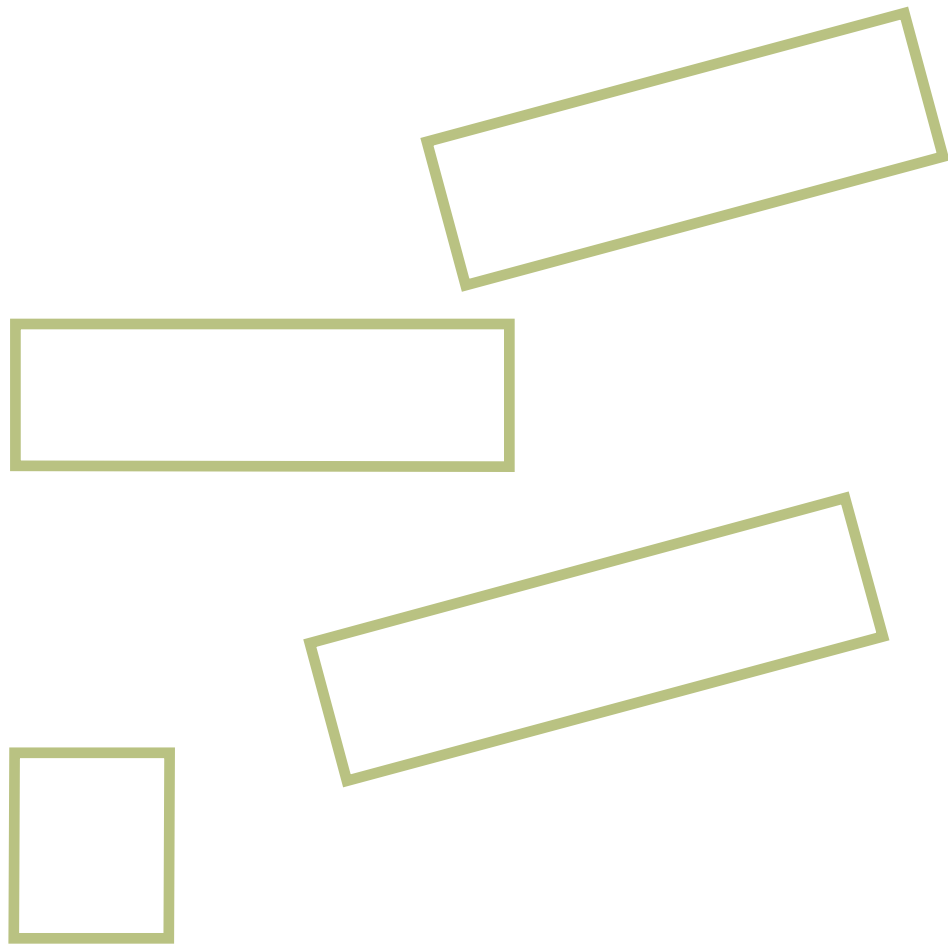


Federica Meloni

Elementi Discreti



POLITECNICO DI MILANO



FACOLTA' DI ARCHITETTURA CIVILE
CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA DELLE COSTRUZIONI
CAMPUS BOVISA

ELEMENTI DISCRETI

Progetto per l'addizione al museo Diocesano di Milano

Relatore:

Prof. Arch. Emilio Battisti

Tesi di Laurea di:

Federica Meloni

Matricola: 734391

Anno Accademico 2009-2010

Indice:

_ Introduzione

1 _ Cosa è il museo

_ Storia del museo Diocesano

_ Intervista al direttore del museo Diocesano

2 _ Analisi storico-morfologica:

_ Milano medievale

_ Porta Ticinese

_ Corso di Porta Ticinese

_ La Basilica di Sant'Eustorgio

_ Il convento di Sant'Eustorgio

_ Conclusioni

3 _ Approccio al costruito e al contesto

4 _ Carattere e materiale

_ Il Calcestruzzo

_ Il Calcestruzzo nell'Architettura

5 _ Relazione Progetto:

6 _ Allegati:

_ Relazione Strutture

_ Relazione Impianti

7 _ Tavole



_ Introduzione

Questa tesi ha come tema la progettazione di un museo, più nello specifico è l'addizione al museo Diocesano di Milano.

Il sito è inserito in una delle zone di maggiore interesse storico e culturale di Milano.

L'aspetto più importante che riguarda la natura di quest'area è dato dal fatto che questa rappresenta una fusione di stratificazioni antiche e recenti e di grosse mancanze dovute ai bombardamenti.

Quest'area è segnata fortemente dalle sue vicissitudini storiche, che ne segnano i tracciati e che hanno lasciato dei segni indelebili nelle architetture. Tutto il quartiere è costellato da importanti emergenze architettoniche quali: la basilica di san Lorenzo e il colonnato romano, i resti dell'anfiteatro Romano e il suo museo, Sant'Eustorgio e i suoi chiostri che nonostante la loro vicinanza non dialogano fortemente tra loro. Unica eccezione, i retri di san Lorenzo e Sant'Eustorgio, connessi da un parco urbano, anch'esso interrotto da un tratto viabilistico che ne interrompe la continuità fisica e spaziale.

Il progetto vuole farsi carico di questo ritenendo straordinaria una compresenza così forte di monumenti all'interno di questa parte di città.

Dall'analisi storico-morfologica emerge come in quest'area, dalla sua nascita ai giorni nostri due tendenze insediative principali. La prima che va dalla fondazione al 1934, segnata dalla densificazione che ha portato ha una congestione quasi totale dell'isolato ed un'altra, dal 1934 a oggi, che promuove l'apertura dell'isolato verso la città. Apertura espressa dalla fondazione di un parco urbano, che con la sua presenza vuole mettere a sistema le due emergenze architettoniche principali, la basilica di Sant'Eustorgio e il suo convento e la basilica di San Lorenzo.

Dalla definizione del parco in poi, dovuta dalla necessità di riqualificare uno spazio segnato fortemente dai bombardamenti, si sono distinti nella composizione i due versanti est ed ovest.

Quello est è stato negli anni totalmente ricostruito e ben definito, riscontra una scansione forte, fra ciò che è isolato e cortina edilizia e

ciò che è parco, quest'ultimo è delimitato da ringhiere che ne segnano fortemente il perimetro.

Il versante ovest, al contrario, si presenta come un fronte frastagliato, dove compare una forte compenetrazione tra parco e città, non vi è un limite fisico tra questi.

Il progetto inserendosi proprio in questo versante deve farsi carico di quest'aspetto, concordando quindi un'idea progettuale affine a questo spazio.

Derivante dai bombardamenti, la mancanza del quarto lato del chiostro del convento di Sant'Eustorgio si presenta come una ferita per la natura di questo spazio, perché originariamente era un luogo protetto silenzioso quasi estraneo a ciò che lo circonda.

E da qui che parte l'idea di progetto, la definizione di un quarto lato per riacquistare l'identità perduta. Il nuovo lato si pone come un elemento di semplice composizione che con la sua diversità si distingue dall'esistente e si distacca da esso lasciando una fascia di rispetto, che permette di leggere come questo si relazioni.

L'esigenza progettuale dell'isolato, però non si esaurisce qui, occorre definire degli ambiti chiari, appartenenti al nuovo insediamento per potersi relazionare con l'esistente.

L'idea è di definire edifici che si relazionino con il nuovo quarto lato, ma che allo stesso tempo, pur essendo elementi discreti tra loro, dichiarino la loro appartenenza ad un sistema comune. La chiarezza è segnata dalla semplicità di lessico, da progetto si definisce il volume del chiostro come elemento generatore di matrice, che moltiplicandosi e collocandosi in determinati punti del sistema ne definisce la soluzione. Definire un'unica idea formale, permette un'immediata riconoscibilità di appartenenza un'unica entità, in questo caso di appartenenza al sistema museale. Il secondo volume si genera da questa riflessione, si pone nei confronti dell'esistente come un padiglione nel parco, che orientandosi come il chiostro e il quarto lato, genera con quest'ultimo una chiara definizione di un ambito, fortemente appartenente al museo. Il terzo edificio nasce dall'esigenza di relazionarsi con il corso per metterlo in comunicazione con i precedenti edifici del sistema. È un volume che si pone come ambasciatore e portavoce del nuovo sistema insediativo, e dichiara con la sua presenza un'eccezione funzionale e

insediativa nella città.

Per dare ulteriore risalto al progetto dell'addizione, da progetto è stato scelto di definire un ulteriore edificio, che segue una logica totalmente differente da quella precedente. L'approccio utilizzato è quello di prolungare la cortina edilizia del corso, fino a intersecare il primo ambito museale, con un edificio che ne assume proporzioni e allineamenti, diventandone parte quasi mimetizzandosi con esso.

Il progetto, con ciò prevede di risolvere un tema delicato come quello di inserirsi in un tessuto urbano molto stratificato e consolidato ricco di emergenze architettoniche con il quale rapportarsi. Assumendo una sua definizione chiara che non si caratterizza con l'esistente, vuole dichiarare di essere un'eccezione ma allo stesso tempo con il suo semplice carattere formale non s'insidia in maniera violenta nel contesto.

1

Cosa è il museo



Il Museo Diocesano di Milano nasce per iniziativa dell'Arcidiocesi Ambrosiana con lo scopo di tutelare, valorizzare e fare conoscere i tesori artistici della diocesi nell'ambito del contesto spirituale che li ha ispirati. Il Museo conserva e promuove i preziosi beni artistici della Diocesi, valorizzandone il significato storico e religioso: l'incontro con la bellezza delle opere d'arte assume in questo contesto un'importanza nuova e densa di significato.

La prima idea per il Museo Diocesano risale al 1931, quando il Beato Ildefonso Schuster, arcivescovo di Milano, indirizza al clero una lettera intitolata "Per l'arte sacra e per un museo diocesano", in cui incoraggia la nascita di un'istituzione specificamente dedicata a promuovere e raffinare l'amore per l'arte presso "le persone a Dio dedicate" e al tempo stesso volta ad impedire la dilapidazione del cospicuo patrimonio artistico della Diocesi. Il suggerimento fu accolto solamente nel 1960 quando il Card. Giovan Battista Montini stipula un accordo fra la Curia e il Comune di Milano in cui si prevede la ristrutturazione, a spese dell'Opera Diocesana per la preservazione e la diffusione della fede, dei Chiostri di Sant'Eustorgio, indicati come sede del nuovo Museo. Di fatto questa convenzione non viene ratificata e le iniziative rimangono sospese fino agli anni Ottanta: solo allora il Card. Carlo Maria Martini avvia il progetto di ricostruzione e riadattamento dei chiostri, affidato allo studio dell'architetto Lodovico Barbiano di Belgiojoso. Il nuovo Museo è stato inaugurato il 5 novembre 2001 e dall'anno successivo è teatro dell'iniziativa "Un capolavoro per Milano".



_ Intervista al direttore del museo Diocesano

Durante il periodo di preparazione al progetto di tesi, si sono svolti alcuni incontri con il direttore del museo diocesano, l'ing. Paolo Biscotini.

Durante i nostri incontri ha sottolineato fortemente le mancanze del sistema museale e la sua speranza che con una contemporanea concezione e visione di museo vi possa essere una rinascita di questa istituzione che sta attraversando un grosso periodo di crisi.

La sua idea di museo e la tendenza verso la quale bisogna spingersi, è molto chiara, pertanto suggerisce una forte idea progettuale.

Il suo pensiero non descrive una forma ideale, piuttosto esprime un'idea di flessibilità estrema, andando ad espandersi su temi e attività anche extra museali tradizionali. Ci racconta come debba esserci una compenetrazione attiva di funzioni.

La nostra intervista inizia quindi con delle domande più di concetto, per poi concludere con altre più formali.

Come funziona un'istituzione museale del Diocesano di Milano?

Il museo oggi è un'istituzione che ha per lo più una gestione autonoma, sia delle sue attività che della sua economia. Essendo però l'area di proprietà del Comune e lo stabile della Curia le decisioni non sono completamente autonome e sono sempre soggette al vaglio delle diverse autorità. Non è quindi una situazione di facile gestione.

Il biglietto d'ingresso alle mostre rimane la principale fonte di sostentamento della gestione museale?

Assolutamente no, le quote pagate per la visita al museo non basterebbero a coprire le spese di gestione; il museo apre i suoi spazi per attività extra espositive che permettono al museo importanti ricavi. È bene quindi che questi spazi possano aumentare per permettere un maggior sostentamento del museo.

Come dovrebbe essere un museo?

Accogliente. Un museo deve essere in primo luogo accogliente. Grandi

spazi per lo smistamento dei percorsi, per l'informazione; un grande atrio capace di contenere più funzioni, dal guardaroba al bookshop, ecc.

Non deve inoltre mancare una caffetteria molto grande capace di contenere e dare supporto agli eventi.

Come dovrebbe funzionare l'esposizione?

Un aspetto molto importante da considerare è quello della circolarità, i percorsi devono essere continui e non devono costringere il visitatore a tornare indietro. Tutto deve essere ben collegato verticalmente e le visite devono potersi svolgere con continuità.

Che tipo di esposizione si prevede di avere?

L'idea di avere la possibilità di ospitare più mostre. Una permanente per contenere le opere delle collezioni appartenenti al museo, e più temporanee, destinate principalmente gli spazi dell'addizione.

Che tipo di spazi occorrono per questi tipi di esposizione?

Per quanto riguarda la permanente può continuare ad essere ospitata all'interno del braccio del chiostro mentre per l'esposizione temporanea occorrono spazi molto flessibili, capaci di contenere qualsiasi forma e dimensione dell'arte. L'addizione deve poter ospitare anche opere di notevole dimensione, molto comuni nell'arte contemporanea.

Trattandosi del museo Diocesano si tenderà a esporre solo arte sacra?

Non è l'arte a essere sacra, bensì le immagini raffigurate. In questo museo sicuramente non si esporranno mai opere dissacranti, ma l'approccio alla scelta dell'esposizione è piuttosto laico. Perché l'arte è dell'uomo e la religiosità non è data solo da un credo.

Come deve essere illuminata un'opera?

La questione dell'illuminazione è piuttosto complessa in quanto evolve molto rapidamente. Un sistema illuminante utilizzato un anno, quello dopo potrebbe sembrare superato. L'unica cosa che si può dire con certezza è che oggi si sta rivalutando la luce naturale, adeguatamente trattata ed integrata con quella artificiale.

La luce naturale diventa dunque necessaria?

Negli ultimi cinquant'anni la luce naturale è stata demonizzata, mentre l'illuminotecnica faceva passi da gigante. La qualità della luce naturale è però insostituibile, solo questa esalta un certo tipo di colori che quella artificiale non fa emergere. Allo stesso tempo la luce naturale ha necessità di essere trattata per poter essere utilizzata in determinate situazioni dove è richiesta l'integrazione con quella artificiale.

Può coesistere nel museo un rapporto tra interno ed esterno?

Il museo come semplice contenitore di opere ormai è morto, le nuove generazioni non sono più attratte da questa istituzione. Il museo funziona, oggi, solo quando si trasforma in una piazza. Pertanto il gioco di trasparenze interno esterno e viceversa non puoi che stimolare la curiosità dello spettatore. Ben venga dunque escogitare metodi per rapportare l'istituzione con la città, progettando un sistema in continuità da uno spazio ad un altro.

Che differenza c'è tra loft e galleria?

Nel novecento l'opera era pensata per la casa, l'artista vendeva al privato, e l'arte aveva funzione d'arredo. Oggi l'artista progetta per le istituzioni, non ci sono più i compratori e le opere di conseguenza si sono ingrandite. Il loft deve appunto contenere questo tipo di opere. La galleria deve invece poter lavorare con il loft, ma è principalmente uno spazio pensato per le opere di dimensione più ridotta.

2

Analisi storico-morfologica



Pianta di Milano stampata dal Lafreri nel 1573 (Roma) (Biblioteca Belgioioso, Milano)

Milano nel periodo medievale era cinta da mura perimetrali, nelle quali si aprivano sei porte principali e da una dozzina di porte minori, chiamate pusterle.

Al centro della città vi era il Palazzo della Regione, nel attuale piazza Mercanti, che al tempo era difeso da un ulteriore cerchia muraria, nella quale si aprivano sei porte in corrispondenza delle sei maggiori della città.

Le sei porte principali sono:

Porta Romana, Porta Ticinese, Porta Vercellina, Porta Comasina, Porta Nuova, Porta Orientale (Porta Venezia).

La linea che univa le porte principali al centro della città costituiva l'asse intorno al quale si sono organizzate le sei zone storiche della città, che prendono originariamente il nome dalle rispettive porte.

I "sestrieri" (o "quartieri") si estendevano dal centro fino alla cerchia delle mura. Successivamente con l'ingrandirsi della città si sono estesi anche al di fuori delle mura, estendendo il triangolo ideale fino ai confini della città e dissolvendosi progressivamente verso la periferia milanese.

L'evoluzione urbanistica della città ha ovviamente profondamente alterato il senso di questa partizione ed il suo significato.

Nonostante ciò diversi quartieri milanesi hanno sviluppato nel corso degli anni una propria configurazione caratteristica che giustifica l'utilizzo della partizione storica.



L. Querena, Il ponte di Porta Ticinese

Il Sestriere di Porta Ticinese prende il nome dalla porta da cui si sviluppava, Porta Ticinese, che si apre in direzione di Pavia. Tale sestriere può essere rappresentato come un triangolo che ha per vertice piazza Mercanti e come lati la linea che univa il vertice alla Pusterla de' Fabbri (all'incrocio tra Via Cesare Correnti e via De Amicis) e la linea che si estende fino alla Pusterla di S. Eufemia, verso Corso Italia.

Nel corso degli anni la delimitazione del quartiere si è estesa verso la periferia seguendo il corso dei Navigli, Corso S. Gottardo e le zone limitrofe, includendo il più tardo rione di Porta Genova.

Esistono tuttavia diverse delimitazioni dei confini del quartiere. La partizione storica più rigorosa parte dal Centro e giunge fino alle mura comunali. Una seconda partizione tende ad escludere la zona di Via Torino e a far cominciare il quartiere Ticinese al Carrobbio, per farlo giungere fino alle mura esterne, in corrispondenza della "Porta Marengo" di P.zza XXIV maggio, fatta erigere in onore di Napoleone tra il 1799 ed il 1814.

Una partizione più ampia coinvolge l'intera zona compresa tra il Carrobbio e la circonvallazione esterna.

Gli elementi urbanistici fondamentali del quartiere sono costituiti dalla Basilica di S. Lorenzo e dal suo colonnato, dalla Basilica di S. Eustorgio, e dalle "porte" Ticinesi all'inizio e al termine del Corso di Porta Ticinese, oltre che dalla darsena e dai navigli (Naviglio Grande e Pavese) che rappresentano l'ultimo tratto scoperto della cerchia dei navigli che fino ai primi decenni del Novecento circondava Milano.



Il corso di Porta Ticinese era un tempo circoscritto al tratto compreso tra il Carrobbio e il portone medievale, mentre il tratto di là del naviglio era detto borgo di Cittadella in memoria del recinto fortificato con cui Azzone Visconti aveva ampliato le mura in questa zona della città. In prossimità della pusterla dei Fabbri la nuova cortina seguiva il tracciato dell'odierna via Conca del Naviglio e proseguiva nella via S. Croce, per ricongiungersi alle vecchie mura nei pressi della Chiusa, punto in cui oggi sbocca la via omonima.

Il colonnato di S. Lorenzo è uno degli resti della città romana, composto da sedici colonne in marmo presenti in quel luogo da sedici secoli. Presumibilmente in epoca imperiale appartenevano al tempio pagano che si trovava non molto lontano da lì, forse sull'area dell'odierna piazzetta S. Maria Beltrade.

Scampate all'incendio che distrusse il tempio, le colonne vennero poste sul sagrato della basilica paleocristiana sorta a metà del IV secolo fuori dalla porta Ticinese. Anche sulla basilica si abbattono diversi incendi, nel 1071, nel 1120, nel 1124, ai quali le colonne sopravvissero.

Scampate alla furia dei barbari, rischiarono di venire abbattute dagli urbanisti che volevano ampliare il corso di Porta Ticinese per agevolare l'ingresso solenne di Filippo II. A difenderle si schierarono Ferrante Gonzaga, che le fece anche restaurare, e Pietro Verri.

Alle due estremità del colonnato sorgevano due altarini posti lì da S. Carlo durante la peste. Quello verso il Carrobbio era detto Crocetta del Mercato, perché attorno vi si svolgeva il mercato di erbaggi e racchiudeva il dipinto dell'"Incontro di Cristo con la Vergine sul Calvario", oggi sostituito da una Madonna con Bambino in terracotta, posta al riparo di una nicchia. Nel primo intercolumnio è una lapide dedicata a Lucio Aurelio Vero, rinvenuta nel 1625 durante dei lavori di scavo. All'estremità opposta del colonnato compare un altro altarino simile a quello dove nel 1576 S. Carlo celebrò la Messa per far cessare la peste, con l'immagine di Cristo in croce.

Qui un tempo aveva inizio il vicolo di S. Aquilino, che conduceva all'omonima cappella della basilica di S. Lorenzo.

La chiesa di S. Lorenzo, con i suoi 16 secoli di vita, è la chiesa più antica della città. Sopravvisse a vari incendi e crolli, l'ultimo dei quali si verificò nel 1573 durante la Messa e coinvolse la cupola, la cui ricostruzione fu affidata a Martino Bassi.

La basilica, forse da identificare con la "Portiana" di cui parla S. Ambrogio nella XX lettera alla sorella Marcellina, venne costruita fra il 355 e il 372 sulla via Marzia, accanto a una depressione paludosa dove venivano scaricati materiali di demolizione. Per le sue fondamenta vennero utilizzate le rovine di un edificio che sorgeva nelle vicinanze e i resti del vicino anfiteatro romano.

Al n° 18 un portalino barocco introduce in un andito lungo e stretto che conserva dei capitelli scudati quattrocenteschi sopra tozzi pili ottagonali in granito.

L'edificio al n° 22 conserva un portale rococò sormontato da un balconcino in ferro battuto, un cortile selciato a ciottoli e al primo piano un'elegante ringhiera rococò.

Al n° 107 sorgevano un tempo le "Scuole Marone", così chiamate dal nome del ricco cittadino che nel 1666 affidò ai Domenicani di S. Eustorgio l'incarico di dare un'istruzione a cinquanta bambini poveri. Sul lato opposto della via si trovavano le carceri del Tribunale dell'Inquisizione e la casa al n° 98 che oggi ne occupa l'area fino a una cinquantina d'anni fa era detta "garzerìa", corruzione di "carcerìa".

Nel cortile del n° 70 è rimasta una colonna toscana a sorreggere i resti di un portico.

Al n° 87 della dimora barocca si può ancora vedere uno scalone con balaustra in pietra e una colonna che regge le volte.

All'incrocio con la via Vetere, al n° 77, si trova un edificio con la facciata in tonalità "giallo antico", ormai raro a Milano, con una statuetta di Madonna all'ingresso.

Al n° 58 si può vedere un portalino settecentesco e al 56 un'icona di marmo con l'immagine della Vergine.

Una minuscola statua di Madonna si trova anche nel secondo cortile





Basilica di San Lorenzo e Corso di Porta Ticinese

della casa al n° 69.

Al n° 67 oltre l'ingresso si apre un interno tardo quattrocentesco, dove una colonna con capitello scudato e a palmette sostiene un triplice ordine di loggiati con rampe di scala aperte.

Il cortiletto del n° 59 presenta una colonna dorica, forse resto di un porticato.

Adornano la facciata del n° 44 un balconcino all'andalusa e il cortile del n° 40 quattro eleganti davanzali barocchi.

All'incrocio con le vie De Amicis e Molino delle Armi sorge la porta Ticinese per la quale un tempo si entrava in città. Dalla campagna vi si giungeva attraversando un ponte sul naviglio, che venne restaurato nel 1866 fornendolo di parapetti in stile lombardo e poi scomparve quando il naviglio venne coperto.

La porta Ticinese è, assieme alla porta Nuova, l'unica delle sei porte della cinta medievale a essere giunta fino a noi. La sua peculiarità è di essere costituita da un solo fornice a tutto sesto. I due archi minori a sesto acuto che ora lo fiancheggiano furono ricavati nei corpi più avanzati delle torri quadrate laterali nel 1861, quando la porta venne rinnovata e dotata di una merlatura guelfa. Nell'arco centrale sul lato che guarda verso la campagna un tabernacolo, attribuito a Giovanni di Balduccio, rappresenta in bassorilievo la Vergine in Trono col Bambino e ai suoi piedi S. Ambrogio offre il modello della città, dietro da un lato S. Lorenzo e dall'altro S. Eustorgio e S. Pietro Martire. Sotto questo arco nel 1499 fece il suo ingresso in città e ricevette le chiavi della città il re di Francia Luigi XII, nuovo signore di Milano. Nel 1515 analogo episodio con Francesco I. Nel 1534 sotto la porta passò lo sfarzoso corteo che conduceva in città Cristina di Danimarca, nipote di Carlo V, che andava in sposa a Francesco II, ultimo duca di Milano.

In direzione opposta varcò la porta nel 1629 don Gonzalo Fernandez de Cordova, governatore di Milano che si era attirato l'ostilità della popolazione per via delle guerre e delle carestie che aveva attirato sulla città e che fu costretto a una fuga precipitosa.



Basilica di Sant'Eustorgio

La basilica di Sant'Eustorgio è uno tra i più importanti monumenti di Milano.

È una basilica del VII secolo con parti romaniche del XI e XII secolo. Questa nei secoli ha subito una serie di trasformazioni e addizioni successive operate sino al tardo quattrocento, che la rendono un complesso articolato e stratificato.

Una tra le diverse interpretazioni storiografiche ne attribuiscono l'origine alla volontà del vescovo Eustorgio (il futuro santo c. 315-331) di erigervi un edificio per portare le reliquie presunte dei Re Magi, provenienti da Costantinopoli. Secondo altre versioni potrebbe essere la 'basilica Portiana' citata da Sant'Ambrogio, ipotesi suffragate da resti paleocristiani riemersi nella cappella dei Re Magi e dalle fondamenta di un abside dietro l'altare maggiore.

Secondo altri ancora venne costruita in onore del santo dal vescovo Eustorgio II nel 515.

La documentata sicura parte dal secolo VII. Acquistò importanza con il tempo e venne ricostruita nel tardo XI secolo in massicce forme romaniche cluniacensi di influenza borgognona, come evidenziano in modo particolare i capitelli. Distrutta dal Barbarossa, sotto il quale vennero trafugate a Colonia le reliquie credute dei Re Magi (1164), se ne iniziò la ricostruzione in forme romaniche intorno al 1190.

Affidata nel 1216 ai Domenicani, la chiesa venne sottoposta a numerosi rifacimenti con un processo di costruzione durato diversi secoli. Al secolo XIII appartengono il braccio del transetto aggiunto verso sud, le volte a crociera della navata centrale e di sinistra.

Il campanile venne costruito dal 1297 secondo schemi lombardi e presenta il contrasto tra mattoni di cotto parietali e conci lapidei posti agli angoli. Percorso da lesene, il suo corpo edilizio è suddiviso orizzontalmente da archetti pensili e coronato da una cella campanaria a bifore cuspidata a cono.

Nel XIV secolo la trasformazione della chiesa porta ad erigere parte delle cappelle votive e gentilizie verso il lato sud, attuale imbocco di via Santa Croce.

Edificata tra il 1462 e il 1466 è la cappella Portinari, tra le prime e più importanti opere del Rinascimento Milanese, i cui celebri affreschi di Vincenzo Foppa (1466-68) svolgono un ruolo preminente.

Fu in questo periodo che la basilica venne trasformata in 'chiesa a sala' sopralzando le navate laterali e legandole con ariosa continuità al vano centrale; anche le cappelle trecentesche vennero integrate allo spazio principale, unificando la loro copertura a quelle delle campate della navata destra.

La totale fusione degli spazi, eliminato ogni impedimento fisico, "unifica anche le potenzialità di ascolto e di fruizione della liturgia. Un cambiamento dunque nel rapporto Chiesa-fedeli che si traduce anche in un mutamento architettonico".

Di tale spazialità poco rimane nell'attuale interno della chiesa, nonostante le sovrastrutture e gli interventi secenteschi e settecenteschi siano stati eliminati con il restauro e i rifacimenti 'in stile' della seconda metà del XIX secolo, che oltre a ripristinare l'interno ricostruirono la facciata e il fianco destro, liberando l'edificio dalle edificazioni addossate e dai resti del cimitero.

Tra gli anni cinquanta e sessanta del secolo scorso nuovi interventi di 'restauro conservativo' hanno eliminato parte dei rifacimenti ottocenteschi, rimettendo in luce forme e decorazioni romanico-lombarde.



Versante sud Basilica di Sant'Eustorgio

Il convento ebbe una grande importanza nella vita cittadina come centro di fede e di cultura.

Se le ragioni della scelta della localizzazione da parte dei domenicani non sono ancora così chiare, è certo che i collegamenti con il territorio, le relazioni con Pavia, sede dell'Università che i domenicani frequentarono come allievi e docenti, si mostreranno strategici per l'accrescimento del convento come luogo di riferimento culturale e per l'aumento del prestigio urbano e territoriale della comunità eustorgiana.

Le prime strutture e i primi spazi del convento sono stati costruiti per fasi successive, con continue trasformazioni e sostituzioni e presumibilmente a nord della chiesa esistente, dove sorgono i chiostri attuali, occupando i giardini e i campi coltivati a vite e frumento.

Lo splendore raggiunto dal convento sotto il governo dei Visconti ebbe il suo culmine nella prima metà del XV secolo, quando Filippo Maria decise di rinnovarlo e portarlo a eccezionali condizioni di bellezza.

Ma del "Claustro grande di colonne bianche e nere", innalzato con doppio ordine nel 1413, ci sono giunte solo descrizioni letterarie. Nel 1526 l'intero convento, e in particolare il chiostro quattrocentesco, venne distrutto durante gli scontri tra soldati francesi e spagnoli che si contendevano Milano.

I due chiostri a pianta quadrata e della medesima grandezza esistenti ora hanno origine tra la fine del Cinquecento e l'inizio del Seicento, su disegno del poco noto architetto Girolamo Sironi, e compaiono già, nel 1603, nella mappa urbana di Francesco Maria Richini.

Il primo chiostro, addossato al fianco settentrionale della basilica, è a colonne toscane con nove arcate per lato; il secondo, dalle fattezze più eleganti del primo, è a colonne ioniche binate con sette arcate per lato. Il convento in questo periodo non è però più un punto di riferimento della città.

Il trasferimento nel 1559 del Tribunale dell'Inquisizione a Santa Maria delle Grazie coincise con il suo lento declino.

Ma è nel maggio del 1796 che se ne decretò l'inesorabile degrado.



Alla vigilia dell'ingresso in Milano delle truppe di Napoleone, un'ordinanza del vicario di provvisione stabiliva che il convento di Sant'Eustorgio fosse utilizzato come alloggio e deposito per i soldati di passaggio in città. Atti di distruzione e vandalismo si susseguirono per oltre un secolo, nel passaggio d'usi da caserma, a ospedale militare, a presidio di prigionieri di guerra.

La chiesa divenne invece parrocchia nella metà dell'Ottocento, quando iniziarono i tormentati e mai conciliati lavori di 'restauro stilistico'. Ma le vicissitudini dei chiostri negli anni a venire saranno ancora più devastanti: agli inizi del secolo XX si insediarono, negli spazi delle aule conventuali e della biblioteca, attività artigianali e scuderie; negli anni tra le due guerre, sul lato orientale dei chiostri, vennero ricavati alloggi minimi per i senzatetto, i piani terra vennero affidati ad associazioni, aziende installarono mense e lavatoi, e qui trovò sede anche il dopolavoro comunale.

La guerra, nell'agosto del 1943, portò al rogo quel che rimase del complesso monumentale, se ancora così lo si poteva definire.

La ricostruzione del complesso iniziò negli anni cinquanta, con determinazione e impegno ma anche in modo improvvisato.

Purtroppo sono ora tangibili gli esiti negativi di tali approcci d'intervento, che tentarono di stabilire compromessi tra la ricostruzione secondo il principio del "dov'era com'era" e il riadattamento per accogliere nuovi usi.

Andando ad analizzare l'area e la sua evoluzione, emerge che fin dalla fondazione del complesso di Sant'Eustorgio, l'isolato che gli si insedia attorno, diviene sempre più denso con la tendenza a chiudersi attorno al complesso religioso. Nonostante si sia avuta un'evoluzione sempre più densa, mantiene nel suo cuore sempre uno spazio vuoto aperto, destinato alle attività all'aria aperta.

Questo spazio però con il passare degli anni stava divenendo sempre più ridotto, fino a quando si decide di dividerlo in due parti per lasciar spazio ad un nuovo complesso residenziale. La congestione subita da quest'area porta nel 1934 ad un cambio di rotta. Da questi anni in poi la tendenza alla densificazione si trasforma in tendenza all'apertura e alla riqualificazione dell'area.

Durante il periodo della seconda guerra mondiale questo spazio viene particolarmente ferito dai bombardamenti, gran parte del isolato viene abbattuto compreso una parte del complesso basilicale di Sant'Eustorgio.

Anche il quarto lato del secondo chiostro viene abbattuto, ferita che tutt'ora risulta evidente.

Nella natura dello spazio claustrale vi è l'isolamento e la pace, con questa mancanza si sono perse queste caratteristiche peculiari.

Dopo la guerra s'interviene per la riqualificazione e la risistemazione dell'isolato. La tendenza di apertura che già si stava sviluppando prima della guerra, continua e anzi si fortifica.

