

POLITECNICO DI MILANO

Facolta' di ARCHITETTURA Civile

Corso di Laurea Magistrale in Architettura delle Costruzione

A.A.2010-2011

LA CITTA' NEL VERDE : PROGETTO PER CASSANO D' ADDA

Relatore : Prof.ssa Raffaella Neri

Studiante: Mehdi Arabsolghar Matricola 736292

INDICE

INDICE.....	I
INDICE DELLE IMMAGINI.....	II
INDICE DEGLI ALLEGATI.....	IV
1. PREMESSA: proposte di nuovi insediamenti residenziali da Milano a Brescia, passando per Cassano d'Adda e Treviglio.....	1
2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.....	2
3. INSEDIAMENTI SULL'ACQUA.....	11
4. INTRODUZIONE ALL'AREA:	15
5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.....	18
6. IL PROGETTO.....	27
7. INTERPRETAZIONE DEL LUOGO e STUDI PRELIMINARI DI COMPOSIZIONE DEL PROGETTO.....	28
8. LA RESIDENZA.....	30
9. RELAZIONE STRUTTURALE	34
10. RELAZIONE IMPIANTISTICO-TECNOLOGICA	65

INDICE DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1 – soglie storiche da Milano a Brescia;
ALLEGATO 2 – CTR da Milano a Brescia; le quattro aree di progetto;
ALLEGATO 3 – Cassano d’Adda, analisi soglia storica I.G.M. 1889;
ALLEGATO 4 – Cassano d’Adda, analisi soglia storica I.G.M. 1930;
ALLEGATO 5 – Cassano d’Adda, analisi soglia storica I.G.M. 1956;
ALLEGATO 6 – Cassano d’Adda, analisi soglia storica I.G.M. 1970;
ALLEGATO 7 – Cassano d’Adda, analisi soglia P.R.G. 2004;
ALLEGATO 8 – Carta tecnica Regionale, indicazione paesi da Trezzo sull’Adda a Cassano d’adda;
ALLEGATO 9 – Trezzo sull’Adda, Castello Visconteo;
ALLEGATO 10 – Trezzo sull’Adda, centrale idroelettrica Traccani;
ALLEGATO 11 – Trezzo sull’Adda, relazione;
ALLEGATO 12 – Crespi d’Adda, villaggio operaio;
ALLEGATO 13 – Crespi d’Adda, relazione;
ALLEGATO 14 – Vaprio d’Adda, villa Castelbarco;
ALLEGATO 15 – Vaprio d’Adda, villa Melzi;
ALLEGATO 16 – Vaprio d’Adda, relazione;
ALLEGATO 17 – Canonica d’Adda, villa Pagnoni;
ALLEGATO 18 – Canonica d’Adda, chiesa San Giovanni Evangelista;
ALLEGATO 19 – Canonica d’Adda, relazione;
ALLEGATO 20 – Fara Gera d’Adda, Linificio Canapificio Nazionale;
ALLEGATO 21 – Fara Gera d’Adda, relazione;
ALLEGATO 22 – Cassano d’Adda, villa Borromeo;
ALLEGATO 23 – Cassano d’Adda, Castello ;
ALLEGATO 24 – Cassano d’Adda, ricetto;
ALLEGATO 25 – Cassano d’Adda, villa Brambilla;
ALLEGATO 26 – Cassano d’Adda, villa Ponti;
ALLEGATO 27 – Cassano d’Adda, centrale idroelettrica Rusca;
ALLEGATO 28 – Cassano d’Adda, linificio;
ALLEGATO 29 – Cassano d’Adda, relazione;
ALLEGATO 30 – Cassano d’Adda, rilievo fotografico;
ALLEGATO 31 – Cassano d’Adda, rilievo fotografico;

ALLEGATO 32 – Cassano d’Adda, rilievo fotografico;

ALLEGATO 33 – Cassano d’Adda, rilievo fotografico;

ALLEGATO 34 – Cassano d’Adda, progetto tangenziale.

INDICE DELLE IMMAGINI

IMMAGINE 1 – Castello di Cassano d’Adda;

IMMAGINE 2 – villa Borromeo, Cassano d’Adda;

IMMAGINE 3 – ingresso al ricetto di cassano d’Adda;

IMMAGINE 4 – ponte sul canale Muzza;

IMMAGINE 5 – vista sul parco pubblico;

IMMAGINE 6 – il parco pubblico;

IMMAGINE 7 – la centrale Rusca;

IMMAGINE 8 – villa Brambilla;

IMMAGINE 9 – Quartiere Feltre, Milano;

IMMAGINE 10 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 11 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 12 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 13 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 14 – Karl Marx Hoff;

IMMAGINE 15 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 16 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 17 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 18 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 19 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 20 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 21 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 22 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 23 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 24 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 25 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 26 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 27 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 28 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 29 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 30 – ipotesi progettuale, modello;

IMMAGINE 31 – vista interna della corte;

IMMAGINE 32 – vista del portico ;

IMMAGINE 33 – vista esterna della corte;

IMMAGINE 34 – vista interna del portico;

IMMAGINE 35 – vista della corte dal corpo di scale;

IMMAGINE 36 – vista della corte dal portico;

IMMAGINE 37 – vista al interno della loggia della cascina colombera ;

IMMAGINE 38 – vista dal portico verso la corte dalla cascina colombera ;

IMMAGINE 39 – cascine pluriaziendali dell'alta pianura milanese ;

IMMAGINE 40– schema esplicativo delle parti funzionali delle cascine dell'alta pianura milanese;

IMMAGINE 41 – La pianta architettonica con la tracciata del strutture a vista in legno;

IMMAGINE 42 – 45 Le viste assonometrica della struttura in legno e cls staccata e completa;

IMMAGINE 46 – pianta strutturale;

IMMAGINE 47– disegno del momento flettonete e taglio dei travetti in legno;

IMMAGINE 48– disegno del momento flettonete e taglio di trave pricipale in legno;

IMMAGINE 49 –disegno di soliao misto in latero-cemento;

IMMAGINE 50 – disegno momento flettente trave in copertura in cls con il sap;

IMMAGINE 51 – disegno momentto flettente e taglio dei trave in copertura in cls;

IMMAGINE 52 – disegno momento flettente trave dei piani in cls con il sap;

IMMAGINE 53 – disegno momentto flettente e taglio dei trave dei piani in cls;

IMMAGINE 54 – disegno delle sezione dei pilastri ;

IMMAGINE 55 – classe energetica CENED;

IMMAGINE 56 – pianta con dimensionamento del sistema dei pannelli radianti;

1. PREMESSA.

L'area presa in considerazione per i nostri studi è la fascia di territorio che va da Milano a Brescia.

Il territorio in esame presenta una naturale suddivisione in fasce verticali (nord-sud) date dalla presenza dei fiumi Lambro, Adda, Serio, Oglio ed infine il fiume Mella e dai relativi parchi fluviali di interesse nazionale o regionale che, nella storia, hanno da sempre significato da un lato la possibilità di insediamento e dunque lo sviluppo di centri abitati, dall'altra un limite fisico spesso invalicabile o comunque che rendeva difficile la comunicazione con l'area al di là del corso d'acqua. Successivamente furono costruiti dei canali artificiali, come ad esempio quello della Martesana, che collegavano orizzontalmente il territorio agricolo tra i due fiumi. Il rapporto che lega la città di Milano con la città di Brescia è storicamente sedimentato grazie alla presenza di grandi infrastrutture trasversali che costituiscono appunto il tramite tra i due centri; la strada Padana Superiore, la Rivoltana, la Cassanese, la Paullese e per ultimo la ferrovia che collega Milano a Brescia. La rete ferroviaria Milano-Brescia, seconda in Italia, e realizzata nel 1846, è stata di fondamentale importanza per lo sviluppo di tutta l'area tra Milano e Brescia, infatti essa ha portato ad un graduale accrescimento dei paesi che si trovavano lungo il suo sedime. Dapprima vi erano piccoli centri urbani di carattere rurale che poi man mano si sono sviluppati fino ad avere servizi e infrastrutture proprie. Il vero asse portante è quello tra Milano e Brescia mentre quello che unisce il capoluogo lombardo a Bergamo nasce dopo e rimarrà di secondaria importanza per lo sviluppo di questa porzione di territorio. Altro asse, anche se di minor importanza, è quello Bergamo-Treviglio-Cremona, linea ferroviaria che si sviluppa parallelamente al corso dei fiumi. I centri che vennero toccati dalla ferrovia ebbero un repentino aumento in termini di estensione. In una prima fase il costruito si portava a ridosso della linea ferroviaria che poi, in seguito, è stata inglobata all'interno del tessuto urbano; contemporaneamente si crearono anche quartieri dormitorio i cui abitanti, distanti dal luogo di lavoro, fecero nascere il fenomeno del pendolarismo. A questi tracciati si aggiungono quelli in progetto della nuova Bre-Be-Mi, della TAV, della Pedemontana e di nuove stazioni della Metropolitana, tutte infrastrutture a scorrimento veloce che confermeranno l'importanza di questo andamento trasversale. La conferma del carattere strutturante di questi tracciati per il territorio è data dall'osservazione della successione delle diverse soglie storiche che registrano lo sviluppo dell'area a Est di Milano: i tracciati sono presenti fin dagli ultimi anni dell'800 e i diversi nuclei urbani si fondano e si sviluppano a partire dall'incontro di un tracciato con andamento Nord-Sud con uno degli assi trasversali presi in considerazione. Abbiamo studiato la carta del territorio in quattro soglie storiche più quella recente per capire come si sono sviluppati i centri abitati sia a livello di

posizione che di estensione. La prima soglia storica è quella del 1889 e presenta un territorio ancora molto ruralizzato ma caratterizzato dalla presenza dei primi nuclei nella fascia tra Milano e Brescia nati come cascine indipendenti e isolate le une dalle altre. La ferrovia permetteva i primi collegamenti e le strade che poi faranno da sedime alle attuali direttrici passavano dai centri storici dei paesi e non, come si tende a preferire oggi, in modo tangenziale. Nella seconda soglia, quella del 1930, si sviluppano essenzialmente i grandi centri urbani, mentre nel 1931 iniziano i lavori per la costruzione dell'autostrada Milano-Bergamo-Brescia, che porterà in seguito un grande sviluppo di tutte le zone limitrofe all'asse autostradale. Compiono sulla carta anche due importanti elementi, l'aeroporto di Taliedo (oggi aeroporto di Linate) e l'Idroscalo, posizionati a est di Milano e in prossimità dell'asse ferroviario Milano-Brescia. Nella soglia successiva, durante il periodo di ripresa economica verso il 1974, c'è stato uno sviluppo esponenziale dei centri urbani, dove ogni nucleo abitativo è man mano diventato una città vera e propria, soprattutto nei casi in cui alla funzione residenziale si accostavano realtà produttive, alcuni centri sono diventati molto ampi, inglobando a volte i paesi limitrofi, mentre altri sono rimasti di dimensioni modeste. Nell'ultima carta, il CTR del 1994, vediamo riassunto tutto il sistema infrastrutturale che collega Milano a Brescia e i progetti futuri che riguarderanno il medesimo territorio. La rete ferroviaria, per rispondere alle esigenze del territorio tra Milano e Brescia, si è potenziata e l'autostrada è diventata una vera e propria spina di collegamento ad alto scorrimento tra le diverse città. Tutte le aree scelte per le nostre ricerche sono accomunate dalla caratteristica di essere connesse a uno di questi tracciati e dal fatto di essere tutte aree molto vaste e servite direttamente da uno degli assi presi in considerazione, si tratta di zone industriali o legate alle infrastrutture ormai dismesse. Queste quattro aree sono Pioltello, Cassano D'Adda, Treviglio e Brescia. La volontà che sta alla base di tutti gli interventi è quella di connettere i nuovi progetti a queste importanti infrastrutture, così da rendere le nuove realtà che nasceranno importanti non solo per le zone strettamente limitrofe ma per l'intero territorio compreso tra Milano e Brescia. Per questo motivo i progetti prevedono sia edifici residenziali capaci di accogliere un ulteriore sviluppo demografico delle zone su cui insistono, sia funzioni a scala territoriale, in grado di creare nuovi poli facili da raggiungere e che rispondano ad esigenze ancora insoddisfatte dell'hinterland milanese e bresciano. Come si può riscontrare dalle immagini, le aree prese in considerazione hanno un'estensione tale che presuppone il fatto che il progetto non si prefigga di creare dei nuovi edifici residenziali e pubblici, ma di strutturare una vera e propria parte di città.

(Seguono allegati 1 e 2).

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

2.1 DALL'EPOCA ROMANA AL '400.

Testimonianze documentano che nel 222-223 a.C. i Romani, comandati dal console Marcello, diedero battaglia ai Galli nei pressi di Cornate e Trezzo, costringendo questi ultimi a passare l'Adda per la salvezza. Altre fonti indicano Cassano come punto nel quale le legioni Romane vinsero gli insubri aprendosi la via per la conquista di "Mediolanum". Se quest'ultima ipotesi rispondesse a verità Cassano venne fondata nel 223 a.C. I Romani tradizionalmente dividevano il territorio in centurie: un quadrato di terra pari a 20 actus x 20 actus (ogni actus corrisponde a 120 piedi, cioè quanto i buoi riuscivano ad arare in un solo tiro).

