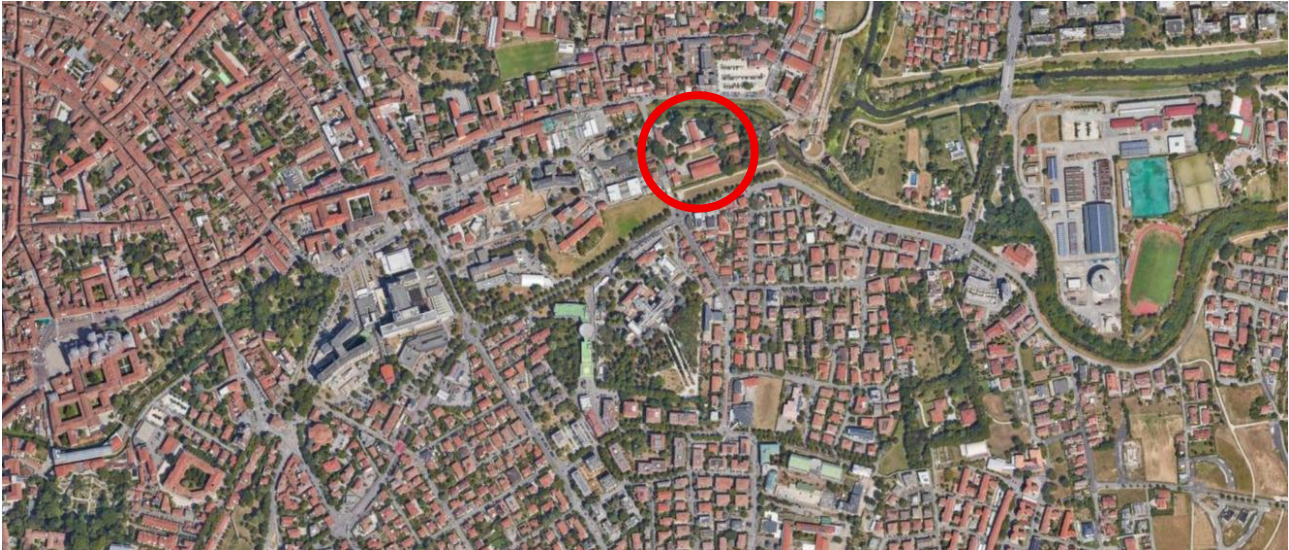


SOMMARIO

<u>1</u>	<u>INTRODUZIONE</u>	<u>4</u>
1.1	ANALISI STORICO CRITICA	6
1.1.1	Sviluppo urbanistico dell'area	6
1.1.2	Progetto originario dell'area	9
1.1.3	Interventi di restauro e recupero dell'area	11
<u>2</u>	<u>DESCRIZIONE DEL MANUFATTO</u>	<u>13</u>
2.1	DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA	15
<u>3</u>	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	<u>16</u>
<u>4</u>	<u>RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</u>	<u>17</u>
4.1	MATERIALI ESISTENTI	17
4.1.1	Muratura in mattoni pieni e malta di calce	17
4.1.2	Calcestruzzo	18
4.1.3	Acciaio d'armatura	18
4.1.4	Legno	19
4.2	MATERIALI NUOVI	20
4.2.1	Calcestruzzo	20
4.2.2	Acciaio d'armatura	20
4.2.3	Acciaio profili	20
4.2.4	Legno	21
4.2.5	Muratura in mattoni pieni e malta di calce	21
4.2.6	Bulloni	22
4.2.7	Malta per allettamenti	22
4.2.8	Inghisaggio chimico	22
4.2.9	Tessuto in fibra di acciaio galvanizzato	23
4.2.10	Sistema epossidico bi-componente in gel tixotropico	24

1 INTRODUZIONE

L'ex Macello Pubblico di Padova è un ampio complesso monumentale situato a est della città, che si estende su una superficie di circa 20.000 metri quadrati.



Localizzazione dell'edificio

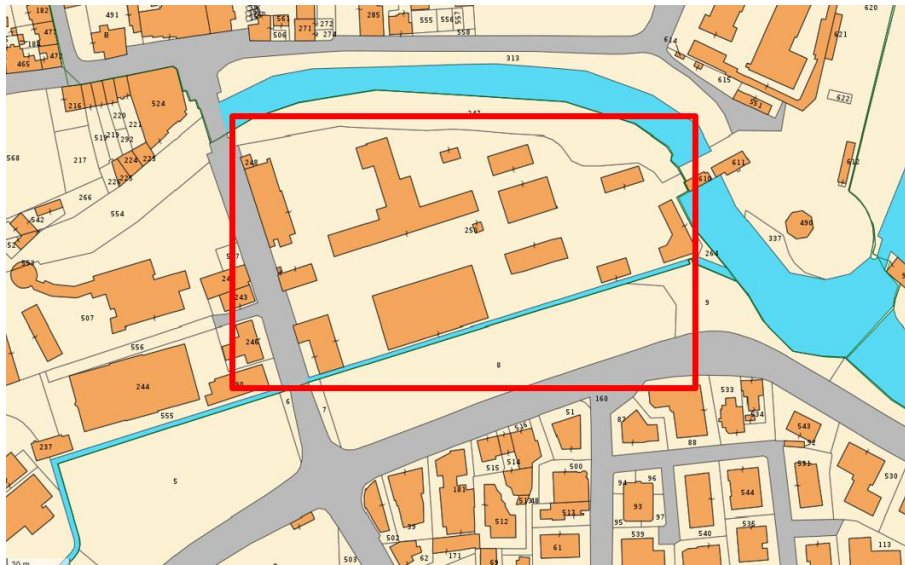
L'area è delimitata a nord dal Canale San Massimo, a est dal Ponte delle Gradelle, a sud da via Gattamelata, mentre l'ingresso principale si trova a ovest, su via Cornaro.



Estratto fotopiano Ex-Macello in via Cornaro

L'area è così censita al nuovo catasto urbano del Comune di Padova:

- Foglio 105;
- Particella 250;
- Subalterno 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24.