Si progetta un giardino urbano che prende però forma solo dopo la guerra,

con un parco archeologico, che ha il compito di mettere in connessione le absidi dei due complessi monumentali che si affacciano agli estremi, la basilica di San Lorenzo e la basilica di Sant'Eustorgio.

Lungo il versanti del parco vengono ridefinite le cortine edilizie anche se non in maniera uniforme per tutto l'isolato.

In occasione del giubileo del 2000 il parco viene interamente riprogettato per sottolineare ancor di più il collegamento tra le due absidi.

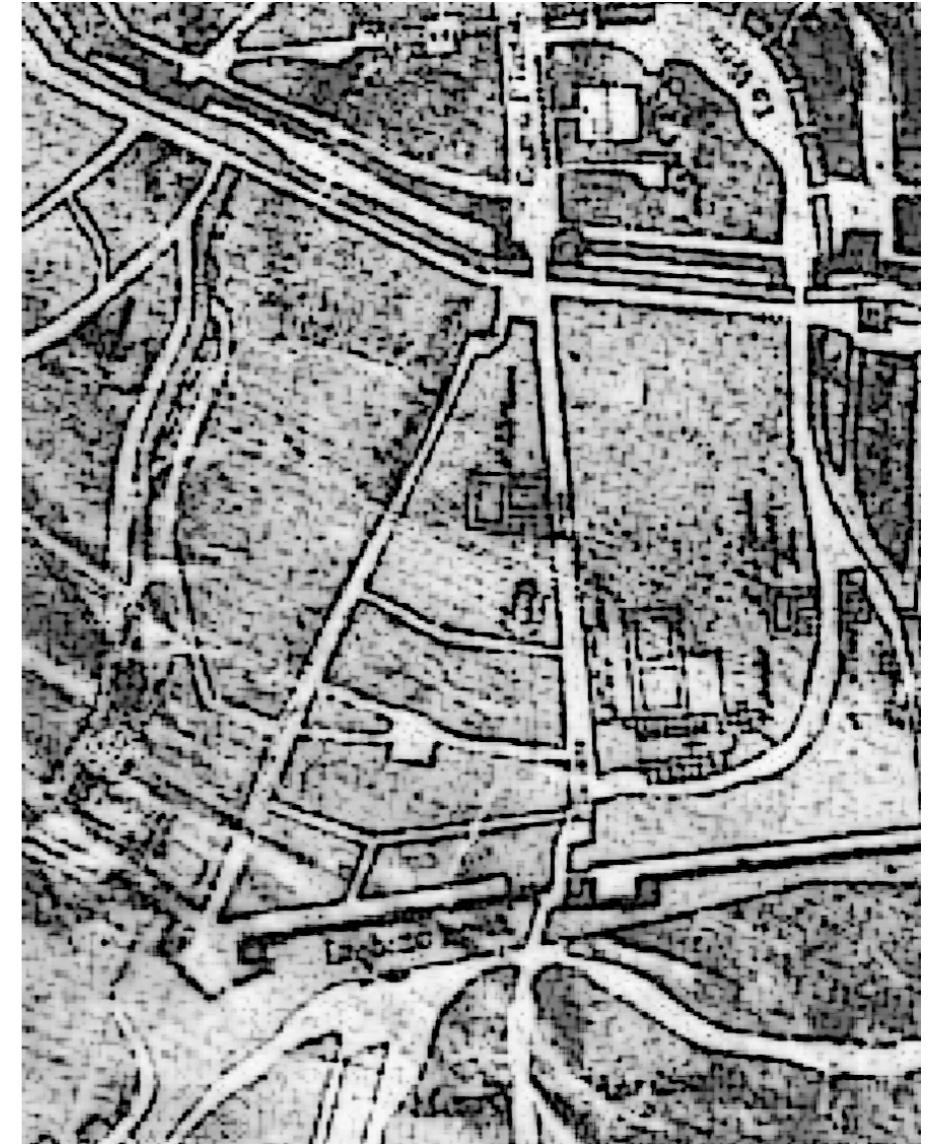
Un versante del parco, quello est in particolare, viene segnato con un

marginale netto, generato dalla nuova cortina edilizia, dal tracciato di un percorso carrabile e dalla definizione di una recinzione che definisce il perimetro e chiude il parco.

Nel versante ovest, ciò non accade. Su questo spazio si riversano i retri degli edifici che formano la cortina continua di corso di porta Ticinese e i fronti ciechi derivanti dai bombardamenti. Tutto ciò fa sì che si generi un sistema frammentario composto di compressioni e depressioni che s'intrecciano con il parco generando una continua compenetrazione dell'uno dentro l'altro.

Questo aspetto fa leggere chiaramente in questi spazi quale sia stata l'evoluzione storica, grazie alla evidente stratificazione urbana.

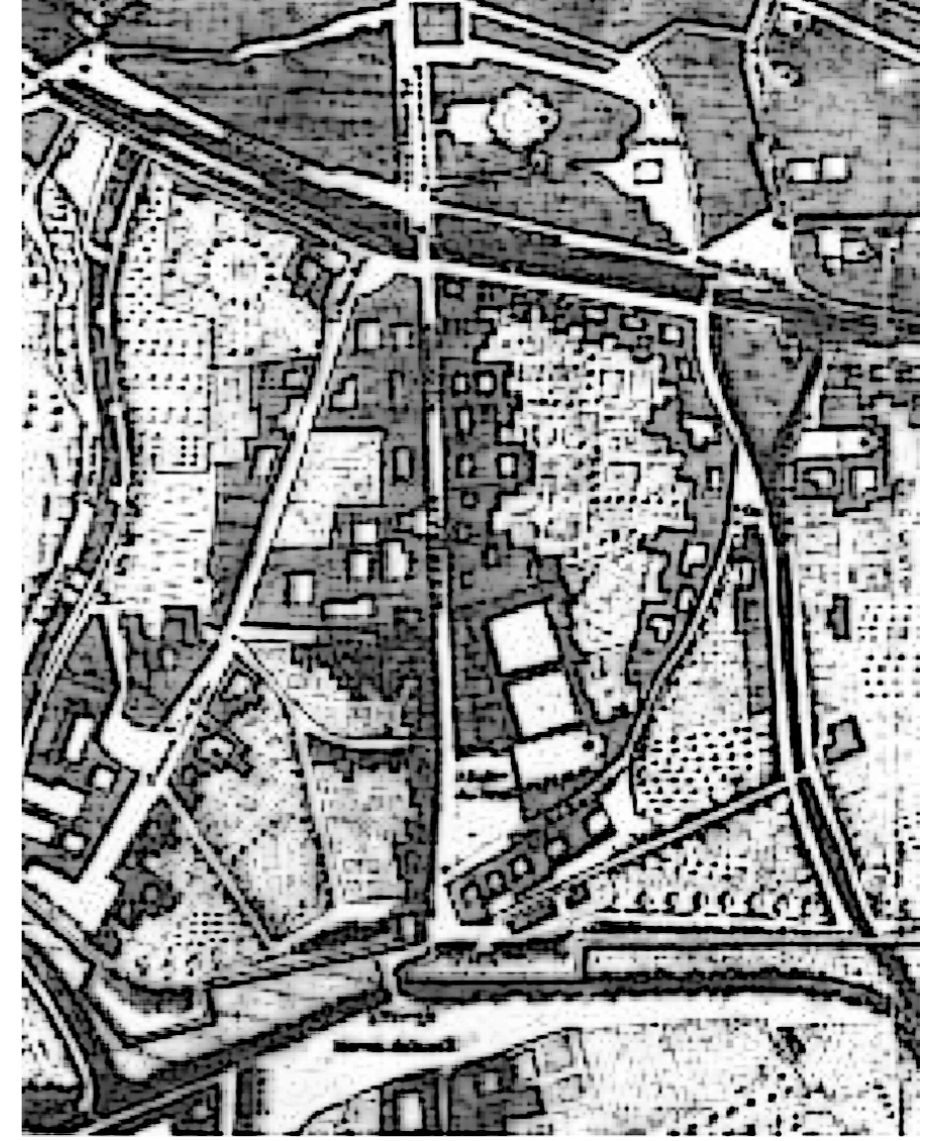
Da qui, altri suggerimenti progettuali: la frammentazione, la continuità tra parco e città e la stratificazione.



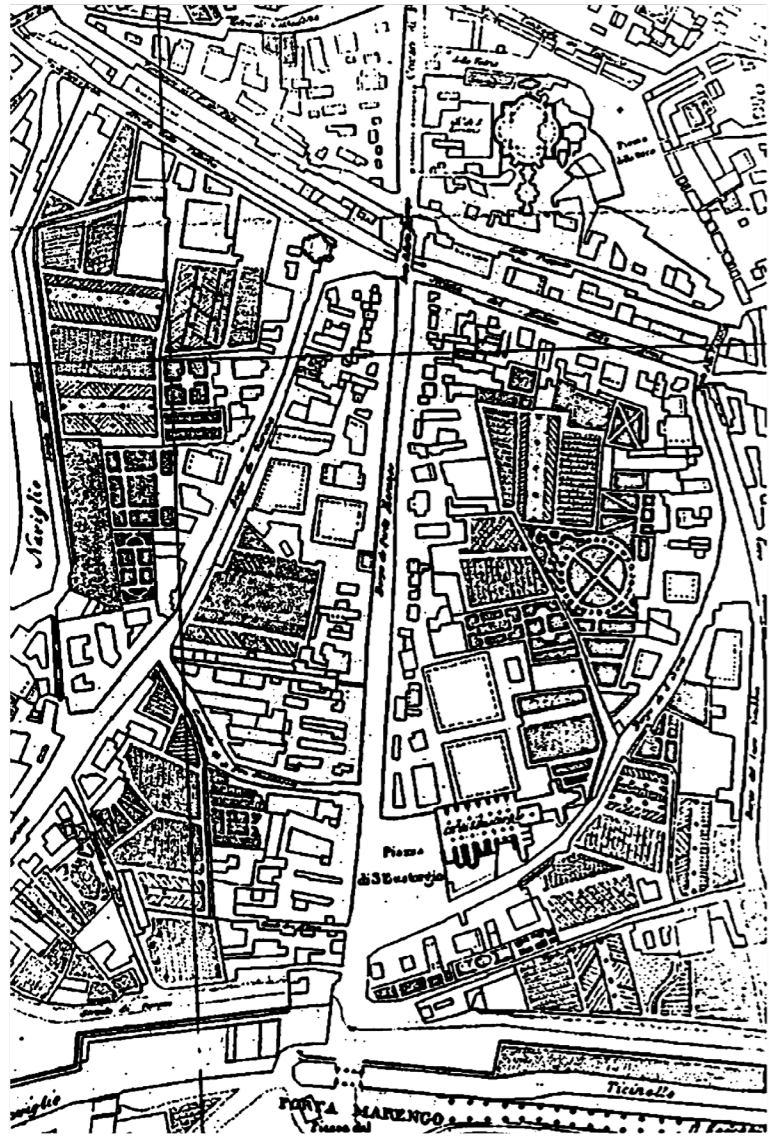
1603 Francesco Maria Richini, Pianta della città di Milano. In questa mappa è evidente come la cittadella, di forma oblunga, sia tagliato, in senso verticale, dall'asse, oggi corso di Porta Ticinese, che collegava il centro di Milano con l'infrastrutturato sud.



1699 Giovanni Battista Bonacina, La grande città di Milano.
In questa mappa è messo in evidenza il complesso del convento di Sant'Eustorgio rispetto agli edifici intorno. Appare inoltre strategica la posizione della piazza di Sant'Eustorgio rispetto all'ingresso della cittadella.

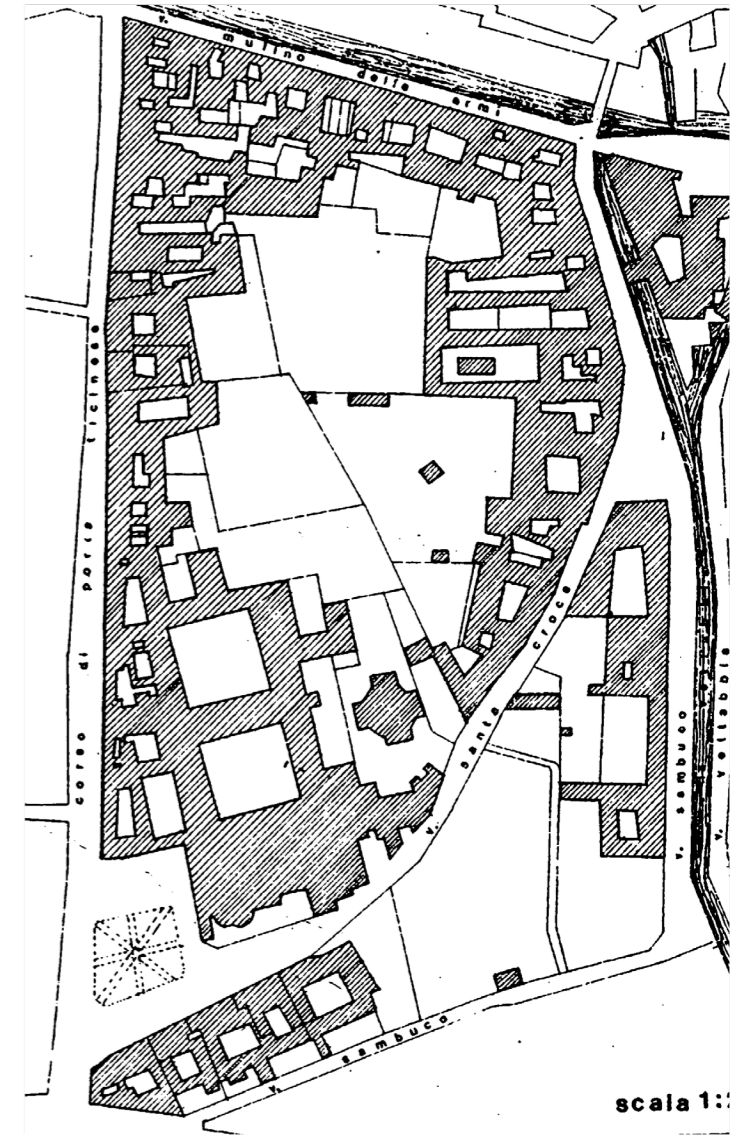


1734 Marc'Antonio dal Re, Città di Milano.
In questa mappa si nota come il tessuto urbano si sia definito. I due chiostri del complesso di Sant'Eustorgio segnano la mediazione tra la città e lo spazio aperto rinchiuso tra le edificazioni venutosi a creare lungo gli assi principali.



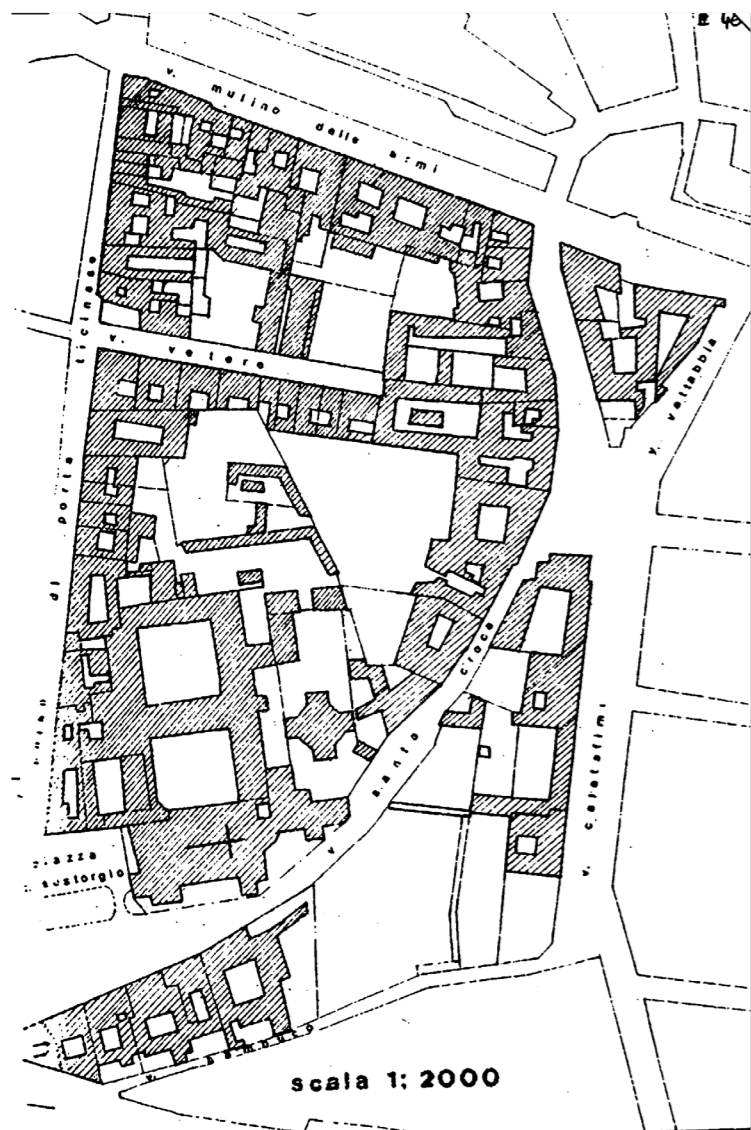
1814 Carta degli Astronomi di Brera, Milano capitale del regno d'Italia.

In questa mappa è evidente come la cittadella, di forma oblunga, sia tagliato, in senso verticale, dall'asse, oggi corso di Porta Ticinese, che collegava il centro di Milano con l'infrastrutturato sud.

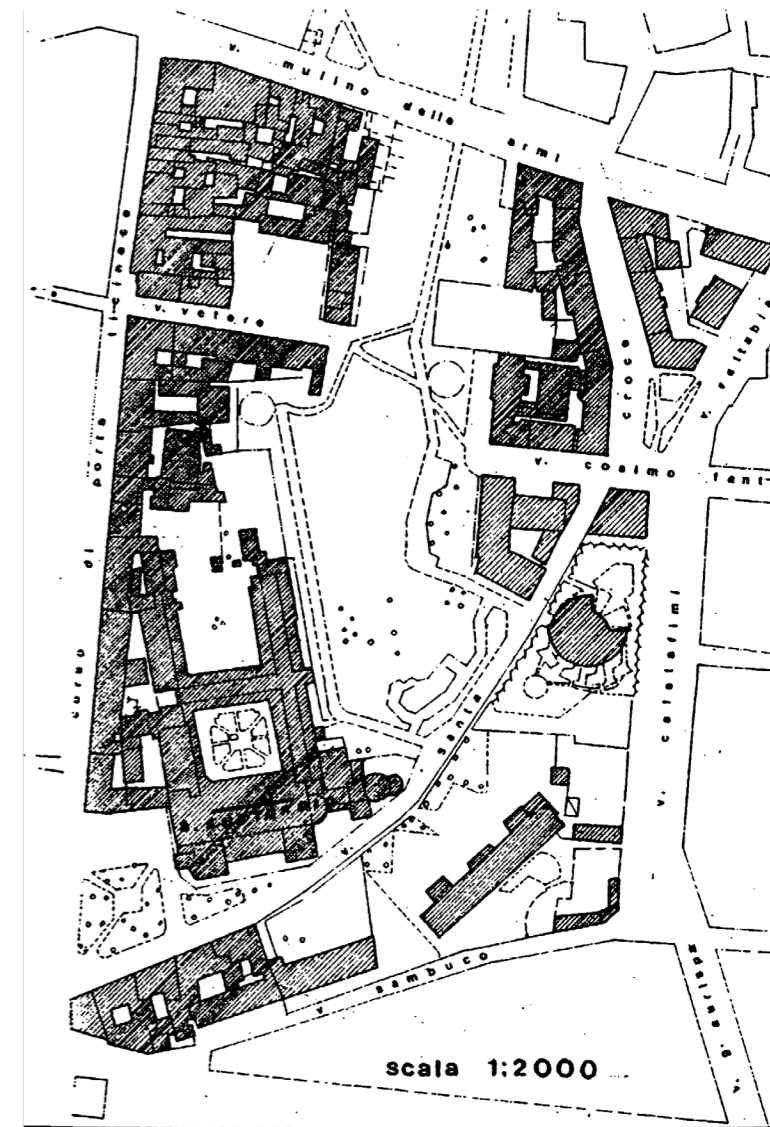


1884 Mappa del comune censuario.

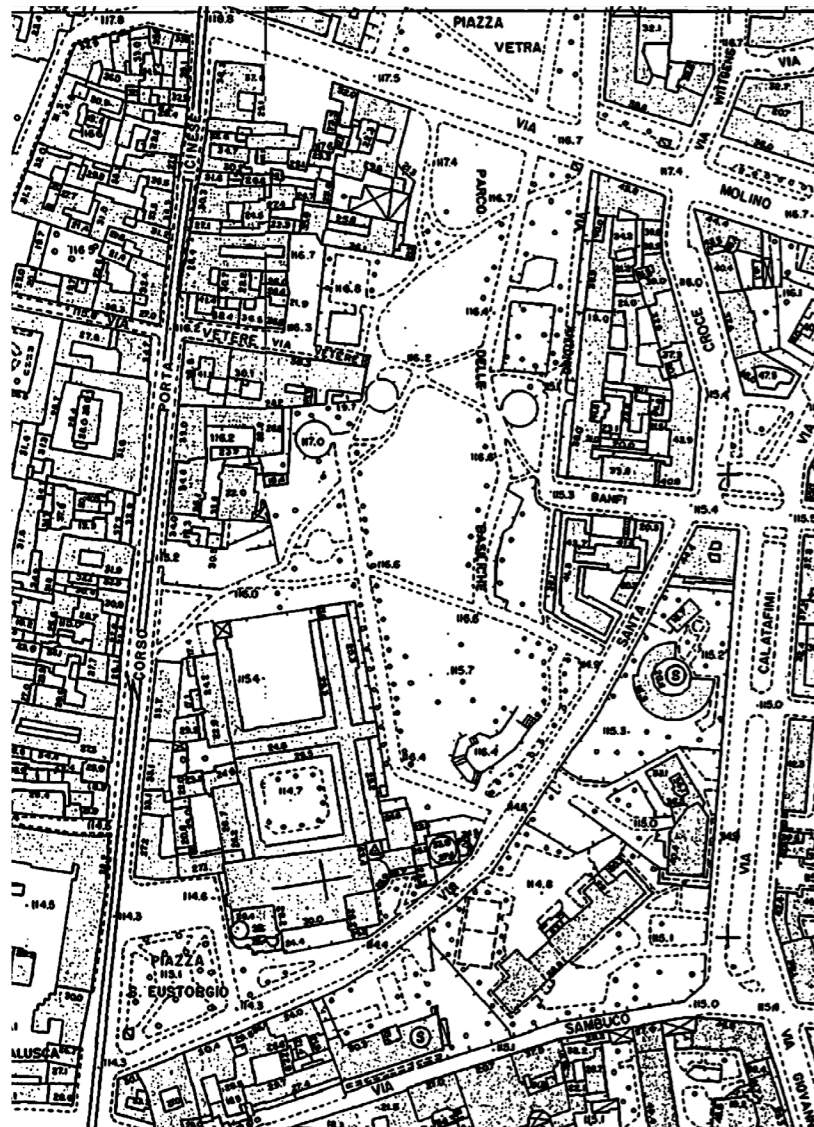
In questa mappa appare come il tessuto urbano sia cambiato, con un notevole aumento di edificazione residenziale



1934 Carta catastale del comune di Milano.
In questa mappa è rappresentata la demolizione, prevista dal piano regolatore, del secondo chiostro di sant'eustorgio, per la creazione di una nuova strada



1955 Carta catastale del comune di Milano.
In questa mappa è evidente come le demolizioni post-belliche hanno liberato lo spazio per la definizione di un nuovo giardino per la città.



1994 Carta catastale del comune di Milano.

In questa mappa appare una definizione più chiara e netta del parco, generata dalla nuova cortina edilizia nel versante est del parco.



2000

In questa mappa appare la conformazione del nuovo parco, voluta per il Giubileo del 2000.

Si definisce con questo disegno, la volontà, di rendere unitario lo spazio tra San Lorenzo e Sant' Eustorgio, con il Parco delle Basiliche.

Approccio al costruito e al contesto

L'addizione dovrà inserirsi in un vuoto urbano che si relaziona con un complesso intorno fortemente segnato da un'evidente stratificazione storica.

Il progetto dell'addizione dovrà farsi carico di relazionarsi con il contesto risolvendo uno spazio ora indefinito.

L'approccio formale dovrà essere quello d'immediata riconoscibilità ma allo stesso tempo relazionandosi all'esistente senza prevaricare l'identità del luogo.

Per far ciò si utilizza un approccio con caratteristiche di lessico essenziali di facile lettura.

L'addizione deve quindi comporsi del minor numero di elementi e materiali utilizzando un linguaggio formale con geometrie essenziali.

Il punto di partenza progettuale è il chiostro di Sant'Eustorgio.

Analizzando lo spazio si nota la necessità di un quarto lato, per ritrovare la spazialità perduta.

Tale elemento deve assumere le proporzioni del chiostro differenziandosi da esso per forma e composizione, distaccandosi dall'esistente, mantenendo un ambito di rispetto tra lui e il contesto, che sottolinei la diversità e la stratificazione degli elementi.

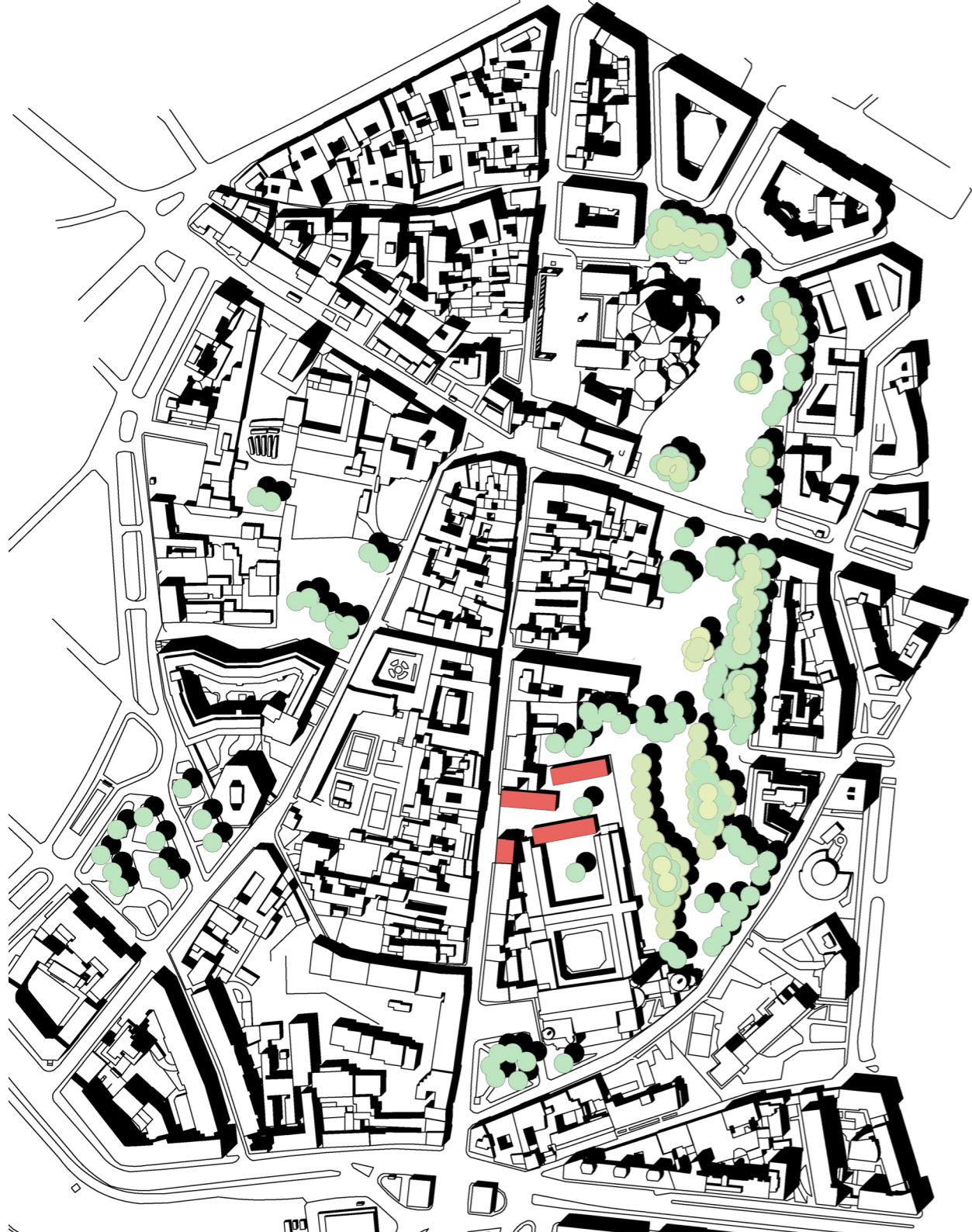
La composizione e il carattere del quarto lato deve lasciare un segno forte nel contesto in cui si trovano. La sua immediata riconoscibilità non vuole però sopraffare l'intorno, pertanto si deve comporre con forma semplice per facilitare la lettura della diversità.

L'intento progettuale è quello di definire un ambito che si relazioni con il contesto pur non caratterizzandosi in funzione di questo.

Occorre quindi definire più elementi che relazionandosi tra loro definiscono degli ambiti di chiari di pertinenza del museo.

L'intervento, vuole essere assolutamente un'eccezione all'interno del contesto deve avere un carattere di semplice e immediata riconoscibilità. L'immediatezza è data dalla semplicità e dalla somiglianza, e se si mettono in relazione elementi uguali appartenenti alla stessa famiglia, quest'azione diviene ancora più chiara.

Il volume generatore della matrice dovrà essere il quarto lato e moltiplicarsi per quante volte necessario.



Verificando il contesto emerge la necessità di definire degli ambiti chiari per definire lo spazio.

Uno spazio ben definito descrive in maniera chiara l'appartenenza agli elementi che lo circoscrivono e che vi si affacciano.

Il secondo gesto progettuale, nel nostro caso dove essere, quello di contrapporre al primo volume un suo simile, orientandolo quest'ultimo come quello precedente si ottiene la definizione di un primo ambito tra parco e città. Racchiudendo al suo interno uno spazio aperto che diventa naturalmente il centro del sistema.

E' possibile quindi leggere con chiarezza il rapporto che intercorre tra i due volumi e lo spazio aperto con il parco, ma risulta debole nei confronti del corso.

Pertanto si orienterà come il corso, affacciandosi da una parte a questo e dall'altra all'ambito del museo.

Le relazioni che intercorrono tra gli elementi e il contesto in cui sono inseriti, devono risolvere il vuoto urbano per far fronte alle esigenze della nuova edificazione.

Un differente approccio progettuale, dove essere usato per risolvere il fronte cieco adiacente al corso di porta Ticinese, il più vicino chiostro.

L'idea progettuale in questo caso è quella di prolungare la cortina edilizia fino al margine segnato dal sistema museale. Questo approccio permette una definizione più chiara dell'ingresso del nuovo ambito e una miglior chiarezza compositiva di quell'angolo di isolato.

Questa differente composizione, per relazionarsi con il corso, assume le proporzioni e il linguaggio, è per sua natura parte integrante della cortina edilizia. L'approccio utilizzato è quello di mimesi, pur lasciando visibile la differenze date dalle epoche differenti di costruzione.

4

Carattere e Materiale

Il calcestruzzo è un materiale forte che combina la resistenza alla trazione dell'acciaio con la resistenza alla compressione della pietra. La resistenza e l'uso cui il calcestruzzo è destinato dipendono dai componenti: cemento, acqua e aggregati. Il cemento (una miscela chimica di calcio, silicio, allumina, ferro e gesso) è il materiale da costruzione di base.

La storia dell'affermazione del calcestruzzo come materiale da costruzione coincide, in parte, con la ricerca dei modi per combinarlo con l'acciaio al fine di creare un materiale al tempo stesso flessibile nell'uso e forte: il cemento armato.

Come la pietra, il calcestruzzo non armato è resistente alla compressione ma non alla trazione.

Il calcestruzzo può essere schiacciato o compresso senza per questo cedere. Come la pietra, il calcestruzzo non armato è ideale per erigere archi e strutture portanti in blocchi, ma per le luci ampie e le grandi aperture, è appropriato solo il calcestruzzo armato. Quest'ultimo è rinforzato con una struttura a tondini d'acciaio, oppure con altri materiali, resistenti a trazione.

Il calcestruzzo precompresso costituisce un ulteriore affinamento. Si tratta di una forma di calcestruzzo che permette la costruzione di progetti con luci più ampie. La precompressione può ridurre le dimensioni della trave deputata a svolgere un compito specifico; prima di posarla, si applica un carico all'armatura d'acciaio al suo interno.

L'evoluzione del calcestruzzo come materiale da costruzione dagli anni 20 agli anni 70 è avvenuta con nuovi tipi di calcestruzzo, nuove tecniche strutturali e di getto, e nuovi tipi di componenti della miscela, tutti aspetti intimamente correlati.

I blocchi di calcestruzzo performanti sono entrati nell'uso dopo il 1945 e la produzione del cemento Portland in Gran Bretagna è triplicata tra il 1945 e il 1970. I pannelli precompressi performanti hanno consentito di ottenere standard superiori che solo la prefabbricazione indu-

striale può garantire.

_ IL Calcestruzzo e l'Architettura

Oggi il calcestruzzo è uno dei materiali più utilizzati dagli architetti. Un tempo associato al brutalismo urbano e al rigore modernista. Attualmente il materiale compare con la medesima disinvoltura in edifici di pregio.