Tracce di questa suddivisione centuriale sono riconosciute oltre che a Cassano d'Adda anche nei territori di Vimercate, Trezzo, Pozzo, Inzago, Trecelle, Pozzuolo, Vaprio, Gropello d'Adda.

Oggi è difficile ricondurre questi terreni alle divisioni centuriali data l'area intensamente urbanizzata, ma tracce sono riconoscibili nel catasto Teresiano e nel Lombardo Veneto del 1883.

Nell'anno 568 sull'Adda si svolse l'incontro con Alboino primo Re dei Longobardi che avanzava alla conquista dell'attuale Lombardia. A causa di questa invasione vi fu l'esodo delle famiglie nobili e facoltose dalle città alle "villae" e "fundi" per sottrarsi alle incursioni; questi luoghi furono quindi protetti da mura e resi economicamente autosufficienti.

I Longobardi non si avvalsero dell'organizzazione statale romana, ma sovrapposero le loro istituzioni tribali basate sul nucleo gentilizio detto "Fara". Le Fara longobarde erano il complesso edile, fortezza-paese, dove si rinchiudeva il nucleo gentilizio. Col regno dei Longobardi inoltre si ebbe nella regione un efficace assetto organizzativo militare. I Franchi eressero infatti dal 774 fortificazioni lungo il fiume Adda, Po, Olona e Lambro. Sorsero castelli lungo i confini Milano-Pavia, Milano-Lodi.

Nel successivo periodo comunale le opere militari si limitarono a recinti fortificati e torri a difesa di un luogo strategico, di un grosso borgo, soprattutto lungo le vie di comunicazione con il nord.

Con l'avvento della signoria tale funzione venne a scemare: non avendo più ragione la difesa autonoma di un borgo abitato, ma piuttosto la salvaguardia di un potere esteso a una vasta zona non solo da pericoli esterni ma anche da rivolgimenti interni, si formò così, sotto il controllo del Signore, un organizzato e pianificato sistema difensivo del territorio. La fine del XVI sec. segnò la caduta degli Sforza e la decadenza del castello quale mezzo di difesa e di dominio in Lombardia. L'architettura militare,

sotto i Francesi prima e sotto gli Spagnoli poi, si rivolse quindi alla costruzione di intere mura per tutta la città e il borgo, trasformando il castello in luogo di residenza.

Durante il XIII secolo vedono la luce due grandi opere: la Muzza, come già accennato, e il Ricetto. Nel 1278 viene dato l'incarico di edificare un ponte di un arco sopra l'Adda e la costruzione di case dove ricoverare le truppe vicino al castello (il ricetto).

Il ricetto è un tipo architettonico caratteristico del Piemonte orientale tra il 1100 e il 1400. L'organismo è privo di un vero castello ma costituisce un agglomerato urbano murato, dove ogni famiglia possiede un piccolo edificio, per deposito di prodotti agricoli, allineato con gli altri su un ben ordinato sistema viario. Accanto al paese, che nel medioevo era costituito da case-cascine circondate da campi e orti, sorgeva "l'abitato di emergenza", formato da abitazioni, una per famiglia, serrate le une alle altre, e divise solo da stradine diramanti da una piazzetta centrale, il tutto circondato da mura con torri e con l'unico ingresso a ponte levatoio. Cassano, con le opere dello Sforza, aveva fatto acquisire fama al castello anche per quanto concerne l'aspetto difensivo. Il paese diventa quindi la porta di Milano verso la nemica in guerra, ma alleata negli affari, Venezia. Cominciò a declinare il suo prestigio nel '500.

Il 13 febbraio 1777 venne emanato il dispaccio di Maria Teresa D'Austria per il piano delle strade provinciali. Sono così classificate la strada di Vimercate che da Porta Orientale conduce da Milano a Canonica con quattro diramazioni: Vimercate-Imbersago, Villa Fornaci-Cassano, Cassano-Trezzo, Cassano-Lodi. La strada che portava a Lodi da Cassano passava per il ponte di legno sull'Adda e poi il ponte sul Retorto per piegare poi verso Rivolta. Cassano divenne così un nodo di grande importanza per le comunicazioni non solo di tutta la Lombardia verso l'est e l'ovest, ma anche fra il sud e il nord. Successivamente furono costruiti due ponti nel 1782 ealzata la strada che porta ad essi.

Cassano, che aveva vissuto il privilegio della strada Padana Superiore, dovette assistere quindi a un progressivo disperdersi del traffico delle sue strade verso itinerari più importanti e diretti. Nel 1931 si aprì inoltre l'autostrada Milano-Venezia. La paullese così ebbe il ruolo di convogliare il traffico tra Milano e Crema-Cremona che prima passava per Cassano o Lodi. La Rivoltana invece divenne una direttrice più comoda per Brescia e più scorrevole non dovendo attraversare centri abitati. Fino all'apertura della tangenziale nuova che dirotta il traffico dal centro di Cassano e la costruzione dell'autostrada BREBEMI, percorso veloce e diretto, per cui Cassano rimane completamente esclusa dal traffico moderno.

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

2.2 DAL '500 AL '700.

Nel Cinquecento Cassano viveva di tre risorse: il fiume col suo porto; lo sfruttamento agricolo, che trova la propria sede nelle cascine insediate in tutto l'intorno, e la funzione storica del castello.

Per quanto concerne il commercio fluviale interno ed esterno con la Svizzera, la Francia, l'Europa centrale, con Venezia, la Liguria e l'Italia centrale, era concentrato principalmente sulle acque del Po' e del Ticino, lungo una linea lunga circa 250 Km, dai confini del mantovano al Monferrato, irradiandosi per i fiumi Adda, Sesia, Lambro, i laghi Maggiore e di Como. Tutto convergeva nei porti sempre affollati da navi in arrivo e partenza, cariche di materie prime, armamenti e passeggeri.

Lungo tutta la linea dei fiumi vi erano i numerosi porti: trenta sul Po e sul Ticino, inoltre erano presenti posti di transito di barche dall'una all'altra riva, governati ciascuno da un comandante, difesi da torri e fortificati, vigilati dai galeoni ducali armati.

Questi porti erano fonte di lucro per l'erario comunale e per quello governativo che si dividevano i proventi delle tasse di dazi e pedaggio.

La comunità era distribuita in tre paesi: Cassano, Gropello e Cascine S. Pietro.

A raggio erano presenti vari cascinali, che non avevano però trovato le condizioni storico-economiche per costituirsi in borgata: Volta, Taranta, Corbellina, Porra.

I cascinali maturati alla dimensione di paese erano e sono poi rimasti Gropello e Cascine S. Pietro.

Altre cascine sono invece fallite successivamente nel tentativo di un'amministrazione autonoma: Binaga e Binaghetta, che fino all'inizio dell'Ottocento godevano di una propria amministrazione comunale.

Successivamente, nel "secolo dei lumi", il borgo Cassanese fu protagonista di grandi cambiamenti e di eventi convulsi.

Due importanti battaglie ad apertura e chiusura di secolo (Prima Battaglia di Cassano nel 1705; Seconda Battaglia di Cassano nel 1799) si combatterono sul suo territorio.

Venivano erette nel frattempo, sulle sponde dei suoi corsi d'acqua, le nobili dimore dei possidenti dell'epoca e aumentavano gli ospiti illustri come Napoleone Bonaparte (per la prima volta a Cassano nel 1796).

Agli inizi del '700 avvenne la demolizione delle mura e delle fortificazioni, l'apertura della strada postale, la costruzione della nuova chiesa parrocchiale, di S. Aquilino, di S. Antonio con il convento dei Cappuccini e di diverse ville patrizie. Dal chiuso Ricetto si passò dunque al paese aperto.

La popolazione era di 710 abitanti. Essa viveva sparsa nei cascinali più che nel borgo.

Le cascine situate ad Ovest dell'Adda erano Resega, Molino, Volta, Cassinella, Ronzella, Binaga e Binaghetta, Pietrasanta, Casotta, S. Bernardino; ad Est del fiume: Brusada, Lega, Gabbana, Cascine S. Pietro, Porra, Taranta, Colonnella, Cantarana.

La strada per Milano, che acquisiva sempre maggiore importanza, passava davanti alla chiesa di S. Dionigi e la piazza andava strutturandosi con mentalità illuministica: riempimento del fossato, demolizione dei ponti levatoi e innalzamento di palazzi dove erano la piazza d'Armi, le scuderie e le antiche mura. Nacquero ville nobili di cui un illustre esempio è la dimora dell'Adda.

La piazza si definì con i palazzi dei Brambilla, dei d'Adda, dei Cassera, del Barbò, del Pecchio, del Mauri, del Sannazzari. Il borgo era immerso nel verde dei boschi dell'Adda, della Muzza e del Ritorto e i vigneti assicuravano abbondanza di raccolto.

Negli anni venti del '700 la situazione agricola di Cassano si presenta molto importante: le coltivazioni agricole erano: frumento, segale, melone, vite in grande abbondanza, fieno, moroni per l'allevamento dei bachi da seta, miglio, lino, boschi. C'erano anche attività extra agricole, si pensi alla sciostra alla riva del Naviglio. Tre erano i mulini: uno della comunità con quattro mole sull'Adda, l'altro della strada con due mole del Simonetta, il terzo della Cornella con due mole del Negrone.

Successivamente, con la denominazione austriaca, iniziò la serie di riforme che segnano la fine della autonomia locale per iniziare il centralismo statale. Lo scopo era ottenere una grande riforma fiscale attraverso il riordino catastale, il quale risultò poi mirato a far crescere gli introiti attraverso una rivalutazione delle proprietà.

Lo sviluppo planimetrico, con la delimitazione delle strade e il frazionamento delle proprietà terriere specificate nominalmente e numericamente nelle "Tavole d'Estimo", determinarono la prima fiscalizzazione dei beni e portarono al principio dell'uguaglianza tributaria. Nel 1750 Cassano contava 2250 abitanti.

Terminò la costruzione del ponte sull'Adda e iniziò quello sulla Muzza, dapprima in legno. Sotto la direzione dell'Ing. Ribecco si costruì inoltre l'argine di congiunzione tra i due ponti.

Importante in questi anni fu la riforma delle Amministrazioni Comunali: ciascun borgo era eretto da un Consiglio Comunale Popolare sotto la dipendenza di un tribunale di Milano. Cessava così la forma feudale, anche se definitivamente la legge uscì solo il 10 giugno 1785. Cassano era dunque eretta da un Podestà da cui dipendevano due Sindaci, un cancelliere, il Segretario comunale, un "ragionato", un sollecitatore a Milano e un medico comunale.

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

Il 30 dicembre 1755 si attuò la Riforma di Maria Teresa, secondo la quale tutte e singole comunità dello Stato di Milano venivano inquadrare in ordinamenti, in vista di un nuovo sistema fiscale dipendente da un nuovo catasto. Il Sindaco della riforma Teresiana era messo al vertice della Comunità.

In questo periodo venne usato il castello come prigione: è documentato infatti che nel 1759 nel Castello c'erano le carceri. Sempre degli stessi anni è l'inizio degli studi per il miglioramento della navigazione dell'Adda.

Nel 1761 fu rinnovato il ponte S.Bernardino con cinque campate. Sempre di questi anni sono la demolizione del vecchio portone che immetteva al Ricetto (antico resto del ponte levatoio, che dava l'ingresso al circondario del castello) e fece erigere a ornamento della piazza la grandiosa porta coll'arma di Casa Bonelli.

Una nuova mentalità illuministica fece aprire le mura medioevali che serravano castello e Ricetto per accogliere le costruzioni; il paese spostava quindi il suo asse fondamentale, erigendo la strada che di lì a poco venne dichiarata statale.

Nel 1765 ci fu la costruzione del palazzo d'Adda del Croce e Piermarini.

Nel 1771 gli abitanti erano 2565 di cui 2277 in Cassano e 288 a Cascine S.Pietro.

Nel 1773 il nuovo canale da Brivio a Trezzo rese navigabile il naviglio Martesana.

Intorno al 1765 il Marchese d'Adda fece edificare il primo nucleo della villa Borromeo.

L'edificio, oggi difficilmente ricostruibile e del quale si conserva, inglobata nel nuovo organismo, la facciata verso settentrione, è attribuito (per l'analogia del poggolo con quello del Palazzo Sormani in Milano), a Francesco Croce, autorevole esponente del tardo Barocco Lombardo.

Nel 1781 il marchese Giambattista d'Adda affidò l'incarico di ristrutturare la villa a Giuseppe Piermarini, sottolineando così un periodo di fortuna per la sua famiglia. Il Piermarini giunse a Milano nel 1769, discepolo di Vanvitelli con il quale ha collaborato tra il 1765 e il 1769, alla Reggia di Caserta.

Della tradizione tardo barocca riprese lo schema: la piazza pubblica, la cancellata, la corte d'onore, la pianta a "U", il giardino retrostante.

Unico elemento mancante era il porticato, aperto sulla corte d'onore, che egli chiuse dando origine a un salone ellittico, che volle ricordare con il pronao a quattro colonne, sormontato dal balcone.