Estratto planimetria catastale

L'area di intervento è identificata dalla carta dei vincoli e della pianificazione territoriale del Comune di Padova come segue:

- Centro storico;
- Vincoli sui beni culturali (D.Lgs. n° 42/2004 – art. 10 e 12)
- Vincoli paesaggistici, immobili ed aree di notevole interesse pubblico (D. Lgs. n° 42/2004 – art. 136)

L'area di intervento è identificata dal Piano degli Interventi (PI) del Comune di Padova come segue:

- Unità di piano della classe C modalità di tipo C – Restauro (nto 15.c)
- Attrezzatura di interesse comune (nto 15.4, 15.6)
- Zona di degrado in Centro Storico (nto 15.25)
- Sistema bastionato – Aree a parco (nto 15.15)
- Verde pubblico (nto 15.4, 15.6)



Estratto piano degli interventi del Comune di Padova

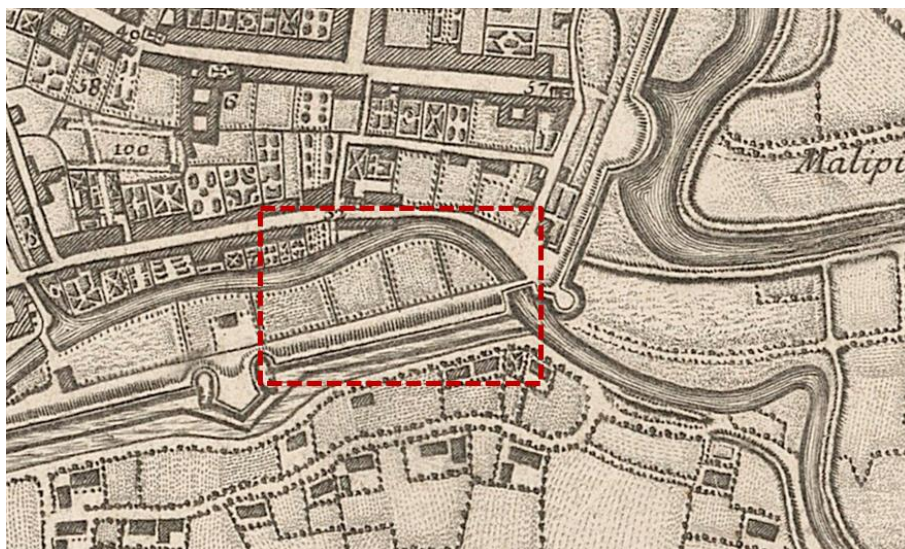
1.1 ANALISI STORICO CRITICA

1.1.1 Sviluppo urbanistico dell'area

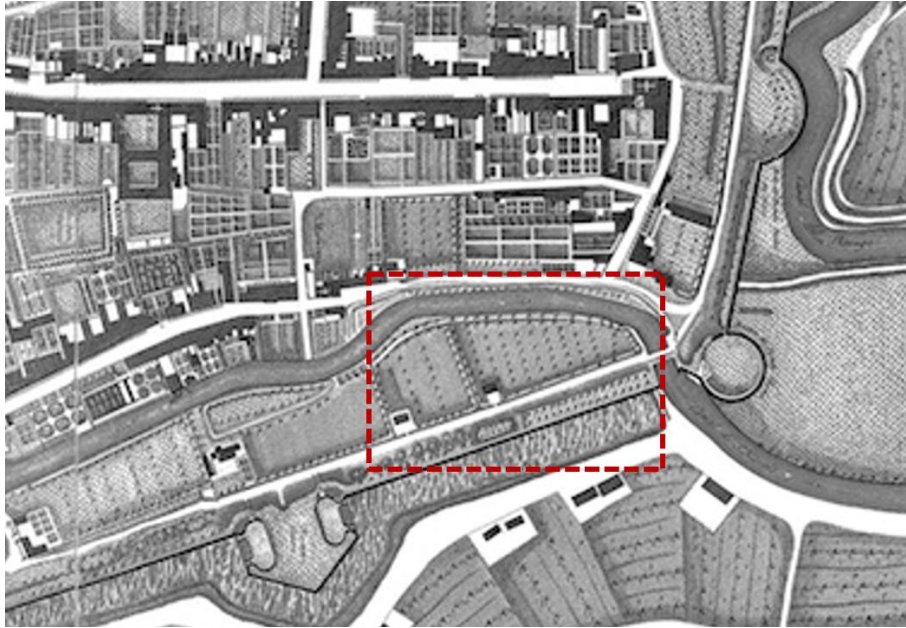
L'area su cui fu costruito l'Ex Macello di Padova si trovava originariamente fuori dalla cerchia muraria medievale realizzata da Francesco I da Carrara nel 1376. Le mura, adatte a difendersi da armi tradizionali, furono in parte demolite e ricostruite dai Veneziani dopo l'assalto del 1509 durante la guerra della Lega di Cambrai, adattandole alle nuove esigenze difensive con bastioni e terrapieni. In quel periodo fu inglobata nel perimetro urbano anche la zona dell'attuale Ex Macello, inclusa in un'area sgombra da edifici detta "spianata" o "guasto", destinata alla difesa e piantumata con pioppi.

Le mappe storiche del XVIII secolo confermano la permanenza di questa configurazione, mostrando la spianata e le alberature. Il terreno fu utilizzato a lungo per coltivazioni e pascolo, in particolare con la tecnica della "piantata veneta", che univa viti e cereali.