Il calcestruzzo è versatile e permette di realizzare forme e strutture un tempo impensabili; si può presentare in un'infinità di finiture e colori. Il calcestruzzo conta molti ammiratori negli architetti, ma questi si dividono sui suoi meriti.

Alcuni, nonostante debbano la propria reputazione a edifici progettati per un impiego ampio e originale del calcestruzzo, si sono dimostrati riluttanti a essere identificati come specialisti o appassionati del cemento armato.

Alcuni architetti riconoscono le caratteristiche visive del calcestruzzo, ma al tempo stesso ne elogiano la flessibilità, la versatilità e i pregi come materiale da costruzione; per molti è un buon materiale a patto che non si veda; ad altri, che preferiscono materiali più tradizionali, sembra non piacere per principio.

Per comprendere il ruolo del calcestruzzo è necessario esplorare l'immagine e tracciarne la storia, valutando come queste hanno interagito negli ambienti mutevoli degli ultimi due secoli.

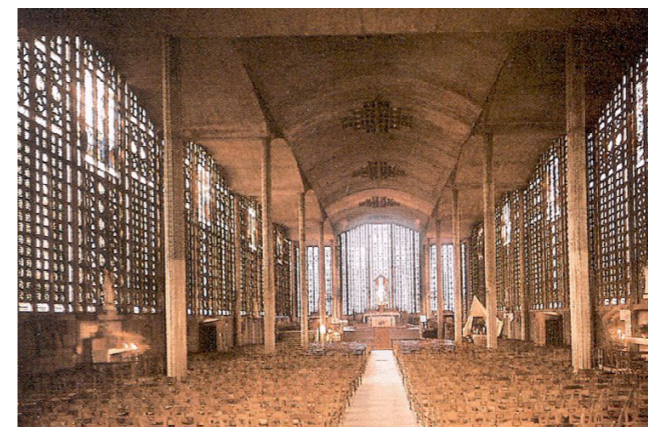
Il calcestruzzo ha dovuto superare tutta una serie di ostacoli per acquistare popolarità presso architetti, ingegneri, costruttori, e soprattutto il vasto pubblico. Gli architetti furono colpiti dal suo potenziale e dalle enormi possibilità che sembrò ben presto offrire nella sua evoluzione come materia da costruzione. Già verso la metà del XIX secolo era considerato il materiale ideale per soddisfare le esigenze dell'edilizia parigina, essendo economico e facile da produrre.

Alla fine dell'Ottocento il dibattito verteva in primo luogo sulla sicurezza e affidabilità del calcestruzzo; inoltre ci si domandava se fosse adatto alla costruzione di edifici prestigiosi o se sarebbe sempre rimasto inferiore ai materiali tradizionali. Un'altra controversa questione concerneva l'adeguatezza del calcestruzzo a essere lasciato a vista.

L'intera storia del calcestruzzo è attraversata da una tensione tra funzione e immagine, ma le critiche avverse basate su valutazioni estetiche celano il vero punto: il calcestruzzo è il materiale delle sfide moderne e contemporanee. Il materiale per eccellenza per l'architettura sociale del dopoguerra, ma anche delle strade, delle centrali elettriche e delle strutture difensive in tempo di guerra.



Cupola del Phanteon, Roma



Notre-Dame, Le Raincy, Auguste Perret

_ Gli architetti e il calcestruzzo

L'uso della malta mescolata a pietrisco per ottenere una dura massa monolitica è stato descritto dall'architetto e trattatista romano Vitruvio e, a partire dal Rinascimento, da architetti quali Palladio, Alberti e Philibert de l'Orme.

Ai romani è spesso attribuita l'invenzione del calcestruzzo, e in effetti essi utilizzarono cementi presenti in natura per impastare il materiale usato per costruire la cupola del Pantheon oltre 1800 anni fa. Ma non si trattava di calcestruzzo nel senso che oggi attribuiamo al termine. Il materiale non era miscelato prima della posa in opera e non faceva riferimento a proporzioni calcolate di calce o cemento, sabbia o aggreganti.

Il pioniere in assoluto nel utilizzo del calcestruzzo armato è sicuramente August Perret che insieme ai suoi contemporanei, ma soprattutto tramite i suoi allievi ha promosso con entusiasmo l'approccio al "nuovo materiale". Il calcestruzzo non doveva essere solo un sostituto alla pietra ma doveva preludere a nuovi stili architettonici. Dopo la prima guerra mondiale il calcestruzzo contribuì a sviluppi radicali e innovativi. Persino gli Arts and Crafts, dai quali ci si poteva aspettare che continuassero a battersi per la costruzione tradizionale, iniziarono a mostrare interesse.

Tra il 1905 e il 1910 a Barcellona Antoni Gaudì costruì due case in cemento armato. In Austria Otto Wagner costruì la sede viennese della Postsparkasse in calcestruzzo. Dagli anni 20 in poi tutta l'Europa continentale di costruivano edifici in calcestruzzo. In Scandinavia Erik Gunnar Asplund lo utilizzò per la biblioteca di Stoccolma e anche Alvar Aalto, più spesso associato al legno e al vetro, progettò edifici in calcestruzzo come le case a schiera di Kauttua. Per i grandi magazzini Schocken di Stoccarda, Erich Mendelsohn concepì una struttura in calcestruzzo. Sull'altra sponda dell'Atlantico si assisteva ad un analogo fioritura di innovative costruzioni in calcestruzzo progettate da modernisti ma non solo.

Nel 1928 Frank Lloyd Wright usò termini decisamente poco lusinghieri nei confronti del calcestruzzo: "Esteticamente non possiede poesia né storia. E non è neanche facile vedere un'elevata qualità estetica in questo conglomerato, perché è un amalgama... il cemento, il mezzo legante, è di per sé privo di carattere. Il risultato, in generale, è una pietra artificiale nel migliore dei casi, o un mucchio di sabbia pietrificata nel peggiore." Il commento è posteriore all'innovativo impiego del calcestruzzo di cui l'architetto diede prova realizzando lo Unity Temple di Oak Park, Illinois, nonché alla costruzione di case secondo il suo "textile block system" a Los Angeles e dintorni, come Ennis House, realizzata con blocchi di calcestruzzo decorativi appositamente



Casa Milà, Barcellona, Antoni Gaudì



Postsparkasse, Vienna, Otto Wagner



Postsparkasse, Vienna, Otto Wagner



Unity Temple, Illinois, Frank Lloyd Wright

preformati, armati con tondini d'acciaio. Wright sosteneva di preferire la terracotta, sebbene riconoscesse il notevole potenziale insito nella plasticità del calcestruzzo. Definendo il materiale un "bruto insensato", dichiarava che il calcestruzzo si dovrebbe chiamare "conglomerato" perché la parola "concrete" possiede una nobiltà che questa miscela non può eguagliare. Wright non è il solo architetto illustre del XX secolo che ne nega la virtù.

Tutte le questioni sollevate in Europa intorno al cemento armato, in coincidenza con il suo affermarsi come materiale da costruzione si riproposero negli anni 20 e 30 negli Stati Uniti, dove gli architetti si confrontano con accesi dibattiti sulle sue virtù architettoniche ed estetiche.

Sebbene iniziasse ad essere utilizzato per tutti gli stili architettonici, e fosse particolarmente adatto all'Art Déco, il calcestruzzo si legò soprattutto all'International Style. Il calcestruzzo diventa un involucro duro e impenetrabile, che avvolge una forma che potrebbe anch'essa essere stata ottenuta sfruttando le possibilità strutturali di ossatura in cemento armato. Molti architetti combinavano il calcestruzzo con altri materiali e superfici, servendosi del colore per mettere in rilievo, o in secondo piano, determinate parti della loro composizione. Alcuni dei problemi relativi all'immagine del calcestruzzo negli anni 20 e 30 sono probabilmente da ascrivere a tecniche di costruzione carenti e ad un'ignoranza dif-

fusa sulle modalità d'impiego. Nel 1923 Ludwig Mies van der Rohe scrisse: "...sono stati effettuati numerosi tentativi di introdurre il cemento armato come materiale da costruzione nell'edilizia abitativa, ma la maggior parte è da ritenersi fallita. I vantaggi offerti dal materiale non sono usati e non sono stati sfruttati, né si è riusciti a evitare gli svantaggi. Alcuni pensano di conoscere il materiale a sufficienza se non capisci di smussare gli angoli della casa e delle singole stanze. Gli angoli arrotondati sono totalmente irrilevanti per il calcestruzzo e nemmeno così facili da realizzare. Non basta tradurre una casa in muratura di mattoni in una costruzione in cemento armato. Io vedo il vantaggio principale del cemento armato nella possibilità di risparmiare considerevolmente sul materiale... lo svantaggio, a mio parere, risiede nelle sue basse proprietà isolanti e fonoassorbenti."

Alcuni architetti hanno collegato l'immagine impopolare del cemento armato al fatto che gli edifici realizzati in questo materiale in genere non presentavano forme tradizionali. Ciò induceva a dubitare dell'adeguatezza, pur suscitando negli architetti più giovani più entusiasmo che scoraggiamento. Alcuni erano disposti ad ammettere che gli edifici in cemento armato potevano essere innovativi sul piano funzionale e al tempo stesso visivamente entusiasmanti, ma questa tardò a consolidarsi. Mentre il dibattito sulle proprietà estetiche



Ennis House, Los Angeles, Frank Lloyd Wright



Unité d'Habitation, Marsiglia, Le Corbusier

del calcestruzzo faccia a vista proseguiva, furono suggeriti vari modi per mascherare questo materiale, poiché aveva la reputazione di essere scarsamente resistente agli agenti atmosferici. Fin dall'inizio era opinione diffusa che il cemento a vista fosse adatto solo a edifici industriali e simili, e sembrava necessario rivestirlo con un materiale più gradevole e duraturo se lo si utilizzava per esigere edifici residenziali o di maggior prestigio.

Nel 1939 sembrava che il cemento a vista stesse perdendo la battaglia per conquistare gli architetti.

Le Corbusier ed altri architetti avevano esercitato una certa influenza, ma i loro edifici in genere erano opere uniche e il calcestruzzo non si stava ancora affermato come materiale per l'edilizia abitativa. La seconda guerra mondiale non contribuì a migliorare l'immagine del calcestruzzo, usato per costruire difese sulla spiaggia, trappole anticarro, fortini, rifugi antiaerei, piste e hangar per campi d'aviazione. Tuttavia dopo la guerra, la necessità di ricostruire rapidamente le città in tutta Europa offrì al calcestruzzo una nuova opportunità di dimostrare il proprio valore come materiale da costruzione per una nuova era. Erano molti gli architetti che utilizzavano il calcestruzzo in maniera alternativa, ma nell'edilizia residenziale pubblica pragmatismo e profitto ebbero la meglio sull'impiego del materiale. In questa fase i sistemi di prefabbricazione utilizzavano metallo, amianto, e legno.

I primi veri sistemi di prefabbricazione furono introdotti nel Regno Unito all'inizio degli anni 60.

Intorno alla metà degli anni 60, soltanto in Gran Bretagna esistevano più di 200 sistemi di prefabbricazione. Questi edifici erano carenti di dettagli, con problemi di condensazione e dispersione del calore e sottoposti a scarsa manutenzione. Ma l'atteggiamento verso il calcestruzzo gettato in opera stava per mutare.

Mentre, prima della guerra, l'obiettivo consisteva nel realizzare superfici di calcestruzzo perfettamente lisce e prive di imperfezioni, la costruzione dell'Unité d'Habitation di Le Corbusier a Marsiglia doveva rivoluzionare gli standard estetici del calcestruzzo, oltre ad esercitare un'influenza sull'urbanistica e su questioni di progettazione di più ampia portata. Le Corbusier scrisse il seguente passo polemico: "La realizzazione dell'Unité d'Habitation di Marsiglia ha dimostrato quale

splendore sia possibile ottenere usando il calcestruzzo armato come materiale... che merita di essere lasciato a vista nel suo stato naturale. La costruzione è durata cinque difficili anni ed è stata costantemente disturbata da una varietà di circostanze; non c'era coordinazione e gli operai, perfino quelli di settore, erano indifferenti e incapaci di collaborare. I carpentieri che approvavano le casseforme, ad esempio, hanno eseguito il lavoro convinti che i difetti sarebbero stati corretti con la cazzuola, intonacati e coperti di pittura una volta disarmato. I difetti saltano all'occhio in ogni parte della struttura!... ma sono magnifici a vedersi, interessanti da osservare, e se si ha un po' di immaginazione aggiungono una certa ricchezza... Gli errori sono umani, fanno parte di noi stessi, della nostra vita quotidiana. Ciò che importa è andare avanti, vivere, sentire intensamente, mirare in alto, ed essere leali".

Le Corbusier chiamava il suo calcestruzzo "beton brut" grezzo. Faceva apparire questo materiale quasi un materiale nuovo, sfruttando la sua grossolanità e quella delle casseforme di legno per creare una superficie architettonica di ruvida grandezza.



Yale Art Gallery, Luis Kahn

Sebbene oggi per architettura brutlista s'intenda comunemente l'architettura in calcestruzzo, e l'aggettivo brutalista sia usato in senso peggiorativo per sottolineare la disumanità degli immensi edifici in calcestruzzo degli anni 60, quando fu



Salk Institute, California, Luis Kahn



Palazzo del Congresso, Brasilia, Oscar Niemeyer

coniato il termine si riferiva alla nuova tendenza dell'architettura a impiegare qualsiasi materiale in forma direttamente espressa.

Nel dopoguerra si è sviluppato l'interesse per la superficie di calcestruzzo ruvida, il piacere di usare casseforme di foggia diverse per ottenere motivi differenti; il contesto nei confronti del quale molti architetti contemporanei, portavoce del calcestruzzo, si riconoscono debitori. Nel 1955, parlando della Yale Art Gallery, Luis Kahn illustrò in modo articolato l'opinione, sempre più diffusa, che il calcestruzzo possieda delle qualità estetiche a dispetto del modo in cui è creato: "...la cassaforma va da solaio a solaio, e questa linea è stata accentuata nel progetto; perché ciò che abbiamo cercato di fare, nel dare un volto all'edificio, è mostrare in ogni modo come è stato costruito. La cassaforma è stata realizzata con piccole assi da pavimentazione, e i forellini che vedete sono quelli dei tiranti: sono stati lasciati come dei fori nel calcestruzzo affinché sia evidente come è avvenuta la costruzione. Abbiamo reso visibile la lotta del costruire... Quando si tolgono i casseri, la massa è ancora molliccia... sapendolo lo si può effettivamente vedere. Poi solidificata assume un proprio aspetto. Io ritengo che i giunti siano l'origine della decorazione".

Successivamente Kahn tradusse in pratica le sue argomentazioni nel Salk Institute, in California, disponendo che i muri fossero

colati in casseforme in tek e che i giunti fossero lasciati a vista, quale testimonianza del getto e come forma di ornamentazione.

Il calcestruzzo ha affascinato alcuni architetti più innovativi presenti sulla scena internazionale del dopoguerra. Nominato architetto coordinatore di Brasilia, la nuova capitale del Brasile, negli anni 50 e 60, Oscar Niemeyer supera i limiti tecnici della costruzione in calcestruzzo per realizzare forme scultoree su grande scala.

Il calcestruzzo è diventato un materiale da costruzione fondamentale in Giappone dopo la guerra. Al talento di Kenzo Tange si devono il Centro della pace di Hiroshima, il centro culturale Nichinan e la cattedrale di Santa Maria a Tokio. In Australia, nel 1957 Jorn Utzon inizia a lavorare alla Sydney Opera House.

Negli anni 60 era ancora piuttosto raro che gli edifici in calcestruzzo fossero elogiati per la loro qualità estetica, anche se talvolta il materiale veniva ritenuto ideale per un'edilizia contestuale.

Verso la metà degli anni 60 emerse un interesse reale per gli effetti degli agenti atmosferici sul calcestruzzo. Perché in passato vi erano sorti dei dubbi su come gli effetti del tempo, avevano ridotto edifici degli anni 20, in questo materiale. Però in questo periodo alcuni architetti hanno sfruttato a loro favore questa condizione. Ovunque si assiste quindi alla riabilitazione



Chiesa Santa Maria, Tokio, Kenzo Tange



Opera House, Sidney, Jorn Utzon



Casa di Pietra, Liguria, Herzog e de Meuron



Collezione, Tokio, Tadao Ando

del calcestruzzo.

Oggi molti degli architetti che utilizzano il calcestruzzo si ispirano ai progetti costruiti in Svizzera e in Giappone, perché è proprio in questi paesi che hanno luogo gli esperimenti più raffinati con questo materiale. La casa di pietra, ad esempio di Herzog e de Meuron, utilizza la pietra naturale per tamponare la precisa griglia di una struttura in calcestruzzo a vista, ponendo i due materiali a contrasto sul piano a filo.

Peter Zumthor, architetto svizzero, afferma che: "un buon edificio debba essere capace di assorbire le tracce della vita umana, di acquistare una ricchezza specifica... Penso alla patina del tempo sui materiali, a innumerevoli graffi sulla superficie".

L'architetto ingegnere Santiago Calatrava è un prolifico progettista di raffinati ponti e strutture che, più che suggerire stabilità ed equilibrio, esprimono tensioni interne oltre che movimento e dinamismo in potenza. In Giappone Tadao Ando è stato definito il poeta del calcestruzzo. È un architetto che ha saputo coniugare il meglio del modernismo occidentale con l'architettura tradizionale giapponese e la filosofia orientale. Le pareti di calcestruzzo di Ando sono una griglia di blocchi, ognuno dei quali presenta sei fori lasciati dai bulloni della cassaforma. La forma di quest'ultima è ispirata ai tatami giapponese, perché per lui il calcestruzzo è la miglior trasposizione in chiave moderna della tradizione costruttiva giapponese.

Grazie all'innovazione e alle costruzioni innovative, il calcestruzzo si è conquistato un posto nell'architettura contemporanea. Nonostante la popolarità di acciaio, legno e vetro, il calcestruzzo è ancora forte e continua ad affermarsi come materiale per eccellenza per gli architetti.



Auditorium, Tenerife, Santiago Calatrava

5

Relazione di Progetto



Il progetto si compone di quattro elementi appartenenti a due sistemi differenti.

I primi tre sono più strettamente legati al museo mentre il quarto è un edificio accessorio contenente funzioni amministrative e quindi non direttamente legate al pubblico.

L'elemento principale sia compositivamente sia funzionalmente, è il volume sul chiostro. Questo è molto importante nel sistema, perché ha il compito di restituire la spazialità andata perduta dal chiostro; e rappresenta la matrice compositiva dell'intero sistema; è nello specifico il volume che ospita l'atrio e l'ingresso al museo.

Interamente in calcestruzzo, è costituito per lo più da fronti ciechi.

Dal relazionarsi dei volumi del sistema si genera uno spazio, nel quale si apre l'ingresso al museo. L'atrio si presenta come un grande open-space, rialzato di 50cm rispetto la quota del chiostro. Si affaccia verso quest'ultimo tramite una vetrata che occupa un terzo dei lati corti e l'intero lato lungo. Tramite questa si legge, come il volume si pone rispetto l'esistente. A sottolineare ulteriormente la volontà di staccarsi, si genera una fascia di rispetto che intercorre tra il nuovo e l'esistente, rialzata dal chiostro, anch'essa di 50cm.

L'atrio al suo interno contiene le funzioni di accoglienza biglietteria, guardaroba e bookshop. Quest'ultimo, separato dal resto dal volume del corpo scala, contiene i collegamenti alle varie attività.

Dall'atrio si accede, al piano superiore, dove trova posto la galleria, progettata per accogliere esposizioni temporanee di opere di piccole dimensioni, per lo più di arte figurativa. Lo spazio si presenta come una pianta libera capace ospitare qualsiasi tipo di allestimento. Il perimetro della galleria è privo di aperture e la luce naturale entra zenitalmente tramite dei lucernari posti in copertura.

Dall'atrio sempre tramite il volume del corpo scala, si può accedere all'interrato, contenente le aule seminari, la didattica, e il collegamento al loft.

Esiste un unico punto di contatto tra l'atrio e il braccio est del chiostro; un elemento vetrato, necessario per collegare la parte nuova con l'esposizione permanente.

Il secondo elemento, è un volume di dimensioni simili al primo, che si inserisce nel sistema come un padiglione nel parco seguendo l'orientamento del chiostro.

Questo volume, anch'esso interamente in calcestruzzo, presenta nei suoi lati lunghi delle vetrate, pensate per far entrare la luce naturale nel loft e per scorgere dall'esterno le attività che si svolgono all'interno.

Non si accede dall'esterno ma tramite un percorso interrato che lo collega al volume dell'atrio essendo la quota di calpestio interna a meno 5 metri rispetto a quella esterna, pertanto dalle vetrate si può scorgere la spazialità totale del volume.

La pianta è basilicale composta da una navata centrale che emerge fuori terra, con il volume del padiglione, e due navate laterali interrate. Pur presentando una composizione di questo tipo, lo spazio al suo interno è libero, privo di divisioni interne, la percezione e la scansione delle navate è solo data dall'altezza della copertura.

Il loft è uno spazio pensato per esporre opere temporanee di grandi dimensioni ma grazie alla sua scansione interna è capace di accogliere contemporaneamente da una a tre esposizioni.

Il terzo volume del sistema museale, è anch'esso generato dalla matrice dell'atrio.

A differenza degli altri due si orienta diversamente. Orientandosi con il corso, si pone come anticipatore e annunciatore del nuovo complesso. È il volume, tra i tre, più pubblico, capace di funzionare anche quando le attività museali sono sospese.

Interamente in calcestruzzo, presenta delle aperture nel lato sul corso, ed è interamente vetrato nel lato sul parco.

A questo volume si può accedere in due punti del lato sud, dal primo ingresso al foyer della polivalente, e dal secondo al bar. Dal foyer si sale alla sala polivalente, progettata per ospitare eventi di vario tipo, da seminari, a congressi, a cene. Può essere diviso a piacere in più parti per ospitare più attività anche in contemporanea.

Scendendo nell'interrato si può accedere al deposito visitabile; messo a disposizione per gli studiosi, o per chi ne fa richiesta per studiare le opere non esposte ma appartenenti alle collezioni permanenti del

museo.

Al deposito temporaneo si può accedere anche tramite il percorso della permanente, visitabile sia quando il museo è aperto sia quando questo è chiuso.

Il bar è posto a cavallo tra i due ambiti spaziali che si generano con il nuovo insediamento. È sito in una posizione privilegiata perché possiede un affaccio diretto allo spazio di pertinenza del museo e al parco.

Il quarto edificio, è l'elemento slegato dal sistema museale sia come approccio progettuale che come funzione. Posto sul corso funge da prolungamento della cortina edilizia.

È un edificio interamente in calcestruzzo con un trattamento di facciata che rielabora la composizione del corso.

Al piano terra è posto il carico-scarico delle opere. Adiacente a questo spazio si trova l'ufficio per arrivo delle opere. Tramite quest'ultimo le opere sono portate nell'interrato, dove si trova il deposito temporaneo e l'accesso ai collegamenti sotterranei, o ai piani superiori.

Al primo e secondo piano si trovano i magazzini, dove sono conservate le opere in procinto di essere esposte o restaurate. Mentre al terzo e al quarto piano si trovano i laboratori, per la manutenzione e il restauro delle opere.

La sistemazione esterna del complesso è disegnata da una pavimentazione dura in calcestruzzo interrotta solo in un punto dalla presenza del grande albero preesistente.



6

Allegati

Il progetto, di cui verranno di seguito illustrate le fasi di analisi e di calcolo, è relativo ad un edificio museale. Quello in questione è un edificio con struttura in cemento armato: esso è composto da un sistema di travi e setti in c.a. che ha il compito di resistere alle azioni verticali ed orizzontali. La fondazione è costituita da un sistema continuo.

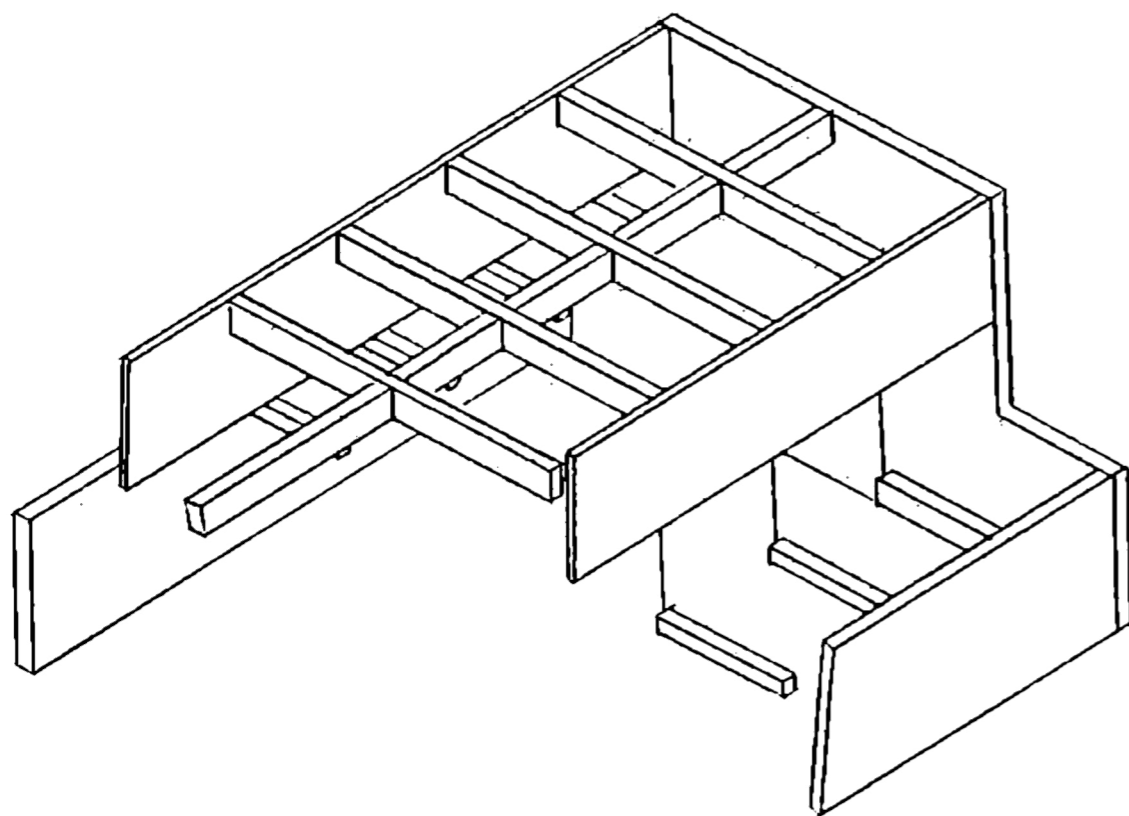
Calcestruzzo

Il cls è una miscela di aggregati quali inerti, sabbia e pietrisco, che devono essere selezionati e devono rispondere ad una serie di requisiti dimensionali e di qualità, e pasta di cemento, in altre parole cemento misto ad acqua. Il legame tra pasta e aggregato conferisce resistenza al materiale, mentre la deformabilità dello stesso dipende dalla rigidità degli inerti.

Caratteristiche e requisiti dei materiali

Inerti: il calcestruzzo si ottiene utilizzando inerti grossi, ovvero con un diametro $>5\text{mm}$. Quelli con diametro minore sono invece impiegati per le malte. Le funzioni dell'inerte sono sostanzialmente due: oltre ad essere più economico del cemento, infatti, esso migliora le proprietà del calcestruzzo allo stato indurito e lo rende più durevole, resistendo all'attacco solfatico e a quello dei cloruri. Uno dei limiti della presenza degli inerti sta nel fatto che una quantità eccessiva degli stessi può ridurre la fluidità dell'impasto e quindi influenzarne la lavorabilità. La fluidità dipende da ulteriori fattori, quali la forma dell'inerte, la spigolosità e la tessitura, ovvero la rugosità della superficie. Un inerte rugoso, infatti, scorre con più difficoltà, ma una volta che l'impasto si è indurito conferisce maggiore resistenza a flessione. Un'analisi granulometrica ottimale prevede inoltre un impiego d'inerti con varia pezzatura, cioè di diametri diversi: inerti tutti uguali, infatti, lascerebbero troppi spazi vuoti e sarebbe necessario un impiego eccessivo di pasta.

Cemento: quello utilizzato è il cosiddetto cemento Portland, costituito



da un 75% di calcare ed un 25% da argilla altamente silicica (argilla illitica, non calonitica). Grazie all'idratazione dovuta all'aggiunta dell'acqua si viene a creare un materiale che irrigidisce, assumendo la forma che si desidera. Le caratteristiche leganti del cemento sono dovute a un complesso gioco di diversi fattori fisici e chimici. Dal punto di vista chimico la presa è dovuta ad una rapida idratazione del silicato bicalcico e alla formazione di idrosilicati gelatinosi, che avvolgono i granuli di cemento rendendo più lenta l'idratazione in profondità. Per quanto riguarda il rapporto acqua/cemento esistono delle prescrizioni che dipendono dall'ambiente in cui si costruisce. In ogni caso il dosaggio del legante dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

Acqua: la sua quantità ha un risvolto diretto sulla resistenza del cls. Il rapporto a/c, infatti, è inversamente proporzionale alla resistenza. Se tale rapporto è troppo basso si possono creare dei vuoti nell'impasto dovuti alla non completa compattazione del getto. Allo stesso modo se a/c è troppo alto il cls diventa troppo poroso e i vuoti che si vengono a creare sono dovuti all'acqua che evapora. L'acqua non dipende né dal cemento né dalla resistenza che si vuole ottenere ma più semplicemente dagli inerti utilizzati. Essa infatti deve bagnare la superficie dell'inerte per consentirgli di scorrere, senza però aggiungere o sottrarre acqua all'impasto. Pertanto la quantità d'acqua stabilita sarà conseguenza dell'analisi granulometrica dell'inerte: con inerti molto grandi il rapporto superficie specifica/volume è basso, quindi serve meno acqua; viceversa inerti fini ne richiedono maggiori quantità. In ogni caso è fondamentale che l'acqua sia limpida e priva di sali in percentuali dannose.

Additivi: si usano con rapporti a/c molto bassi. Le norme prevedono che vengano utilizzati additivi aeranti: essi infatti portano ad un calcestruzzo migliore dal punto di vista della resistenza. Il più delle volte l'additivo impiegato è quello fluidificante: è costituito da sostanze tensio-attive che si attaccano alla superficie dei granuli di cemento. In questo modo si crea un doppio strato elettrico che tende ad allontanare la particelle; di conseguenza i granuli si disperdono, ciascuno si idrata nella giusta quantità e l'impasto risulta più lavorabile.

Resistenza del cls

La resistenza a compressione è maggiore di quella a trazione. E' inoltre importante precisare che la resistenza effettiva del cls è più alta rispetto a quella che si possa calcolare: questo è dovuto al fenomeno della microfessurazione. Le microfessure nascono appena dopo il getto, nella fase di indurimento: viene a mancare la perfetta solidarietà tra gli inerti, consentita dalla pasta di cemento. Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Questa viene indicata dal progettista e designa la resistenza dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati. Il cls impiegato nel progetto in analisi ha una resistenza: $R_{ck} = 3000 \text{ N/m}^2$.

Viscosità e ritiro

Sono due fenomeni che hanno a che fare con il tempo. La viscosità, è un fenomeno per cui il cls sottoposto a tensione costante aumenta nel tempo la sua deformazione. Per evitare questo nella fase di progettazione dobbiamo ridurre il carico di tensione del cls. Questo è il motivo per cui vengono fatte le verifiche allo stato limite d'esercizio. Il ritiro è invece quel particolare procedimento che può generare fenomeni fessurativi macroscopici. Le fessure possono nascere per eccesso di sollecitazioni o, come detto, per ritiro. Quest'ultimo è dovuto al fatto che nelle prime ore di stagionatura l'eccesso d'acqua evapora velocemente per effetto del calore del materiale. Questo provoca una contrazione della pasta. Se il cls non fosse confinato il fenomeno non costituirebbe un problema.

Acciaio

E' impiegato sotto forma di barre che hanno il compito di aumentare l'aderenza con il conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro della barra stessa. Nel progetto in esame sono state impiegate barre ad aderenza migliorata, ovvero con un diametro 30 mm. I vari tipi di acciai si distinguono a seconda della resistenza che possono esercitare. Nel progetto è stato utilizzato un acciaio FeB44k ad "alta duttilità", dove il valore 44k indica la tensione caratteristica di snerva-

mento.

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio

Per acciai di tipo FeB44K la normativa prevede una tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 22000 \text{ N/cm}^2$.

Aderenza acciaio/cls

L'aderenza tra acciaio e calcestruzzo è un requisito fondamentale, infatti, oltre ad essere una delle ipotesi per la validità del calcolo del c.a., è essenziale per il buon comportamento e conservazione delle opere. Il conglomerato deve poter seguire le deformazioni delle barre d'acciaio tese, senza né fessurarsi eccessivamente, né permettere lo sfilamento delle barre.