E' difficile dire quanto dell'edificio barocco sia stato salvato dal Piermarini: si può affermare che il corpo di fabbrica centrale è ancora il primitivo maschio barocco, mentre la modifica planivolumetrica piermariniana investe solo le ali formanti il cortile. Sono neoclassici i due cortiletti adiacenti al maschio,

ottenuti mediante lo svuotamento dei due corpi di fabbrica centrali a separare gli ambienti aulici da quelli di servizio.

La villa è formata da 142 locali, compresi magazzini e scuderie; la sua superficie coperta supera i 5.000 mq ed è circondata da un parco di 70.000 mq., ornato di viali di carpini e tigli secolari.

Nel 1786 si ottenne di aprire a Cassano la strada postale. Il borgo ne ricavò grande beneficio. Vennero eliminati i ponti levatoi, spianate le fosse, demoliti i Revellini, aperte le nuove piazze.

Scomparvero le denominazioni Ducato, Principato, Contrada sostituite da termine Provincia.

Terminarono le due fabbriche laterali sulla piazza principale e il portone del Ricetto su disegno dell'architetto Martini, allievo di Piermarini.

Mentre infuriavano le idee rivoluzionarie, il borgo di Cassano viveva piccoli e grandi eventi. Nel 1792 la popolazione era di 2842 abitanti.

Nel periodo napoleonico furono riordinati alla meglio i castelli lungo l'Adda, già smilitarizzati e venduti a privati, mettendoli in stato di difesa.

A Cassano furono posti campi trincerati, requisite le barche cosicché vennero a mancare perfino quelle necessarie al trasporto del sale.

Con la fine del dominio di casa d'Austria Cassano entrò bruscamente a contatto con il mondo delle idee rivoluzionarie.

Cassano rimase fortemente fedele all'Austria, anche se le soppressioni di Confraternite e l'ingerenza statale nella chiesa e nella liturgia e l'organizzazione diocesana fomentarono grande sconcerto.

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

2.3 L' '800.

Quando giunse l'anno 1800 Cassano contava 2776 abitanti, prevalentemente legati al lavoro nei campi. Tra la partenza dei francesi nell'aprile 1799, dopo la battaglia di Cassano, ed il loro ritorno nel giugno 1800, passarono tredici mesi, in cui Cassano si ritrovò in forte miseria a causa dei continui passaggi di truppe e delle requisizioni. Il succedersi degli avvenimenti tra la fine del Settecento e i primi decenni dell'Ottocento testimonia una grande convulsione politica, economica, sociale culturale e religiosa.

Il secolo fu anticipato dalla vittoriosa campagna del 1796 in Italia dell'armata di Napoleone e continuò con la sconfitta francese fino al ristabilimento del dominio austriaco. Il territorio lombardo si adeguò alle innovazioni introdotte dai conquistatori: sorse la Repubblica Italiana nel 1802; seguì il Regno d'Italia, per concludersi nel 1815 col ritorno degli Austriaci.

La seconda metà dell'Ottocento fu convulso per le guerre di indipendenza, lo sviluppo industriale, il massiccio inurbamento, le tensioni sociali sempre più gravi, l'emigrazione e l'ideologia socialista.

Grandi furono le novità che caratterizzarono il nostro borgo: nacque la ferrovia Milano-Venezia, sorsero nuovi cascinali e sorsero le prime industrie.

Una nuova dimensione economica crebbe nel passaggio dall'agricoltura all'industria; il sorgere del socialismo e dei movimenti sindacali infatti consentirono il diffondersi di una maggiore giustizia sociale. Dall'analfabetismo si passò alla scolarizzazione obbligatoria; la sanità si organizzò con il sorgere di ospedali (ospedale Zappatoni), e l'edilizia ingentì i villaggi con la costruzione di ville.

In questi anni si costruì un nuovo ponte sul fiume e si raddrizzarono strade; si aprì il canale Villoresi a dare fecondità ai terreni di Gropello. I grandi proprietari terrieri erano i d'Adda, i Borromeo, i Carini, i Ponti, i Legnani, i Rusca, i Corsini, gli Arnaboldi, i Ragazzoni.

Il numero della popolazione aumentò dai circa 2.800 del gennaio 1800 a 7.025 del 31 dicembre 1899.

L'economia Cassanese era supportata dalla presenza della Ceramica, della filanda, del Linificio Canapificio Nazionale. Dimensionalmente il borgo rimava stretto attorno al campanile e a raggio dei vasti cascinali, con l'apertura di ville Berva, Ragazzoni, Maroni e Ponti, con qualche palazzo per la residenza popolare: casa Messa, palazzo Gilardi e il Corradino.

Nel 1803 Cascine S.Pietro era ancora comune a sé, con i cascinali Bruciata, Cassinello, Cantarana, Colonnella, Molino, Corbellino, Taranta, Pora, Lega, Gabbana.

I cascinali al di qua dell'Adda erano: Torchio di ragione d'Adda, Molino e seghe di ragione d'Adda, S.Ambrogio, Volta, Cassinello di ragione Sannazzari, Regolè di ragione Seregni, Rocella di ragione Casati, Cassina de Marzi, Binaghetta, Binaga, Casotta, Cassina del Frate, Mulino strada di ragione Soncini, Cassina Nova di ragione Cornaggia, Carbona, S.Bernardino di ragione Corna, Cassinello di ragione Pallavicini.

Dei primi decenni del secolo sono:

- la demolizione delle fortificazioni del castello all'ingresso principale e all'angolo di levante e tramontana, dette del Revellino, fatte nel 1446;
- la costruzione "ponte sopra ponte" opera del Ricetti (intanto che si costruiva questo ponte ne fu gettato un altro momentaneamente davanti al cancello del palazzo Pezzoli Sannazzari, attuale villa Brambilla);
- la cessione da parte dell'orafo Anastasio Zappatoni di casa e cascina già dei Calappi e poi dei Cantoni a favore dei malati poveri di Cassano d'Adda perché si costruisse un ospedale;
- la fusione del comune di Cascine S.Pietro con quello di Cassano d'Adda con il riassetto dei comuni voluto sotto il maresciallo Bellegarde. Cassano si trovò nel distretto di Gorgonzola;
- la sistemazione delle carceri per opera di Perrucchetti in castello;
- l'apertura della fabbrica di maiolica "Decoro e ricchezza del paese".

Il nuovo corso della storia che si aprì dopo il 1830 fu uno dei periodi più confusi di tutto il secolo XIX. Accanto all'instabilità politica europea c'era anche il mutamento delle basi sociali.

Con la rivoluzione industriale si sviluppò il capitalismo e nacque la nuova classe del proletariato.

Il 6 agosto 1840 Paolo Battaglia acquistò il torchio a olio e i fondi annessi da Giovanni Grassoni, e il mulino e le seghe da Domenico Ragazzoni. Iniziò così la prima filatura meccanica di lino in Italia. Il movimento alle macchine era dato da una grande ruota ad asse orizzontale; solo più tardi furono adottate le turbine idrauliche.

Lo stabilimento fu eretto su disegno di architetto inglese; e dall'Inghilterra arrivarono anche i macchinari. Dal Battaglia lo stabilimento passò a una società presieduta dal nob. Luigi Cubani, che introdurrà la filatura della canapa, la tessitura meccanica e il candeggio dei filati. Nel 1837 sarà il Linificio nazionale.

Rallentate le tensioni politiche per il movimento mazziniano, nel 1838 l'Imperatore Ferdinando I d'Austria arrivò in Italia a farsi incoronare Re del Lombardo Veneto in Milano. Il nuovo re inaugurò il nuovo governo con una grande opera: il progetto tecnico della ferrovia da Milano a Venezia. Erano

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

infatti tempi per due grandissime infrastrutture viarie intraprese in quegli anni dal governo austriaco le quali andranno a coinvolgere direttamente i paesi di Pozzuolo e Trecella: la nuova strada statale

Milano-Brescia e la strada ferrata Ferdinanda Milano-Venezia. Il governo austriaco voleva avere collegamenti più rapidi per lo spostamento di truppe col governo centrale di Vienna. L'antica strada Consolare Romana o Postale Regia, come la si chiamava in quel periodo, era divenuta troppo angusta e il ponte romano sull'Adda già esistente tra Cassano e Albignano sulla dirittura Trecella-Treviglio, era crollato in epoca remota. Riadattare la strada Regia allargandola tutta era impossibile poiché sui cigli di essa erano sorti e si erano sviluppati paesi quali Segrate, Pioltello, Pozzuolo e Trecella, le cui case costituivano vere e proprie strettoie impedenti un forte flusso di militari e carriaggi. Inoltre si sarebbe dovuto rifare il vecchio ponte e riadattare la strada al di là dell'Adda (cascina Seriole e cascina Lega) che, non ricevendo più traffico da secoli, era andata completamente in rovina e serviva, solo in alcuni tratti, come strada campestre.

Questi furono i motivi per cui l'imperial Regia Commissaria di Milano decise di costruire una nuovissima strada per Brescia deviandola a Villa Fornaci, dalla ben tenuta strada Consolare Romana che portava a Bergamo, immettendola sui ponti esistenti sulla Muzza e sull'Adda a Cassano. Il 25 febbraio 1837, si era già costituita una Società per azioni per la costruenda ferrovia. I capitali furono subito reperiti, ma quando si trattò di stabilire il tracciato, nacquero i primi ritardi. Avverse al piano originale che la voleva far passare molto più a sud all'altezza di Paullo, si schierò Bergamo, timorosa di essere tagliata fuori da un importante corrente di traffici; e Brescia, anch'essa esclusa dal tracciato e, così pure Treviglio che rivendicava la sua acquisita posizione di centro di smistamento per i traffici della Lombardia orientale. Questa fu indubbiamente la ragione determinante che convinse i progettisti a rivedere il loro piano e a far passare la Ferdinanda lungo un tracciato vicino e parallelo alla Padana superiore. Il 15 febbraio 1846 lo stesso arciduca Ferdinando inaugurava il primo tratto fra Milano e Treviglio; non c'era la fermata a Cassano: da Milano a Treviglio l'unica fermata era a Melzo.

Lo sviluppo delle tramvie fu conseguente a quello delle ferrovie per il collegamento tra i grandi centri commerciali industriali. L'economicità degli impianti che utilizzavano direttamente la strada Padana superiore, collegando su di essa le rotaie incassate nel manto stradale, senza la necessità di stazioni di arrivo e di fermate da costruirsi e la riduzione di personale di servizio, spiega il diffondersi di questo mezzo di comunicazione. Le prime tramvie dal 1870 erano esercitate con traino a cavalli per motivi

tecnici, dato che si evitava l'impiego di mezzi di trazione meccanici. La macchina a vapore applicata al tram iniziò solo dopo il 1875.

L'attivazione della tramvia Milano - Vaprio, la prima esercitata a vapore in Italia, avvenne l'8 giugno 1878.

La Società anonima del Tramvai di Vaprio fu in breve tempo sostituita dalla Società del Tramvai Interprovinciale e in seguito dalla società Anonima Tramvie Interprovinciali Padane (T.B.P.) che rilevò la Milano - Gorgonzola - Vaprio e altre tramvie costruite nel frattempo, quali la Villa Fornaci - Cassano - Treviglio e la Lodi - Treviglio - Bergamo, ponendo le basi di una vastissima rete di tramvie a vapore che già nel 1883 contava circa 160 chilometri di linea e ben 46 locomotive.

La linea Lodi - Treviglio - Bergamo fu concessa il 30 giugno 1879, quella Bergamo - Treviglio fu attivata il 31 agosto 1879, infine il tratto Treviglio - Lodi fu aperto all'esercizio il 15 giugno 1880.

La linea Milano - Villa, Fornaci - Inzago - Cassano (incluso il Ponte sull'Adda - Treviglio) ottenne la concessione per delibera del 17 marzo 1880, ma la costruzione non risultò così agevole.

Il ponte di Cassano costituito da tre arcate metalliche, ciascuna della lunghezza di 25 metri, richiese rinforzi di profilato in ferro e la sostituzione di tavolati in legno con un impalcato metallico ricoperto da ghiaia.

La linea Fornaci - Cassano - Treviglio della lunghezza di Km. 11.550, dei quali 550 comuni alla linea di Vaprio, fu attivata il 15 agosto 1880.

Con questa linea si attuò un più breve collegamento tranviario tra Milano e Bergamo, collegamento che solo 10 anni dopo, nel 1890, diventò ancor più spedito in apertura della Monza - Trezzo - Bergamo.

La Villa Fornaci - Cassano - Treviglio utilizzò il binario della linea Vaprio per circa 550 m., cioè fino al livello dell'attuale Padana superiore e la provincia per Vaprio - Bergamo. Successivamente questa piega a destra con una stretta curva e prosegue per Inzago, attraversando il suolo urbano, per giungere a Cassano, attraversarlo nel centro, e scendere verso l'Adda varcato su di un ponte metallico. Poi, dopo una curva abbastanza pronunciata, prosegue in perfetto rettilineo fino a Treviglio.

I tronchi Cassano - Treviglio, Treviglio - Caravaggio, Treviglio - Bergamo, Treviglio - Lodi, vennero soppressi tra il 1929 e il 1937. Nel 1931 si costruì il ponte sul Naviglio Martesana per evitare l'attraversamento di Inzago, e si allargò la strada di attraversamento di Cassano, arretrando gli stessi palazzi posti su via Umberto I. Completati i lavori, si inaugurò il 20 ottobre 1931.