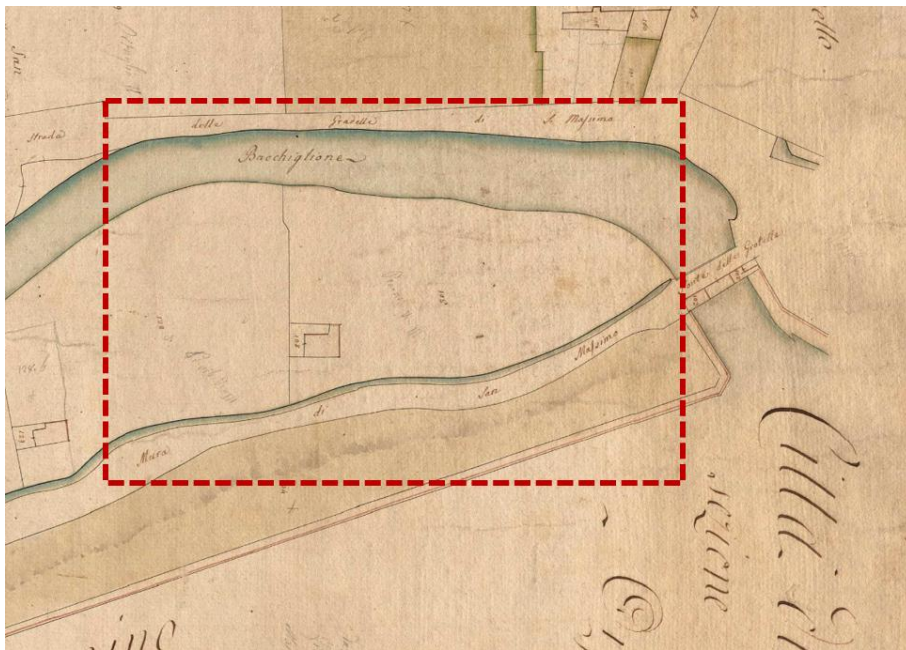
Le stesse mappe testimoniano anche l'esistenza, tra le mura e il canale di San Massimo, di una strada realizzata per scopo militare che collegava il Torrione Buovo al baluardo Cornaro e a Porta Liviana (oggi Pontecorvo). Questo tracciato è ancora riconoscibile nell'asse viario dell'Ex Macello, tra via Cornaro e il ponte delle Gradelle. Vi erano inoltre due edifici rurali, e i catasti ottocenteschi confermano l'uso agricolo dell'area, con appezzamenti destinati a pascolo e coltivazione promiscua (piantata veneta). Due terreni risultavano di proprietà privata, mentre il resto era demaniale.



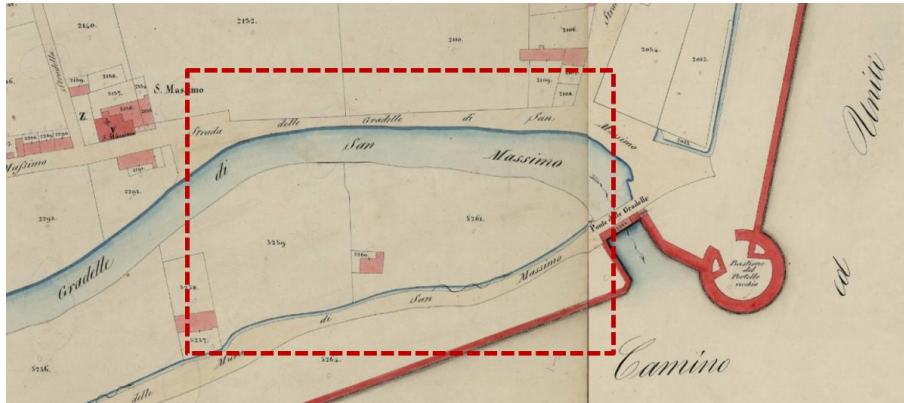
Estratto di "La Gran Carta del Padovano di G.A. Rizzi Zannoni" del 1780



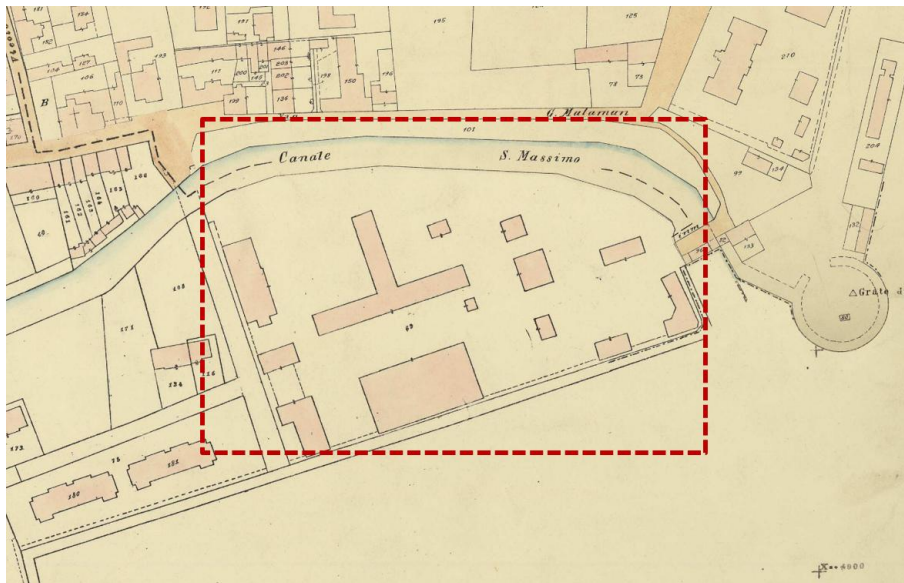
Estratto di "La pianta di Padova di Giovanni Valle" del 1784



Estratto mappa catasto Napoleonico - 1810 circa



Estratto mappa Catasto Austriaco - 1845



Estratto mappa catasto Italiano - 1925 circa

Il sistema dei macelli a Padova si è evoluto nel tempo, seguendo lo sviluppo urbano e le normative igienico-sanitarie. In epoca antica, la macellazione avveniva nelle piazze cittadine, cuore dell'attività commerciale. Il primo edificio specificamente destinato alla macellazione fu la *beccaria grande*, costruita nel 1398 lungo il fiume Bacchiglione. Questa struttura rimase in funzione per secoli, passando attraverso varie dominazioni.

Con l'influenza della cultura urbanistica francese, nell'Ottocento si avviò una riorganizzazione degli spazi urbani, con l'obiettivo di concentrare l'attività di macellazione in un unico luogo. Nacque così il macello *Jappellino*, progettato da Giuseppe Jappelli, situato fuori dal centro, presso le mura cinquecentesche. L'impianto prevedeva spazi distinti per la macellazione e per gli uffici, con attenzione all'igiene e all'organizzazione funzionale. Successivamente, nel 1870, venne costruito un macello intermedio alle spalle di quello dello Jappelli destinato probabilmente alla macellazione dei suini, obbligata fuori città per legge.