Analisi dei carichi

	CATEGORIA	ELEMENTI	PESI, [kN/mq]		CATEGORIA	ELEMENTI	PESI, [kN/mq]
SOLAIO DI COPERTURA	PESO PROPRIO	solaio in cls alleggerito	3,2	SOLAIO COPERTURA NAVATE LOFT	PESO PROPRIO	solaio in cls alleggerito	3,2
	CARICHI PERMANENTI	guaina ardesiata	0,045		CARICHI PERMANENTI	pavimentazione in cls	0,69
		massetto di allettamento	1,2			massetto di allettamento	1,2
		isolante in fibra di legno	0,18			isolante in fibra di legno	0,18
		controsoffitto	0,69			controsoffitto	0,69
	CARICHI ACCIDENTALI	vento	1,5		CARICHI ACCIDENTALI	vento	1,5
		neve	1,8			neve	1,8
	CARICHI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI		0,5		CARICHI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI		5
	CARICHI VERTICALI CONCENTRATI		1,2		CARICHI VERTICALI CONCENTRATI		5
	CARICHI ORIZZONTALI LINEARI		1		CARICHI ORIZZONTALI LINEARI		3
TOTALE, [kN/mq]			11,315	TOTALE, [kN/mq]			22,26

Dimensionamento trave 11m

$$L=11\text{m}$$

$$q= 497640 \text{ N}$$

$$b= 50\text{cm}$$

$$R_{ck}= 3000 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_c= 975 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{Ferro } \sigma_s= 22000 \text{ N/cm}^2$$

$$M=\frac{ql^2}{8}=\frac{497640*11^2}{8}=7526805 \text{ N*m}$$

$$T=\frac{q|}{2}=\frac{497640*11}{2}=2737020 \text{ N}$$

Scelgo la doppia armatura

$$h=a*\sqrt{\frac{M}{b}}=0,242*\sqrt{\frac{7526805}{50}}=93,89 \text{ cm}$$

$$A_a=b*\sqrt{\frac{M}{b}}=0,00216*\sqrt{7526805*50}=41,9 \text{ cm}^2 \quad 6X30$$

$$A_a'=m*A_a=0,4*41,9=16,76 \text{ cm}^2 \quad 3X30$$

Verifica della sezione

$$\sigma_c=\frac{M*x}{J}$$

$$h=94-3=91\text{cm}$$

$$h'=3\text{cm}$$

$$x=n*\frac{A_a+A_a'}{b}*[-1+\sqrt{1+2b*\frac{(A_a*h)+(A_a'+h')}{n(A_a+A_a')^2}}]$$

$$x=15*\frac{41,9+16,76}{50}*[-1+\sqrt{1+100*\frac{(41,9*91)+(16,76+3)}{15(41,9+16,76)^2}}]$$

$$x=33,59 \text{ cm}$$

$$J=\frac{1}{3}*b*x^3+n*[A_a(h-x)^2+A_a'(x-h')^2]$$

$$J=\frac{1}{3}*50*33,59^3+15*[41,9(91-33,59)^2+16,76(33,59-3)^2]$$

$$J=2937242,31 \text{ cm}^4$$

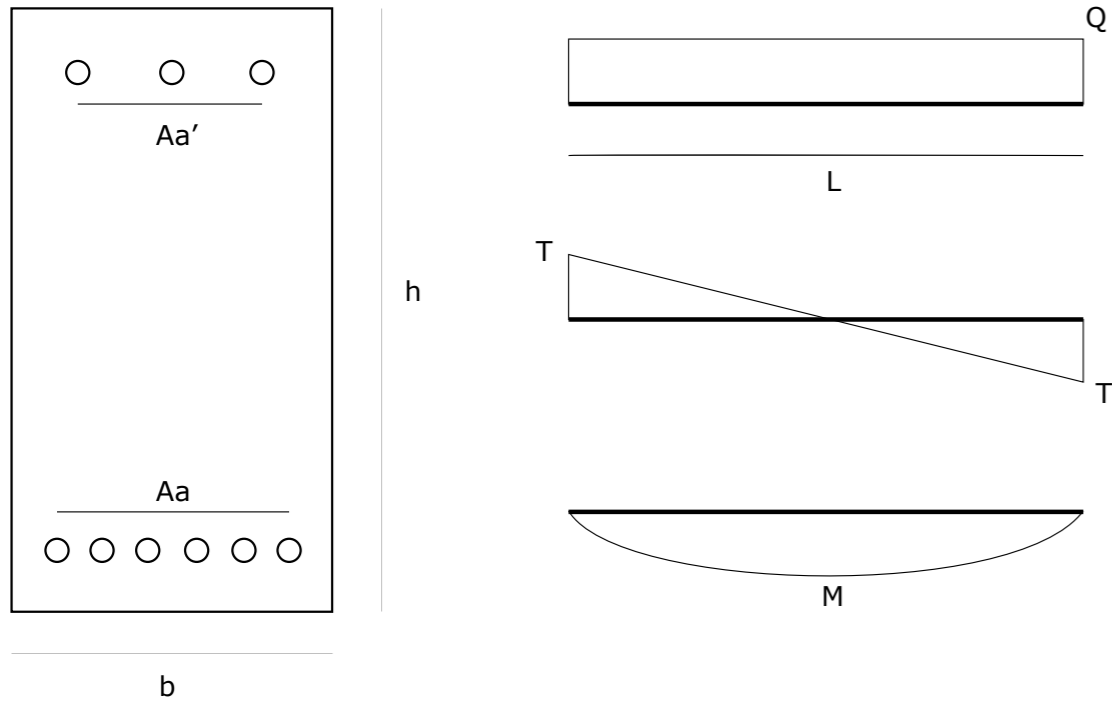
$$\sigma_c=\frac{M*x}{J}=\frac{7526805*33,59}{2937242,31}=860 \text{ N/cm}^2 < 975 \text{ N/cm}^2$$

Verifico acciaio teso

$$\sigma_s = \frac{M * (h - x)}{J} = \frac{7526180500 * (91 - 33,59)}{2937242,31} = 14711 \text{ N/cm}^2 < 22000 \text{ N/cm}^2$$

Verifico acciaio compresso

$$\sigma_s = \frac{M * (x - h')}{J} = \frac{752680500 * (33,59 - 3)}{2937242,31} = 7838,81 \text{ N/cm}^2 < 22000 \text{ N/cm}^2$$



Dimensionamento Trave Parete

$$L = 36 \text{ m}$$

$$Q = (11 * 11/2) + (22 * 3,5/2) + (0,35 * 3 * 25) = 102,6 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

Ipotizzo di avere una trave con 3 cavi

$$e_{\text{medio}} = 2m = e_2$$

Ragiono su un trefolo con 7 fili 6/10

$$Q_{\text{precompressione}} = N_{\text{precompressione}} * \frac{8e}{L^2}$$

$$N_{\text{precompressione}} = 139 * 1670 = 232130 \text{ N} = 232 \text{ KN}$$

$$Q_{\text{precompressione}} = 232 * \frac{8 * 2}{36^2} = 2,86 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

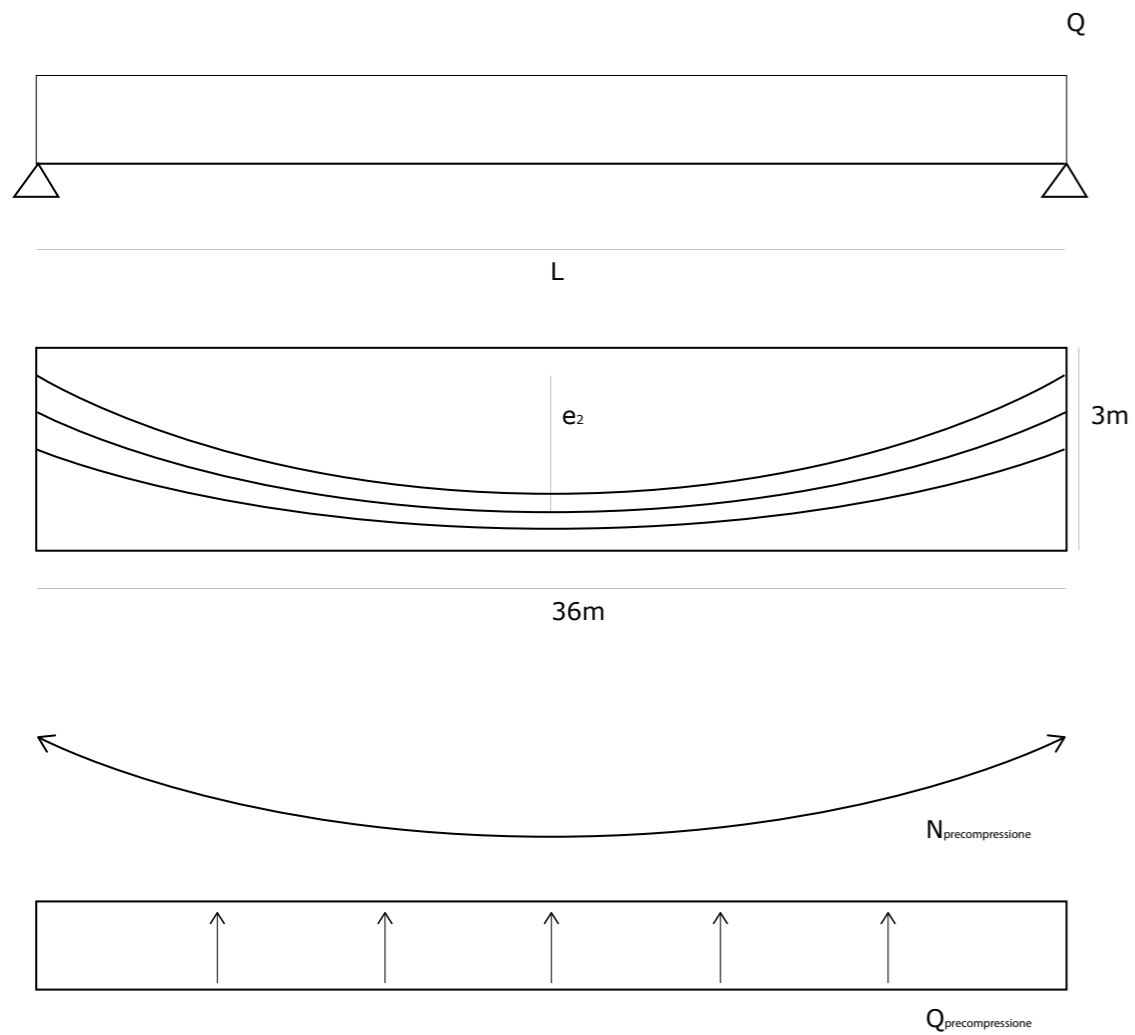
Quanti trefoli avro'?

$$\frac{102,6}{2,86} = 36 \text{ trefoli}$$

Avro' quindi 3 cavi con 12 trefoli ciascuno con 7 fili 6/10

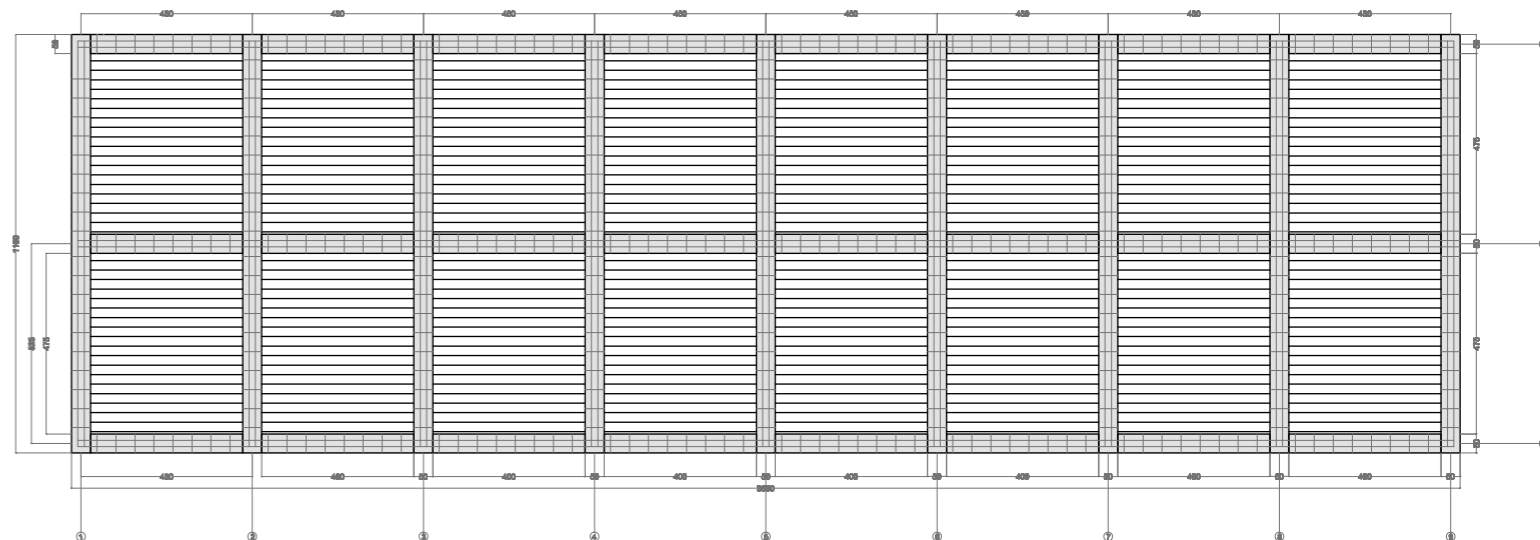
Faccio la verifica a compressione

$$s = \frac{N}{A} = \frac{232130 \cdot 12 \cdot 3}{3000 \cdot 350} = 12 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

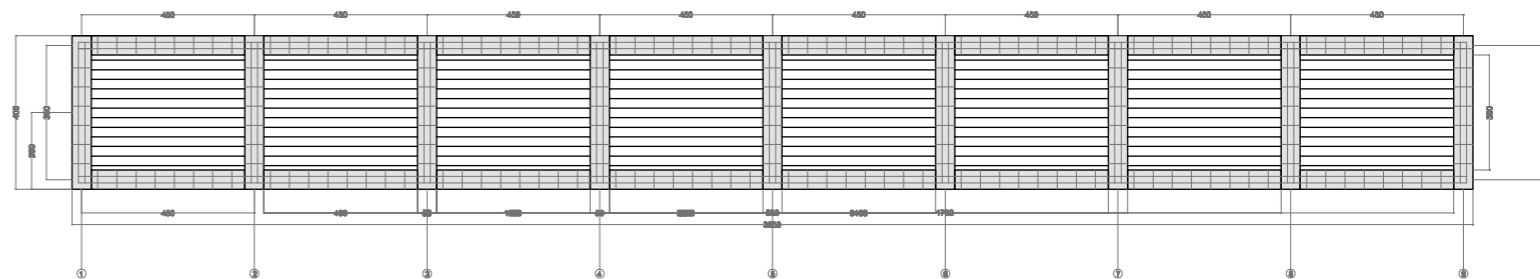


Carpenteria

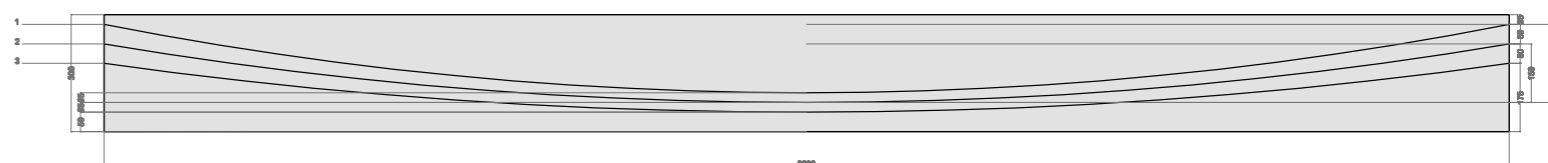
Solaio di copertura



Solaio della copertura calpestabile



Trave parete



Inquadramento

Lo scopo di questa relazione consiste nel spiegare le caratteristiche impiantistiche dell'addizione al museo diocesano.

Pur sapendo che il museo esistente possiede degli impianti che possono assolvere al fabbisogno della nuova addizione, e necessario calcolare in linea teorica cosa occorrerebbe e che tipo di nuovi impianti dovranno essere installati.

Prendendo in esame quindi solo la parte di nuova costruzione del complesso, si va a calcolare quale potrebbe essere il fabbisogno complessivo di tutti gli impianti.

Essendo questo un complesso di nuova costruzione deve prevedere delle determinate caratteristiche energetico-qualitative, nel pieno rispetto della normativa vigente.

Nel pieno rispetto di questi aspetti, si va per primo a fare una valutazione energetica dell'intero complesso, per poi poter arrivare ad un ipotetico dimensionamento degli impianti.

In questo caso in particolare si andrà a studiare in particolare quale potrebbe essere il sistema di trattamento dell'aria, di riscaldamento e raffrescamento dei locali.

Una stima, predimensionale degli impianti di adduzione delle acque e una pre definizione della potenza elettrica necessaria al sistema.

Esigenze

L'esigenza primaria, che deve essere rispettata quando si progetta un edificio, è quella di garantire un determinato tipo di comfort.

Il comfort è quella particolare condizione di benessere determinata, in funzione delle percezioni sensoriali di un individuo inserito in un ambiente, da temperatura, umidità dell'aria e livello di rumorosità e luminosità rilevati all'interno dello spazio in cui si trova.

Ogni ambiente deve quindi rispettare delle determinate caratteristiche, per il benessere del individuo che lo utilizza, a seconda dell'attività svolta al suo interno.

Il comfort ambientale si identifica con il benessere psicofisico delle persone che vivono un ambiente ed è una sensazione dipendente da determinate condizioni ambientali che sono in gran parte pianificabili e quindi rientranti nella responsabilità del progettista, ad esempio nelle fasi di progettazione, realizzazione e gestione di edificio.

Per garantire ciò, occorre che si rispettino determinate variabili ambientali. Queste ultime sono quattro e dipendono dalle condizioni climatiche esterne ed interne all'edificio e che influenzano il benessere termoigrometrico:

1 - Temperatura dell'aria: misurata in °C.

2 - Umidità relativa dell'aria interna: che indica il rapporto tra la quantità di vapore contenuto da una massa d'aria e la quantità massima che ne può contenere quella massa d'aria nelle stesse condizioni di temperatura e pressione. Si misura quindi in percentuale %.

3 - Temperatura media radiante: espressa in °C, si calcola come media delle temperature delle pareti interne all'ambiente, compresi soffitto e pavimento.

4 - Velocità dell'aria: espressa in m/s.

Un altro aspetto estremamente importante, per il benessere umano, è il benessere acustico. Quest'ultimo risulta essere quella condizione per cui un soggetto non sia disturbato nella sua attività dalla presenza di altri suoni e non subisca danni all'apparato uditivo provocati da una esposizione più o meno prolungata a fonti di rumore.

La difesa dal rumore è una esigenza primaria; l'esposizione al rumore, infatti, provoca disturbo psicologico e ostacola lo svolgimento delle

normali attività di un essere umano, riducendone il rendimento e la capacità di concentrazione.

Il criterio di valutazione del comfort acustico fa riferimento al concetto di livello sonoro. Il livello della pressione sonora rappresenta l'incremento in scala logaritmica della pressione dell'aria rispetto ad una situazione di quiete dell'aria stessa. In relazione al tipo di ambiente e all'attività svolta in tale ambiente viene definito un livello sonoro di normale tollerabilità, ovvero una soglia massima di rumore ritenuta accettabile perché non provoca disagio sull'utente. Il superamento di tale soglia porta alla perdita della condizione di benessere.

Nei confronti della rumorosità all'interno degli organismi edilizi la progettazione deve prospettare le soluzioni tecnologiche ed architettoniche capaci di realizzare le condizioni per il benessere acustico degli individui.

Pertanto in un edificio si deve prevedere un determinato tipo d'isolamento acustico, secondo la funzione svolta nel dato ambiente.

Un ultimo aspetto, ma non meno importante, è la condizioni di benessere luminoso.

Quest'aspetto in un ambiente si ottiene con una giusta quantità di luce, sia di giorno sia di notte.

Di giorno occorre permettere che un'adeguata quantità di luce esterna possa entrare nell'ambiente. È quindi opportuna avere un'adeguata superficie finestrata, ma se questa non dovesse bastare, occorre una necessaria integrazione con quella artificiale.

Per la notte e per i giorni non soleggiati, l'ambiente dovrà essere dotato un'opportuna illuminazione artificiale.

Valutazione energetica

Il museo anche se si tratta di un'addizione ad un edificio storico, risulta totalmente autonomo in ogni sua parte.

Quindi l'addizione va considerata come se fossero quattro edifici, distinti.

Ognuno degli edifici, di nuova costruzione presenta un sistema impiantistico autonomo per ogni sua parte.

Pertanto i quattro volumi, nonostante la loro autonomia impiantistica possiedono un comune trattamento dell'involucro con caratteristiche energetiche simili, a se caratterizzati da un differente trattamento delle superfici.

Caratteristiche dell'involucro

I quattro edifici dell'addizione al museo diocesano presentano degli involucri che apparentemente risultano differenti, ma nonostante ciò derivano tutti da una matrice comune.

Questa matrice è data dal materiale, tutti e quattro gli edifici sono interamente realizzati in calcestruzzo armato, e questo materiale è presente anche nelle finiture.

L'idea è quella che possano sembrare alla vista dei monoliti in calcestruzzo di forma comune ma con dei trattamenti differenti del calcestruzzo in facciata per dichiarare la loro diversità funzionale.

La loro diversità è sottolineata all'interno dell'edificio dalle esperienze spaziali che ogni volume ci regala.

- elementi verticali

Per quanto riguarda gli elementi verticali presentano tutti il medesimo sistema costruttivo, fatta eccezione delle pareti verticali controterra.

Pertanto questi sono composti da tanti strati quanti sono i sistemi di costruzione (vedi relazione tecnologica).

La stratificazione delle pareti perimetrali è composta nel seguente modo (partendo dall'esterno verso l'interno):

- 1 - pannello di calcestruzzo pre-armato prefabbricato, di 5 cm
- 2 - parete portante in calcestruzzo gettata in opera, di 35 cm
- 3 - barriera al vapore

4 - isolante termo acustico, di 15 cm

5 - pannello di calcestruzzo prefabbricato, di 3 cm

Per quanto riguarda le pareti contro terra, la stratificazione è la seguente (dall'interno verso l'esterno):

1 - pannelli prefabbricati in calcestruzzo, di 3 cm

2 - parete in calcestruzzo gettata in opera, di 35 cm

3 - barriera al vapore

4 - pannelli isolanti xps, di 18 cm

-elementi orizzontali

Per quanto riguarda gli elementi orizzontali, nell'intero complesso ne sono presenti tre tipi differenti.

Il primo tipo di elemento orizzontale presente in tutti gli edifici, è il solaio di copertura composto dalla seguente stratificazione (dall'esterno verso l'interno):

1 - manto bituminoso, di circa 2 cm

2 - isolante termo acustico, di 10 cm

3 - guaina, di circa 1 cm

4 - massetto di allettamento, di 10 cm

5 - solaio in calcestruzzo, di 45 cm

Il secondo elemento orizzontale che troviamo in tutti gli edifici è il solaio contro terra, composto dalla seguente stratigrafia (dall'interno verso l'esterno):

1 - pavimentazione in resina autolivellante, di 2 cm

2 - massetto di allettamento, di 10 cm

3 - isolante termo acustico, di 10 cm

4 - barriera al vapore

5 - solaio in calcestruzzo, di 30 cm

6 - vespaio areato

Il terzo elemento orizzontale, che si trova nel progetto, riguarda i solai di copertura delle navate laterali del loft.

Questi tipi di solai sono presenti solo nell'edificio contenente il loft, è solo caratterizzato dal fatto che si trovano alla quota zero di calpestio esterna del complesso, ma sono allo stesso tempo i solai di copertu-

ra delle navate laterali del loft, (vedi relazione di progetto e relazione tecnologica).

Questo tipo di solai presentano la seguente stratigrafia (dall'esterno verso l'interno):

- 1 - pavimentazione esterna in calcestruzzo, di 2 cm
- 2 - massetto di allettamento, di 10 cm
- 3 - isolante termo acustico, di 10 cm
- 4 - barriera al vapore
- 5 - solaio in calcestruzzo gettato in opera, di 35 cm

-elementi vetrati

Per quanto riguarda gli elementi vetrati, nell'intero complesso ve ne sono di vario tipo.

Ogni edificio possiede un sistema di vetture di forma e composizione differenti, però nonostante ciò è comune a tutti la medesima stratigrafia del vetro e il materiale dell'infisso.

Pertanto si può generalizzare il sistema.

Tutti gli infissi sono in alluminio ma con dimensione e realizzazione differente secondo la vetrata.

Per quanto riguarda i vetri sono tutti vetri tripli perché essendo tutti di grandi dimensioni devono rispettare delle determinate caratteristiche. Devono essere resistenti agli urti e ai proiettili, trattandosi di un museo, e devono inoltre rispettare delle determinate caratteristiche energetiche.

Le vetrate quindi possiedono la seguente stratigrafia:

- 1 - vetro, di circa 1 1,2 cm
- 2 - intercapedine, di 0,7 cm
- 3 - vetro, di 1,2 cm
- 4 - intercapedine, di 0,7 cm
- 5 - vetro, di circa 1 1,2 cm

_Trasmittanze

La trasmittanza termica definisce la capacità isolante di un elemento. Dato un fenomeno di trasmissione di calore in condizioni di regime stazionario (in cui cioè il flusso di calore e le temperature non variano nel tempo) la trasmittanza misura la quantità di calore che nell'unità di tempo attraversa un elemento strutturale della superficie di 1 m² in presenza di una differenza di temperatura di 1 grado tra l'interno e l'esterno. Questo serve quindi a valutare quanto ogni superficie dell'involucro trasmette calore.

Per valutare ciò si utilizza la seguente formula.

$$U = \frac{1}{\left[\frac{1}{h_i} + \left(\frac{s}{\lambda}\right) + \frac{1}{h_e}\right]}$$

Dove:

h_i è il coefficiente di adduzione interna;

h_e è il coefficiente di adduzione esterna;

s è lo spessore materiale;

λ è la conducibilità termica del materiale.

Nella formula si tiene conto di una trasmissione di calore da un aeriforme ad un altro aeriforme separati dalla lastra piana del materiale in esame, per irraggiamento, convezione e conducibilità interna.

Tenendo presente ciò bisogna quindi calcolare la trasmittanza termica di ogni componente materica degli edifici, in esame per poi verificare la resistenza termica dell'intero pacchetto tecnologico.

-pareti verticali

-pareti verticali contro terra

-solai di copertura

-solai contro terra

-solai calpestabili

-vetrate

_Dispersioni

Il calcolo delle dispersioni è necessario per il dimensionamento degli impianti di trattamento aria, riscaldamento e raffrescamento.

Le dispersioni che devono essere calcolate sono di due tipi: quelle di trasmissione e quelle per ventilazione.

Le prime sono calcolate sulle perdite solute alla trasmissione dell'involucro.

Le seconde sono calcolate su le perdite dovute ai ricambi d'aria necessarie per l'abitabilità degli spazi.

Pertanto una volta calcolate le trasmittanze si possono calcolare le dispersioni per trasmissione, moltiplicando queste ultime per il ΔT (differenza termica tra interno ed esterno).

-corpo atrio

Le dispersioni per trasmissione, calcolate in inverno ed in estate, sono: (vedi allegato)

Una volta calcolate le dispersioni per trasmissione, si può quindi procedere con il calcolo delle trasmissioni per ventilazione, per l'estivo e per l'invernale: (vedi allegato)

Con questo calcolo si ottiene un valore di dispersione che è utilizzato per il calcolo della potenza richiesta dall'impianto. Questo calcolo cambia, secondo il tipo stagionale, per il calcolo invernale la potenza massima è calcolata con l'utilizzo delle sole dispersioni per trasmissione, mentre per il calcolo della potenza estiva bisogna considerare, oltre a quelle per trasmissione, quelle per ventilazione, irraggiamento ed endogene.

Quindi per dimensionare la macchina occorre considerare la potenza di picco estivo, calcolato con una portata di circa 56150 mc/h

-corpo bar e polivalente

Le dispersioni per trasmissione, calcolate in inverno ed in estate, sono: (vedi allegato)

Una volta calcolate le dispersioni per trasmissione, si può quindi procedere con il calcolo delle trasmissioni per ventilazione, per l'estivo e per l'invernale: (vedi allegato)

Con questo calcolo si ottiene un valore di dispersione che è utilizzato

per il calcolo della potenza richiesta dall'impianto. Questo calcolo cambia, secondo il tipo stagionale, per il calcolo invernale la potenza massima è calcolata con l'utilizzo delle sole dispersioni per trasmissione, mentre per il calcolo della potenza estiva bisogna considerare, oltre a quelle per trasmissione, quelle per ventilazione, irraggiamento ed endogene.

Quindi per dimensionare la macchina occorre considerare la potenza di picco estivo, calcolato con una portata di circa 81543 mc/h

-corpo loft

Le dispersioni per trasmissione, calcolate in inverno ed in estate, sono: (vedi allegato)

Una volta calcolate le dispersioni per trasmissione, si può quindi procedere con il calcolo delle trasmissioni per ventilazione, per l'estivo e per l'invernale: (vedi allegato)

Con questo calcolo si ottiene un valore di dispersione che è utilizzato per il calcolo della potenza richiesta dall'impianto. Questo calcolo cambia, secondo il tipo stagionale, per il calcolo invernale la potenza massima è calcolata con l'utilizzo delle sole dispersioni per trasmissione, mentre per il calcolo della potenza estiva bisogna considerare, oltre a quelle per trasmissione, quelle per ventilazione, irraggiamento ed endogene.

Quindi per dimensionare la macchina occorre considerare la potenza di picco estivo, calcolato con una portata di circa 28465 mc/h

-corpo alto

Le dispersioni per trasmissione, calcolate in inverno ed in estate, sono: (vedi allegato)

Una volta calcolate le dispersioni per trasmissione, si può quindi procedere con il calcolo delle trasmissioni per ventilazione, per l'estivo e per l'invernale: (vedi allegato)

Con questo calcolo si ottiene un valore di dispersione che è utilizzato per il calcolo della potenza richiesta dall'impianto. Questo calcolo cambia, secondo il tipo stagionale, per il calcolo invernale la potenza massima è calcolata con l'utilizzo delle sole dispersioni per trasmissione, mentre per il calcolo della potenza estiva bisogna considerare, oltre

a quelle per trasmissione, quelle per ventilazione, irraggiamento ed endogene.

Quindi per dimensionare la macchina occorre considerare la potenza di picco estivo, calcolato con una portata di circa 15282 mc/h

Scelte impiantistiche

_Unita' trattamento aria

Per quanto riguarda il trattamento dell'aria si è scelto di installare una macchina di trattamento dell'aria, U.T.A. Il suo scopo è quello di prelevare l'aria dall'esterno trattandola a seconda delle richieste climatiche degli ambienti interni.

La macchina è dotata di un ventilatore capace di aspirare l'aria e di spingerla verso i punti di diffusione in ambiente. Ma il ventilatore in realtà è solo l'ultimo pezzo dell'unità, che può essere assimilata ad una tubazione lungo la quale si incontrano tutti i componenti necessari al corretto funzionamento dell'impianto.

Quando l'aria attraversa l'U.T.A. generalmente incontra in ordine: una serranda di presa, un recuperatore, un filtro a bassa efficienza, una batteria di scambio termico (pre-riscaldamento), una batteria di scambio termico (raffreddamento e deumidificazione), una sezione umidificante, una batteria di scambio termico (post-riscaldamento), un filtro ad alta efficienza, un ventilatore (mandata), un silenziatore.

Il recuperatore

Il recupero energetico viene spesso effettuato ai fini del risparmio di energia. Quando una U.T.A. è dotata di recuperatore, oltre al ventilatore di mandata è presente anche un ventilatore di ripresa dell'aria trattata; in questo modo si hanno due percorsi indipendenti, aria da trattare ed aria trattata.

Il recupero di calore può essere di 2 tipi: sensibile e latente. Nel primo caso si ha una cessione del contenuto entalpico di uno dei 2 fluidi in modo da pre-riscaldare (d'inverno) o pre-raffreddare (d'estate) l'aria da trattare.

Il recupero latente si ha solo d'estate, e può essere spiegato in questo modo: in estate l'aria è molto umida, e per eliminare l'umidità l'unico mezzo è quello di farla condensare. Per poter condensare questo vapore acqueo è necessario prelevare una quantità di calore nota come calore latente di vaporizzazione. Quindi l'aria trattata, fredda e deumidificata, assorbe questo calore e opera una pre-deumidificazione dell'aria da trattare. Ovviamente nel caso si abbia un recupero latente è presente anche uno sensibile.

Batterie di scambio termico e sezione umidificante

Il pre-riscaldamento avviene tramite una batteria calda e viene utilizzata soltanto nella climatizzazione invernale. Il suo scopo è quello di scaldare l'aria in modo da aumentarne la temperatura mantenendo l'umidità assoluta costante. In uscita si avrà aria più calda ma abbastanza secca, quindi non ancora buona da immettere in ambiente.

La batteria fredda viene utilizzata durante la climatizzazione estiva, e questo unico elemento opera 2 trasformazioni: raffredda l'aria in ingresso e la deumidifica; infatti essa è dotata di una vasca di raccolta della condensa. In uscita dalla batteria l'aria non può essere ancora immessa poiché nonostante l'umidità assoluta sia scesa, quella relativa è elevata (attorno al 90%).

La sezione umidificante serve a umidificare l'aria in uscita dal pre-riscaldamento, in modo da aumentare l'umidità assoluta; esistono vari modi di umidificare, il più semplice è quello di utilizzare acqua nebulizzata. Alla fine l'aria ha, rispetto all'ingresso, temperatura più bassa, umidità relativa ed assoluta alte (tra il 90% ed il 100%).

Il post-riscaldamento funziona sia d'estate che d'inverno ed accoglie aria con una forte umidità relativa; per poterla portare a valori confortevoli (dal 40% al 50%) è necessario operare un riscaldamento che possa aumentare la temperatura, mantenendo l'umidità assoluta costante. In uscita l'aria è nelle condizioni termo-igrometriche richieste per poter essere immessa nell'ambiente.