A Cassano il capolinea fu arretrato di oltre 400 m. all'inizio del paese, mentre precedentemente era al centro della piazza.

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

Dal 1950 l'amministrazione A.T.M. smantellò le tramvie; di fatto erano di moda nuovi mezzi: la motocicletta, ma soprattutto l'automobile. Se il 1600 usava il Naviglio della Martesana, se il primo ottocento ci portò la ferrovia statale e la seconda metà dell'Ottocento e il primo Novecento ci ha dato la comodità del tram, con la fine del XX secolo è arrivata la metropolitana.

Nel 1882 fu inaugurato il ponte di ferro sull'Adda. Su esso poteva passare il trenino gestito dalle Ferrovie Economiche di Bruxelles. Collegava Treviglio con Milano attraversando Cassano.

L'aggregazione dei tre Comuni (Cassano, Gropello, Cascine S.Pietro) fu sancita per legge il 20 marzo 1865, legge secondo la quale si prevedevano agglomerati di almeno 1500 abitanti.

Ci fu naturalmente resistenza a questa imposizione: ogni Amministrazione comunale che si governava autonomamente da secoli era gelosa della propria indipendenza e non accettò lo spirito della legge tesa ad agevolare gli iter burocratici e a diminuire le spese di strutture, mezzi e personale.

Si realizzò nel 1886 il canale Villoresi, il più importante canale d'irrigazione dell'Alto milanese, costruito su progetto degli ingegneri Villoresi e Meraviglia. Derivato nel 1886 dal Ticino presso Somma Lombardo, nella località Panperduto, corre quasi parallelamente al Ticino, dopo Nosate se ne allontana, per volgere ad oriente toccando i territori di Castano, Buscate, Arconte, Busto Garolfo, Parabiago, Nerviano, Lainate, Garbagnate, Senago, Nova e Muggiò, passando per Monza e gettandosi infine nell'Adda presso Gropello a monte di Cassano, dopo 86 chilometri di percorso. Ha una portata invernale da 20 a 30 mc/s ed estiva fino a 70 mc/s. Ha un comprensorio irriguo di 55.000 ettari.

Nell'anno 1896 il lavoro nel territorio cassanese comprendeva la raccolta dei sassi sul greto dell'Adda per il lavoro dei mulini e delle seghe, la coltivazione del lino, l'agricoltura nei cascinali di cui soltanto alcuni grossi padroni erano i beneficiati e in ogni casa si allevavano i bachi da seta.

Tre erano i grandi centri di lavoro: la filanda Paladini in castello, la ceramica dei Legnani, il Linificio.

Il Linificio aveva complessivamente 1016 lavoratori, mentre quello di Fara d'Adda 1550. Questo rappresentava una testimonianza di quanto si era realizzato dalla seconda metà dell'Ottocento: un'autentica rivoluzione industriale sui quindici chilometri di fiume da Trezzo a Cassano sulla sponda destra, e da Capriate a Fara sulla sponda sinistra. In trent'anni sorsero ben sei o sette industrie: Cotonificio Sioli-Dell'Acqua a Vaprio; Cartiera a Vaprio; Filanda Bassi a Trezzo, Filatura Cusani-Linificio a Cassano; Cotonificio Crespi a Capriate; Filatura De Andrea a Canonica; Linificio-Canapificio a Fara Gera d'Adda.

2.4 IL '900.

Tra il 1900 e il 1945 è ravvisabile una continuità con l'800 per quanto riguarda la cultura, l'economia, l'impostazione del lavoro e della famiglia, la religiosità e la severità morale.

L'economia era estremamente povera; la cultura risaliva dall'analfabetismo grazie ai Collegi maschili e femminili; l'edilizia del centro del borgo e dei cascinali segnava la trasformazione maturata dai condomini del Linificio.

Nella seconda parte del '900 emerse invece una rivendicazione della libertà, che dimenticava ogni tradizione, ed era sostenuta dal benessere economico e tecnologico.

La Centrale termoelettrica primeggiava sul Linificio, la zona industriale gestiva il lavoro ma anche gli stipendi, c'era benessere e libertà di scelte. Culturalmente si fondò il liceo scientifico, la biblioteca, la tecnologia si affinava, si crearono arterie stradali importanti che collegavano il centro agli altri poli.

Nacquero nuovi e numerosi condomini, nuove chiese, nuova Casa di riposo, nuovo Centro sportivo, nuova Caserma dei carabinieri, nuova sede del Municipio.

Nel 1901 Cassano contava 8.500 abitanti computando Gropello e Cascine S. Pietro.

Nel castello erano presenti la Pretura, le carceri, il distaccamento del IV Genio Ponteri, la Filanda Paladini. Il borgo era attraversato dal tram che porta a Milano.

Il lavoro era assicurato dall'agricoltura, dal Linificio, dalla fabbrica della ceramica, dalla Filanda.

Nel 1902 venne allargata la strada per la Stazione, raddrizzata sulla attuale via Di Vona dalla Cascina S.Domenico alla Giovannella, dove faceva gomito ad angolo retto, sul tracciato del canale di irrigazione.

Si convocò inoltre una riunione per lo studio delle case popolari da costruirsi.

Nel 1903 funzionavano le nuove linee dell'Adda da Milano a Trezzo.

A fine Ottocento e inizio Novecento si abbandonarono le coltivazioni di lino, viti e riso e domina la produzione del granturco e del frumento, la coltivazione del gelso, l'allevamento del baco da seta. Le abitazioni dei contadini erano igienicamente disastrose, senza servizi igienici e senza spazi per le famiglie, dove convivevano tutti i figli coniugati. Dominava ancora l'analfabetismo, la donna lavorava in casa e non aveva diritto di voto, oppure lavorava nella Filanda Paladini di Casirate, funzionante in castello per 3-4 mesi all'anno. La pellagra era diffusa per mancanza di vitamine nell'alimentazione; i bambini erano al lavoro già a nove anni, la mortalità infantile era elevatissima. Si registrava quindi una forte emigrazione all'estero alla ricerca di una vita più umana. La vera crisi era iniziata dal 1880, quando i mercati erano stati invasi dalla concorrenza del grano americano e della seta giapponese. Gli

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

Imprenditori avevano dovuto cambiare il tradizionale modello di conduzione dei fondi per quello tecnico più razionale. Nuovi contratti di affitto a più lunga scadenza, il miglioramento delle aziende, le nuove opere pubbliche come canali di irrigazione (canale Marzano e canale Villorosi) e a Gropello nel 1927 la pompa di aspirazione dell'acqua, avevano spinto all'industrializzazione delle aziende, favorendo l'allevamento del bestiame e riducendo la coltivazione del lino. Sorsero quindi associazioni a fine '800 che miravano dunque ai contratti collettivi, sia di ispirazione socialista sia cristiana.

Il Linificio ha costituito l'economia primaria di Cassano per oltre un secolo (dal 1873 al 1994). Tutta la zona dell'Adda era stata favorita dall'industria che rincorreva l'esemplarità inglese: Crespi d'Adda, Vaprio d'Adda, Fara Gera d'Adda, Cassano d'Adda. Questa presenza industriale precorreva sulle altre popolazioni un risveglio non solo economico, ma culturale, edilizio, di qualificazione professionale di dirigenti ed operai, ed anche un aumento di popolazione.

A Cassano come a Fara d'Adda accorrevano lavoratori dai paesi limitrofi e anche dal meridione d'Italia per i quali nacquero i Convitti; sorsero inoltre quartieri di ville e case, sia per i dirigenti che per gli operai. Nel 1900 il Linificio di Fara d'Adda contava 1700 operai.

Le attività artigianali e paleo-industriali non cessarono mai di funzionare. Il terreno sassoso e argilloso consentì già nel Settecento l'apertura di fornaci. Inoltre era presente la pesca e la cura dei boschi numerosi sulle sponde dell'Adda, Muzza e Naviglio.

La disponibilità di energia idraulica rese possibile l'installarsi di mulini (della strada, in via Trecella, della Comunità, della via per Fara), di segherie (Battaglia, Ragazzoni, Ceserani, e oggi Canevisio), di macine da grano e di sassi, di torchi per l'olio soprattutto nella zona settentrionale del paese sotto il castello e dell'incile della Muzza, che costituivano la localizzazione ideale per motori idraulici, dato che qui scorreva il Canale degli Opifici.

Qui sorgono i frantoi per l'olio e per brillare il riso. Poi si aprì la coltivazione del gelso e l'allevamento del baco da seta. Ma questa attività impegnava solo tre mesi all'anno circa, per prolungarsi con la filatura e tessitura domestica.

L'episodio più determinante per l'industrializzazione cassanese fu costituito dall'apertura della Filanda di lino Paolo Battaglia, che nel 1842 utilizzava un mulino idraulico da segheria a ruota orizzontale come motore di un grande opificio, costruito su disegni inglesi con tre edifici paralleli a tre piani, uniti trasversalmente da corpi di fabbrica più bassi.

Anche i macchinari furono importati dall'Inghilterra e giunsero, via mare da Genova, per poi essere trasportati su carri fino a Cassano.

La filanda Battaglia coi suoi 6.000 fusi costituiva il maggiore impianto industriale per il lino esistente in Italia, prima di quello di Melegnano del 1839 e di Villa d'Almè del 1842.

La storia di Cassano ha vantato, con altre comunità sull'Adda, come Crespi, Vaprio, Fara, un cammino nell'industria d'avanguardia della prima metà dell'Ottocento.

Nel 1847 al Battaglia successe la Società Cusani e C. presieduta dal marchese Luigi Cusani, che aggiunse alla produzione la filatura della canapa e una piccola tessitura meccanica.

Nel 1873 l'azienda giunse al suo terzo e definitivo assetto di proprietà. Andrea Ponti, marchese e già sindaco di Cassano dal 1864 al 1865, costituì una Società anonima con un capitale di 20 milioni di lire. Nacque nel 1873 il Linificio Canapificio Nazionale riunendo gli stabilimenti Battaglia-Cusani di Cassano, Ceriani di Fara d'Adda e Maggioni di Crema. Venne concentrata a Cassano la filatura a secco, a Fara il candeggio e la tintura dei filati, a Crema le finiture.

La strategia era quella di centralizzare su piano nazionale i prodotti della canapa e del lino d'Italia, utilizzando le materie prime delle produzioni ferraresi, bolognesi, napoletane, esportando la produzione in Inghilterra, Francia, Germania, America, in diretta concorrenza con le principali imprese mondiali.

Nel 1890 venne inoltre installata una corderia tra le più grandi d'Europa, con macchinari d'avanguardia. E' sotto la presidenza di Andrea Ponti, arrivato alla direzione nel 1882, che si arrivò al culmine della produzione, alla erezione di case per gli operai nel 1910.

Passata la difficile fase della prima guerra mondiale si pensò all'aggiornamento del programma di produzione, all'ammodernamento degli impianti, all'accrescimento di risorse per l'energia motrice da produrre in modo autonomo.

Nel 1921 l'ingegnere P. Rusca progettò la Centrale idroelettrica che entrò in funzione nel 1927 con 25 milioni di kW/h all'anno, destinati, oltre che alla fabbrica di Cassano, anche agli opifici limitrofi: Fara, Lodi, Crema.

L'impianto, che utilizzava 140 mc/s d'acqua, con una potenza prodotta di 14.000 cavalli vapore venne realizzato sulla Roggia di Cassano, che era divisa in due tronchi: uno per l'alimentazione della turbina dell'alternatore da 500 cavalli vapore, l'altro per la lavorazione del reparto delle cordature e della torcitura. L'acqua in uscita dalla centrale si gettava nella Muzza e nel Retorto, consentendo una regolazione delle acque in entrambi i canali, risolvendo antichi contrasti tra Lodigiani e Cremaschi.

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

Si realizzava così il grandioso progetto di un laghetto artificiale a monte di Cassano, oltre allo scavo del canale Pecchio.

Il periodo dell'autarchia e della seconda guerra mondiale segnò una battuta d'arresto all'attività del linificio.

Nel 1945, a causa della riorganizzazione, del mutamento dell'economia, del nuovo clima sociale, si richiese l'allineamento degli impianti distrutti, l'aggiornamento dei macchinari, la ripresa delle relazioni coi mercati esteri. Nel 1949 si arrivò alla fusione con "l'Agricola Industriale del lino".

Si aggiunsero grosse difficoltà agli inizi degli anni Cinquanta col ridurre graduale della coltivazione della canapa. Si dovette importare dall'estero il prodotto e mischiarlo con prodotto di mediocre qualità.

Il linificio cercò quindi un'altra produzione più adatta alla fabbricazione di corde con fibre sintetiche come nylon ed il terital. Si introdusse la produzione di spaghi plastificati, di cinte di tapparelle, di cinture di sicurezza per automobili, di teloni per uso industriale e ferroviario. Per questo aggiornamento si rese necessario migliorare e cambiare tanti macchinari.

In questi anni venne aperta la mensa aziendale con spacci di acquisto per i dipendenti. Si organizzarono gite sociali, una biblioteca, spettacoli, colonie marine e montane per i figli dei dipendenti, scuola tecnica serale per meccanici e disegnatori.