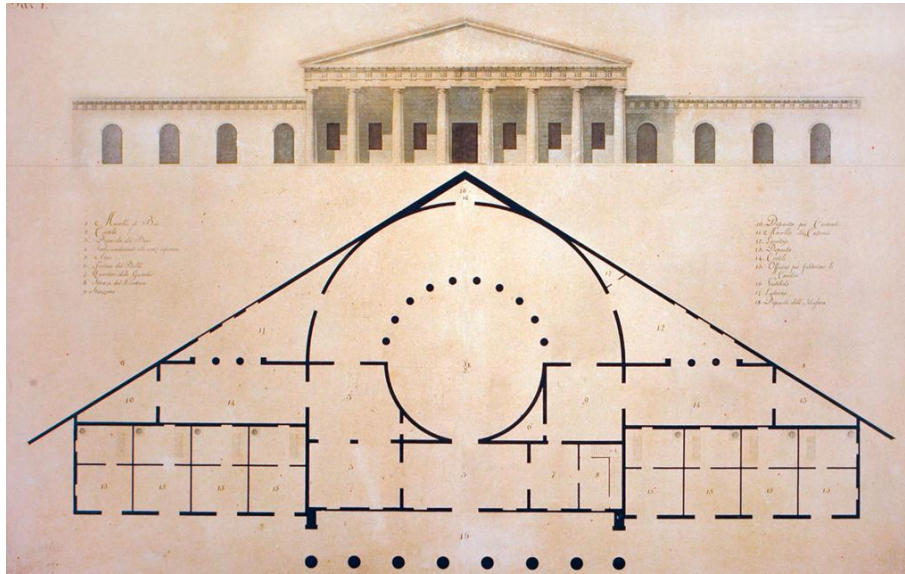


Tavola di progetto il Macello- Giuseppe Jappelli - 1818

Il nuovo macello progettato dall'ingegner Peretti fu collocato in una zona periferica, scarsamente urbanizzata, facilmente acquisibile in quel periodo dall'Amministrazione Comunale e scelta per la favorevole situazione idraulica essendo il ponte delle Gardelle il punto di uscita delle acque urbane più a valle della città. Tuttavia, la sua posizione non rispettava pienamente tutti i criteri urbanistici dell'epoca causa dell'espansione urbana continua, trasformazioni urbanistiche che portarono alla nascita della zona universitaria e all'apertura di via Loredan con l'abbattimento parziale della cinta muraria.

1.1.2 Progetto originario dell'area

Nel 1904, durante un periodo di intensa attività urbanistica a Padova, l'ingegnere capo Alessandro Peretti redasse il progetto per un nuovo macello, destinato a sostituire quello precedente di Giuseppe Jappelli, ormai inadeguato per una città di 80.000 abitanti. Per ragioni igienico-sanitarie, il Genio Civile impose di sopraelevare l'area di 1,5 metri tramite interrimento, utilizzando terra prelevata dai terrapieni delle mura presso Pontecorvo, trasportata con carrelli su rotaie. Il nuovo macello, esteso su circa 17.000 mq, è delimitato a nord dal canale di S. Massimo, a est e sud dalla cinta muraria, e a ovest da via Alvise Cornaro.



Planimetria del Progetto del 1905 dell'Ingegnere Peretti

Il complesso del macello presentava un'organizzazione funzionale ed articolata. L'ingresso principale, con un portico a colonne, era destinato alla prima visita e alla pesa degli animali; accanto si trovavano gli uffici, le abitazioni del direttore e del custode, nonché i locali per le guardie daziarie. Tra il 1908 e il 1910 furono costruite celle frigorifere con impianti per la produzione di ghiaccio, successivamente usate anche per le analisi del pesce destinato al commercio.



Foto dell'ingresso 1907

All'interno, la grande sala detta "la Cattedrale" era destinata alla macellazione dei bovini, dotata di sistemi meccanici per il sollevamento delle carni e ben illuminata da finestroni e un lucernario. In origine, l'edificio era previsto con copertura piana, poi modificata in corso d'opera. Accanto, un edificio a T ospitava le attività che richiedevano acqua calda: docce, mensa, spogliatoi, macellazione suina, tripperia e locali per lavorazioni particolari. Nelle aree perimetrali si trovavano: una concimaia (oggi quasi scomparsa), servizi igienici, tre stalle (per suini, bovini, ovini/vitelli), alcune trasformate successivamente in celle frigorifere. Lungo le mura sud-est

erano disposti i locali per la lavorazione di sangue, sego e pelli, oltre allo svuotatoio dei ventricoli. Isolato, vicino al ponte delle Gradelle, vi era l'edificio per animali infetti, con stalla e digestore Rastelli per il trattamento delle carni non salubri. Un'altra concimaia completava il complesso.

Questo modello di macello, detto "cellulare", sostituiva le macellerie disperse con uno spazio unificato e igienico, dove ogni macellaio operava in una stanza autonoma, secondo una concezione moderna nata tra Otto e Novecento.

Il complesso del macello fu realizzato utilizzando il sistema costruttivo Hennebique, che impiegava calcestruzzo armato per creare una struttura portante monolitica. Questo metodo prevedeva l'uso di plinti di fondazione, pilastri, travi principali e secondarie, e solette. I pilastri, generalmente a sezione quadrata, rettangolare o poligonale, erano rinforzati con armature metalliche longitudinali (barre circolari), supportate da legature trasversali in filo di ferro e fasce metalliche.

Le travi, collegate monoliticamente alle solette, formavano strutture resistenti a "T", con armature metalliche disposte in barre tonde. Alcune barre erano diritte e situate nella parte inferiore della trave, mentre altre, piegate alle estremità, garantivano la presenza di armature sia nella parte inferiore che superiore della struttura, specialmente nelle zone di incastro. La ripartizione delle barre diritte e piegate era generalmente equilibrata. Le staffe, realizzate con piattina di ferro, contrastavano gli sforzi di taglio.

Un aspetto distintivo era il collegamento tra pilastri e travi, che spesso prevedeva mensole inclinate per il raccordo. I dimensionamenti ottenuti con le formule empiriche di Hennebique risultarono simili a quelli dei metodi di progetto tradizionali, e la buona performance statica nel tempo confermò la validità del sistema.