Ventilatore

Il ventilatore di mandata è centrifugo, e ha la possibilità di variare la velocità di rotazione. La variazione della velocità può essere realizzata o meccanicamente (variando i diametri delle pulegge) o elettronicamente (inverter). Le velocità di mandata dell'aria variano a seconda dell'applicazione e della grandezza dell'impianto. Nel nostro caso utilizziamo la velocità dell'aria a 3 m/s, nelle aule, negli uffici, e nei bagni; e 5 m/s nelle tubazioni di mandata. Per quanto riguarda il ritorno utilizziamo sempre la velocità a 4 m/s.

Funzionamento

L'U.T.A. ha un funzionamento che varia a seconda della stagione. Durante l'inverno l'aria segue questo percorso, incontrando nell'ordine: serranda-->(recuperatore)-->filtro-->pre-riscaldamento-->sezione

umidificante-->post-riscaldamento-->filtro-->ventilatore. La batteria fredda non è operativa.

Per quanto riguarda l'estate il percorso è il seguente: serranda-->(recuperatore)-->filtro-->batteria fredda-->post-riscaldamento-->ventilatore. La batteria pre-riscaldamento e la sezione umidificante non sono operative.

Scelte

Per il museo si è scelto di utilizzare un impianto a tutt'aria che consente di produrre con la stessa macchina sia caldo che freddo.

Questa scelta deriva dal fatto che essendovi una grossa dislocazione tra gli elementi di nuova costruzione, sarebbe risultato complesso e molto più dispendioso creare un'unica centrale termica per tutto il complesso.

Questo tipo di scelta a portato dunque ad installare in collaborazione con l'UTA una pompa di calore che lavora in funzione di essa.

-Pompa di calore

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta, utilizzando energia, generalmente in forma elettrica.

Le pompe di calore funzionano grazie a diversi principi fisici, ma sono classificate in base alla loro applicazione (trasmissione di calore, fonte di calore, dispersore di calore o macchina refrigeratrice).

Si porge una spiegazione intuitiva di come funziona una pompa di calore. Si immaginino 100 unità di energia termica all'interno di un pallone da calcio; quest'ultimo è poi compresso fino alle dimensioni di una pallina da ping pong: a questo punto esso contiene le stesse 100 unità, ma l'energia termica media per unità di volume è molto maggiore. In altre parole la temperatura dell'aria all'interno della palla è aumentata.

Le pareti della pallina si riscaldano e quindi il calore inizia a trasferirsi all'esterno più velocemente. Per portare questo calore in un altro luogo, si può immaginare di muovere la pallina in una zona fredda, dove essa gradualmente aggiusterà la sua temperatura fino a uguagliare la temperatura dell'ambiente: in questo processo si ipotizza che essa trasferisca 50 unità di energia termica.

Dopo che la pallina si è raffreddata, la si può riportare nella zona ini-

ziale e lasciarla espandere. Dato che ha perso parecchio calore, nel momento in cui ritorna alle dimensioni di un pallone da calcio, la sua temperatura risulta troppo bassa e quindi inizia ad assorbire energia termica e a raffreddare l'aria circostante.

Il compressore di una pompa di calore crea proprio la differenza di pressione che permette al ciclo di ripetersi (similmente alla palla che si espande e si contrae): esso pompa il fluido refrigerante attraverso l'evaporatore, dove appunto evapora a bassa pressione assorbendo calore, in seguito lo comprime e lo spinge all'interno del condensatore, dove condensa ad alta pressione rilasciando il calore precedentemente assorbito. Il fluido refrigerante cambia di stato all'interno dei due radiatori: nell'evaporatore passa da liquido a gassoso, nel condensatore passa da gassoso a liquido.

-dimensionamento

in questo caso il dimensionamento dell'impianto per l'UTA a tutt'aria riguarda la dimensione dei canali, più che la conoscenza della dimensione reale del impianto.

Questo tipo di scelta deriva dal fatto che ciò che più vincola la progettazione è data dalla dimensione dei canali di mandata e ritorno.

Questi canali, per la quantità d'aria che passa all'interno di essi e per il fattore di rumorosità, devono avere dimensioni piuttosto consistenti.

Pertanto tenendo presente questi fattori, si può fare una stima delle dimensioni di massimo ingombro dei canali.

Per far ciò bisogna conoscere, la portata necessaria per ciascun ambiente, la velocità in cui l'aria deve viaggiare in mandata e in ritorno, e il numero di ricambi d'ora necessari.

Tutto quello detto in precedenza, è riassunto nelle seguenti tabelle:

- Per il corpo dell'atrio avremo che: (vedi allegato)
- Per il corpo del bar e polivalente avremo che: (vedi allegato)
- Per il corpo del loft avremo che: (vedi allegato)
- Per il corpo alto avremo che: (vedi allegato)

_Impianto idrico

Per quanto riguarda l'impianto idrico sanitario si è scelto di allacciarsi alla rete esistente del museo diocesano.

Si è scelto, quindi, per il nuovo complesso di andare a costruire tre nuove colonne collegate tra loro da una nuova montante, collegata a sua volta all'impianto idrico esistente.

Questa scelta deriva anche dal fatto che così facendo occorre dover costruire in nuovo impianto di riscaldamento delle acque.

Pertanto, una volta noto il punto di allaccio, si deve valutare il complessivo fabbisogno idrico necessario al complesso.

Per il dimensionamento dell'impianto bisogna calcolare in primis le portate massime probabili per poi trovare le portate di progetto, vale a dire in base alle portate massime dei rubinetti che possono restare aperti contemporaneamente.

Inutile, costoso ed ingombrante risulterebbe infatti un impianto dimensionato considerando aperti tutti i suoi rubinetti.

Le portate di progetto dipendono da molti fattori quali ad esempio: il numero degli apparecchi sanitari da servire, le loro portate unitarie, la durata delle erogazioni, la frequenza e la casualità d'uso.

Dimensionamento reti di distribuzione acqua calda e acqua fredda

Per dimensionare queste reti si deve tener conto di vari fattori: le portate minime che devono essere assicurate ad ogni apparecchio sanitario; le portate che devono essere assicurate ad ogni tronco di rete; le pressioni necessarie per poter assicurare tali portate; le velocità massime con cui l'acqua può fluire nei tubi senza causare rumori e vibrazioni; i criteri generali per determinare il diametro dei tubi.

_Impianto elettrico

La progettazione dell'intera rete di distribuzione dell'intero complesso, risulterebbe per la conoscenze acquisite, piuttosto complesso.

Pertanto è bene poter fare dei ragionamenti preliminari per poter rendersi un minimo conto di quanto potrebbe consumare un complesso di tali dimensioni.

Tenendo conto il trasporto dell'energia dalle centrali di produzione alle zone di consumo avviene mediante reti interconnesse, a corrente elettrica alternata.

Il trasporto dell'energia quindi sarà: cabina di trasformazione--->reti di distribuzioni stradali--->museo

Una volta che l'energia arriva al museo la distribuzione al suo interno sarà: cabina elettrica principale--->distribuzione interna.

Sapendo che:

Il trasporto dell'energia prodotta, dalla centrale di produzione alle zone di consumo, avviene mediante reti interconnesse, a corrente elettrica alternata. Dalla cabina di trasformazione attraverso reti sempre più fitte e a tensione sempre più bassa arriva alle reti di distribuzione stradali dalle quali avviene il collegamento per alimentare il complesso edilizio. Viene ipotizzata una cabina elettrica principale collocata in prossimità al corpo alto, e la distribuzione dell'energia elettrica avviene attraverso un impianto di distribuzione interna.

La rete elettrica ipotizzata consiste in:

- 1 - cabina elettrica accessibile dall'esterno che si allaccia alla rete (a cura dell'ente di distribuzione)
- 2 - quadro di fornitura posizionato nella centrale elettrica
- 3 - quadro generale di distribuzione
- 4 - gruppo elettrogeno d'emergenza che interviene in caso di mancanza di tensione di rete(luci emergenza autoalimentate)
- 5 - gruppo di continuità a protezione della rete informatica
- 6 - linee principali di distribuzione dal quadro generale ai quadri derivati
- 7 - impianti luce costituiti da comandi locali per i vari ambienti e comandi centralizzati per zone
- 8 - sistema di illuminazione di emergenza a lampade autonome localizzate nei percorsi di fuga(indicatori uscite emergenza)

9 - impianto equipotenziale di terra attorno al complesso edilizio

10 - impianto di protezione contro i fulmini

Gli elementi costitutivi della distribuzione interna sono :

- 1 - installazione degli utilizzatori e di scatole per frutti (prese elettriche)
- 2 - conduttori e relativi tubi protettivi
- 3 - cassette di derivazione
- 4 - quadro secondario di piano
- 5 - impianto di messa a terra

L'impianto elettrico è stato realizzato in parte sotto traccia, in quanto è stato incorporato nelle murature, e in parte sotto la copertura.

Per quanto riguarda l'impianto di messa terra esso sarà composto da un dispersore che scarica le correnti elettriche e permette un perfetto contatto con il terreno. Viene ipotizzata la realizzazione di un anello in rame che segue il perimetro dell'edificio. A questo sistema di dispersore ad anello si collega il collettore di terra sistemato lungo i vani scala del complesso edilizio e da questi, ad ogni piano, si dirameranno i conduttori di protezione alle singole stanze. Il dispersore viene collocato ad una profondità di almeno 50 cm sotto il livello originario del terreno. Il rinterro viene fatto con un adeguato strato di terra evitando l'impiego di ciottoli e ghiaia: la resistenza globale del terreno dipende dalla consistenza del terreno, quindi è possibile anche eseguire con metodi fisici-chimici un trattamento del terreno per diminuirne la resistività.

Si è prestata attenzione alla scelta della tipologia di presa da utilizzare (da 230 o 400V). Un cavo con sezione maggiore sopporta un carico termico, determinato dal passaggio di corrente nello stesso, maggiore di uno a sezione inferiore. Dove è previsto l'utilizzo di elettrodomestici ad elevata potenza, ad esempio nella zona del bar, si avrà l'accortezza di inserire presa con intensità di corrente maggiore. La potenza elettrica calcolata, necessaria alle scatole per frutti, risulta esser pari a 1630 W.

-Illuminazione

L'illuminazione viene garantita da un sistema che coniuga esigenze di

tipo estetico e di sicurezza. Un buon progetto di illuminazione deve:

- garantire un livello di illuminazione idoneo alle dimensioni del locale e all'attività svolta;
- garantire una resa dei colori ottimale;
- evitare forti contrasti luce/ombra;
- evitare l'abbagliamento diretto o riflesso.

I consumi possono essere facilmente ridotti distribuendo correttamente le sorgenti luminose e scegliendo di utilizzare lampade più efficienti come le fluorescenti a basso consumo o le incandescenti alogene.

Oggi è più facile scegliere i prodotti che consumano meno in quanto le informazioni sono più chiare ed in evidenza. Infatti dal 2002 una direttiva dell'Unione Europea ha reso obbligatorio esporre anche sulle lampade l'"etichetta energetica", che indica l'efficienza energetica della lampada, il flusso luminoso, la potenza e la durata media di vita. Un altro marchio significativo per il consumatore attento è l'Eco-label (ecoetichetta), un marchio europeo che indica che il prodotto ha un basso impatto sull'ambiente nelle diverse fasi di produzione, utilizzo e smaltimento. Ha per simbolo la margherita con le stelle come petali e la "E" di Europa al centro. Accendere una lampadina significa consumare energia elettrica. E, come sappiamo, l'energia elettrica viene prodotta soprattutto bruciando petrolio, carbone e gas naturale con emissione nell'atmosfera di gas inquinanti che danneggiano l'ambiente.

Non dobbiamo però dimenticare che esiste un'altra forma di inquinamento ambientale causato dall'illuminazione, l'inquinamento luminoso. Questa forma di inquinamento si verifica di notte, quando, accendendo le luci, immettiamo nell'ambiente esterno una quantità di luce superiore a quella naturale. Questo succede soprattutto se l'apparecchio di illuminazione disperde luce al di fuori della zona che dovrebbe illuminare, causando anche un notevole spreco di energia elettrica. Un lampione a globo disperde nel cielo oltre il 30% della luce emessa dalla lampada. Quindi, conviene scegliere apparecchi dotati di riflettore, che indirizzano il flusso luminoso solo dove serve.

All'interno del complesso museale si trova una grande varietà di ambienti e di attività, ciascuna con specifiche esigenze di illuminazione. In termini fisici il progetto dell'impianto di illuminazione si traduce

nel definire quali e quante lampade sono in grado di emettere il flusso luminoso necessario per conferire all'ambiente l'illuminamento più idoneo. L'operazione di calcolo illuminotecnico si svolge tenendo conto dei valori di illuminamento forniti dalla normativa vigente secondo le seguenti fasi:

- scelta del valore di illuminamento in funzione delle caratteristiche ed esigenze del locale;
- calcolo del flusso luminoso necessario;
- scelta del sistema di illuminazione e degli apparecchi illuminanti;
- calcolo della potenza totale necessaria secondo l'indice di efficienza luminosa;
- individuazione quantitativa delle lampade occorrenti.

Tabella

PARETI VERTICALI						
Parte	Stratigrafia MATERIALE	SPESSORE s [m]	CONDUCIBILITÀ, λ [W/m K]	RESISTENZA, R [mq K/W]	R TOT SEZIONE [mq K/W]	U TOT SEZIONE [W/mqK]
1	pannello in cls	0,05	0,70	0,07	4,36	0,23
2	Calcestruzzo	0,35	0,70	0,50		
3	barriera la vapore	-	-	-		
4	isolante	0,15	0,04	3,75		
5	investimento in cls	0,03	0,7	0,04		

PARETI VERTICALI CONTROTERRA						
Parte	Stratigrafia MATERIALE	SPESSORE s [m]	CONDUCIBILITÀ, λ [W/m K]	RESISTENZA, R [mq K/W]	R TOT SEZIONE [mq K/W]	U TOT SEZIONE [W/mqK]
1	pannello in cls	0,03	0,70	0,40	4,50	0,22
2	parete in cls	0,35	0,70	0,50		
3	barriera al vapore	-	-	-		
4	pannelli in xps	0,18	0,05	3,60		

SOLAI DI COPERTURA						
Parte	Stratigrafia MATERIALE	SPESSORE s [m]	CONDUCIBILITÀ, λ [W/m K]	RESISTENZA, R [mq K/W]	R TOT SEZIONE [mq K/W]	U TOT SEZIONE [W/mqK]
1	manto bituminoso	0,02	0,36	0,06	3,61	0,28
2	isolante	0,1	0,04	2,78		
3	guaina	0,01	0,26	0,04		
4	massetto di allettamento	0,1	1,00	0,10		
5	calcestruzzo	0,45	0,70	0,64		

SOLAI CONTROTERRA						
Parte	Stratigrafia MATERIALE	SPESSORE s [m]	CONDUCIBILITÀ, λ [W/m K]	RESISTENZA, R [mq K/W]	R TOT SEZIONE [mq K/W]	U TOT SEZIONE [W/mqK]
1	pavimentazione resina autolivellante	0,02	0,90	0,02	3,30	0,30
2	massetto di allettamento	0,10	1,00	0,10		
3	isolante	0,10	0,04	2,50		
4	barriera al vapore	-	-	-		
5	solaio in calcestruzzo	0,45	0,70	0,64		
6	guaina	0,01	0,26	0,04		
7	vespaio areato	-	-	-		

SOLAI CALPESTABILE						
Parte	Stratigrafia MATERIALE	SPESSORE s [m]	CONDUCIBILITÀ, λ [W/m K]	RESISTENZA, R [mq K/W]	R TOT SEZIONE [mq K/W]	U TOT SEZIONE [W/mqK]
1	pavimentazione esterna	0,03	0,70	0,04	3,29	0,30
2	massetto di allettamento	0,10	1,00	0,10		
3	isolante	0,10	0,04	2,50		
4	barriera al vapore	-	-	-		
5	solaio in calcestruzzo	0,45	0,70	0,64		

SOLAI INTERPIANO						
Parte	Stratigrafia MATERIALE	SPESSORE s [m]	CONDUCIBILITÀ, λ [W/m K]	RESISTENZA, R [mq K/W]	R TOT SEZIONE [mq K/W]	U TOT SEZIONE [W/mqK]
1	pavimentazione interna	0,03	0,70	0,04	4,54	0,22
2	massetto di allettamento	0,10	1,00	0,10		
3	isolante	0,10	0,04	2,50		
4	barriera al vapore	-	-	-		
5	solaio in calcestruzzo	0,45	0,70	0,64		
6	isolante	0,05	0,04	1,25		

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (INVERNO)

AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Q _t [W]
GALLERIA	copertura	470	25	0,04	3,79	0,26	27	3345,76
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	192,15	25	0,04	4,54	0,22	27	1142,02
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	192,15	25	0,04	4,54	0,22	27	1142,02
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	25	0,04	4,54	0,22	27	294,20
			-	4,36				
			7	0,14				
parete est	49,5	25	0,04	4,54	0,22	27	294,20	
		-	4,36					
		7	0,14					
	pavimentazione	470	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00

Qt TOTALE [KW] 6,22

ATRIO	copertura	470	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
			7	0,14				
	parete nord	213,5	25	0,04	4,54	0,22	27	1268,92
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	213,5	25	0,04	0,68	1,46	27	8441,74
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete ovest	31,5	25	0,04	4,54	0,22	27	187,22
			-	4,36				
			7	0,14				
parete ovest vetrata	18	25	0,04	0,68	1,46	27	711,72	
		-	0,50					
		7	0,14					
parete est	31,5	25	0,04	4,54	0,22	27	187,22	
		-	4,36					
		7	0,14					
parete est vetrata	18	25	0,04	0,68	1,46	27	711,72	
		-	0,50					
		7	0,14					
	pavimentazione	470	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00

Qt TOTALE [KW] 11,51

SEMINARI 1	copertura	118,8	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
	parete nord	48,6	-	4,36	4,54	0,22	27	288,85
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	48,6	-	4,36	4,54	0,22	27	288,85
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete est	49,5	-	4,36	4,54	0,22	27	294,20
		7	0,14					
pavimentazione	118,8	-	4,54	4,72	0,21	27	679,17	
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 1,55

SEMINARI 2	copertura	80	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			7	0,14				
	parete nord	45	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	45	-	4,36	4,54	0,22	27	267,45
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete ovest	36	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete est	36	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
		7	0,14					
pavimentazione	80	-	4,54	4,72	0,21	27	457,35	
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 0,72

DIDATTICA	copertura	118,8	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
	parete nord	48,6	-	4,36	4,54	0,22	27	288,85
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	48,6	-	4,36	4,54	0,22	27	288,85
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,54	0,22	27	294,20
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete est	49,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
		7	0,14					
pavimentazione	118,8	-	4,54	4,72	0,21	27	679,17	
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 1,55

DISTRIBUZIONE	copertura	122,4	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
	parete nord	21,1	-	4,36	4,54	0,22	27	125,41
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	21,1	-	4,36	4,54	0,22	27	125,41
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,54	0,22	27	294,20
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete est	36	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
		7	0,14					
pavimentazione	122,4	-	4,54	4,72	0,21	27	699,75	
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 1,24

BAGNO	copertura	30	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			7	0,14				
	parete nord	27	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	27	-	4,36	4,54	0,22	27	160,47
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete ovest	22,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete est	22,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
		7	0,14					
pavimentazione	30	-	4,54	4,72	0,21	27	171,51	
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 0,33

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (ESTATE)

AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
GALLERIA	copertura	470	25	0,04	3,79	0,26	13	1610,92
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	192,15	25	0,04	4,54	0,22	13	549,86
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	192,15	25	0,04	4,54	0,22	13	549,86
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	25	0,04	4,54	0,22	13	141,65
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	49,5	25	0,04	4,54	0,22	13	141,65
			-	4,36				
			7	0,14				
pavimentazione	470	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

Qt TOTALE [KW] 2,99

ATRIO	copertura	470	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
			7	0,14				
	parete nord	213,5	-	4,36	4,54	0,22	13	610,96
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	213,5	-	0,50	0,68	1,46	13	4064,54
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete ovest	31,5	-	4,36	4,54	0,22	13	90,14
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete ovest vetrata	18	-	0,50	0,68	1,46	13	342,68
			7	0,14				
			25	0,04				
parete est	31,5	-	4,36	4,54	0,22	13	90,14	
		7	0,14					
		25	0,04					
parete est vetrata	18	-	0,50	0,68	1,46	13	342,68	
		7	0,14					
		25	0,04					
pavimentazione	470	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

Qt TOTALE [KW] 5,54

SEMINARI 1	copertura	118,8	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
			7	0,14				
	parete nord	48,6	-	4,36	4,54	0,22	13	139,08
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	48,6	-	4,36	4,54	0,22	13	139,08
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete est	49,5	-	4,36	4,54	0,22	13	141,65
			7	0,14				
			25	0,04				
pavimentazione	118,8	-	4,54	4,72	0,21	13	327,01	
		7	0,14					
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 0,75

SEMINARI 2	copertura	80	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete nord	45	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	45	-	4,36	4,54	0,22	13	128,77
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete ovest	36	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete est	36	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
pavimentazione	80	-	4,54	4,72	0,21	13	220,21	
		7	0,14					
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 0,35

DIDATTICA	copertura	118,8	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
	parete nord	48,6	25	0,04	4,54	0,22	13	139,08
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	48,6	25	0,04	4,54	0,22	13	139,08
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	25	0,04	4,54	0,22	13	141,65
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	49,5	7	0,14	4,65	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	pavimentazione	118,8	7	0,14	4,72	0,21	13	327,01
-			4,54					
25			0,04					

Qt TOTALE [KW] 0,75

DISTRIBUZIONE	copertura	122,4	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
	parete nord	21,1	25	0,04	4,54	0,22	13	60,38
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	21,1	25	0,04	4,54	0,22	13	60,38
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	25	0,04	4,54	0,22	13	141,65
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	36	7	0,14	4,65	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	pavimentazione	122,4	7	0,14	4,72	0,21	13	336,91
-			4,54					
25			0,04					

Qt TOTALE [KW] 0,60

BAGNO	copertura	30	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
	parete nord	27	7	0,14	4,65	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	27	25	0,04	4,54	0,22	13	77,26
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	22,5	7	0,14	4,65	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	22,5	7	0,14	4,65	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	pavimentazione	30	7	0,14	4,72	0,21	13	82,58
-			4,54					
25			0,04					

Qt TOTALE [KW] 0,16

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (INVERNO)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/persona h]	INDICE AFFOLLAMENTO, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
GALLERIA	470	2115	21,60	0,30	3045,60	27	0,34	27958,61
Qv TOTALE [KW]								27,96
ATRIO	470	2350	21,60	0,20	2030,40	27	0,34	18639,07
Qv TOTALE [KW]								18,64
SEMINARI 1	118,8	534,6	36,00	0,60	2566,08	27	0,34	23556,61
Qv TOTALE [KW]								23,56
SEMINARI 2	80	360	36,00	0,60	1728,00	27	0,34	15863,04
Qv TOTALE [KW]								15,86
DIDATTICA	118,8	534,6	25,20	0,30	898,13	27	0,34	8244,82
Qv TOTALE [KW]								8,24
DISTRIBUZIONE	122,4	550,8	19,80	0,20	484,70	27	0,34	4449,58
Qv TOTALE [KW]								4,45
BAGNO	30	135	9,00	0,20	54,00	27	0,34	495,72
Qv TOTALE [KW]								0,50

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (ESTATE)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/persona h]	INDICE AFFOLLAMENTO, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
GALLERIA	470	2115	21,60	0,30	3045,60	13	0,34	13461,55
Qv TOTALE [KW]								13,46
ATRIO	470	2350	21,60	0,20	2030,40	13	0,34	8974,37
Qv TOTALE [KW]								8,97
SEMINARI 1	118,8	534,6	36,00	0,60	2566,08	13	0,34	11342,07
Qv TOTALE [KW]								11,34
SEMINARI 2	80	360	36,00	0,60	1728,00	13	0,34	7637,76
Qv TOTALE [KW]								7,64
DIDATTICA	118,8	534,6	25,20	0,30	898,13	13	0,34	3969,73
Qv TOTALE [KW]								3,97
DISTRIBUZIONE	122,4	550,8	19,80	0,20	484,70	13	0,34	2142,39
Qv TOTALE [KW]								2,14
BAGNO	30	135	9,00	0,20	54,00	13	0,34	238,68
Qv TOTALE [KW]								0,24

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (INVERNO)

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Qt [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Qtot [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
22,80	22798,40	0,34	40	22	18	3725,23

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (ESTATE)

SEZIONE	AREA, A[mq]	FATTORE ACCUMULO	FATTORE OSCURAMENTO	IRRADIAZIONE MEDIA, [W/mq]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Qirr [W]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO TOTALE, Qirr [KW]
parete sud	213,5	0,75	0,48	447	34356,42	42,31
parete ovest vetrata	18	0,49	0,48	551	2332,71	
parete est vetrata	18	1,18	0,48	551	5617,56	

AMBIENTE	AREA, A[mq]	INDICE AFFOLLAMENTO	APPORTO PER ATTIVITA', [W]	DISPERSIONE ENDOGENA, Qend [W]	DISPERSIONE ENDOGENA TOTALE, Qend [KW]
GALLERIA	470	0,30	130,00	18330	51,52
ATRIO	470	0,20	130,00	12220	
SEMINARI 1	118,8	0,60	105,00	7484,4	
SEMINARI 2	80	0,60	105,00	5040	
DIDATTICA	118,8	0,30	130,00	4633,2	
DISTRIBUZIONE	122,4	0,20	130,00	3182,4	
BAGNO	30	0,20	105,00	630	

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Qt [KW]	DISPERSIONI PER VENTILAZIONE, Qv [KW]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Qirr [KW]	DISPERSIONE ENDOGENA, Qend [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Qtot [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
0,00	47,77	42,31	51,52	141593,24	0,34	14	22	8	52056,34

GALLERIA	2,99	13,46		18,33	34785,50	0,34	14	22	8	12788,79
ATRIO	5,54	8,97	42,31	12,22	69042,19	0,34	14	22	8	25383,16
SEMINARI 1	0,75	11,34		7,48	19573,28	0,34	14	22	8	7196,06
SEMINARI 2	0,35	7,64		5,04	13026,74	0,34	14	22	8	4789,24
DIDATTICA	0,75	3,97		4,63	9349,73	0,34	14	22	8	3437,40
DISTRIBUZIONE	0,60	2,14		3,18	5924,12	0,34	14	22	8	2177,98
BAGNO	0,16	0,24		0,63	1028,52	0,34	14	22	8	378,13

DIMENSIONAMENTO DISTRIBUZIONE CONDOTTI ARIA

TRATTO	PORTATA [mc/s]	VELOCITA' ARIA MANDATA [m/s]	AREA SEZIONE MANDATA [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	VELOCITA' ARIA RITORNO [m/s]	ARIA SEZIONE RITORNO [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	AREA DIFFUSORE MANDATA [mq]	AREA DIFFUSORE RIPRESA [mq]
uscita	15,60	5,00	3,12	1,77	4,00	3,90	1,97	-	-
RAMO 1B	7,76	5,00	1,55	1,25	4,00	1,94	1,39	-	-
ATTRIO	7,05	3,00	2,35	1,53	4,00	1,76	1,33	23,50	17,63
RAMO 2B	0,71	5,00	0,14	0,38	4,00	0,18	0,42	-	-
DISTRIBUZIONE	0,60	3,00	0,20	0,45	4,00	0,15	0,39	2,02	1,51
WC	0,11	3,00	0,04	0,19	4,00	0,03	0,16	0,35	0,26
RAMO 1D	4,28	5,00	0,86	0,93	4,00	1,07	1,03	-	-
DIDATTICA	0,95	5,00	0,19	0,44	4,00	0,24	0,49	1,91	2,39
RAMO 2D	3,33	3,00	1,11	1,05	4,00	0,83	0,91	-	-
SEMINARIO 2	1,33	3,00	0,44	0,67	4,00	0,33	0,58	4,43	3,33
SEMINARIO 1	2,00	3,00	0,67	0,82	4,00	0,50	0,71	6,66	5,00
RAMO 1C (GALLERIA)	3,55	3,00	1,18	1,09	4,00	0,89	0,94	11,84	8,88

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (INVERNO)

AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
POLIVALENTE	copertura	760	25	0,04	3,79	0,26	27	5410,17
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	380	25	0,04	4,54	0,22	27	2258,49
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete nord vetrata	114	25	0,04	0,68	1,46	27	4507,53
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete nord terra	171	25	0,04	4,54	0,22	27	1016,32
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	380	25	0,04	4,54	0,22	27	2258,49
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud vetrata	114	25	0,04	0,68	1,46	27	4507,53
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete sud terra	171	25	0,04	4,54	0,22	27	1016,32
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	143	25	0,04	4,54	0,22	27	849,91
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest terra	90	25	0,04	4,54	0,22	27	534,91
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	143	25	0,04	4,54	0,22	27	849,91
-			4,36					
7			0,14					
parete est terra	90	25	0,04	4,54	0,22	27	534,91	
		-	4,36					
		7	0,14					
pavimentazione	760	25	0,04	3,79	0,26	27	5410,17	
		-	3,61					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 29,15

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (ESTATE)

AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
POLIVALENTE	copertura	760	25	0,04	3,79	0,26	13	2604,90
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	380	25	0,04	4,54	0,22	13	1087,42
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete nord vetrata	114	25	0,04	0,68	1,46	13	2170,29
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete nord terra	171	25	0,04	4,54	0,22	13	489,34
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	380	25	0,04	4,54	0,22	13	1087,42
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud vetrata	114	25	0,04	0,68	1,46	13	2170,29
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete sud terra	171	25	0,04	4,54	0,22	13	489,34
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	143	25	0,04	4,54	0,22	13	409,21
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest terra	90	25	0,04	4,54	0,22	13	257,55
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	143	25	0,04	4,54	0,22	13	409,21
-			4,36					
7			0,14					
parete est terra	90	25	0,04	4,54	0,22	13	257,55	
		-	4,36					
		7	0,14					
pavimentazione	760	25	0,04	3,79	0,26	13	2604,90	
		-	3,61					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 14,04

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (INVERNO)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/persone h]	INDICE AFFOLLAMENTO, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
LOFT	760	8854	21,60	0,30	4924,80	27	0,34	45209,66

Qv TOTALE [KW] 45,21

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (ESTATE)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/persone h]	INDICE AFFOLLAMENTO, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
LOFT	760	8854	21,60	0,30	4924,80	13	0,34	21767,62

Qv TOTALE [KW] 21,77

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (INVERNO)

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Qt [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Qtot [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
29,15	29154,65	0,34	40	22	18	4763,83

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (ESTATE)

SEZIONE	AREA, A[mq]	FATTORE ACCUMULO	FATTORE OSCURAMENTO	IRRADIAZIONE MEDIA, [W/mq]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Q _{irr} [W]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO TOTALE, Q _{irr} [KW]
parete sud	49,5	0,75	0,48	447	7965,54	11,98
parete nord	44	0,97	0,48	196	4015,33	

AMBIENTE	AREA, A[mq]	INDICE AFFOLLAMENTO	APPORTO PER ATTIVITA', [W]	DISPERSIONE ENDOGENA, Q _{end} [W]	DISPERSIONE ENDOGENA TOTALE, Q _{end} [KW]
LOFT	760	0,30	130,00	29640	29,64

	DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Qt [KW]	DISPERSIONI PER VENTILAZIONE, Qv [KW]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Q _{irr} [KW]	DISPERSIONE ENDOGENA, Q _{end} [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Qtot [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
LOFT	14,04	21,77	11,98	29,64	77425,91	0,34	14	22	8	28465,41

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (INVERNO)

AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
POLIVALENTE	copertura	418	25	0,04	3,79	0,26	27	2975,59
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	171	25	0,04	4,54	0,22	27	1016,32
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	171	25	0,04	4,54	0,22	27	1016,32
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	25	0,04	0,68	1,46	27	1957,22
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	49,5	25	0,04	4,54	0,22	27	294,20
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	418	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

Qt TOTALE [KW] 7,26

DIMENSIONAMENTO DISTRIBUZIONE CONDOTTI ARIA

TRATTO	PORTATA [mc/s]	VELOCITA' ARIA MANDATA [m/s]	AREA SEZIONE MANDATA [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	VELOCITA' ARIA RITORNO [m/s]	ARIA SEZIONE RITORNO [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	AREA DIFFUSORE MANDATA [mq]	AREA DIFFUSORE RIPRESA [mq]
uscita	7,91	5	1,58	1,26	4	1,98	1,41	-	-
RAMO 1A	7,91	5	1,58	1,26	4	1,98	1,41	-	-
LOFT	7,91	1,25	6,33	2,52	4	1,98	1,41	63,26	19,77

Qt TOTALE [KW] 3,81

ATRIO	copertura	418	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete nord	152	7	0,14	4,54	0,22	27	903,40
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete sud	152	7	0,14	4,54	0,22	27	903,40
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete ovest	44	25	0,04	0,68	1,46	27	1739,75
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	44	25	0,04	4,54	0,22	27	261,51
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	418	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

POSITO VISITABILE	copertura	236,5	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
	parete nord	96,75	-	4,36	4,54	0,22	27	575,02
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	96,75	-	4,36	4,54	0,22	27	575,02
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete est	49,5	-	4,36	4,54	0,22	27	294,20
			7	0,14				
			7	0,14				
pavimentazione	236,5	-	4,54	4,72	0,21	27	1352,04	
		7	0,14					
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 2,80