Nel 1910 l'azienda costruì il Convitto per le operaie immigrate da paesi lontani e per garantirsi la sicurezza stabile di lavoratrici. Si arrivò fino alla presenza di 200 convittrici. Sorsero "le case alte" destinate ai pompieri e agli elettricisti, e ancora per impiegati, tecnici e operai. Il Convitto si chiuse nel 1969.

Il linificio costruì il C.R.A.L. (Centro Ricreativo Aziendale Lavoratori) detto il Dopolavoro in tempo fascista.

Lo sviluppo del settore terziario in una società sempre più industrializzata portarono il linificio verso il declino a partire dagli anni Sessanta. I materiali sintetici sostituirono le fibre naturali e l'impossibilità di mantenere strutture antieconomiche, l'alto costo delle materie prime, la forte concorrenza dei paesi dell'Est Europa e soprattutto la concorrenza di nuove società (la Licana Nord e Sud) portano al graduale licenziamento della forza lavoro. Nel 1994 lo stabilimento di Cassano chiude e i suoi immobili sono abbandonati al degrado.

Nei suoi oltre cento anni di lavoro, il Linificio ha dunque aumentato la popolazione, ha costituito l'economia portante non solo di Cassano ma anche di paesi vicini, ha costruito un quartiere residenziale

(Case Alte e Basse) e il Convitto, ha anticipato una cultura d'avanguardia, qualificando il personale dirigente ed amministrativo. Inoltre ha migliorato la vita dei propri dipendenti offrendo lavoro, una mensa, una biblioteca, gite sociali, spettacoli, colonie per i figli, una scuola tecnica serale per meccanici e disegnatori, borse di studio per i figli dei dipendenti.

Per quanto concerne il periodo della prima guerra mondiale e il dopoguerra gli elementi salienti furono:

- la sostituzione del vecchio ponte in ferro sulla Muzza con il ponte in cemento armato;
- l'ospedale Zappatoni diviene convalescenziario militare con 140 letti;
- si apre in casa Cusani il ritrovo militare. Nel 1917 con il peggiorare delle condizioni anche il castello e Villa Borromeo vengono utilizzati per ospitare i convalescenti;
- il diffondersi della spagnola.

Negli anni della dittatura e negli anni trenta invece:

- è inaugurato il campo sportivo lungo la strada per Gropello;
- si traccia il viale delle Rimembranze;
- si lavora alla costruzione della centrale elettrica del Linificio (poi inaugurata nel 1927);
- il consiglio comunale delibera la costruzione delle scuole elementari di Cascine S.Pietro;
- avviene la costruzione del canale Pecchio e del campo sportivo del Littorio;
- si allarga via Principe Amedeo.

Successivamente gli anni attorno al 1930 furono periodo di profonda crisi economica: ci fu un crollo della produzione industriale e una crescita del numero dei disoccupati. Il tasso di analfabetismo era al 21%. Nel 1932 sorge per iniziativa fascista il Dopolavoro.

Durante l'inizio del periodo del secondo conflitto bellico il Linificio vive un momento di grande lavoro con 1.400 operai. La popolazione di Cassano contava sempre 8.964 abitanti nel 1944, ma ovunque regnava grande povertà e difficoltà di ogni genere. Nel 1950 si acquistò il terreno in via Tornaghi da parte dell'amministrazione comunale per la costruzione di case popolari secondo il Piano Fanfani. Dai cascinali iniziò lo spostamento degli abitanti verso il centro, si potenziò la meccanizzazione dell'agricoltura e il mondo contadino si fece operaio. Sorsero le stalle all'aperto per gli allevamenti del bestiame, si perse totalmente la coltivazione del gelso e della vite, e si estesero il prato stabile per il foraggio. Tramontò la civiltà cittadina e diminuì di conseguenza la popolazione a Gropello e Cascine S.Pietro. Nel 1951 il comune di Cassano contava 9.972 abitanti.

2. IL COMUNE DI CASSANO D'ADDA: ANALISI STORICA.

Andava consolidandosi lo sviluppo economico forte nel fervore della ricostruzione postbellica. Si sostituirono nuove attività e nuovi modi di lavoro. Si aprì la Domus Cassiana, primo condominio dell'edilizia che si rinnova. Prendono il via anche le case popolari del Piano Fanfani nel quartiere di Volta.

Nel 1955 si acutizzò il problema di dare lavoro e abitazioni più dignitose alla popolazione che esce dalle cascine. Prese così avvio l'iniziativa di costruire nuove case da parte dell'Amministrazione Comunale a cui si aggregò anche l'iniziativa privata: sorsero le case del Piano Fanfani in via Tornaghi.

Nel 1957 Cassano contava 10.560 abitanti, si pensò di inglobare il borgo nella città satellite che sorgerà sull'area da Gorgonzola, Inzago, Cassano, con un totale di 40.000 residenti. Si inaugurano opere di grande importanza: la scuola di avviamento, il nuovo acquedotto, le scuole a Cascine S.Pietro, la pretura, le carceri.

Nel 1959 il miracolo economico iniziato nei primi anni Cinquanta riprese con slancio moltiplicato, raggiungendo il momento più glorioso.

L'abbandono dell'agricoltura e della cascina diventò una fuga massiccia, sia per il lavoro in fabbrica come per la residenza al centro città che offriva maggiori comodità. I Piani Fanfani e Tupini, le cooperative edilizie, la costruzione delle strade e autostrade assicurarono il benessere della civiltà dei consumi elevando il tenore di vita e il grado di cultura media. L'Italia arrivò alla conquista dei mercati mondiali.

Si inaugurano la Pretura, le Carceri, la Caserma dei Carabinieri che precedentemente avevano sede nel Castello.

Per la costruzione della Centrale si demolirono i cascinali S.Bernardino e Carbona. Negli anni Sessanta, del pieno boom economico del triangolo Milano-Genova-Torino, arrivarono anche a Cassano numerosi immigrati soprattutto dal Meridione d'Italia. Iniziarono le costruzioni di condomini al Villaggio e nella Zona della Cascina Volta (case Fanfani); iniziò la costruzione del grattacielo e della Centrale Termoelettrica. Era in costruzione anche la Colonia Elioterapica al fiume d'Adda.

Nell'anno 1961 la popolazione di Cassano era di 11.006 abitanti, si inaugurò la Centrale.

L'esplosione economica portò ad uno sviluppo edilizio senza precedenti; il lavoro infatti richiamò molte persone. In castello risiedevano 62 famiglie.

Nel 1962 si aprirono due vie di comunicazione a livello europeo: la Gran S.Bernardo e la via del Monte Bianco. Si diede il via al consumismo e sorsero, per iniziativa dell'Istituto case popolari, i primi quattro condomini al Villaggio.

Sono anni caratterizzati dal pendolarismo per il lavoro a Milano, dalla mobilità turistica festiva, dalla donna al lavoro, dalla cultura industriale e del terziario, dalla televisione, dall'immigrazione massiccia, dai nuovi orari di lavoro e vita e dalla perdita del dialetto.

Nel 1963 il Piano edilizio concesse e promosse la costruzione della nuova Cassano. Si aprirono nuove strade. Crebbero anche le Zone del Villaggio e della Volta. Si aprì da via Milano la grande arteria che conduce a Vaprio. Nel 1965 era conclusa la costruzione della casa di riposo e continuava l'edilizia in via Tornaghi, Zappatoni, Borromeo, Carducci, Milano e soprattutto al Villaggio. La fine degli anni Sessanta vede il protrarsi di un'espansione edilizia incontrollata.

Nel 1969 l'ospedale Zappatoni venne raddoppiato e si iniziò la costruzione del nuovo edificio comunale in via Manzoni sul luogo di un demolito cascinale.

Negli anni Settanta e Ottanta continuò la costruzione di condomini, l'opera di raddoppio dell'ospedale, la costruzione degli uffici comunali.

Si accentuò il pendolarismo che verso Milano conta 6.060 individui giornalieri. Cassano così diventò città dormitorio. Nel 1974 l'antico borgo aveva perso definitivamente le dimensioni antiche e aveva assunto dimensioni cittadine con tante nuove strade e nuove costruzioni. Negli anni Ottanta venne infine aperto il corso Europa a congiungere Cassano e Trezzo, ma soprattutto per alleggerire il traffico che blocca la città e si costruì un nuovo ponte sul Naviglio Martesana a collegare Cassano e Groppello. Continuavano le costruzioni di nuove vie e condomini. Si decide l'apertura di nuove industrie. L'edilizia in questi anni ha avuto uno sviluppo incredibile e incontrollato (i condomini nelle zone di Cristo Risorto e dell'Annunciazione). Alla fine del 2000 Cassano conta 16.761 abitanti.

(Seguono allegati 3, 4, 5, 6 e 7).

3. INSEDIAMENTI SULL'ACQUA.

L'Adda, fiume dell'Italia settentrionale, ha il suo corso interamente compreso nella Regione Lombardia.

Il suo nome deriva dal celtico, lingua delle antiche popolazioni locali, e significa "acqua corrente".

Esso è il più lungo affluente del Po e, con un percorso che si sviluppa per 313 km, è il quarto fiume italiano per lunghezza (dopo Po, Adige e Tevere) e il sesto per ampiezza di bacino (dopo Po, Tevere, Adige, Tanaro e Arno).

Nella gerarchia degli affluenti del Po si distingue, oltre che per la sua lunghezza, anche per il suo apporto di acque: è infatti secondo per portata media alla foce (dopo il Ticino).

Attraversa le Province di Sondrio, Como, Lecco, Bergamo, Milano, Cremona e Lodi. Nasce dal Monte del Ferro nelle Alpi Retiche; quindi dopo aver disceso la Valle di Fraele giunge nel comune di Bormio, prosegue lambendo anche la parte sud della città di Sondrio attraversando l'intera Valtellina, e successivamente si immette presso Colico (Lecco) nel lago di Como.

Le sue acque, dopo aver alimentato questo bacino lacustre, escono come suo emissario dall'estremità meridionale del Lario, nei pressi di Lecco, dove formano i piccoli bacini naturali di Garlate e di Olginate, e prima di questi una piccola isola fluviale denominata Viscontea.

Dopo aver attraversato il territorio del Meratese si dirige quindi verso Sud ricevendo il fiume Brembo presso Vaprio d'Adda (Milano).

Nei dintorni di Cassano d'Adda (Milano) sbocca nella Pianura Padana e versa la maggior parte delle proprie acque nel canale della Muzza, che riacquisterà successivamente a Castiglione d'Adda (Lodi). Da Cassano piega poi in direzione Sud-Est e perde altre acque in favore del canale Vacchelli a Merlino (Lodi); attraversa quindi la città di Lodi, per poi accogliere le acque del fiume Serio presso Montodine (Cremona). Subito dopo attraversa Pizzighettone (CR) e confluisce nel fiume Po presso Castelnuovo Bocca d'Adda (Lodi) a circa 36 m s.l.m., tra Piacenza e Cremona.

Il regime dell'Adda è di tipo alpino e viene modulato naturalmente dal Lago di Como, di cui è contemporaneamente immissario ed emissario.

Il modulo medio annuo presso la foce nel Po è notevole, pari a circa 190 mc/sec; la portata minima del fiume tuttavia nei periodi di forte siccità (come ad esempio nell'estate 2003) può scendere anche notevolmente toccando valori di 18 mc/sec, mentre quella massima può anche superare i 1.000 mc/sec. Tale regime tuttavia è ampiamente modificato da un sistema di dighe costruite a scopo di sfruttamento idroelettrico, presenti soprattutto nella zona montana, ma anche nel basso corso (verso Pizzighettone). Non sono mancati eventi di piena eccezionali: nel novembre 2002, ad esempio, forti

piogge hanno a tal punto ingrossato il fiume all'uscita dal lago di Como e soprattutto il suo affluente Brembo, da causare una violenta piena di 2.500 mc/sec che ha poi sommerso in parte la città di Lodi.

Lungo il corso inferiore del fiume esistono due parchi naturali, istituiti nel 1983:

- Parco Adda Nord, che si estende in lunghezza per 54 km, da Lecco - punto in cui l'Adda lascia il Lago di Como - a Truccazzano (Milano);

- Parco Adda Sud, che si estende per 60 km, da Rivolta d'Adda (Cremona) alla foce nel Po.

In passato, l'Adda riversava tutte le sue acque nel ramo sinistro, quello più basso, dato che il ramo destro si andava gradatamente interrando, mentre il tratto successivo conservava sempre una notevole portata per lo scarico del torrente Molgora e di altre acque colatizie e sorgive.

Le acque esuberanti del lato di destra, non introdotte nel cavo della Muzzetta, si scaricavano nell'Addetta; queste acque vennero soprannominate "Acque Mutiae" o "Muzza".

Dalla sponda destra del fiume si originano:

- Il Naviglio della Martesana, nascente a Concesa comune di Trezzo;
- La Roggia di Cassano o Canale Pecchio (canale di scarico del linificio);
- Il Canale Muzza con i suoi scaricatori;
- Il Canale Villorosi, derivato dal Ticino, che irriga il territorio di Gropello ed si immette nell'Adda.

Dalla sponda sinistra:

- La Roggia Franca, continuazione della roggia di Cassano in territorio Fara Gera d'Adda;
- Il Canale Retorto alle Cascate.