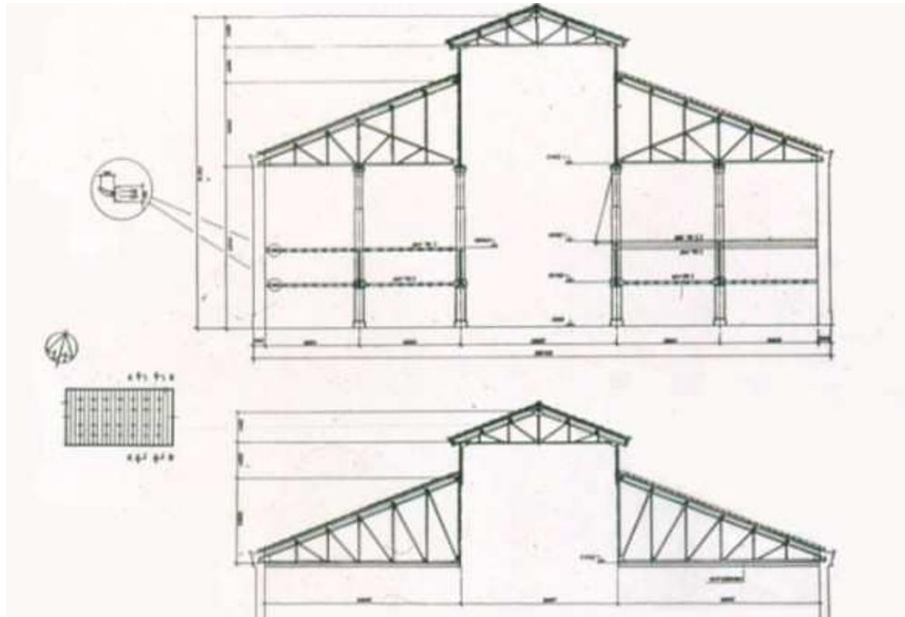
L'attività di macellazione, inaugurata il 7 settembre 1908, proseguì fino ai primi anni '70, quando si assistette al suo definitivo trasferimento nel nuovo impianto di Corso Australia, avvenuto nel '75.

1.1.3 Interventi di restauro e recupero dell'area

Negli anni '70, sono stati intrapresi i primi interventi di ristrutturazione, concentrandosi soprattutto sulle strutture di copertura. Questi lavori furono avviati grazie a un accordo tra l'Associazione C.L.A.C., il Comune di Padova e l'Istituto Edile Professionale di Camin. La ristrutturazione riguardava principalmente la sistemazione esterna dell'ex sala bovini e interventi più radicali nella ex sala di macellazione ovini e l'ex macello dei suini:

- Nel caso dell'ex macello dei suini, venne realizzata una nuova copertura, demolendo gli abbaini e installando nuove capriate e un sistema di orditura in calcestruzzo armato;
- Nell'ex stalla bovini subì una sistemazione esterna;
- Nell'edificio delle celle frigorifere, trasformato in centro iperbarico, vide modifiche interne significative, con l'abbattimento di molte pareti e la creazione di nuovi ingressi in corrispondenza delle finestre preesistenti per l'installazione dei macchinari di notevoli dimensioni.

Negli anni '80 si intervenne sulla struttura di copertura in ferro della sala ex macellazione bovini per migliorarne la sicurezza statica, con lavori su baionette, stabilizzazione delle capriate e l'inserimento di controventature. Particolare attenzione fu dedicata alla progettazione delle controventature di falda per superare le differenze tra le terzere in legno.



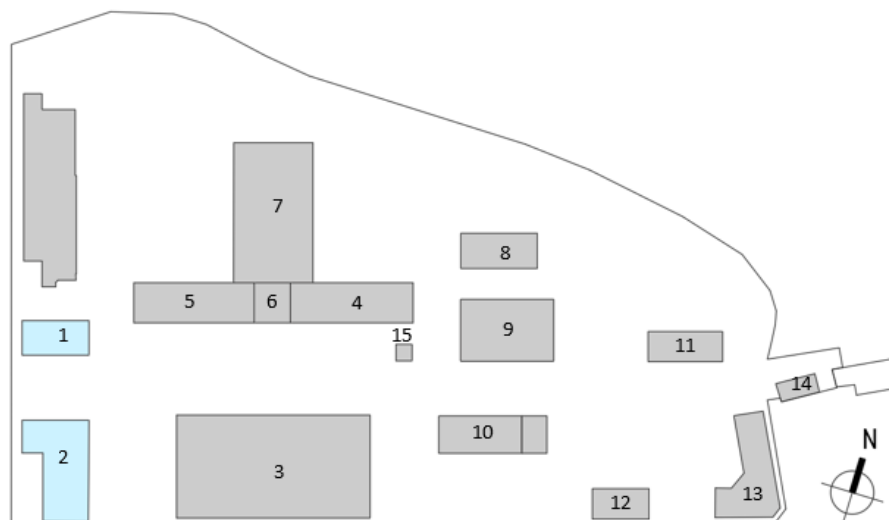
Estratto di progetto dei rinforzi utilizzati per il restauro delle strutture in ferro

Nel 1973 nacque l'idea di un osservatorio astronomico e un planetario sui Colli Euganei, progetto sviluppato da Roberto Sannevigio e Giancarlo Favero, con la collaborazione dello Studio Architetti Barato. Il primo planetario fu realizzato nel 1982 grazie all'interesse delle scuole e degli astrofili, con il contributo del Prof. Bovi e altri, e una donazione dalla Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo per l'acquisto di uno strumento delle Officine Galileo. Il Planetario Galileo, inaugurato nel 1983, offriva una proiezione stellare in una piccola cupola, accogliendo scolaresche di ogni ordine e grado.

Tuttavia, con l'aumento della domanda e la limitatezza dello spazio, si iniziò a progettare un planetario più grande. Nel 1999, fu avviato un nuovo progetto, che portò all'inaugurazione del nuovo Planetario di Padova il 21 aprile 2009, in occasione dell'Anno dell'Astronomia, celebrando i 400 anni delle scoperte galileiane a Padova.

2 DESCRIZIONE DEL MANUFATTO

Si riporta di seguito uno schema dell'area in cui è ubicato il manufatto in esame.



Schema del complesso Ex-Macello in via Cornaro

Si riporta di seguito una suddivisione:

- 1- Palazzina uffici dazi, uffici della direzione, pesa e abitazione del direttore- *Oggetto di intervento*
- 2- Palazzina pagamento dazio, custode, guardie daziarie e guardie della città - *Oggetto di intervento*
- 3- Macello bovini
- 4- Tripperia
- 5- Lavorazioni carni, servizi per il personale e refettorio
- 6- Locali caldaie
- 7- Macello Suini e stalla di sosta provvisoria dei suini
- 8- Stalla di sosta provvisoria dei suini e lanuti
- 9- Stalla di sosta bovini
- 10- Macello lanuti e celle frigo
- 11- Stalla osservazione e distruzione carni infette
- 12- Ex concimaia - svuotamento vetricoli
- 13- Spazio di servizi accessori
- 14- Fabbricati del ponte delle "Gradelle"
- 15- Servizi igienici

L'edificio in esame presenta due piani fuori terra, e possiede una **superficie totale** pari a circa **1505 mq**, considerando

- piano terra,
- piano primo,
- copertura,

, senza considerare la porzione canniciata a livello di calpestio del sottotetto.