DISTRIBUZIONE	copertura	181,5	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			7	0,14				
	parete nord	74,25	-	4,36	4,65	0,22	27	431,53
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	74,25	-	4,36	4,54	0,22	27	441,30
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,65	0,22	27	287,68
			7	0,14				
			7	0,14				
	parete est	49,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			7	0,14				
pavimentazione	181,5	-	4,54	4,72	0,21	27	1037,61	
		7	0,14					
		25	0,04					

Qt TOTALE [KW] 2,20

CORRIDOIO 1	copertura	36,86	25	0,04	3,79	0,26	27	262,39
			-	3,61				
	parete nord	17,1	7	0,14	4,54	0,22	27	101,63
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete sud	17,1	7	0,14	4,54	0,22	27	101,63
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete ovest	43,65	7	0,14	4,54	0,22	27	259,43
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete est	43,65	7	0,14	4,65	0,22	27	253,69
			7	0,14				
			-	4,36				
pavimentazione	36,86	7	0,14	4,72	0,21	27	210,72	
		7	0,14					
		-	4,54					
			25	0,04				

Qt TOTALE [KW] 1,19

CORRIDOIO 2	copertura	21,66	25	0,04	3,79	0,26	27	154,19
			-	3,61				
	parete nord	17,1	7	0,14	4,54	0,22	27	101,63
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete sud	17,1	7	0,14	4,54	0,22	27	101,63
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete ovest	25,65	7	0,14	4,54	0,22	27	152,45
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete est	25,65	7	0,14	4,65	0,22	27	149,07
			7	0,14				
			-	4,36				
pavimentazione	21,66	7	0,14	4,72	0,21	27	123,83	
		7	0,14					
		-	4,54					
			25	0,04				

Qt TOTALE [KW] 0,78

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (ESTATE)

AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
POLIVALENTE	copertura	418	25	0,04	3,79	0,26	13	1432,69
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	171	25	0,04	4,54	0,22	13	489,34
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	171	25	0,04	4,54	0,22	13	489,34
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	49,5	25	0,04	0,68	1,46	13	942,36
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	49,5	25	0,04	4,54	0,22	13	141,65
			-	4,36				
			7	0,14				
	pavimentazione	418	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00

Qt TOTALE [KW] 3,50

ATRIO	copertura	418	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
			7	0,14				
	parete nord	152	-	4,36	4,54	0,22	13	434,97
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	152	-	4,36	4,54	0,22	13	434,97
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete ovest	44	-	0,50	0,68	1,46	13	837,66
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete est	44	-	4,36	4,54	0,22	13	125,91
			7	0,14				
			25	0,04				
	pavimentazione	418	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00

Qt TOTALE [KW] 1,83

DEPOSITO VISITABILE	copertura	236,5	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			25	0,04				
			7	0,14				
	parete nord	96,75	-	4,36	4,54	0,22	13	276,86
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete sud	96,75	-	4,36	4,54	0,22	13	276,86
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete est	49,5	-	4,36	4,54	0,22	13	141,65
			7	0,14				
			25	0,04				
	pavimentazione	236,5	-	4,54	4,72	0,21	13	650,98
			7	0,14				
			25	0,04				

Qt TOTALE [KW] 1,35

DISTRIBUZIONE	copertura	181,5	-	3,61	3,61	0,28	0	0,00
			7	0,14				
			-	4,36				
	parete nord	74,25	7	0,14	4,65	0,22	13	207,77
			25	0,04				
			-	4,36				
	parete sud	74,25	-	4,36	4,54	0,22	13	212,48
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete ovest	49,5	-	4,36	4,65	0,22	13	138,51
			7	0,14				
			25	0,04				
	parete est	49,5	-	4,36	4,65	0,22	0	0,00
			7	0,14				
			25	0,04				
	pavimentazione	181,5	-	4,54	4,72	0,21	13	499,59
			7	0,14				
			25	0,04				

Qt TOTALE [KW] 1,06

CORRIDOIO 1	copertura	36,86	25	0,04	3,79	0,26	13	126,34
			-	3,61				
			7	0,14				
parete nord	17,1	17,1	25	0,04	4,54	0,22	13	48,93
			-	4,36				
			7	0,14				
parete sud	17,1	17,1	25	0,04	4,54	0,22	13	48,93
			-	4,36				
			7	0,14				
parete ovest	43,65	43,65	25	0,04	4,54	0,22	13	124,91
			-	4,36				
			7	0,14				
parete est	43,65	43,65	7	0,14	4,65	0,22	13	122,14
			-	4,36				
			7	0,14				
pavimentazione	36,86	36,86	7	0,14	4,72	0,21	13	101,46
			-	4,54				
			25	0,04				

Qt TOTALE [KW] 0,57

CORRIDOIO 2	copertura	21,66	25	0,04	3,79	0,26	13	74,24
			-	3,61				
			7	0,14				
parete nord	17,1	17,1	25	0,04	4,54	0,22	13	48,93
			-	4,36				
			7	0,14				
parete sud	17,1	17,1	25	0,04	4,54	0,22	13	48,93
			-	4,36				
			7	0,14				
parete ovest	25,65	25,65	25	0,04	4,54	0,22	13	73,40
			-	4,36				
			7	0,14				
parete est	25,65	25,65	7	0,14	4,65	0,22	13	71,78
			-	4,36				
			7	0,14				
pavimentazione	21,66	21,66	7	0,14	4,72	0,21	13	59,62
			-	4,54				
			25	0,04				

Qt TOTALE [KW] 0,38

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (INVERNO)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/persona h]	INDICE AFFOLLAMENTO, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
POLIVALENTE	418	1881	36,00	0,60	9028,80	27	0,34	82884,38

Qv TOTALE [KW] 82,88

ATRIO BAR	418	2090	21,60	0,80	7223,04	27	0,34	66307,51
-----------	-----	------	-------	------	---------	----	------	----------

Qv TOTALE [KW] 66,31

DEPOSITO VISITABILE	236,5	1064,25	21,60	0,30	1532,52	27	0,34	14068,53
---------------------	-------	---------	-------	------	---------	----	------	----------

Qv TOTALE [KW] 14,07

DISTRIBUZIONE	181,5	816,75	21,60	0,30	1176,12	27	0,34	10796,78
---------------	-------	--------	-------	------	---------	----	------	----------

Qv TOTALE [KW] 10,80

CORRIDOIO 1	36,86	165,87	19,80	0,20	145,97	27	0,34	1339,96
-------------	-------	--------	-------	------	--------	----	------	---------

Qv TOTALE [KW] 1,34

CORRIDOIO 2	21,66	97,47	19,80	0,20	85,77	27	0,34	787,40
-------------	-------	-------	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,79

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (ESTATE)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/persone h]	INDICE AFFOLLAMENTO, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Q _t [W]
POLIVALENTE	418	1881	36,00	0,60	9028,80	13	0,34	39907,30

Qv TOTALE [KW] 39,91

ATRIO BAR	418	2090	21,60	0,80	7223,04	13	0,34	31925,84
-----------	-----	------	-------	------	---------	----	------	----------

Qv TOTALE [KW] 31,93

DEPOSITO VISITABILE	236,5	1064,25	21,60	0,30	1532,52	13	0,34	6773,74
---------------------	-------	---------	-------	------	---------	----	------	---------

Qv TOTALE [KW] 6,77

DISTRIBUZIONE	181,5	816,75	21,60	0,30	1176,12	13	0,34	5198,45
---------------	-------	--------	-------	------	---------	----	------	---------

Qv TOTALE [KW] 5,20

CORRIDOIO 1	36,86	165,87	19,80	0,20	145,97	13	0,34	645,17
-------------	-------	--------	-------	------	--------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,65

CORRIDOIO 2	21,66	97,47	19,80	0,20	85,77	13	0,34	379,12
-------------	-------	-------	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,38

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (INVERNO)

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Q _t [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Q _{tot} [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
8,68	8683,23	0,34	40	22	18	1418,83

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (ESTATE)

SEZIONE	AREA, A[mq]	FATTORE ACCUMULO	FATTORE OSCURAMENTO	IRRADIAZIONE MEDIA, [W/mq]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Q _{irr} [W]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO TOTALE, Q _{irr} [KW]
parete est +1	49,5	1,18	0,48	551	15448,28	29,18
parete est 0	44	1,18	0,48	551	13731,80	

AMBIENTE	AREA, A[mq]	INDICE AFFOLLAMENTO	APPORTO PER ATTIVITA', [W]	DISPERSIONE ENDOGENA, Q _{end} [W]	DISPERSIONE ENDOGENA TOTALE, Q _{end} [KW]
POLIVALENTE	418	0,60	115,00	28842	99,10527
ATRIO BAR	418	0,80	160,00	53504	
DEPOSITO VISITABILE	236,5	0,30	115,00	8159,25	
DISTRIBUZIONE	181,5	0,30	130,00	7078,5	
CORRIDOIO 1	36,86	0,20	130,00	958,36	
CORRIDOIO 2	21,66	0,20	130,00	563,16	

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Q _t [KW]	DISPERSIONI PER VENTILAZIONE, Q _v [KW]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Q _{irr} [KW]	DISPERSIONE ENDOGENA, Q _{end} [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Q _{tot} [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
8,68	84,83	29,18	99,10527	221798,19	0,34	14	22	8	81543,45

POLIVALENTE	3,50	39,91	15,45	28,84	87692,96	0,34	14	22	8	32240,06
ATRIO BAR	1,83	31,93	13,73	53,50	100995,14	0,34	14	22	8	37130,57
DEPOSITO VISITABILE	1,35	6,77		8,16	16279,35	0,34	14	22	8	5985,05
DISTRIBUZIONE	1,06	5,20		7,08	13335,31	0,34	14	22	8	4902,69
CORRIDOIO 1	0,57	0,65		0,96	2176,25	0,34	14	22	8	800,09
CORRIDOIO 2	0,38	0,38		0,56	1319,18	0,34	14	22	8	484,99

DIMENSIONAMENTO DISTRIBUZIONE CONDOTTI ARIA

TRATTO	PORTATA [mc/s]	VELOCITA' ARIA MANDATA [m/s]	AREA SEZIONE MANDATA [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	VELOCITÀ ARIA RITORNO [m/s]	ARIA SEZIONE RITORNO [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	AREA DIFFUSORE MANDATA	AREA DIFFUSORE RIPRESA
uscita	22,65	5	4,530191813	2,13	4	5,66	2,38	-	-
RAMO 1A	10,31	5	2,06	1,44	4	2,58	1,61	-	-
BAR ATRIO	10,31	3	3,44	1,85	4	2,58	1,61	34,38	25,79
RAMO 1B	9,31	5	1,86	1,36	4	2,33	1,53	-	-
POLIVALENTE	8,96	3	2,99	1,73	4	2,24	1,50	29,85	22,39
RAMO 2B	0,36	5	0,07	0,27	4	0,09	0,30	-	-
CORRIDOIO 1	0,22	3	0,07	0,27	4	0,06	0,24	0,74	0,56
CORRIDOIO 2	0,13	3	0,04	0,21	4	0,03	0,18	0,45	0,34
RAMO 2D	3,02	5	0,60	0,78	4	0,76	0,87	-	-
DISTRIBUZIONE	1,36	3	0,45	0,67	4	0,34	0,58	4,54	3,40
DEPOSITO TEMPORANEO	1,66	3	0,55	0,74	4	0,42	0,64	5,54	4,16

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (INVERNO)

AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Q _t [W]	
LABORATORIO	copertura	141,2	25	0,04	3,79	0,26	27	1005,15	
			-	3,61					
			7	0,14					
	parete nord	24,6	24,6	25	0,04	4,54	0,22	27	146,21
				-	4,36				
				7	0,14				
	parete nord vetrate	11,4	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
				-	0,50				
				7	0,14				
	parete sud	24	24	25	0,04	4,54	0,22	27	142,64
				-	4,36				
				7	0,14				
	parete ovest	39,3	39,3	25	0,04	4,54	0,22	27	233,58
				-	4,36				
				7	0,14				
	parete ovest vetrate	11,4	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
				-	0,50				
				7	0,14				
	parete est	39,3	39,3	25	0,04	4,54	0,22	27	233,58
				-	4,36				
7				0,14					
parete est vetrate	11,4	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75	
			-	0,50					
			7	0,14					
pavimentazione		141,2	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

Qt TOTALE [KW] 3,11

BAGNO 4	copertura	16	25	0,04	3,79	0,26	27	113,90
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	12	25	0,04	4,54	0,22	27	71,32
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	16	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

Qt TOTALE [KW] 0,19

LABORATORIO	copertura	141,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	24,6	25	0,04	4,54	0,22	27	146,21
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete nord vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete sud	24	25	0,04	4,54	0,22	27	142,64
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	39,3	25	0,04	4,54	0,22	27	233,58
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	39,3	25	0,04	4,54	0,22	27	233,58
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
pavimentazione	141,2	7	0,14	4,83	0,21	7	204,82	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 2,31

BAGNO 3	copertura	16	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	12	25	0,04	4,54	0,22	27	71,32
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	16	7	0,14	4,83	0,21	7	23,21	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 0,09

MAGAZZINO	copertura	141,2	7	0,14	3,90	0,26	7	253,71
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	30,6	25	0,04	4,54	0,22	27	181,87
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete nord vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete sud	30	25	0,04	4,54	0,22	27	178,30
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	45,85	25	0,04	4,54	0,22	27	272,50
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	45,85	25	0,04	4,54	0,22	27	272,50
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
pavimentazione	141,2	7	0,14	4,83	0,21	0	0,00	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 2,51

BAGNO 2	copertura	16	7	0,14	3,90	0,26	7	28,75
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	14	25	0,04	4,54	0,22	27	83,21
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	16	7	0,14	4,83	0,21	0	0,00	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 0,11

MAGAZZINO	copertura	141,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	30,6	25	0,04	4,54	0,22	27	181,87
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete nord vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete sud	30	25	0,04	4,54	0,22	27	178,30
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	45,85	25	0,04	4,54	0,22	27	272,50
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	45,85	25	0,04	4,54	0,22	27	272,50
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	27	450,75
			-	0,50				
			7	0,14				
pavimentazione	141,2	7	0,14	4,83	0,21	7	204,82	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 2,46

BAGNO 1	copertura	16	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	14	25	0,04	4,54	0,22	27	83,21
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	16	7	0,14	4,83	0,21	7	23,21	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 0,11

UFFICIO ARRIVO OPERE	copertura	66	7	0,14	3,90	0,26	7	118,59
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	60	25	0,04	4,54	0,22	7	92,45
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	60	25	0,04	4,54	0,22	27	356,60
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	25,3	25	0,04	4,54	0,22	27	150,37
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest vetrate	2,2	25	0,04	0,68	1,46	27	86,99
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	25,3	25	0,04	4,54	0,22	27	150,37
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est vetrate	2,2	25	0,04	0,68	1,46	27	86,99
			-	0,50				
			7	0,14				
	pavimentazione	66	7	0,14	4,83	0,21	7	95,74
			-	4,54				
			7	0,14				

Qt TOTALE [KW] 1,14

CARICO SCARICO	copertura	85,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	60	25	0,04	4,54	0,22	27	356,60
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	60	25	0,04	4,54	0,22	7	92,45
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	35,5	25	0,04	4,54	0,22	27	210,99
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	35,5	25	0,04	4,54	0,22	27	210,99
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	85,2	7	0,14	4,83	0,21	7	123,59	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 0,99

DEPOSITO TEMPORANEO	copertura	157,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	36	25	0,04	4,54	0,22	27	213,96
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	36	25	0,04	4,54	0,22	27	213,96
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	39,3	25	0,04	4,54	0,22	27	233,58
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	39,3	25	0,04	4,54	0,22	27	233,58
			-	4,36				
7			0,14					
pavimentazione	157,2	7	0,14	4,83	0,21	27	879,54	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 1,77

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE (ESTATE)								
AMBIENTE	SEZIONE	AREA, A[mq]	COEFF. LIMINARE, h [W/mq K]	RESISTENZA, R[mqk/W]	RESISTENZA TOT SEZIONE, [mqk/W]	TRASMITTANZA, U[W/mqk]	ΔT [K]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
LABORATORIO	copertura	141,2	25	0,04	3,79	0,26	13	483,96
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	24,6	25	0,04	4,54	0,22	13	70,40
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete nord vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete sud	24	25	0,04	4,54	0,22	13	68,68
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	39,3	25	0,04	4,54	0,22	13	112,46
			-	4,36				
7			0,14					
parete ovest vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03	
		-	0,50					
		7	0,14					
parete est	39,3	25	0,04	4,54	0,22	13	112,46	
		-	4,36					
		7	0,14					
parete est vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03	
		-	0,50					
		7	0,14					
pavimentazione	141,2	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

Qt TOTALE [KW] 1,50

CARICO SCARICO	copertura	85,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	60	25	0,04	4,54	0,22	13	171,70
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	60	25	0,04	4,54	0,22	7	92,45
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	35,5	25	0,04	4,54	0,22	13	101,59
			-	4,36				
			7	0,14				
parete est	35,5	25	0,04	4,54	0,22	13	101,59	
		-	4,36					
		7	0,14					
pavimentazione	85,2	7	0,14	4,83	0,21	7	123,59	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 0,59

DEPOSITO TEMPORANEO	copertura	157,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	36	25	0,04	4,54	0,22	13	103,02
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	36	25	0,04	4,54	0,22	13	103,02
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	39,3	25	0,04	4,54	0,22	13	112,46
			-	4,36				
			7	0,14				
parete est	39,3	25	0,04	4,54	0,22	13	112,46	
		-	4,36					
		7	0,14					
pavimentazione	157,2	7	0,14	4,83	0,21	13	423,48	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 0,85

BAGNO 4	copertura	16	25	0,04	3,79	0,26	13	54,84
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	12	25	0,04	4,54	0,22	13	34,34
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
parete est	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00	
		-	4,36					
		7	0,14					
pavimentazione	16	-	4,54	4,54	0,22	0	0,00	

Qt TOTALE [KW] 0,09

LABORATORIO	copertura	141,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	24,6	25	0,04	4,54	0,22	13	70,40
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete nord vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete sud	24	25	0,04	4,54	0,22	13	68,68
			-	4,36				
			7	0,14				
parete ovest	39,3	25	0,04	4,54	0,22	13	112,46	
		-	4,36					
		7	0,14					
parete ovest vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03	
		-	0,50					
		7	0,14					
parete est	39,3	25	0,04	4,54	0,22	13	112,46	
		-	4,36					
		7	0,14					
parete est vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03	
		-	0,50					
		7	0,14					
pavimentazione	141,2	7	0,14	4,83	0,21	7	204,82	
		-	4,54					
		7	0,14					

Qt TOTALE [KW] 1,22

BAGNO 3	copertura	16	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	12	25	0,04	4,54	0,22	13	34,34
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	12	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	pavimentazione	16	7	0,14	4,83	0,21	7	23,21
			-	4,54				
			7	0,14				

BAGNO 2	copertura	16	7	0,14	3,90	0,26	7	28,75
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	14	25	0,04	4,54	0,22	13	40,06
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	pavimentazione	16	7	0,14	4,83	0,21	0	0,00
			-	4,54				
			7	0,14				

								Qt TOTALE [KW]		0,06
MAGAZZINO	copertura	141,2	7	0,14	3,90	0,26	7	253,71		
			-	3,61						
			7	0,14						
	parete nord	30,6	25	0,04	4,54	0,22	13	87,57		
			-	4,36						
			7	0,14						
	parete nord vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03		
			-	0,50						
			7	0,14						
	parete sud	30	25	0,04	4,54	0,22	13	85,85		
			-	4,36						
			7	0,14						
	parete ovest	45,85	25	0,04	4,54	0,22	13	131,21		
			-	4,36						
			7	0,14						
	parete ovest vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03		
			-	0,50						
			7	0,14						
parete est	45,85	25	0,04	4,54	0,22	13	131,21			
		-	4,36							
		7	0,14							
parete est vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03			
		-	0,50							
		7	0,14							
pavimentazione	141,2	7	0,14	4,83	0,21	0	0,00			
		-	4,54							
		7	0,14							

Qt TOTALE [KW] 1,34

								Qt TOTALE [KW]		0,07
MAGAZZINO	copertura	141,2	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00		
			-	3,61						
			7	0,14						
	parete nord	30,6	25	0,04	4,54	0,22	13	87,57		
			-	4,36						
			7	0,14						
	parete nord vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03		
			-	0,50						
			7	0,14						
	parete sud	30	25	0,04	4,54	0,22	13	85,85		
			-	4,36						
			7	0,14						
	parete ovest	45,85	25	0,04	4,54	0,22	13	131,21		
			-	4,36						
			7	0,14						
	parete ovest vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03		
			-	0,50						
			7	0,14						
parete est	45,85	25	0,04	4,54	0,22	13	131,21			
		-	4,36							
		7	0,14							
parete est vetrate	11,4	25	0,04	0,68	1,46	13	217,03			
		-	0,50							
		7	0,14							
pavimentazione	141,2	7	0,14	4,83	0,21	7	204,82			
		-	4,54							
		7	0,14							

Qt TOTALE [KW] 1,29

BAGNO 1	copertura	16	7	0,14	3,90	0,26	0	0,00
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	14	25	0,04	4,54	0,22	13	40,06
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est	14	25	0,04	4,54	0,22	0	0,00
			-	4,36				
			7	0,14				
	pavimentazione	16	7	0,14	4,83	0,21	7	23,21
			-	4,54				
			7	0,14				

Qt TOTALE [KW] 0,06

UFFICIO ARRIVO OPERE	copertura	66	7	0,14	3,90	0,26	7	118,59
			-	3,61				
			7	0,14				
	parete nord	60	25	0,04	4,54	0,22	7	92,45
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete sud	60	25	0,04	4,54	0,22	13	171,70
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest	25,3	25	0,04	4,54	0,22	13	72,40
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete ovest vetrate	2,2	25	0,04	0,68	1,46	13	41,88
			-	0,50				
			7	0,14				
	parete est	25,3	25	0,04	4,54	0,22	13	72,40
			-	4,36				
			7	0,14				
	parete est vetrate	2,2	25	0,04	0,68	1,46	13	41,88
			-	0,50				
			7	0,14				
	pavimentazione	66	7	0,14	4,83	0,21	7	95,74
			-	4,54				
			7	0,14				

Qt TOTALE [KW] 0,71

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (INVERNO)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/persone h]	INDICE AFFOLLAMENTO, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
LABORATORIO	141,2	423,6	25,20	0,30	1067,47	27	0,34	9799,39

Qv TOTALE [KW] 9,80

BAGNO	16	48	19,80	0,20	63,36	27	0,34	581,64
-------	----	----	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,58

LABORATORIO	141,2	423,6	25,20	0,30	1067,47	27	0,34	9799,39
-------------	-------	-------	-------	------	---------	----	------	---------

Qv TOTALE [KW] 9,80

BAGNO	16	48	19,80	0,20	63,36	27	0,34	581,64
-------	----	----	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,58

MAGAZZINO	141,2	494,2	5,40	0,06	45,75	27	0,34	419,97
-----------	-------	-------	------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,42

BAGNO	16	56	19,80	0,20	63,36	27	0,34	581,64
-------	----	----	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,58

MAGAZZINO	141,2	494,2	5,40	0,02	15,25	27	0,34	139,99
-----------	-------	-------	------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,14

BAGNO	16	56	19,80	0,20	63,36	27	0,34	581,64
-------	----	----	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,58

UFFICIO ARRIVO OPERE	66	330	21,60	0,12	171,07	27	0,34	1570,44
----------------------------	----	-----	-------	------	--------	----	------	---------

Qv TOTALE [KW] 1,57

CARICO SCARICO	85,2	426	5,40	0,02	9,20	27	0,34	84,47
-------------------	------	-----	------	------	------	----	------	-------

Qv TOTALE [KW] 0,08

DEPOSITO TEMPORANEO	157,2	471,6	5,40	0,02	16,98	27	0,34	155,85
------------------------	-------	-------	------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,16

DISPERSIONI PER VENTILAZIONE (ESTATE)

AMBIENTE	AREA, A[mq]	VOLUME, V [mc]	PORTATA ARIA ESTERNA, Q _{op} [mq/pers one h]	INDICE AFFOLLAMENTO O, [persone/mq]	PORTATA 1 (ventilazione), [mc/h]	ΔT [K]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mcK]	POTENZA DI DISPERSIONE, Qt[W]
LABORATORIO	141,2	423,6	25,20	0,30	1067,47	13	0,34	4718,23

Qv TOTALE [KW] 4,72

BAGNO	16	48	19,80	0,20	63,36	13	0,34	280,05
-------	----	----	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,28

LABORATORIO	141,2	423,6	25,20	0,30	1067,47	13	0,34	4718,23
-------------	-------	-------	-------	------	---------	----	------	---------

Qv TOTALE [KW] 4,72

BAGNO	16	48	19,80	0,20	63,36	13	0,34	280,05
-------	----	----	-------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,28

MAGAZZINO	141,2	494,2	5,40	0,06	45,75	13	0,34	202,21
-----------	-------	-------	------	------	-------	----	------	--------

Qv TOTALE [KW] 0,20

BAGNO	16	56	19,80	0,20	63,36	13	0,34	280,05
Qv TOTALE [KW]								0,28

MAGAZZINO	141,2	494,2	5,40	0,02	15,25	13	0,34	67,40
Qv TOTALE [KW]								0,07

BAGNO	16	56	19,80	0,20	63,36	13	0,34	280,05
Qv TOTALE [KW]								0,28

UFFICIO ARRIVO OPERE	66	330	21,60	0,12	171,07	13	0,34	756,14
Qv TOTALE [KW]								0,76

CARICO SCARICO	85,2	426	5,40	0,02	9,20	13	0,34	40,67
Qv TOTALE [KW]								0,04

DEPOSITO TEMPORANEO	157,2	471,6	5,40	0,02	16,98	13	0,34	75,04
Qv TOTALE [KW]								0,08

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (INVERNO)

DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Qt [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Qtot [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
0,00	0,00	0,34	40	22	18	0,00

PORTATA DI CONDIZIONAMENTO (ESTATE)

SEZIONE	AREA, A[mq]	FATTORE ACCUMULO	FATTORE OSCURAMENTO	IRRADIAZIONE MEDIA, [W/mq]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Qirr [W]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO TOTALE, Qirr [KW]
lab nord	11,4	0,97	0,48	186	987,26	12,03
lab est	11,4	0,18	0,48	551	542,71	
lab ovest	11,4	0,49	0,48	551	1477,39	
lab nord	11,4	0,97	0,48	186	987,26	
lab est	11,4	0,18	0,48	551	542,71	
lab ovest	11,4	0,49	0,48	551	1477,39	
magazzino nord	11,4	0,97	0,48	186	987,26	
magazzino est	11,4	0,18	0,48	551	542,71	
magazzino ovest	11,4	0,49	0,48	551	1477,39	
magazzino nord	11,4	0,97	0,48	186	987,26	
magazzino est	11,4	0,18	0,48	551	542,71	
magazzino ovest	11,4	0,49	0,48	551	1477,39	

AMBIENTE	AREA, A[mq]	INDICE AFFOLLAMENTO	APPORTO PER ATTIVITA', [W]	DISPERSIONE ENDOGENA, Qend [W]	DISPERSIONE ENDOGENA TOTALE, Qend [KW]
LABORATORIO	141,2	0,30	130,00	5506,8	10,057
BAGNO	16	0,20	130,00	416	
LABORATORIO	141,2	0,30	130,00	624	
BAGNO	16	0,20	130,00	416	
MAGAZZINI	141,2	0,02	115,00	324,76	
BAGNO	16	0,20	130,00	416	
MAGAZZINI	141,2	0,02	115,00	324,76	
BAGNO	16	0,20	130,00	416	
UFFICIO ARRIVO OPERE	66	0,12	130,00	1029,6	
CARICO SCARICO	85,2	0,02	130,00	221,52	
DEPOSITO TEMPORANEO	157,2	0,02	115,00	361,56	

	DISPERSIONI PER TRASMISSIONE, Qt [KW]	DISPERSIONI PER VENTILAZIONE, Qv [KW]	DISPERSIONE D'IRRAGGIAMENTO, Qirr [KW]	DISPERSIONE ENDOGENA, Qend [KW]	DISPERSIONI TOTALI, Qtot [W]	CALORE SPECIFICO, [Wh/mc K]	TEMPERATURA ARIA DI IMMISSIONE	TEMPERATURA AMBIENTE	ΔT [K]	PORTATA 2 (CONDIZIONAMENTO), [mc/h]
	0,00	0,00	12,03	10,057	22086,43	0,34	14	22	8	8120,01
LABORATORIO	1,50	4,72	3,01	5,51	14731,43	0,34	14	22	8	5415,97
BAGNO	0,09	0,28		0,42	785,23	0,34	14	22	8	288,69
LABORATORIO	1,22	4,72	3,01	0,62	9569,49	0,34	14	22	8	3518,19
BAGNO	0,06	0,28		0,42	753,60	0,34	14	22	8	277,06
MAGAZZINI	1,34	0,20	3,01	0,32	4874,96	0,34	14	22	8	1792,26
BAGNO	0,07	0,28		0,42	764,86	0,34	14	22	8	281,20
MAGAZZINI	1,29	0,07	3,01	0,32	4691,25	0,34	14	22	8	1724,73
BAGNO	0,06	0,28		0,42	759,32	0,34	14	22	8	279,16
UFFICIO ARRIVO OPERE	0,71	0,76		1,03	2492,78	0,34	14	22	8	916,46
CARICO SCARICO	0,59	0,04		0,22	853,11	0,34	14	22	8	313,64
DEPOSITO TEMPORANEO	0,85	0,08		0,36	1291,04	0,34	14	22	8	474,65

DIMENSIONAMENTO DISTRIBUZIONE CONDOTTI ARIA

TRATTO	PORTATA [mc/s]	VELOCITA' ARIA MANDATA [m/s]	AREA SEZIONE MANDATA [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	VELOCITÀ ARIA RITORNO [m/s]	ARIA SEZIONE RITORNO [mq]	LATO SEZIONE QUADRATA [m]	AREA DIFFUSORE MANDATA [mq]	AREA DIFFUSORE RIPRESA [mq]
uscita	4,25	5	0,85	0,92	4	1,06	1,03	-	-
RAMO 1A	0,31	5	0,06	0,25	4	0,08	0,28	-	-
WC 4	0,08	3	0,03	0,16	4	0,02	0,14	0,27	0,20
RAMO 2A	0,23	5	0,05	0,22	4	0,06	0,24	-	-
WC 3	0,08	3	0,03	0,16	4	0,02	0,14	0,26	0,19
RAMO 3A	0,16	5	0,03	0,18	4	0,04	0,20	-	-
WC 2	0,08	3	0,03	0,16	4	0,02	0,14	0,26	0,20
WC 1	0,08	3	0,03	0,16	4	0,02	0,14	0,26	0,19
RAMO 1B	3,93	5	0,79	0,89	4	0,98	0,99	-	-
LABORATORI 2	1,50	3	0,50	0,71	4	0,38	0,61	5,01	3,76
RAMO 2B	2,43	5	0,49	0,70	4	0,61	0,78	-	-
LABORATORI 1	0,98	3	0,33	0,57	4	0,24	0,49	3,26	2,44
RAMO 3B	1,45	5	0,29	0,54	4	0,36	0,60	-	-
MAGAZZINO 2	0,50	3	0,17	0,41	4	0,12	0,35	1,66	1,24
RAMO 4B	0,95	5	0,19	0,44	4	0,24	0,49	-	-
MAGAZZINO 1	0,48	3	0,16	0,40	4	0,12	0,35	1,60	1,20
RAMO 5B	0,47	5	0,09	0,31	4	0,12	0,34	-	-
UFFICIO ARRIVO OPERE	0,25	3	0,08	0,29	4	0,06	0,25	0,85	0,64
RAMO 6B	0,22	5	0,04	0,21	4	0,05	0,23	-	-
CARICO SCARICO	0,09	3	0,03	0,17	4	0,02	0,15	0,29	0,22
DEPOSITO TEMPORANEO	0,13	3	0,04	0,21	4	0,03	0,18	0,44	0,33

7

Tavole



1603 Francesco Maria Richini, Pianta della città di Milano.

In questa mappa è evidente come la cittadella, di forma oblunga, sia tagliata in senso verticale, dall'asse, oggi corso di Porta Ticinese, che collega il centro di Milano con l'infrastruttura sud.



1699 Giovanni Battista Bonacina, La grande città di Milano.

In questa mappa è messo in evidenza il complesso del convento di Sant'Eustorgio rispetto agli edifici intorno. Ancora meglio strategica la posizione della piazza di Sant'Eustorgio rispetto all'ingresso della cittadella.



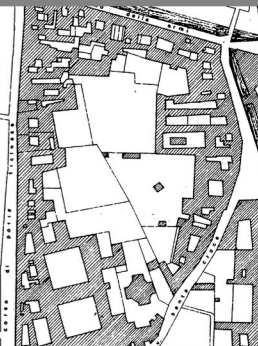
1734 Marc'Antonio dal Re, Città di Milano.

In questa mappa si nota come il tessuto urbano si sia definito. I due chioschi del complesso di Sant'Eustorgio segnano la realizzazione tra la città e lo spazio aperto rinchiuso tra le edificazioni venutesi a creare lungo gli assi principali.



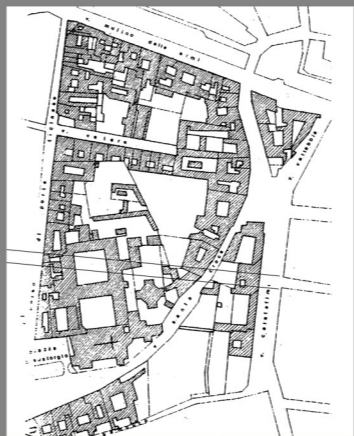
1814 Carta degli Astronomi di Brera, Milano capitale del regno d'Italia.