In origine per riuscire a stabilirsi permanentemente sul vasto territorio descritto, l'uomo pensò di bonificare il terreno paludoso e irriguo grazie alla costruzione di canali. I conti rurali intrapresero quest'opera all'inizio del XII secolo, opera continuata poi dai Benedettini. Vennero così scavati la Muzza nel 1220, il Naviglio nel 1457 e il canale Marzano nel 1890.

A Cassano d'Adda, il fiume è cospicuo: alimenta due centrali elettriche, quella del Linificio e l'altra termoelettrica; specchia il castello che prima della Muzza sorgeva sul fiume; fiorisce la colonia elioterapica; bagna il Traversino; genera la Muzza che nei momenti di magra l'asciuga tutta; alimenta tutti i canali d'irrigazione; supera i ponti di Gropello per Fara, di S. Giovanni su cui corre la statale Padana Superiore e quello della ferrovia Milano - Venezia.

L'Adda alimenta anche le centrali elettriche di Calusco, Robbiate, Paderno, Trezzo, Crespi, Fara e Cassano d'Adda.

3. INSEDIAMENTI SULL'ACQUA.

A Concesa inizia il Naviglio della Martesana e a Cassano la Muzza; in località di Marzano presso Merlino, dà origine al terzo canale d'irrigazione lombardo: al canale Marzano o Vacchelli o del Consorzio di irrigazione cremonese. Anticamente il fiume è stato la via più normale di comunicazione.

Dopo recenti ritrovamenti di piroghe preistoriche, che fanno pensare che il fiume sia stato solcato dai natanti, si è dedotto che forse potrebbe anche essere stato navigato dai Galli, dai Romani e dai Longobardi.

Nell'anno 968 abbiamo documentazione dell'esistenza di un traffico fluviale che dalle lontane Venezie giungeva fino a Monasterolo.

Tale documentazione attesta l'autorizzazione dell'Imperatore Ottone I al vescovo di Bergamo per edificare in Monasterolo, il porto e la stazione navale.

Nel 1158 poi, il Barbarossa costruì, sotto il monte Eghezzone, un porto commerciale destinato ai traffici col Po cosicché, risalendo il fiume, i manufatti dei Cremonesi arrivassero ai vari porti lungo il fiume stesso.

Nel gennaio del 1583 inoltre, un documento presenta le osservazioni fatte dall'ingegner Gian Ambrogio Lunati sull'accrescimento delle acque del fiume Adda a Cassano per l'estrazione e l'introduzione del Naviglio della Martesana.

Agli inizi del Settecento pare che delle barche rifornite di armi, risalirono il Po fino a Cassano per approvvigionare la armate che lì combattevano. Il fiume offriva quindi garanzie di trasporto a piccoli natanti solo nel tratto tra Lecco e Brivio e, più in giù da Lodi al Po.

Cassano era ed è ancora oggi quindi un punto strategico posizionato sull'Adda: terra di confine; passaggio obbligato per Milano; luogo adatto alla difesa e all'offesa dei fiumi e dei canali che lo lambiscono; posizione elevata sulle bassure circostanti; sfortunatamente da sempre campo di battaglia con protagonisti di primo piano nell'orizzonte europeo.

Il Canale della Muzza (o canale Muzza, semplicemente la Muzza oppure impropriamente fiume Muzza) è una diramazione del fiume Adda.

Nasce a Cassano d'Adda, presso l'ex linificio e termina sempre nello stesso fiume a Castiglione. È il canale italiano con più portata ed il primo artificiale costruito nel Nord Italia.

Nei tempi pre-romani era un ramo naturale dell'Adda, che iniziava a Cassano d'Adda e disperdeva gradualmente le sue acque nella pianura, fino ad esaurirsi nei pressi di Paullo (anche se secondo alcuni le acque arrivavano fino all'attuale Melegnano, gettandosi nel Lambro).

L'irregolarità e il regime lento del corso d'acqua rendevano la zona più simile ad una palude che ad una pianura con un fiume; si confondevano i suoi specchi d'acqua con quelli dell'antico lago Gerundo. Il ramo era chiamato Addetta, nome attuale del colatore Paullo-Melegnano, e riceveva le acque del Molgora.

Quando i Romani presero possesso di queste terre, il proprietario di questi terreni, un certo Tito Mutio (periodo di Pompeo), fece fabbricare uno sbarramento sul fiume nelle vicinanze di Paullo ed una derivazione che rendesse possibile l'irrigazione dei suoi terreni; queste acque vennero denominate "acquae Mutiae" cioè appartenenti alla famiglia Mutia. Le acque eccedenti dalla diga, proseguivano nello scolo (non si riscontra se esistente o costruito da Tito Mutio) fino al Lambro, scolo che corrisponde all'attuale colatore Addetta, avendo mantenuto l'originario nome.

Tempo dopo, verso il 1150 circa, i terreni passarono all'ospedale Brolio di Milano. Nella parte del territorio posto ad ovest dell'Adda (compreso nel quadrilatero degli odierni paesi di Lodi, Mulazzano, Paullo e Zelo Buon Persico), venne attuato un progetto di bonifica. Grazie a questa divenne disponibile, a partire dal VII secolo, un esteso territorio di terra fertile e coltivabile.

Nel 1218, terminate le varie guerre presso la città di Lodi, Federico II assegnò il canale ai Lodigiani, ai quali viene attribuita la costruzione (dal 1220 al 1230 circa) della parte del canale Muzza a valle di Paullo, fino a Castiglione d'Adda dove rientra nel fiume originario. Tale costruzione ha praticamente triplicato la lunghezza del canale e corrisponde al percorso attuale; il prolungamento del canale apportò anche un'importante funzione nella bonifica del territorio e contribuì al prosciugamento del lago Gerundo.

Successivamente, verso la metà del Cinquecento, il canale Muzza fu sottratto a favore del Ducato di Milano dal governatore spagnolo Ferrante Gonzaga e, dopo varie vicissitudini giudiziarie, fu per sempre assoggettato al demanio. Risulta quindi che l'attuale canale abbia origini naturali tra Cassano d'Adda e Paullo ed artificiali a valle di Paullo.

La Muzza quindi inizia il suo percorso a Cassano d'Adda (MI), tramite un manufatto artificiale particolare: a nord del centro abitato, dal fiume Adda si stacca il canale Linificio, che serviva l'antica filandiera del paese ed ha breve corso (meno di 1km); successivamente, in località Cascate, una diga alimenta il proseguimento dell'Adda naturale, in portata inferiore ai 40 mc/s, mentre il resto delle acque, già definibile come Muzza, prosegue ricevendo le acque del Linificio.

Muzza e Adda proseguono parallelamente al di sotto del ponte di Cassano (che sorregge la padana superiore) e subito dopo una diga del tipo scolmatrice dà origine allo scolmatore Ferdinando, che

3. INSEDIAMENTI SULL'ACQUA.

riporta gran quantità di acque all'Adda. Questo sistema complesso (non siamo ancora ad 1km dall'inizio della Muzza) fa sì che la Muzza stessa non sia mai vuota, ma possa in caso abbassarsi il livello dell'Adda (evento che comunque non viene lasciato avvenire), dato che questo serve meno campagne dal punto di vista irriguo, ad eccezione della diramazione del Vacchelli a Comazzo. Contemporaneamente garantisce che il canale non possa esondare, possibilità molto remota anche per l'Adda a sud di Cassano, in quanto ne viene sottratta parecchia portata.

Dopo il primo scolmatore, altri tre canali riportano immediatamente acqua all'Adda (il più importante è il Portone), mentre la Muzza entra nel comune di Truccazzano passando sotto al ponte Seicentesco di Albignano d'Adda e successivamente a quello stradale della Rivoltana, ricevendo quindi le acque del Molgora.

Dalla confluenza del Molgora, il canale entra in provincia di Lodi, comune di Merlinò, ma di fatto continuerà a spostarsi tra le provincie di Milano e Lodi, segnandone a tratti il confine (tra i comuni di Settala e Paullo per la provincia di Milano e Merlinò e Comazzo a Lodi); successivamente entra a Paullo presso il ponte di Conterico, poi passa sotto ai ponti della Paullese nuova e vecchia dopodiché arriva ad un punto cruciale del percorso: la chiusa di Paullo: qui riceve le acque della Muzzetta e di altre due rogge, ma principalmente avviene il distacco del colatore Addetta che porterà le acque fino a Melegnano nel Lambro, insieme ad altri fossi per l'irrigazione. In particolar modo in questo punto termina l'antico corso della Muzza, probabilmente quello di origine naturale, e inizia quello costruito dai lodigiani nel XIII secolo. Mentre l'Addetta prosegue in linea retta con il precedente corso della Muzza, la parte nuova del canale vira di 90° verso sud-est, affronta una diga con cascata presso il parco Muzza di Paullo e prosegue definitivamente nella provincia di Lodi, nel comune di Mulazzano, dove passa sotto al ponte della strada Pandina. Successivamente attraversa il comune di Tavazzano con Villavesco (passando sotto alla via Emilia) e di Lodi Vecchio, tra il centro abitato e la città di Lodi, passando sotto al ponte della strada statale 235. Riattraversa quindi la via Emilia a Muzza Piacentina (comune di Mairago) e prosegue quasi in linea retta fino a Bertònico. Successivamente compie un semicerchio attorno al paese di Castiglione d'Adda, accostandosi e poi collegandosi al fiume.

Il primo documento ufficiale che cita la Muzza risale al 1034 e tratta della conquista dell'Adda nuova da parte dei milanesi. "I Milanesi, estratto il canale Muzza l'anno 1220 e versato il fiume Adda nel territorio lodigiano, da sterile e incolto lo resero pigue e fertilissimo".

Nel 1230 l'opera venne completata: questa consisteva nell'apertura di una bocca di presa per il necessario congiungimento tra il nuovo canale e l'antico, proveniente da Truccazzano, e nella costruzione delle porte di Paullo per fermare le acque della vecchia Muzza ed introdurle nel nuovo cavo, scaricando le eccedenti nell'Addetta.

Di fronte alla diga del traversino c'è lo sbocco nella Muzza del canale di scarico delle acque della centrale idroelettrica del Linificio. Le acque eccedenti della Muzza vengono convogliate nell'Adda mediante uno sfioratore e quattro scaricatori. Tra il portone di mezzo e lo scaricatore Vecchio, sulla sponda destra, troviamo un edificio di presa d'acqua per il raffreddamento della centrale termoelettrica dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano.

Nel 1952 si costruì una diga in località di S. Bernardino; da allora la portata d'acqua media della Muzza è di circa 110 mc/sec.

Sulla Muzza a Cassano d'Adda si affacciano il convitto del Linificio, Villa Gabbioneta, Villa Brambilla, Villa Ponti, Casa Berva, la Casa di Riposo, l'Ospedale Zappatoni, l'Asilo Infantile, S. Dionigi, Villa Pia e Villa Fedeli. Tra i monumenti più significativi che su questo canale affacciano si ricordano il campanile della Madonna del Miracolo e le antiche chiese di S. Nazario e S. Bernardino.

Grazie alla Muzza tutto il Lodigiano si è quindi trasformato in un meraviglioso intreccio di acque correnti regolabili e portatrici di fertilità, come dice Carlo Cattaneo: "I Lodigiani scavando la Muzza contribuirono bensì a liberare il Cremonese dalle impetuose inondazioni e dalle paludi, ma si appropriarono del tesoro delle acque dell'Adda".

Il lavoro che verrà illustrato nelle tavole successive andrà ad inquadrare il territorio cassanese all'interno di un contesto geografico importante che vede protagonista, come elemento naturalistico, il lungo corso del fiume Adda.

Nell'approfondire l'importanza che il fiume ha avuto in passato, come precedentemente descritto, ci si è soffermati a capire come il territorio a ridosso di queste acque si sia costituito e soprattutto in che modo e con quali elementi ha stabilito un rapporto con esso.

Cassano d'Adda è il comune al quale è rivolta la nostra maggiore attenzione, nell'ipotesi di insediarvi un nuovo sistema residenziale, ma è stata fondamentale anche la conoscenza del territorio limitrofo; saranno riportati per questo, i comuni di Trezzo sull'Adda, Capriate San Gervasio, Vaprio d'Adda, Canonica d'Adda, Fara Gera d'Adda e Rivolta d'Adda. L'analisi rappresentata nelle tavole successive, mostra in che modo le architetture presenti nei territori comunali, che rievocano importanti fatti storico culturali e che svolgono funzioni di rappresentanza, stabiliscono un rapporto con il fiume.

3. INSEDIAMENTI SULL'ACQUA.

Il rapporto che si è andato ad indagare non è solo riferito allo spazio fisico che gli edifici occupano rispetto al corso del fiume, ma anche alle differenti funzioni che impongono ovviamente diverse relazioni.

Da Trezzo d'Adda a Rivolta d'Adda si sono riportati esempi di architetture presenti sul fiume o nelle vicinanze di esso; questi edifici sono ville, castelli, edifici di archeologia industriale, un villaggio operaio, centrali idroelettriche, centri storici, edifici religiosi.

Si è compreso che questi edifici si confrontano con l'elemento naturalistico in modo assolutamente diverso l'uno dall'altro.

Il castello con la sua imponente presenza a ridosso del fiume, si rapporta in modo diretto rispetto al fiume ma con un'anima introversa, di difesa.