Il **volume totale** è pari a circa **5300 mc**.

L'edificio è costituito da una struttura portante verticale in muratura in mattoni pieni, e le fondazioni risultano costituite da travi rovesce. In corrispondenza del porticato centrale, invece, è presente una struttura portante verticale costituita da pilastri in c.a.

Gli orizzontamenti sono costituiti prevalentemente da solai in legno, che sostengono un tavolato superiore a sostegno di morali e del pavimento; inoltre, nelle zone dei porticati sono costituiti da solette in c.a. sp. 15 cm e da travi in c.a. a sostegno della soletta e a passo variabile. È infine presente un solaio in laterocemento a calpestio del piano primo nella zona dov'è attualmente presente la porzione di torretta.

In corrispondenza del sottotetto non è presente un solaio calpestabile, ma sono presenti travi lignee con l'unica funzione di sostegno del controsoffitto in cannicciato.

A livello di copertura sono presenti travi lignee ed anche due capriate.

All'interno dell'edificio sono inoltre presenti due scale in c.a. costituite da una soletta rampante in c.a.; è inoltre presente una piccola scala in acciaio.

2.1 DOCUMENTAZIONE FORNITA DALLA COMMITTENZA

I documenti forniti dalla Committenza sono di seguito elencati:

- Progetto di fattibilità tecnica ed economica a firma di Arch. Ostellari Valeria, con RUP Arch. Domenico Lo Bosco;
- Progetto Pleiadi, Area Ex-Macello via Cornaro – Padova Science Centre – Progetto di fattibilità tecnica ed economica.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato sviluppato nell'osservanza della vigente normativa tecnica:

- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare 21/01/2019, n° 7/C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- DPCM 9/02/ 2011 "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14 Gennaio 2008"

Per quanto non diversamente specificato, verranno considerate (seppure in maniera non cogente) le indicazioni fornite dai seguenti documenti:

Eurocodici strutturali elaborati dal CEN nella loro forma internazionale EN:

- EUROCODICE 1 - Azioni sulle strutture
- EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture di Acciaio
- EUROCODICE 4 - Progettazione delle strutture composte Acciaio-calcestruzzo
- EUROCODICE 7 - Progettazione geotecnica
- EUROCODICE 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

Norme UNI EN armonizzate:

- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI
- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.)

Ulteriori richiami normativi utilizzati come riferimento saranno specificati di volta in volta.

4 RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali utilizzate nel modello di calcolo per le analisi e le verifiche.

4.1 MATERIALI ESISTENTI

4.1.1 Muratura in mattoni pieni e malta di calce

		COEFF.	
Stato di fatto	Malta scadente	NO	
	Coefficiente riduttivo della resistenza	$\gamma_{f,ms}$	1.0
	Coefficiente riduttivo del modulo elastico	$\gamma_{E,ms}$	1.0
	Malta buona	SI	1.52
	Ricorsi o listature	NO	1.0
	Connessione trasversale	SI	1.3
	Coefficiente migliorativo adottato per la resistenza	$\gamma_{f,sdf}$	1.97
	Coefficiente migliorativo adottato per il modulo elastico	$\gamma_{E,sdf}$	1.52

Muratura in mattoni pieni e malta di calce - Ex Macello - LC3

Descrizione	muratura esistente		
Resistenza media a compressione	f_m	2.27	[MPa]
Resistenza media a taglio	f_{v0}	0.13	[MPa]
Valore medio del modulo di elasticità normale	E	1'104.00	[MPa]
Peso specifico medio	ρ_m	18.00	[kN/m ³]
Coefficiente correttivo per la resistenza per malta scadente	$\gamma_{f,ms}$	1.00	[-]
Coefficiente correttivo per il modulo elastico per malta scadente	$\gamma_{E,ms}$	1.00	[-]
Coefficiente correttivo per la resistenza allo stato di fatto	$\gamma_{f,sdf}$	1.97	[-]
Coefficiente correttivo per il modulo elastico allo stato di fatto	$\gamma_{E,sdf}$	1.52	[-]
Coefficiente di sicurezza parziale per la muratura per analisi statiche	$\gamma_{c statiche}$	3.00	[-]
Coefficiente di sicurezza parziale per la muratura per analisi sismiche	$\gamma_{c sismiche}$	2.00	[-]
Fattore di confidenza	FC	1.00	[-]
Resistenza di progetto a compressione della muratura per analisi statiche	f_{md}	1.49	[MPa] $f_{md} = f_m * \gamma_f / (FC * \gamma_{c statiche})$
Resistenza di progetto a compressione della muratura per analisi sismiche	f_{md}	2.23	[MPa] $f_{md} = f_m * \gamma_f / (FC * \gamma_{c sismiche})$
Valore di progetto della resistenza a taglio per analisi sismiche	f_{v0d}	0.13	[MPa] $f_{v0d} = f_{v0} * \gamma_f / (FC * \gamma_{c sismiche})$
Valore di progetto del modulo di elasticità normale per analisi sismiche	E_d	1'673.11	[MPa] $E_d = E * \gamma_E$

4.1.2 Calcestruzzo

Calcestruzzo - Ex Macello - LC3

Descrizione	calcestruzzo strutture esistenti		
Resistenza media cubica	$R_{c,m}$	27.03	[MPa]
Resistenza media cilindrica	$f_{c,m}$	22.44	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.50	[-]
Fattore di confidenza	FC	1.00	[-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85	[-]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	2.39	[MPa]
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	28'035.63	[MPa]
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo fessurato	$E_{cm\ 1/2}$	14'017.81	[MPa]
Deformazione elastica massima del calcestruzzo	ϵ_{c2}	0.0020	[-]
Deformazione ultima di progetto del calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035	[-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo (meccanismi fragili)	f_{cd}	12.71	[MPa]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo (meccanismi duttili)	f_{cd}	19.07	[MPa]
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.59	[MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	13.46	[MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	10.10	[MPa]