In questa mappa è evidente come la cittadella, di forma oblunga, sia tagliata, in senso verticale, dall'asse, oggi corso di Porta Ticinese, che collegava il centro di Milano con l'infrastruttura sud.



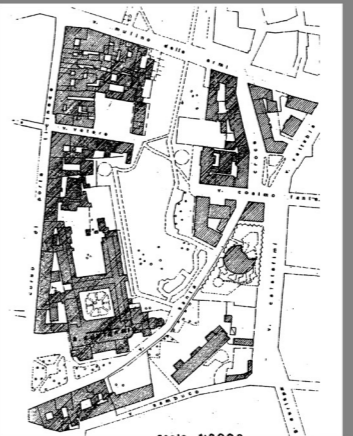
1884 Mappa del comune censuario.

In questa mappa appare come il tessuto urbano sia cambiato, con un notevole aumento di edificazione residenziale.



1934 Carta catastale del comune di Milano.

In questa mappa è rappresentata la demolizione, prevista dal piano regolatore, del secondo chiostro di Sant'Eustorgio, per la creazione di una nuova strada.



1955 Carta catastale del comune di Milano.

In questa mappa è evidente come le demolizioni post-belliche hanno liberato lo spazio per la definizione di un nuovo giardino per la città.



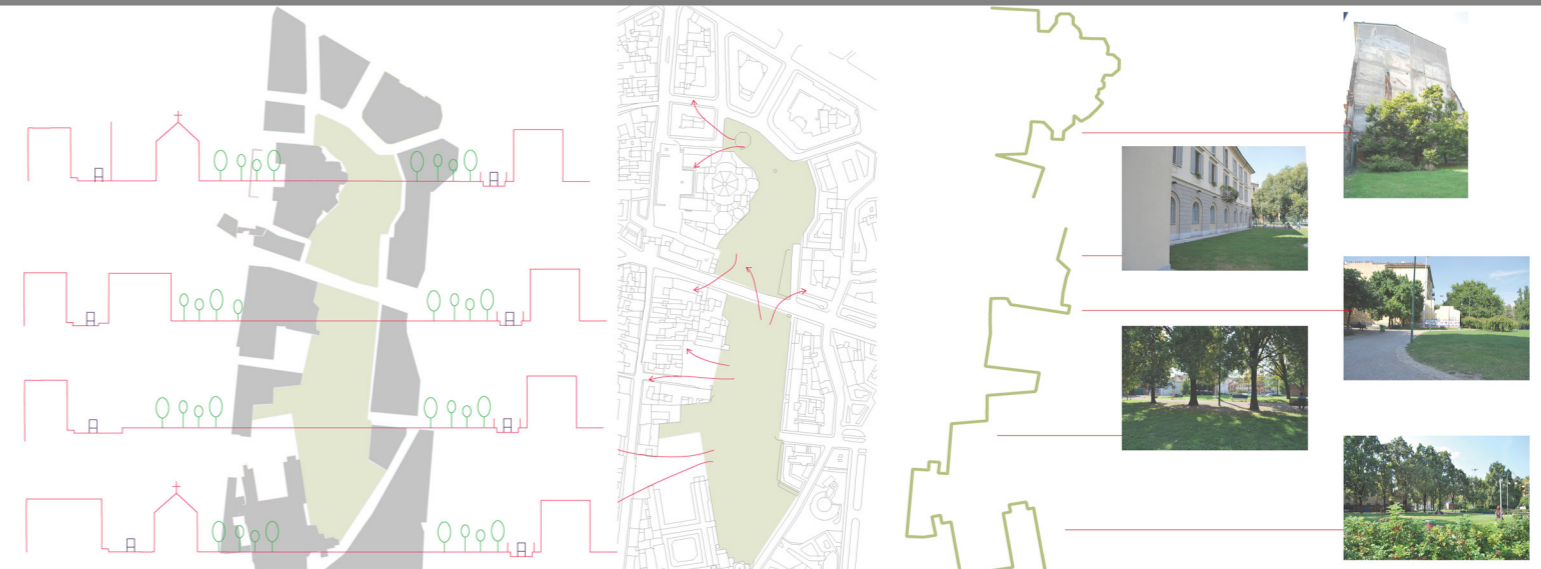
1994 Carta catastale del comune di Milano.

In questa mappa appare una definizione più chiara e netta del parco, generata dalla nuova cornice edilizia nel versante est del parco.



2000

In questa mappa appare la conformazione del nuovo parco, voluta per il Giubileo del 2000. Si definisce con questo disegno, la volontà, di rendere unitario lo spazio tra San Lorenzo e Sant'Eustorgio, con il Parco delle Basiliche.



1 Analisi



Dall'analisi storico morfologica emergono tre tematiche progettuali:

Chiusura del quarto lato del chiostro

Continuità a apertura tra parco e città

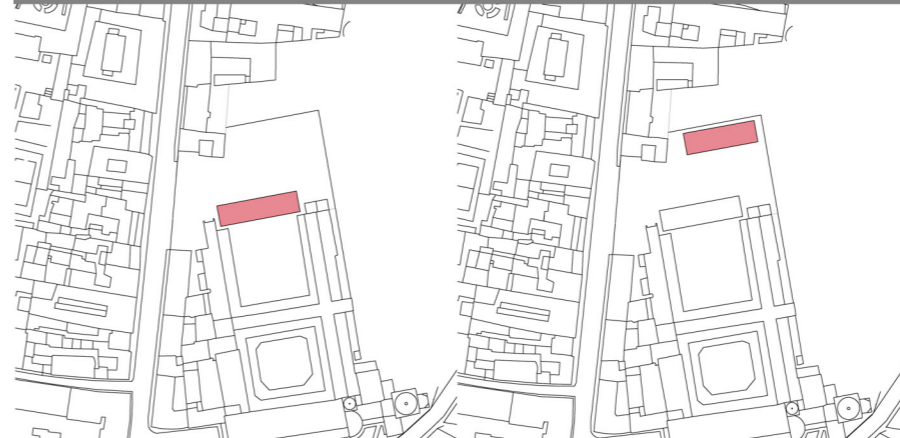
Frammentazione del versante ovest del parco

Primo approccio progettuale:

A) Definire un lessico formale di facile lettura

B) Generare una matrice, che moltiplicandosi, risolve il sistema

C) Un sistema di volumi simili per forma e composizione, che rendono immediata la loro riconoscibilità e appartenenza a un insieme comune

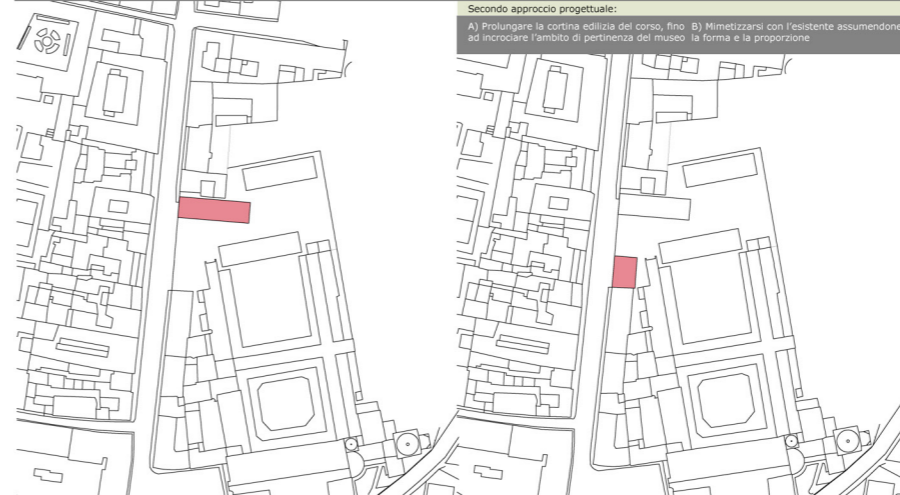


Chiudere il chiostro con un quarto lato, finalizzato a ritrovare la spazialità perduta. Proportzionandosi con l'esistente, pur mantenendo la propria identità formale.

II Contrapposizione di un secondo volume, orientato come il primo, inserendosi nel contesto come un padiglione nel parco. Generando con il primo uno spazio, riconoscibile come di pertinenza del museo.

Secondo approccio progettuale:

A) Prolungare la cortina edilizia del corso, fino B) Mimetizzarsi con l'esistente assumendone ad incrociare l'ambito di pertinenza del museo la forma e la proporzione

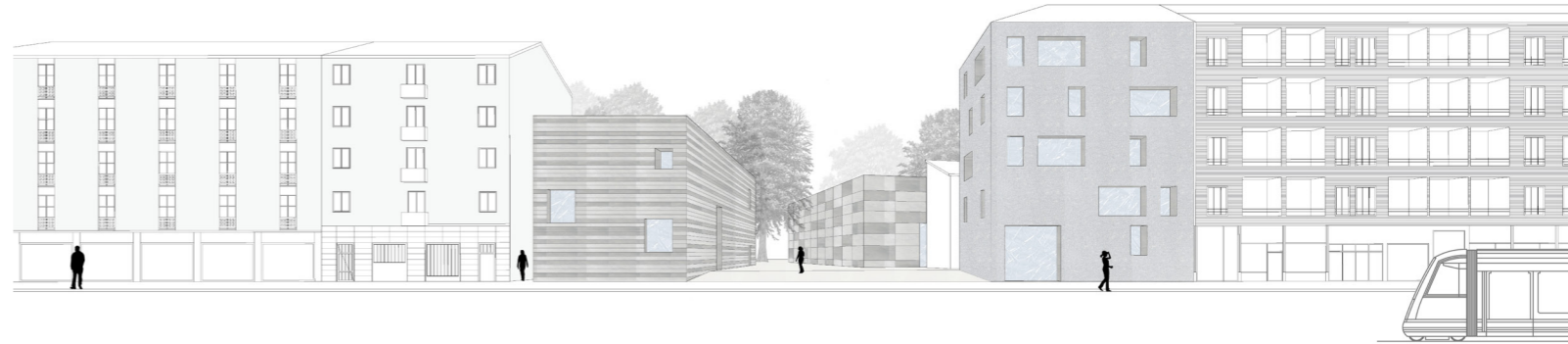


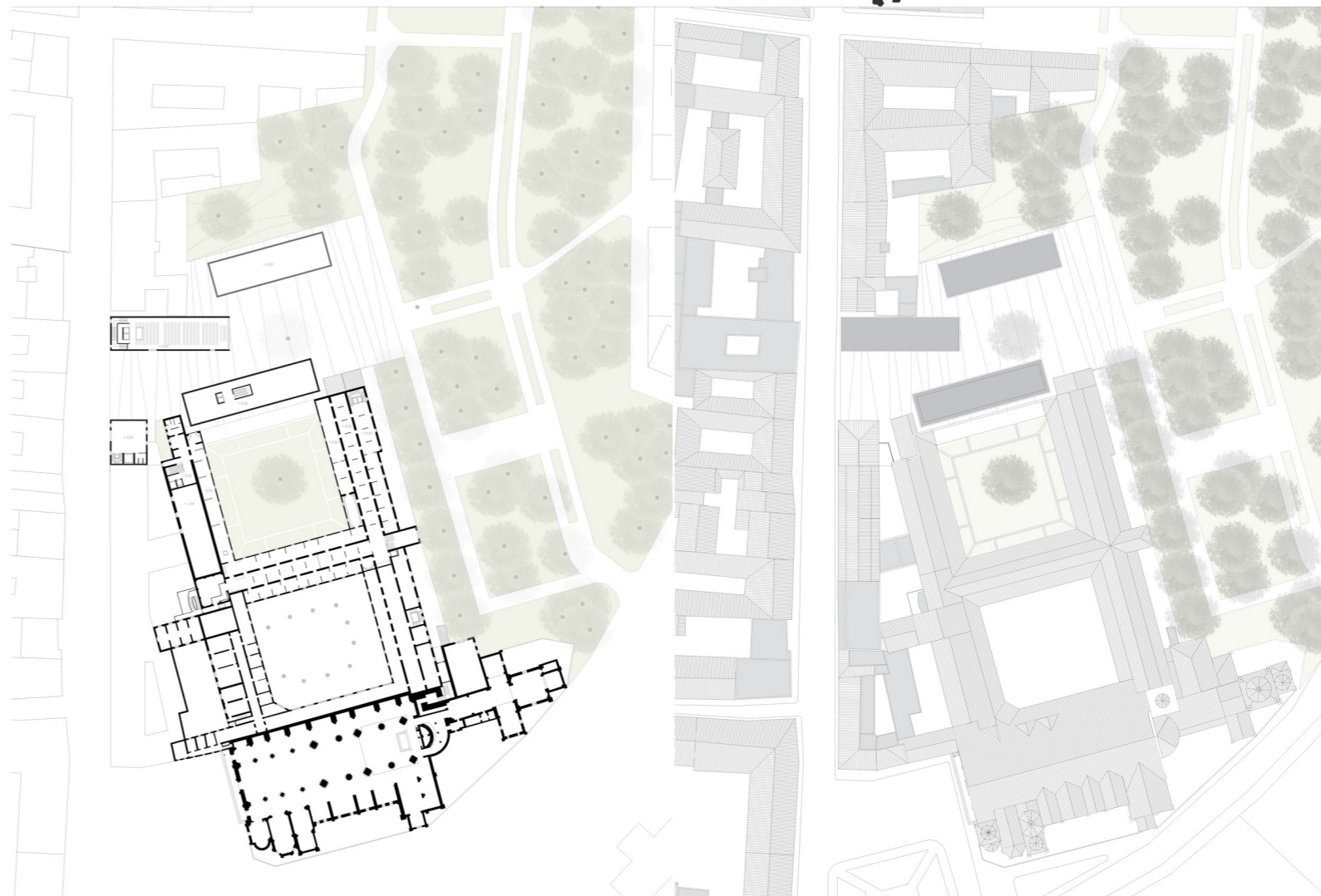
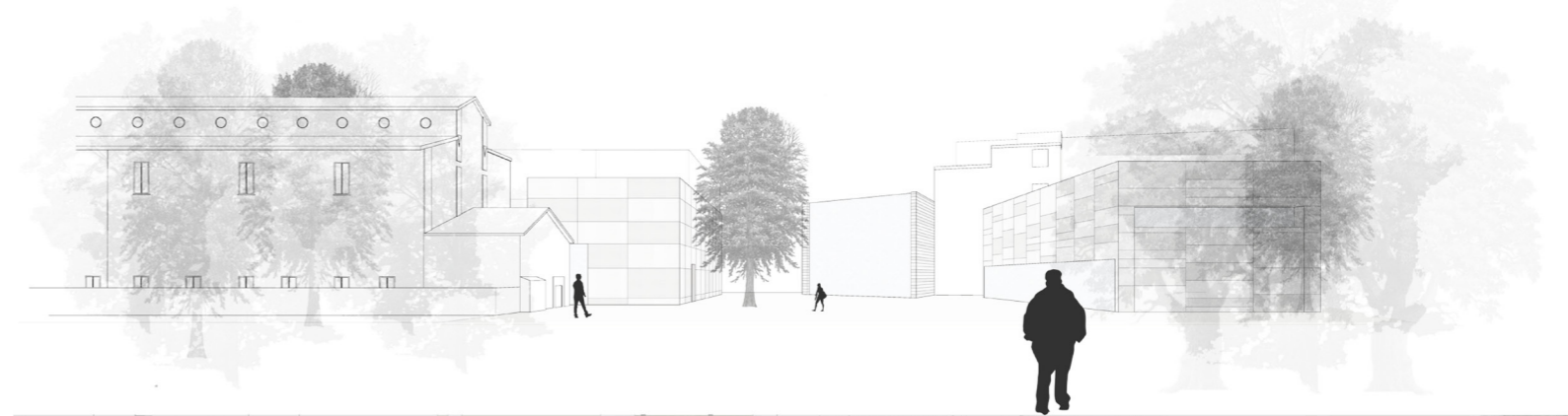
III Un terzo volume per definire un ulteriore ambito tra il corso e lo spazio di pertinenza del museo. Relazionandosi con il corso, diventa l'elemento anticipatore del nuovo sistema.

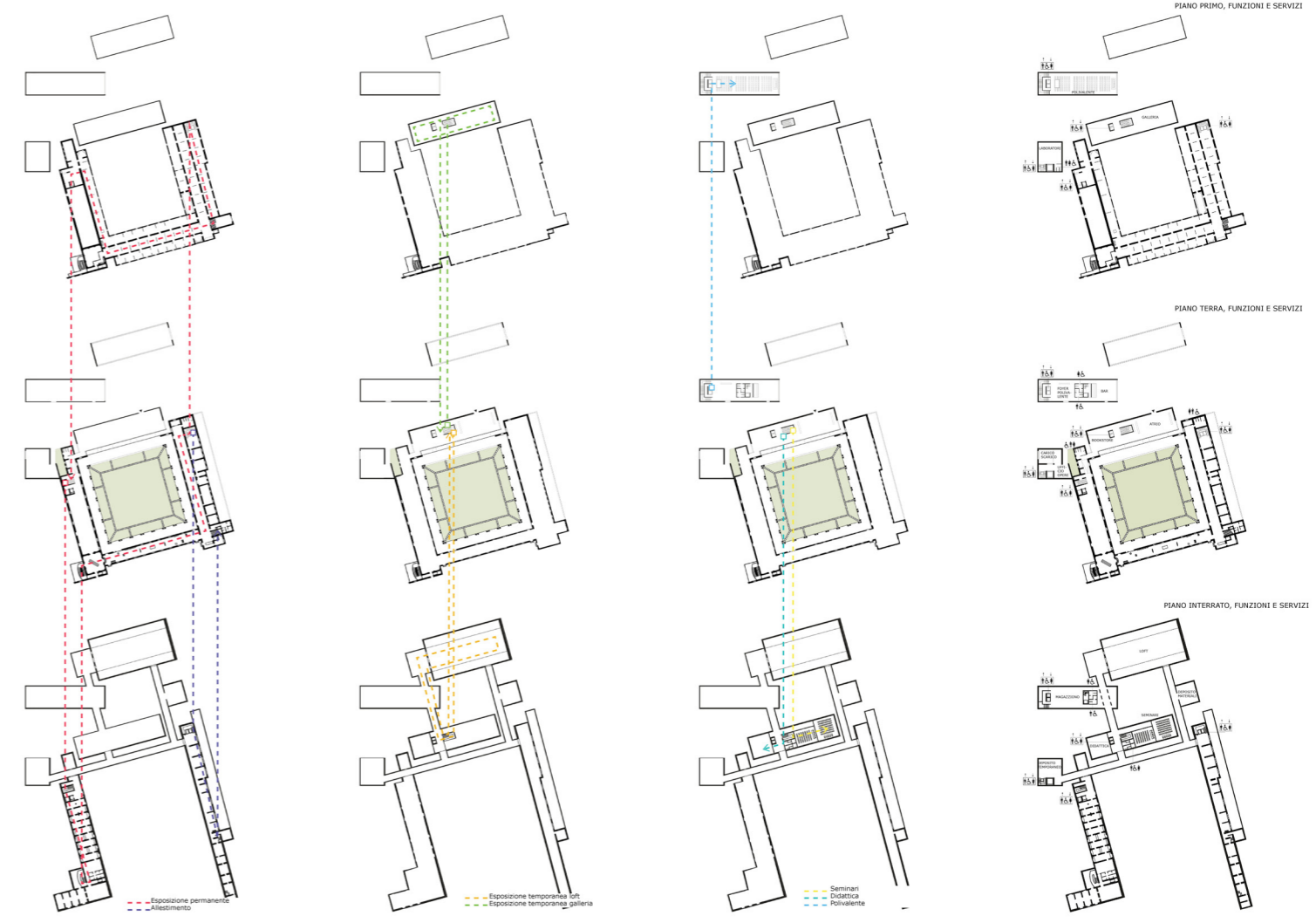
IV Un quarto volume che diventa tutt'uno con il corso, pur mantenendo la sua identità.



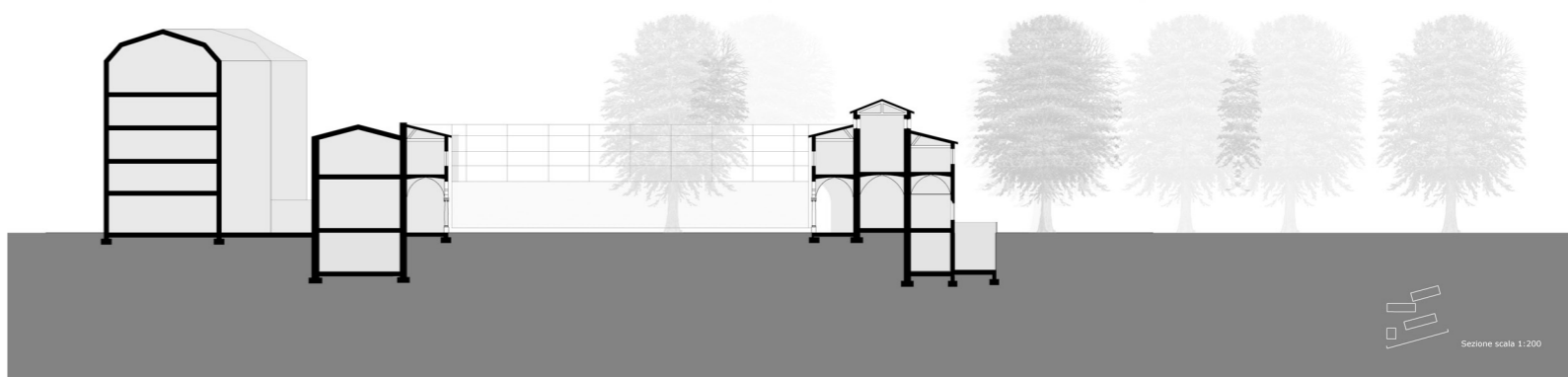
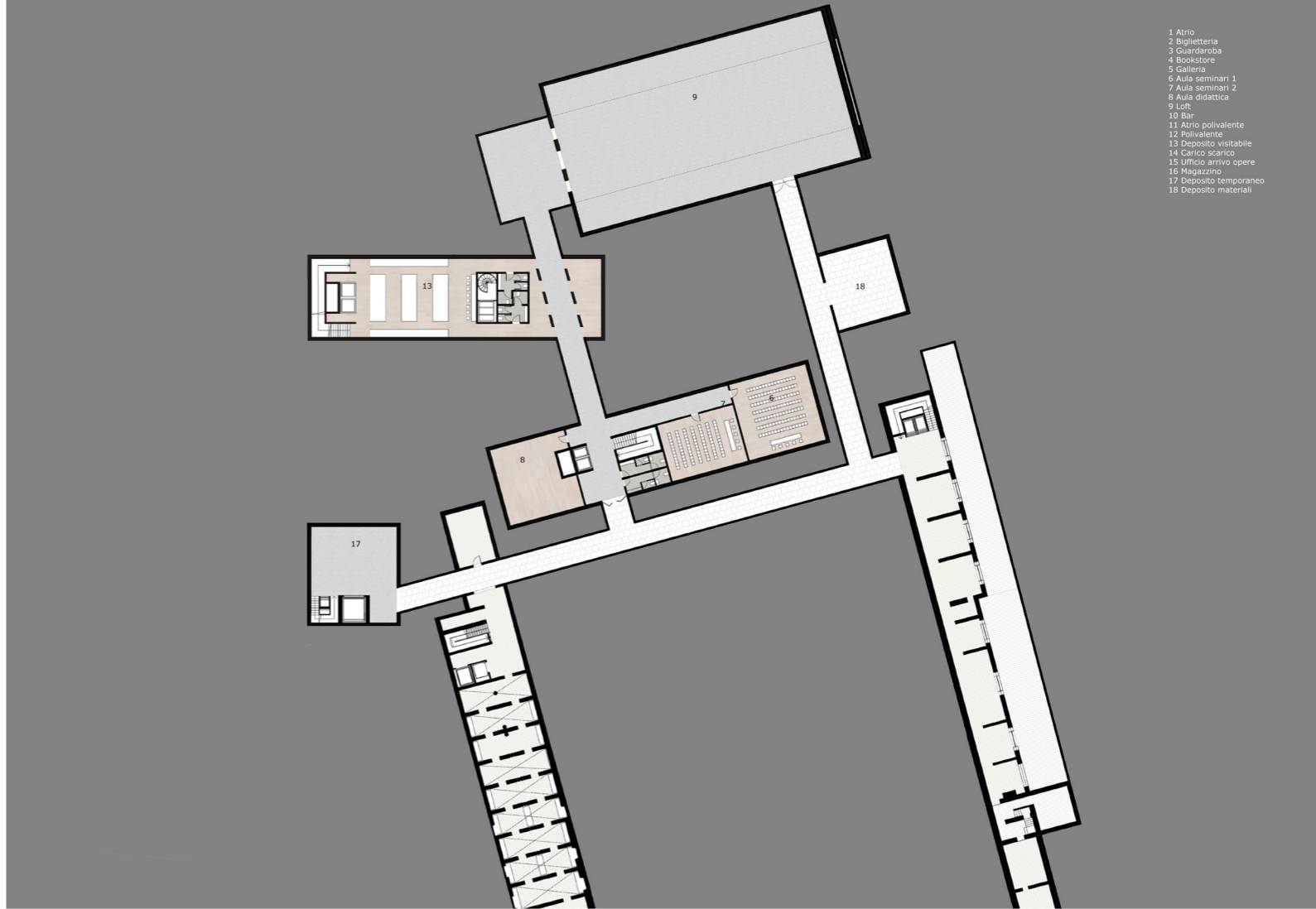




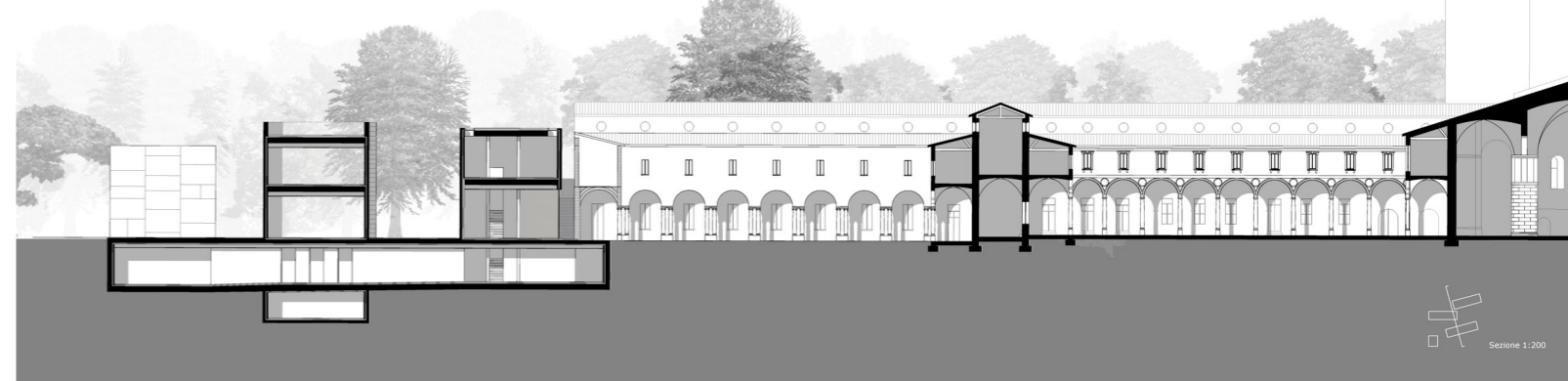




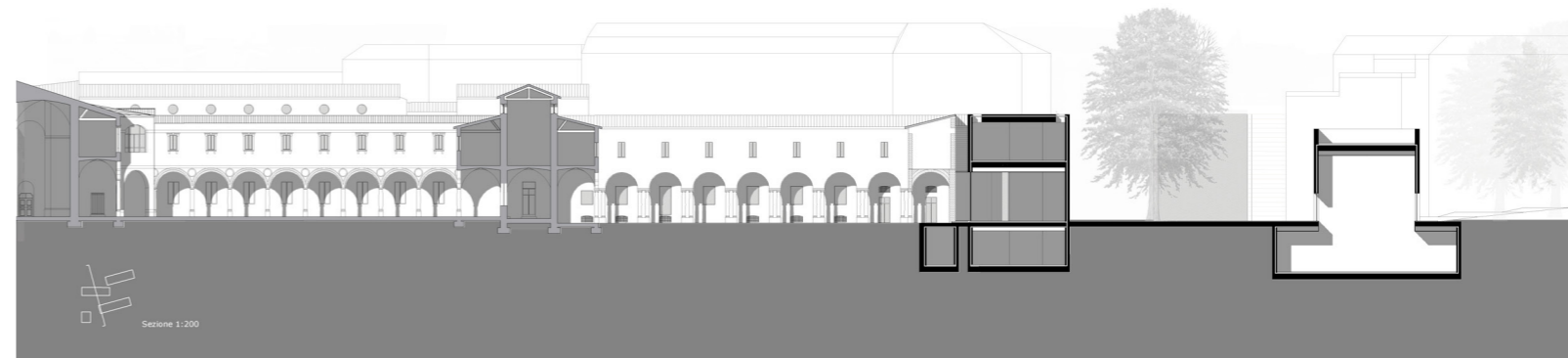
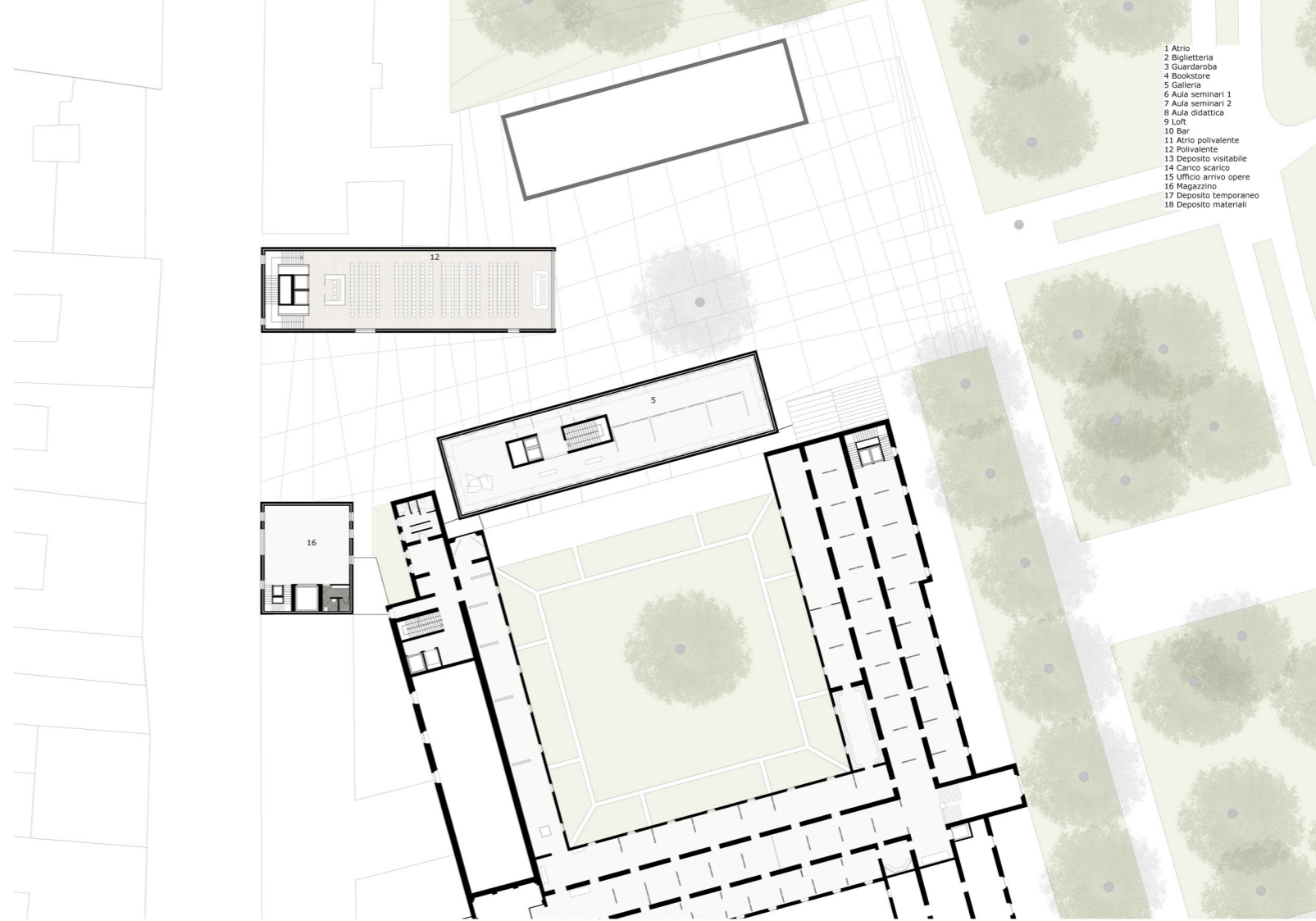
- 1 Atrio
- 2 Biglietteria
- 3 Guardaroba
- 4 Bookstore
- 5 Galleria
- 6 Aula seminari 1
- 7 Aula seminari 2
- 8 Aula didattica
- 9 Loft
- 10 Bar
- 11 Atrio polivalente
- 12 Polivalente
- 13 Deposito visitabile
- 14 Carico scarico
- 15 Ufficio arrivo opere
- 16 Magazzino
- 17 Deposito temporaneo
- 18 Deposito materiali

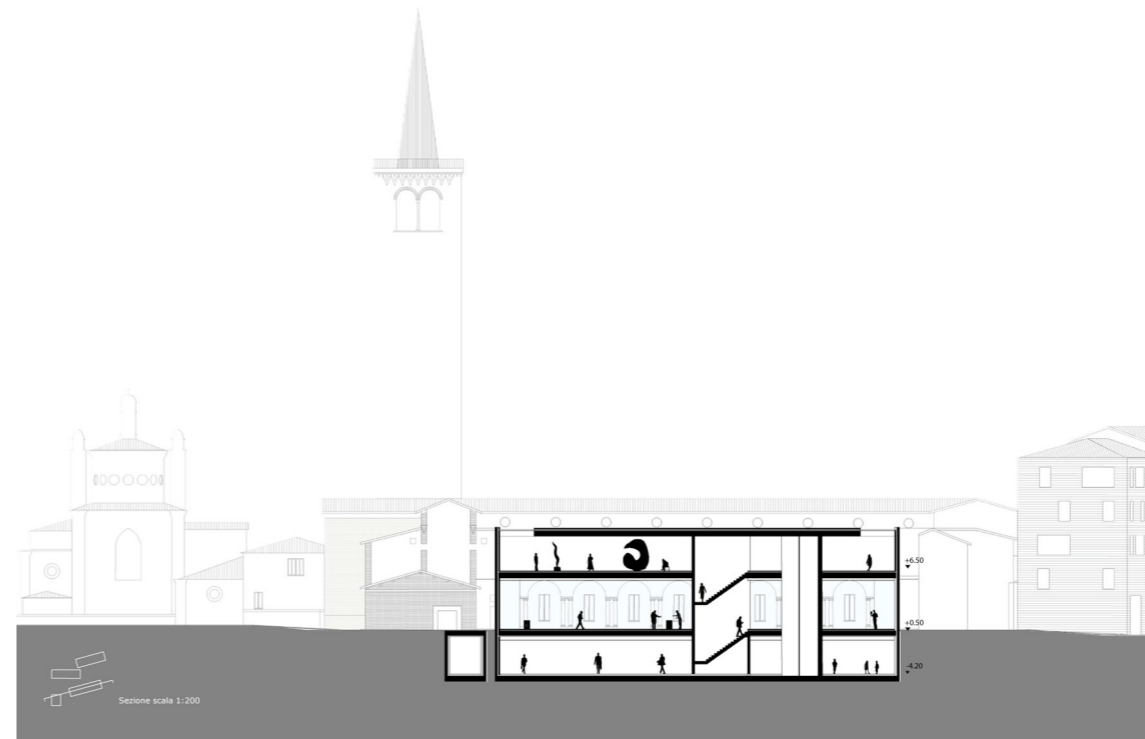


7 Pianta interrato 1:200

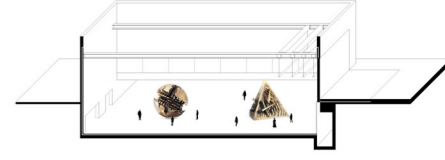
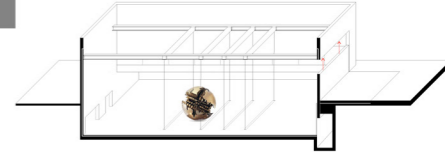
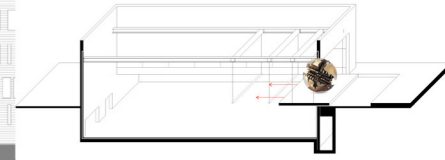
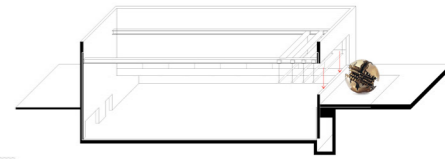
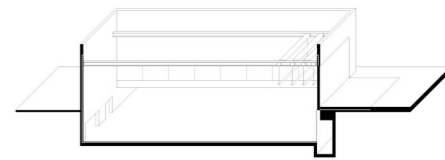


8 Pianta terra 1:200

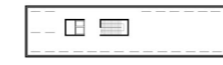




Sezione scala 1:200



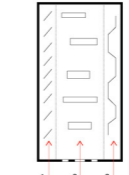
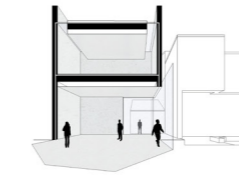
Giro espositivo all'interno della galleria



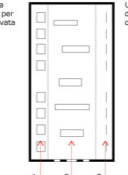
Possibilità di esporre opere di arte figurativa



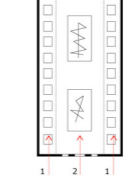
Possibilità di esporre opere scultoree di piccole e medie dimensioni



Un tema diverso per ogni navata



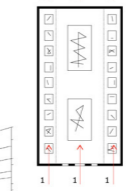
Un tema diverso per ogni navata



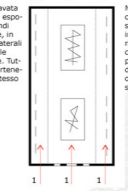
Nella navata centrale, espone opere di un tema, in quelle laterali un altro tema, differente dal primo.