Le ville hanno differenti modi di relazionarsi: si affacciano sul tracciato storico il quale conduce al fiume; sono poste su un basamento che permette un rapporto a distanza ma creando interessanti visuali; possiedono ai "piedi" un terrazzamento che conduce alla sponda del fiume.

Gli edifici industriali sfruttano direttamente l'acqua per produrre energia portandola all'interno dei suoi spazi.

Il villaggio operaio e' costruito a ridosso delle sponde, si rapporta anch'esso in modo diretto per quanto riguarda la parte industriale mentre nega completamente il rapporto alla parte residenziale subordinata.

Le centrali idroelettriche si "nutrono" continuamente della relazione con l'acqua determinando così la loro presenza.

Le tavole riportano alcuni esempi: questi sono contestualizzati nel territorio rispetto al fiume Adda; riportano l'impianto generale, la volumetria, in alcuni casi la differenza degli elementi e uno schema sintetico del principio compositivo che riassume in modo rappresentativo il carattere dell'edificio e il suo modo di porsi rispetto all'elemento naturalistico.

(Seguono allegati 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 30).

4. INTRODUZIONE ALL'AREA: IL TERRITORIO CASSANESE.

Il comune di Cassano d'Adda si è insediato all'interno di un importante sistema di acque: il fiume Adda, il canale Muzza, il canale Villoresi, il naviglio Martesana; questi ultimi due permettevano in passato il collegamento con la città di Milano.

Si inserisce inoltre in una rete di trasporti che collega Milano a Brescia:

- la via Milano, strada Padana Superiore e principale asse storico dal;
- la Paullese;
- la ferrovia Milano - Venezia alla quale ad oggi si è affiancata la linea dell'alta velocità su cui è stato deviato gran parte del traffico ferroviario;
- l'Autostrada Milano - Brescia;

oltre a questi importanti tracciati dal 2001 è stato presentato il progetto preliminare della costruzione dell'autostrada BRE-BE-MI, approvato nel 2009, anno in cui sono iniziati i lavori e che si prevede il terminino nel 2013.

Questa infrastruttura si collegherà con la tangenziale est - esterna di Milano.

A scala comunale, Cassano d'Adda presenta un problema di congestione del traffico pesante che da Milano attraversa la cittadina nel centro storico, superando il fiume per collegarsi a Treviglio.

L'amministrazione comunale prevede la costruzione di una tangenziale per migliorare la situazione e spostare il traffico al di fuori del centro; la sua collocazione è sita all'interno dell'area dell'ex scalo ferroviario, escludendo dal nucleo storico la ferrovia e i territori al di là di essa.

La tangenziale si collega di nuovo alla via Milano superato il ponte sul fiume in un'area prevalentemente agricola.

Questo nuovo tracciato devia quindi per circa 2 Km il traffico, reimmettendolo su una strada statale poco adeguata ai mezzi pesanti.

Contro le previsioni comunali si ipotizza un altro percorso che possa collegarsi direttamente alla nuova tangenziale di Treviglio e all'uscita del casello della BRE-BE-MI, punto strategico della viabilità, liberando così l'ex scalo ferroviario, area con grandi potenzialità.

Cassano d'Adda ha avuto, grazie alla presenza del fiume, uno sviluppo originariamente sull'asse nord - sud; la successiva crescita edilizia ha preso come unico riferimento il centro storico espandendosi attorno ad esso.

All'interno del centro è forte la presenza di edifici storici che si relazionano direttamente o attraverso l'asse storico con il fiume.

Questi sono: il Castello, sorto in un luogo strategico per il controllo del valico dell'Adda; il ricetto, nucleo fortificato e primo insediamento storico; la Villa Borromeo, costruzione settecentesca con annesso il grande parco; la Villa Brambilla, costruita sulla sponda del fiume che si rapporta ad esso attraverso un verde terrazzato.

La ferrovia ha assunto all'interno del comune di Cassano, un ruolo marginale rispetto al centro.

Di conseguenza si è andata a definire una zona periferica con una edificazione non controllata e principalmente a carattere industriale.

La nuova ipotesi insediativa che sorge all'interno dell'area della stazione ed ex scalo ferroviario, è stata scelta perchè unico luogo libero dove è ancora possibile pensare ad un insediamento in relazione con il fiume; area che si mette a confronto con il centro storico per il suo carattere.

Questa prevede la possibilità di ricucire il centro con i luoghi oltre la ferrovia andando a costituire un secondo polo organizzato lungo un asse in analogia con il centro storico, che segue la linea ferroviaria. E' stato infatti il nuovo ruolo di quest'ultima, che diventa un servizio territoriale cadenzato, a definire un ulteriore asse importante come è stata storicamente via Milano per il centro.

L'ex scalo ferroviario ha una morfologia particolare: è costituito da un profilo degradante che fa pensare a un anfiteatro naturale, questo si proietta verso l'asse assunto che collega quest'area fino alla stazione.

Nelle città dei nostri giorni, come nelle città della storia, si ritiene la qualità dell'abitare dipendente dalla qualità dei luoghi, dalla presenza di elementi e spazi comuni che ne consentono la riconoscibilità, dalla consapevolezza di appartenere a un luogo collettivo, fatto di relazioni urbane e umane; rapporti che l'abitazione ha con gli spazi collettivi e con le istituzioni presenti nella città.

Nella nuova proposta insediativa il principio generatore è la costruzione di diversi luoghi, sia privati che collettivi, in relazione ad un unico asse est - ovest, che riconduce al fiume.

L'intenzione è la costruzione di una parte di città, come era nella città antica, i cui luoghi consentivano agli abitanti di sentirsi e riconoscersi in una comunità, cosa purtroppo persa nel periodo di massima espansione nel dopoguerra con la costruzione delle immense periferie: luoghi senza qualità, senza spazi collettivi e quindi senza relazioni con un centro ricco di servizi ma troppo distante da essere considerato proprio.

Il progetto prevede la costruzione di una parte collettiva in rapporto diretto con il fiume che attraverso l'asse va a definire altri luoghi residenziali e attrezzature di servizio per la collettività; questi luoghi sono pensati all'interno del sistema verde che si conclude nell'anfiteatro.

4. INTRODUZIONE ALL'AREA: IL TERRITORIO CASSANESE.



IMMAGINE 1



IMMAGINE 3



IMMAGINE 2



IMMAGINE 4

4. INTRODUZIONE ALL'AREA: IL TERRITORIO CASSANESE.



IMMAGINE 5



IMMAGINE 7



IMMAGINE 6



IMMAGINE 8

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.

Sono differenti gli aspetti presi in considerazione durante la fase preliminare di rilievo e studio per l'ipotesi del nuovo insediamento residenziale con annesse funzioni collettive all'interno del territorio cassanese. Dopo una prima e attenta analisi del contesto, della morfologia dei luoghi e di come questi si sono sviluppati, estesi ed arricchiti nel tempo, sono seguite le prime ipotesi di nuove unità.

Capire inizialmente come il territorio del comune di Cassano d'Adda si è sviluppato è stato di estrema importanza: riconoscerne una stratigrafia; dare per certi alcuni elementi naturali che hanno fatto di questo luogo una risorsa, come il corso dell'Adda; gli elementi rurali, ricchi in questo contesto; focalizzare gli elementi storici permanenti, quali il castello, le varie ville all'interno del tessuto storico ed in affaccio sul canale della Muzza; gli assi viari di collegamento all'interno ed all'esterno del territorio comunale; la ferrovia, come elemento della modernità e soprattutto nuova potenzialità di connessione al resto del territorio lombardo.

Tutti questi aspetti sono stati utili per definire delle importanti relazioni con i luoghi, che siano essi naturali o costruiti dall'uomo, che siano privati o collettivi; dei rapporti con le infrastrutture esistenti e nuove; dei principi insediativi e di quelli compositivi; della definizione dei tipi edilizi e dei caratteri dell'architettura.

Nel percorrere questi luoghi, si sono riscontrati dei significati storici forti e riconosciuta soprattutto un'idea di insediamento costituito da tanti e differenti luoghi autosufficienti, che dipendono però dalla presenza del corso del fiume, evidente da come questi luoghi vi si affacciano creando un legame con l'elemento stesso.

Tutti questi elementi sono stati fondamentali nell'idea di costruzione di una nuova parte di città. Definire un'unità costituita da più luoghi dipendenti da un contesto naturale, questo il primo obiettivo perseguito nella definizione di un principio insediativo.

Per la costruzione del nuovo insediamento residenziale si è guardato all'esempio del Quartiere Feltre, situato nel settore est di Milano, collocato in una delle aree più infrastrutturate della città e che costeggia il fiume Lambro.

Il Quartiere fin dalle prime ipotesi è pensato come estensione del parco Lambro situato a nord, un insediamento nel verde che accoglie residenze e servizi collettivi.



IMMAGINE 9

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.

Di seguito è riportata, attraverso la rappresentazione dei modelli di studio schematici, la prima ipotesi in quattro versioni, di insediamento residenziale e servizi collettivi. In tutte le versioni il quartiere è composto da due parti distinte: una costruisce la parte residenziale all'interno di un contesto verde, tra il limite a sud della linea ferroviaria e a nord del costruito esistente e della campagna; questa è rappresentata da una grande corte composta da edifici a corte e da edifici in linea che costruiscono dei luoghi privati.

L'altra parte in affaccio sul canale della Muzza costruisce la testa composta dall'edificio stazione e da un edificio collettivo ad uso degli utenti del quartiere ma anche dei cittadini cassanesi.

La particolare forma in apertura verso il fiume ha spinto alla ricerca ed allo studio dell'ipotesi di costruzione di una piazza.

Nella prima versione le due parti costruite sono legate da un asse est - ovest; le due estremità sono rappresentate a ovest da una grande corte, ad est dagli edifici collettivi.

A nord dell'asse le residenze sono organizzate a gruppi di edifici in linea che costituiscono tre corti, a sud dell'asse una corte, un edificio ad "L" ed un edificio in linea segnano l'asse ed il luogo centrale collettivo.

Questa ipotesi è la somma di più luoghi che costruiscono un unico luogo collettivo, che si relaziona alla piazza comune e successivamente al fiume. Nella seconda versione c'è la volontà di distinguere le due parti del progetto. La piazza rimane invariata, a cambiare è l'organizzazione degli edifici che tendono ad una chiusura, costruendo un luogo interno collettivo.

C'è una gerarchia degli spazi rappresentata dagli edifici che costruiscono delle corti e dagli edifici in linea in affaccio sul luogo centrale.

Anche l'impianto della terza versione rimane quasi invariato rispetto alla seconda ipotesi. Ciò che cambia è la disposizione degli edifici a sud, in direzione nord - sud che tendono quindi ad aprirsi verso la linea ferroviaria, stabilendo così un legame importante con questo elemento.

La quarta versione è la somma delle precedenti poiché le due parti di progetto sono legate da un asse virtuale in direzione est - ovest.

La parte della piazza rimane invariata, in affaccio sul fiume; la seconda parte di progetto è composta da edifici in linea organizzati in modo da costruire degli spazi a corte; sono presenti quindi una corte di testa che chiude l'unità residenziale, quattro corti che si estendono a nord e tre edifici in linea in

direzione est - ovest che chiudono il sistema prima della linea ferroviaria escludendo quest'ultima dal sistema stesso.

C'è di nuovo una gerarchia degli spazi: quelli a corte considerati più privati e quelli centrali costruiti dalla disposizione degli edifici.

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.

In una seconda fase, tenuti presenti gli aspetti precedenti, si è guardato all'esempio di un altro quartiere residenziale a Vienna, il Karl Marx Hof.

Il Quartiere è situato a nord rispetto al centro storico di Vienna, esso si colloca in corrispondenza della fermata di Heiligenstadt, verso la quale il complesso presenta un fronte continuo, aprendosi verso ovest dove sorge la suddetta piazza, tagliata da due strade carrabili. Le due corti chiuse sono trattate a parco e ospitano gli ingressi delle abitazioni e i servizi collettivi. Le arterie trasversali consentono l'attraversamento automobilistico del quartiere.

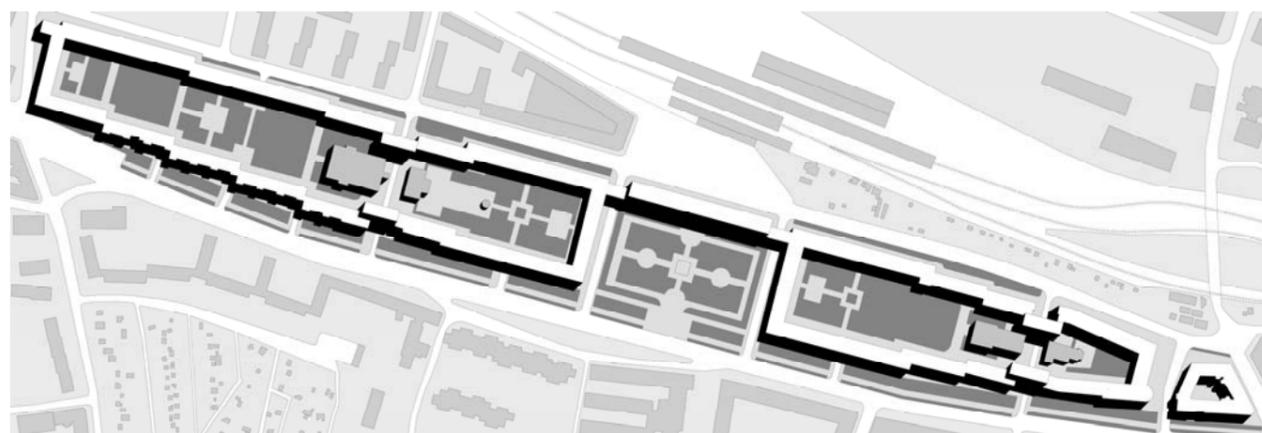


IMMAGINE 14

L'idea è sempre la medesima: un insediamento con la presenza di corti e quindi di più luoghi che costruiscono un'unità.