4.1.3 Acciaio d'armatura

Acciaio da armatura - Ex Macello - LC3

Descrizione	acciaio armatura strutture esistenti		
Resistenza media a snervamento dell'acciaio	f_{ym}	230.00	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15	[-]
Fattore di confidenza	FC	1.00	[-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	210'000	[MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.0009524	[-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.010	[-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio (meccanismi fragili)	f_{yd}	200.00	[MPa]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio (meccanismi duttili)	f_{yd}	230.00	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni SLE	σ_s	184.00	[MPa]

4.1.4 Legno

Legno massiccio - Classe C24 - Ex Macello - LC3

Descrizione	legno massiccio strutture esistenti		
Tipo di legno	Legno massiccio		
Classe di resistenza	C24		
Classe di servizio	2		
Durata del carico	Media durata		
Kmod	K_{mod}	0.80	[-]
Kdef	K_{def}	0.80	[-]
Kcr	K_{cr}	0.50	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_m	1.50	[-]
Fattore di confidenza	FC	1.00	[-]
Flessione	$f_{m,k}$	24.00	[MPa]
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	14.50	[MPa]
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0.40	[MPa]
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	21.00	[MPa]
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2.50	[MPa]
Taglio	$f_{v,k}$	4.00	[MPa]
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	11.00	[GPa]
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	7.40	[GPa]
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0.37	[GPa]
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.69	[GPa]
Massa volumica caratteristica	ρ_k	350.00	[kg/m ³]
Massa volumica media	ρ_m	420.00	[kg/m ³]
Flessione	$f_{m,d}$	12.80	[MPa] $f_{m,d} = f_{m,k} * K_{mod} / (\gamma_m * FC)$
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,d}$	7.73	[MPa] $f_{t,0,d} = f_{t,0,k} * K_{mod} / (\gamma_m * FC)$
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,d}$	0.21	[MPa] $f_{t,90,d} = f_{t,90,k} * K_{mod} / (\gamma_m * FC)$
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,d}$	11.20	[MPa] $f_{c,0,d} = f_{c,0,k} * K_{mod} / (\gamma_m * FC)$
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,d}$	1.33	[MPa] $f_{c,90,d} = f_{c,90,k} * K_{mod} / (\gamma_m * FC)$
Taglio	$f_{v,d}$	2.13	[MPa] $f_{v,d} = f_{v,k} * K_{mod} / (\gamma_m * FC)$

4.2 MATERIALI NUOVI

4.2.1 Calcestruzzo

Calcestruzzo C35/45

Descrizione	calcestruzzo nuove strutture		
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	45.00 [MPa]	
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	37.35 [MPa]	$f_{ck} = 0,83 R_{ck}$
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.50 [-]	
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85 [-]	
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	45.35 [MPa]	$f_{cm} = f_{ck} + 8$
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	3.35 [MPa]	$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{2/3}$ [$f_{ck} \leq 50$ [MPa]] $f_{ctm} = 2,12 \ln(1 + f_{cm}/10)$ [$f_{ck} > 50$ [MPa]]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 5%)	$f_{ctk;0,05}$	2.35 [MPa]	$f_{ctk;0,05} = 0,7 f_{ctm}$
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 95%)	$f_{ctk;0,95}$	4.36 [MPa]	$f_{ctk;0,95} = 1,3 f_{ctm}$
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	34'625.49 [MPa]	$E_{cm} = 22[f_{cm}/10]^{0,3}$
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo fessurato	$E_{cm1/2}$	17'312.74 [MPa]	$E_{cm1/2} = E_{cm} / 2$
Deformazione elastica massima del calcestruzzo	ϵ_{c2}	0.0020 [-]	$\epsilon_{c2} = 2,0 + 0,085(f_{ck} - 50)^{0,53}$ [$f_{ck} \geq 50$ [MPa]]
Deformazione ultima di progetto del calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035 [-]	$\epsilon_{cu} = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$ [$f_{ck} \geq 50$ [MPa]]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	21.17 [MPa]	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.56 [MPa]	$f_{ctd} = f_{ctk;0,05} / \gamma_c$

4.2.2 Acciaio d'armatura

Acciaio da armatura B450C

Descrizione	acciaio armatura nuove strutture		
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450.00 [MPa]	
Resistenza a rottura dell'acciaio	f_{tk}	540.00 [MPa]	
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15 [-]	
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	206'000.00 [MPa]	
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.00190 [-]	$\epsilon_{yd} = f_{yk} / E_s$
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.010 [-]	$\epsilon_{su} = 1\%$
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.30 [MPa]	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

4.2.3 Acciaio profili

Acciaio da carpenteria S355

Descrizione	acciaio carpenteria nuove strutture		
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	355.00 [MPa]	
Resistenza a rottura dell'acciaio	f_{tk}	510.00 [MPa]	
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.05 [-]	
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	210'000 [MPa]	
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.00161 [-]	$\epsilon_{yd} = f_{yk} / E_s$
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01000 [-]	$\epsilon_{su} = 1\%$
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	338.10 [MPa]	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

4.2.4 Legno

Legno massiccio - Classe C24

Descrizione		legno massiccio nuove strutture		
Tipo di legno	Legno massiccio			
Classe di resistenza	C24			
Classe di servizio	2			
Durata del carico	Media durata			
Kmod	K_{mod}	0.80	[-]	
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_m	1.50	[-]	
Flessione	$f_{m,k}$	24.00	[MPa]	
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	14.50	[MPa]	
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0.40	[MPa]	
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	21.00	[MPa]	
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2.50	[MPa]	
Taglio	$f_{v,k}$	4.00	[MPa]	
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	11.00	[GPa]	
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	7.40	[GPa]	
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0.37	[GPa]	
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.69	[GPa]	
Massa volumica caratteristica	ρ_k	350.00	[kg/m ³]	
Massa volumica media	ρ_m	420.00	[kg/m ³]	
Flessione	$f_{m,d}$	12.80	[MPa]	$f_{m,d} = f_{m,k} * K_{mod} / \gamma_m$
Trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,d}$	7.73	[MPa]	$f_{t,0,d} = f_{t,0,k} * K_{mod} / \gamma_m$
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,d}$	0.21	[MPa]	$f_{t,90,d} = f_{t,90,k} * K_{mod} / \gamma_m$
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,d}$	11.20	[MPa]	$f_{c,0,d} = f_{c,0,k} * K_{mod} / \gamma_m$
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,d}$	1.33	[MPa]	$f_{c,90,d} = f_{c,90,k} * K_{mod} / \gamma_m$
Taglio	$f_{v,d}$	2.13	[MPa]	$f_{v,d} = f_{v,k} * K_{mod} / \gamma_m$