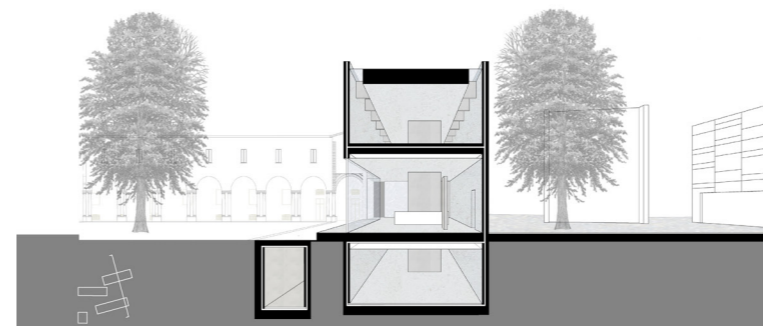
Nella navata centrale e in una laterale un tema espositivo, nella rimanente navata laterale un altro.



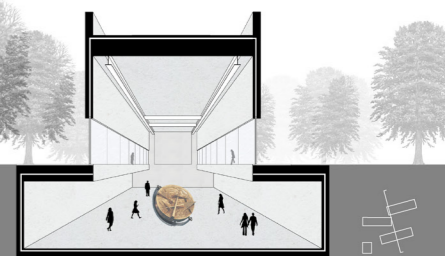
Nella navata centrale, espone grandi sculture, in quelle laterali le piccole sculture. Tutti appartengono allo stesso tema.



Nella navata centrale, espone le opere, in quelle laterali i disegni che hanno portato all'ideazione delle opere esposte.



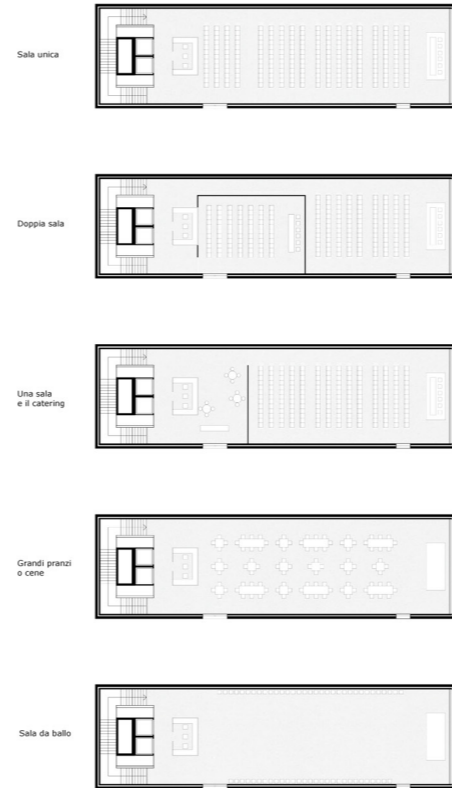
Sezione prospettica scala 1:200



Sezione prospettica scala 1:200



Prospettiva



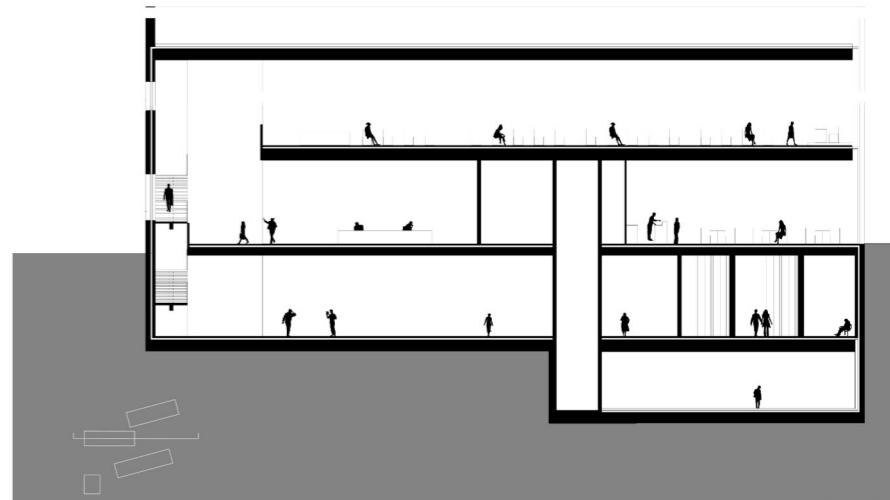
Sala unica

Doppia sala

Una sala e il catering

Grandi pranzi o cene

Sala da ballo



Sezione 1:200



Realizzazione di casseri a perdere prefabbricati con la finitura richiesta

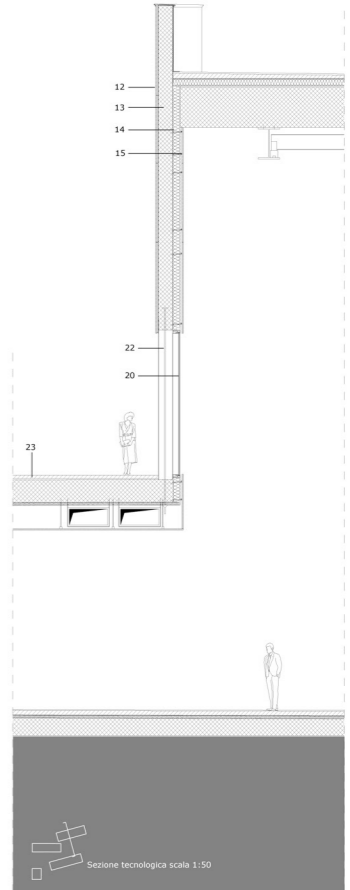
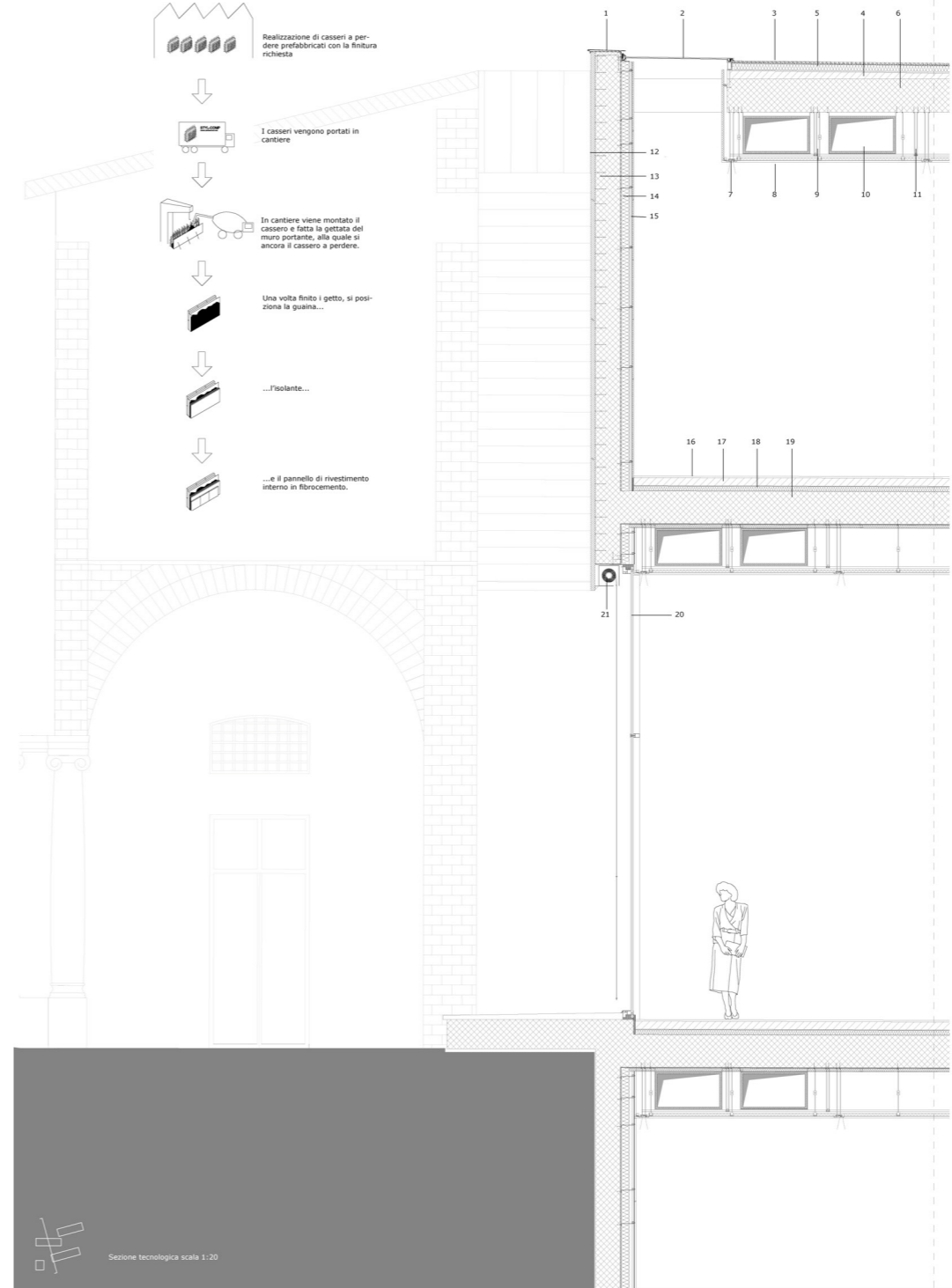
I casseri vengono portati in cantiere

In cantiere viene montato il cassero e fatta la gettata del muro portante, alla quale si ancora il cassero a perdere.

Una volta finito il getto, si posiziona la guaina...

...l'isolante...

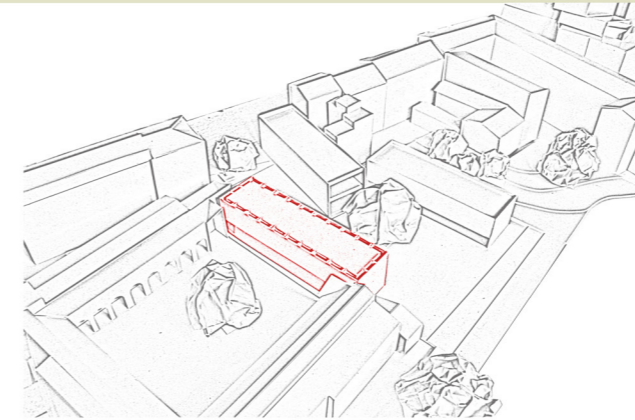
...e il pannello di rivestimento interno in fibrocemento.



1. scossalina in alluminio
2. vetrocamera, 8/11/5+5, montata su infisso in alluminio con protezione termica e guarnizioni flessibili coibente
3. guaina ardesiacca
4. massetto di allettamento
5. isolante termo acustico in lana di roccia
6. solaio in calcestruzzo armato gettato in opera
7. lampada lineare a fluorescenza
8. controsoffitto in fibrocemento con supporti in alluminio e isolante lana di roccia
9. supporti controsoffitto in alluminio
10. canale aria condizionata in lamiera d'acciaio coibentata
11. canaline elettriche
12. cassero a perdere prefabbricato in calcestruzzo
13. parete in calcestruzzo armato gettata in opera
14. isolante termo acustico in lana di roccia
15. pannello di rivestimento interno in fibrocemento con supporti in alluminio
16. pavimentazione in resina, spoltata cementizia
17. massetto di allettamento
18. isolante termo acustico in lana di roccia
19. solaio in calcestruzzo armato gettato in opera
20. vetrocamera, 10/11/10, montata su infisso in alluminio con protezione termica e guarnizioni flessibili coibente
21. tenda filtrante e occultante a rullo
22. cavo in acciaio in sostegno del solaio
23. pavimentazione esterna in calcestruzzo gettata in opera

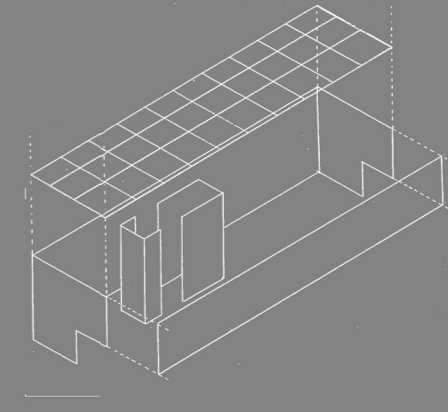
Sezione tecnologica scala 1:20

Atrio



IDEA COMPOSITIVA

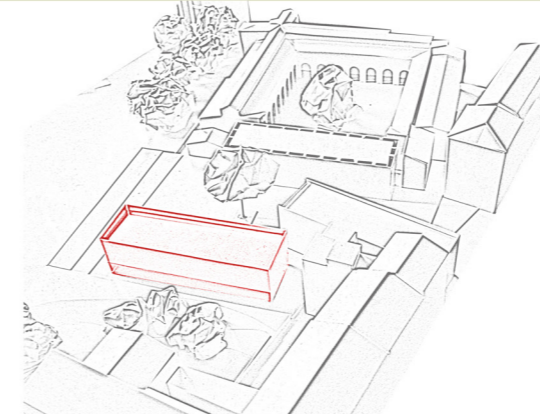
- ...Edificio a pianta rettangolare
- ...I lati corti misurano 11m, i lati lunghi 38m
- ...Svuotamento della parte bassa di un lato lungo
- ...Svuotamento di 1/3 della parte bassa dei due lati corti
- ...Totale assenza di pilastri in tutto l'edificio
- ...Piena flessibilità' degli spazi interni



SCELTE PROGETTUALI

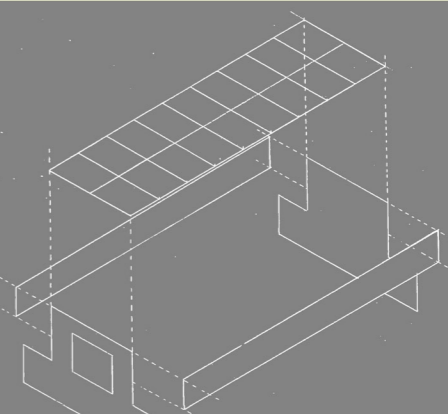
- ...Il lato lungo non svuotato sotto portante
- ...I 2/3 dei lati corti sotto portante
- ...I solai scaricano su i setti portanti
- ...I solai a cassettoni che portano in lato lungo non svuotato
- ...All'interno dell'edificio blocco ascensore e scala in setti portanti ad irrigidimento della struttura

Loft



IDEA COMPOSITIVA

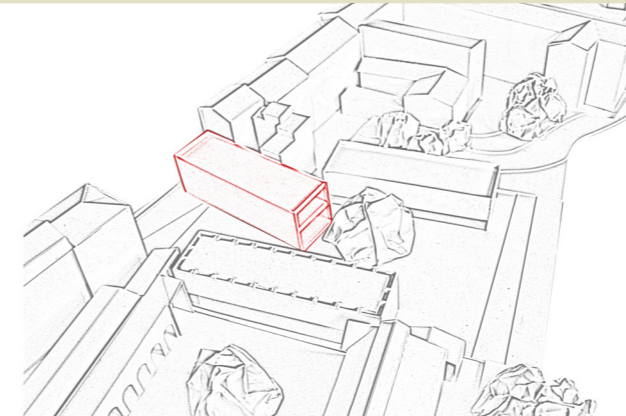
- ...Edificio a pianta basilicale
- ...Navate laterali interrata
- ...Navata centrale si sviluppa fuori terra (assume funzione di lucernario)
- ...Nella navata centrale i lati lunghi, nella parte bassa, interamente vetrati
- ...Totale assenza di pilastri in tutto l'edificio
- ...Piena flessibilità' degli spazi interni
- ...In uno dei lati corti apertura di un portale, il più grande possibile, per l'accesso delle grandi opere



SCELTE PROGETTUALI

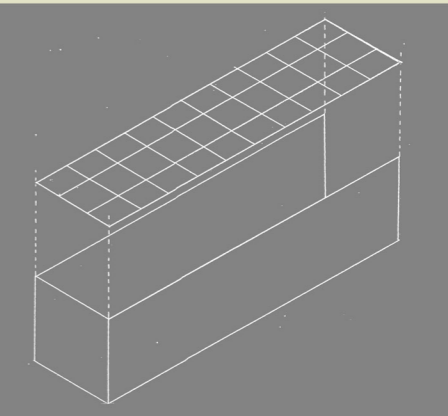
- ...I due lati corti sono setti portanti
- ...La copertura scarica su i lati corti
- ...Due travi parete nei lati lunghi a sostegno della copertura
- ...Alle travi parete appesi i solai di copertura delle navate laterali
- ...Copertura a cassettoni

Polivalente



IDEA COMPOSITIVA

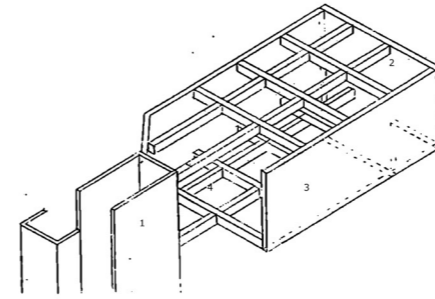
- ...Edificio a pianta rettangolare
- ...I lati corti misurano 11m, i lati lunghi 36m
- ...Totale svuotamento di uno dei lati corti
- ...Posizionamento di una vetrata nel lato corto svuotato
- ...Totale assenza di pilastri in tutto l'edificio
- ...Piena flessibilità' degli spazi interni



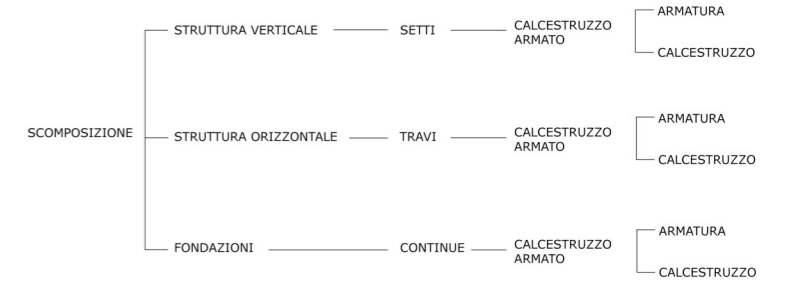
SCELTE PROGETTUALI

- ...I due lati lunghi sono setti portanti
- ...Il lato corto non svuotato sotto portante
- ...La copertura scarica su i setti portanti
- ...Copertura a cassettoni

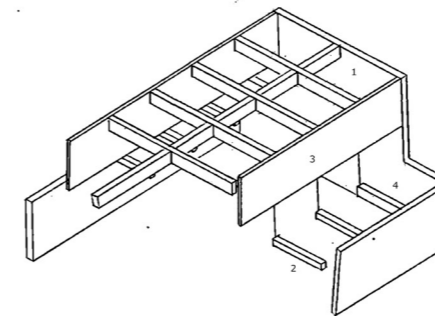
Atrio



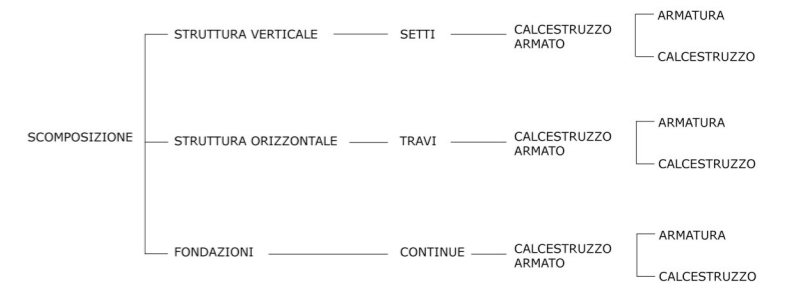
- 1 Setto portante in calcestruzzo armato
- 2 Trave in calcestruzzo armato
- 3 Trave parete in calcestruzzo armato
- 4 Solaino in calcestruzzo armato



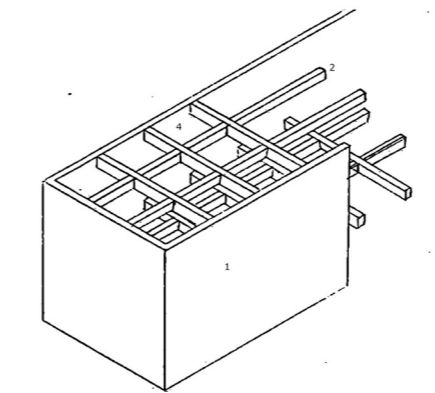
Loft



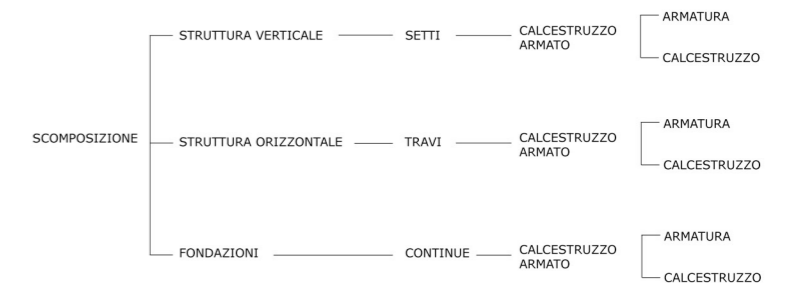
- 1 Setto portante in calcestruzzo armato
- 2 Trave in calcestruzzo armato
- 3 Trave parete in calcestruzzo armato
- 4 Solaino in calcestruzzo armato



Polivalente



- 1 Setto portante in calcestruzzo armato
- 2 Trave in calcestruzzo armato
- 4 Solaino in calcestruzzo armato



CATEGORIA	ELEMENTI	PESI, [kN/mq]
PESO PROPRIO	soffitto in c.a. alleggerito	3,2
	placche in c.a.	0,45
CARICHI PERMANENTI	massetto di acciamento	1,2
	isolante in fibra di legno	0,18
CARICHI ACCIDENTALI	soffitto	1,5
	neve	1,8
CARICHI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI	VERTICALI	5
	ORIZZONTALI LINEARI	3
TOTALE, [kN/mq]		11,315

CATEGORIA	ELEMENTI	PESI, [kN/mq]
PESO PROPRIO	soffitto in c.a. alleggerito	3,2
	placche in c.a.	0,69
CARICHI PERMANENTI	massetto di acciamento	1,2
	isolante in fibra di legno	0,18
CARICHI ACCIDENTALI	soffitto	1,5
	neve	1,8
CARICHI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI	VERTICALI	5
	ORIZZONTALI LINEARI	3
TOTALE, [kN/mq]		22,26

PROGETTO TRAVE

L=11m
 q= 497640 N
 b= 50cm
 Rck= 3000 N/cm²
 σ_t = 975 N/cm²
 Ferro σ_t = 22000 N/cm²
 M = $\frac{qL^2}{8} = \frac{497640 \cdot 11^2}{8} = 7526805 \text{ N}\cdot\text{m}$
 T = $\frac{qL}{2} = \frac{497640 \cdot 11}{2} = 2737020 \text{ N}$
 SCELGO LA DOPPIA ARMATURA
 $h = a + \frac{M}{b} = 0,242 \cdot \frac{7526805}{50} = 93,89 \text{ cm}$
 $Aa = b \cdot \sigma_t \cdot M = 0,00216 \cdot \sqrt{7526805 \cdot 50} = 41,9 \text{ cm}^2 \quad 6X30$
 $Aa' = m \cdot Aa = 0,4 \cdot 41,9 = 16,76 \text{ cm}^2 \quad 3X30$

PROGETTO TRAVE

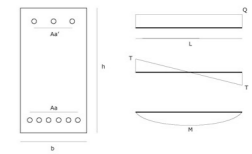
L=11m
 q= 497640 N
 b= 50cm
 $x = n \cdot \frac{Aa + Aa'}{b} \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + 2n \cdot \frac{(Aa + Aa') \cdot (Aa + Aa')}{(Aa + Aa')}} \right]$
 $x = 15 + \frac{41,9 + 16,76}{50} \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + 100 \cdot \frac{(41,9 + 16,76) \cdot (41,9 + 16,76)}{15(41,9 + 16,76)}} \right]$
 $x = 33,59 \text{ cm}$
 $J = \frac{1}{3} \cdot b \cdot x^3 + n \cdot [Aa(h-x) + Aa'(x-h)^2]$
 $J = \frac{1}{3} \cdot 50 \cdot 33,59^3 + 15 \cdot [41,9(91 - 33,59) + 16,76(33,59 - 3)^2]$
 $J = 2937242,31 \text{ cm}^4$
 $\sigma_c = \frac{M \cdot x}{J} = \frac{7526805 \cdot 33,59}{2937242,31} = 860 \text{ N/cm}^2 < 975 \text{ N/cm}^2$

VERIFICO ACCIAIO TESO

$$\sigma_t = \frac{M \cdot (h - x)}{J} = \frac{7526805 \cdot (91 - 33,59)}{2937242,31} = 14711 \text{ N/cm}^2 < 22000 \text{ N/cm}^2$$

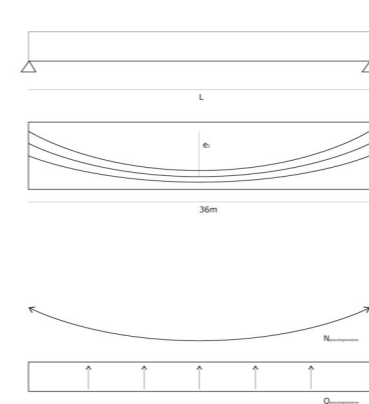
VERIFICO ACCIAIO COMPRESSO

$$\sigma_c = \frac{M \cdot (x - h)}{J} = \frac{7526805 \cdot (33,59 - 91)}{2937242,31} = 7838,81 \text{ N/cm}^2 < 22000 \text{ N/cm}^2$$

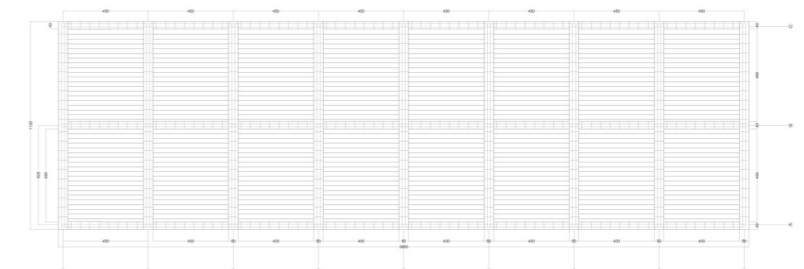


TRAVE PARETE

L=36m
 Q = $(11 \cdot 11/2) + (22 \cdot 3,5/2) + (0,35 \cdot 3 \cdot 25) = 102,6 \text{ kN/m}$
 IPOTIZZO DI AVERE UNA TRAVE CON 3 CAVI
 $e_{medio} = 2m = e_2$
 RAGIONO SU UN TREFOLO CON 7 FILI 6/10
 $Q_{recompressione} = N_{recompressione} \cdot \frac{8e}{L^2}$
 $N_{recompressione} = 139 \cdot 1670 = 232130N = 232kN$
 $Q_{recompressione} = 232 \cdot \frac{8 \cdot 2}{36^2} = 2,86 \text{ kN/m}$
 QUANTI TREFOLI AVRO'?
 $\frac{102,6}{2,86} = 36 \text{ trefoli}$
 AVRO' QUINDI 3 CAVI CON 12 TREFOLI CIASCUNO CON 7 FILI 6/10
 FACCIO LA VERIFICA A COMPRESSIONE
 $\sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{232130 \cdot 12 \cdot 3}{3000 \cdot 350} = 12 \text{ N/mm}^2$



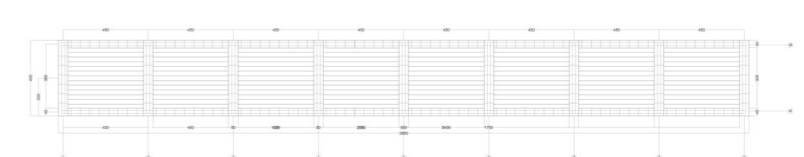
Solaio di copertura



Trave parete



Solaio calpestabile



- Bruno Pellegrino, Porta Ticinese, Libreria Milanese, 1996
- Documento preliminare del concorso per l'addizione la nuovo museo diocesano
- Joseph Maria Montaner, Dopo il movimento moderno, 2006
- Eduard Petterson, Architettura minimalista, 2004
- Vittorio E. Savi & Josep M. Montaner, Lessi s More, 1996
- Chatherine Croft, materiali in architettura Calcestruzzo, 2004
- Jean Louis Cohen and G. Martin Moeller, Liquid stone, new architecture in concrete, 2006
- William J. R. Curtis, L'architettura moderna del Novecento, 2007
- Günter Pfeifer, Antje Liebers, Per Brauneck, Exposed concrete, technology and design, 2005
- Le Corbusier, Verso una architettura, 2003
- Nicolaus Pevsner, I pionieri del movimento moderno da William Morris a Walter Gropius, 1945
- Arketipo n°44/10, Calcestruzzo, 2010