4.2.5 Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Muratura in mattoni pieni

Descrizione		muratura nuove strutture		
Resistenza del blocco dichiarata dal produttore	Caratteristica			
Natura dei blocchi	Blocchi artificiali			
Resistenza dichiarata caratteristica a compressione dei blocchi	$f_{b\ dic}$	32.37	[MPa]	
Resistenza caratteristica a compressione dei blocchi	f_{bk}	32.37	[MPa]	
Tipo di malta	M10			
Resistenza caratteristica a compressione della muratura	f_k	10.47	[MPa]	
Resistenza caratteristica a taglio	f_{vk0}	0.30	[MPa]	
Peso specifico medio	ρ_m	15.00	[kN/m ³]	
Modulo di elasticità normale secante	E	10'474.00	[MPa]	
Modulo di elasticità tangenziale secante	G	4'189.60	[MPa]	
Coefficiente di sicurezza parziale per la muratura per analisi statiche	$\gamma_{c\ statiche}$	3.00	[-]	
Coefficiente di sicurezza parziale per la muratura per analisi sismiche	$\gamma_{c\ sismiche}$	2.00	[-]	
Resistenza di progetto a compressione della muratura per analisi statiche	f_d	3.49	[MPa]	$f_{kd} = f_k / \gamma_{c\ statiche}$
Resistenza di progetto a compressione della muratura per analisi sismiche	f_d	5.24	[MPa]	$f_{kd} = f_k / \gamma_{c\ sismiche}$
Valore di progetto della resistenza a taglio per analisi sismiche	f_{vkod}	0.15	[MPa]	$f_{vkod} = f_{vk0} / \gamma_{c\ sismiche}$

4.2.6 Bulloni

Acciaio bulloni classe 8.8

Descrizione	acciaio bulloni nuove strutture		
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yb}	640.00 [MPa]	
Resistenza a rottura. dell'acciaio	f_{ub}	800.00 [MPa]	
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.25 [-]	
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	210'000 [MPa]	
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.00274 [-]	$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01000 [-]	$\epsilon_{su} = 1\%$
Resistenza di progetto dell'acciaio a trazione	f_{td}	576.00 [MPa]	$f_{td} = 0.9 * f_{ub} / \gamma_s$
Resistenza di progetto dell'acciaio a taglio	f_{vd}	384.00 [MPa]	$f_{vd} = k_v * f_{ub} / \gamma_s$

4.2.7 Malta per allettamenti

Tipo Masterflow 928

4.2.8 Inghisaggio chimico

Barra di ancoraggio tipo Hilti HAS-U 8.8

Ancorante chimico epossidico

- tipo Hilti HIT-RE 500 V4 per ancoraggio su base in calcestruzzo
- tipo Hilti HIT-HY 270 per ancoraggio su base in muratura

4.2.9 Tessuto in fibra di acciaio galvanizzato

Si riportano di seguito le caratteristiche tipologiche.

- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili)	A_{trefolo}	0,538 mm ²
- n° trefoli/cm		3,14 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura)		≈ 1200 g/m ²
- carico di rottura a trazione di un trefolo		> 1500 N
- resistenza a trazione del nastro, valore caratteristico	σ_{nastro}	> 3000 MPa
- resistenza a trazione per unità di larghezza		> 4,72 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro	E_{nastro}	> 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro, valore caratteristico	ϵ_{nastro}	> 1,5%
- spessore equivalente	t_f	≈ 0,169 mm

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova		Prestazioni sistema Geosteel SRP G1200 (1 strato)	Prestazioni sistema Geosteel SRP G1200 (3 strati)	Dati di progetto secondo CNR-DT 200 R1/2013
Resistenza a trazione (valore caratteristico)	EN 2561	σ_{SRP}	2805 MPa	2887 MPa	2800 MPa
Modulo Elastico (valore medio)	EN 2561	E_{SRP}	226 GPa	207 GPa	210 GPa
Allungamento a rottura (valore medio)	EN 2561	ϵ_{SRP}	1,59%	1,68%	1,60%
Lap tensile strength (valore caratteristico) ¹	EN 2561	σ_{lap}	2698 MPa	NPD	-
Resistenza a trazione del tessuto piegato (valore caratteristico)	EN 2561	$\sigma_{\text{u,t,bent}}$	2406 MPa	NPD	-
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	T_g	+60 °C	+60 °C	-
Adesione al supporto²					
Pull-off strength (valore caratteristico)	EN 1542	f_h	2,4 MPa	NPD	-
Single-lap shear test (valore caratteristico)	Annex B EAD 340210-00-0104	σ_{deb}	1132 MPa	NPD	-
Pull-out from substrate (valore medio)	Annex C EAD 340210-00-0104	$\sigma_{\text{pull-out}}$	2498 MPa	NPD	-

4.2.10 Sistema epossidico bi-componente in gel tixotropico

Si riportano di seguito le caratteristiche tipologiche.

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-4		Prestazione Geolite Gel	
Aderenza/forza di legame	EN 12188	resistenza a trazione	≥ 14 MPa	> 14 MPa	
		resistenza al taglio inclinato	50°	≥ 50 MPa	> 60 MPa
			60°	≥ 60 MPa	> 70 MPa
		70°	≥ 70 MPa	> 80 MPa	
Resistenza al taglio	EN 12188	> 12 MPa		> 20 MPa	
Ritiro lineare	EN 12617-1	≤ 0,1%		< 0,005%	
Lavorabilità a +20 °C	EN ISO 9514	misurato con ≈ 0,5 kg di prodotto	–	75 min.	
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	> +40 °C		+60 °C	
Modulo elastico secante a compressione	EN 13412	≥ 2000 MPa		> 5300 MPa	
Modulo elastico a flessione	EN ISO 178	≥ 2000 MPa		> 2500 MPa	
Coefficiente di dilatazione termica	EN 1770	misurato tra -25 °C e +60 °C	≤ 100x10 ⁻⁶ K ⁻¹	< 100x10 ⁻⁶ K ⁻¹	
Durabilità (resistenza a cicli gelo-disgelo)	UNI EN 13733	taglio a compressione > della resistenza a trazione del calcestruzzo	nessun collasso dei provini acciaio/adesivo/acciaio	specificata superata	
Reazione al fuoco	EN 13501-1			Euroclasse C-s2, d0	