La seconda ipotesi, in cinque versioni, ripropone in forma diversa l'idea di un progetto unitario costituito da due parti: la testa collettiva ad est, e la parte residenziale ad ovest.

Nella prima versione è chiaro questo intento: una grande corte ad ovest, aperta in direzione del fiume, accoglie il prolungamento della parte di piazza; a definire l'asse virtuale di collegamento sei edifici in linea, slittati l'uno rispetto all'altro in direzione est - ovest, escludono il costruito esistente a nord e la linea ferroviaria a sud. Un lungo spazio centrale collettivo si apre a ovest come ad est.

La seconda versione rimane invariata rispetto alla prima; l'unico elemento che cambia è la corte residenziale ad ovest, proposta con un'ampiezza minore per non vincere rispetto alla testa collettiva.

Le versioni successive riprendono di nuovo l'idea della corte, in questo caso però come tipologia di edificio e non solo di spazio.

Nella terza versione è presente nuovamente l'idea delle due parti del progetto, si accenna a un secondo asse nord-sud nella parte residenziale; questa è costituita da una corte di testa che accoglie l'asse virtuale est - ovest, da una corte a nord ed un edificio in linea a sud che insieme determinano l'asse virtuale in direzione nord - sud ma soprattutto un luogo centrale collettivo; quattro edifici in linea slittati uno rispetto all'altro evidenziano l'asse verso il fiume ed il lungo spazio centrale collettivo.

Nella quarta versione c'è la volontà di unire le due parti di progetto tramite l'organizzazione degli edifici. Rimane l'idea delle due teste, privata residenziale da una parte e collettiva dall'altra. A nord della parte residenziale tre corti si aprono verso lo spazio centrale, a sud tre edifici in linea escludono la linea ferroviaria, questa disposizione permette la costruzione di tre luoghi collettivi perpendicolari all'asse est - ovest; due edifici uno di fronte all'altro tra le due parti di progetto evidenziano l'asse che sostiene l'impianto.

Nella quinta versione l'unica variazione tra le due parti è data dalla presenza di un edificio a corte e un edificio in linea che costruiscono uno spazio centrale perpendicolare all'asse est - ovest.



IMMAGINE 15

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.

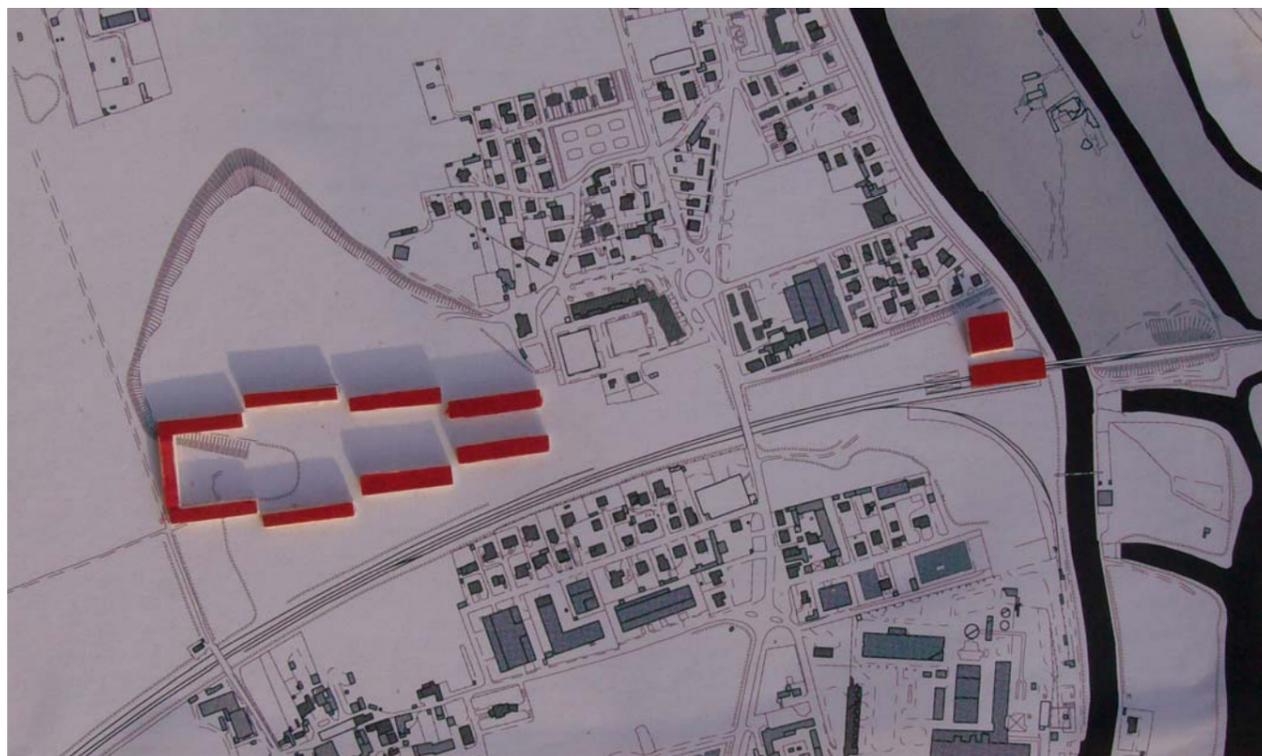


IMMAGINE 16



IMMAGINE 18

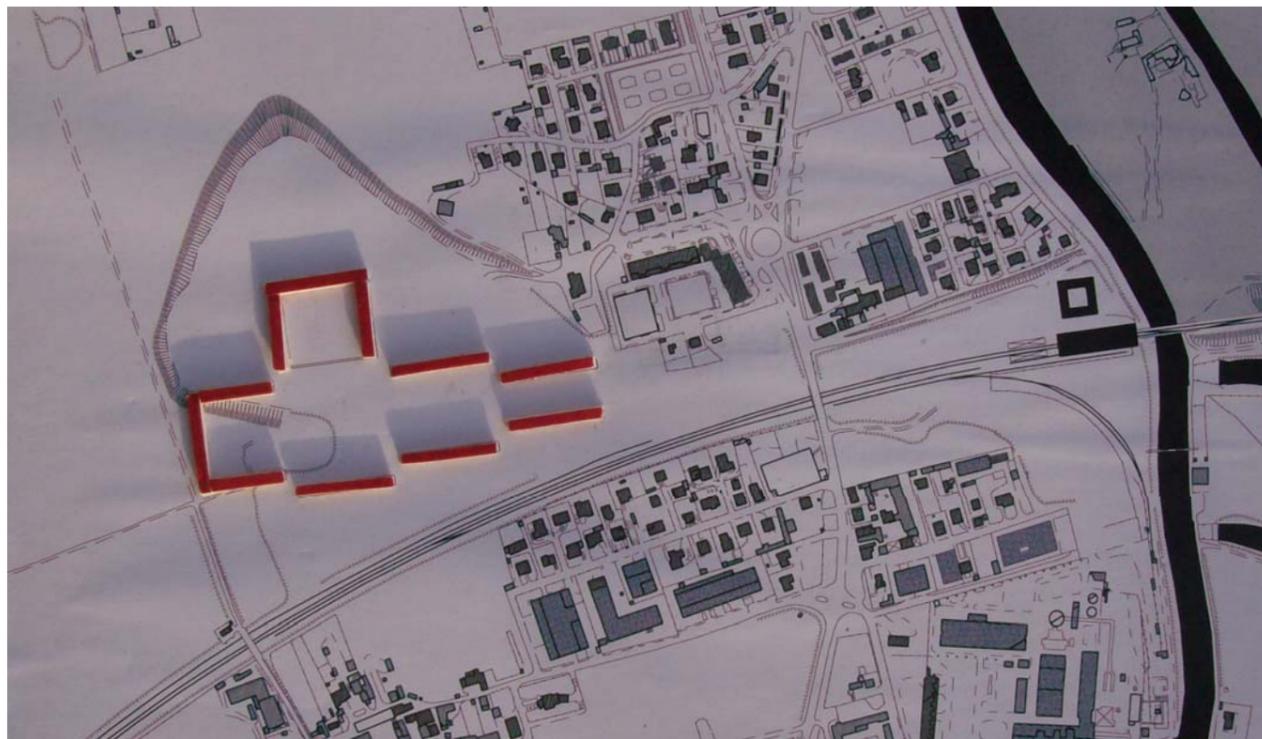


IMMAGINE 17

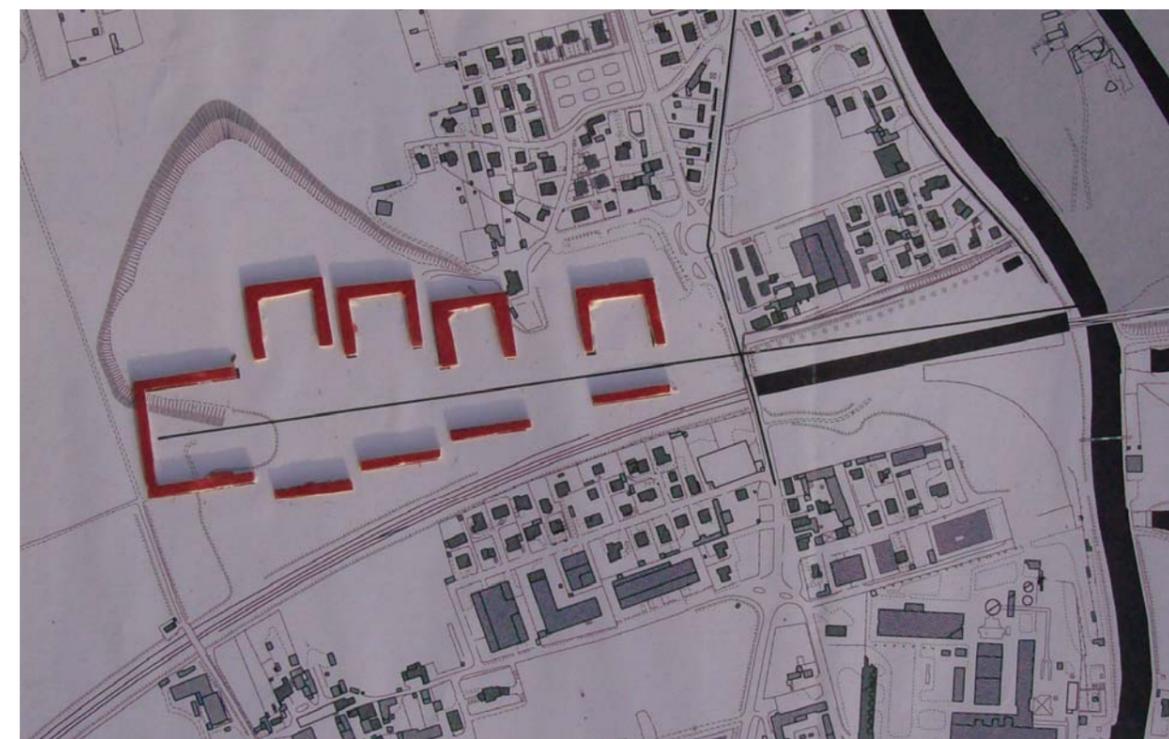


IMMAGINE 19

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.

In una terza fase si sono elaborate le ipotesi e varianti dell'idea di insediamento residenziale precedenti mantenendo le tipologie di edifici a corte prevalentemente per la testa residenziale e di edifici in linea per il resto dell'impianto; in alcuni casi si è introdotta anche la tipologia di edificio a blocco per i servizi collettivi.

La terza ipotesi di progetto, con sei varianti, propone l'organizzazione degli edifici in modo differente rispetto alle precedenti, ricordando però l'idea di più luoghi.

Le prime tre versioni sono organizzate in modo simile: il progetto si divide ancora in due parti fondamentali, che si avvicinano maggiormente stabilendo un legame; sono presenti ancora le due teste, una privata residenziale e l'altra collettiva, un edificio in linea in mezzo alla due parti esclude la zona industriale esistente a nord.

In questi impianti si inizia a considerare la morfologia del luogo, tenendo presente il declivio che si estende a nord e che forma un anfiteatro naturale, infatti le residenze in linea sono all'interno di questa grande corte naturale, disposte in direzione nord - sud e distanziate l'una dall'altra in modo da costruire dei luoghi collettivi. Nelle tre varianti gli edifici sono di diversa lunghezza, numero e disposizione. Le altre tre varianti mantengono la stessa idea dell'impianto compositivo; cambia però la disposizione degli edifici residenziali in linea e c'è un'idea diversa di chiusura della parte industriale a nord con l'inserimento di un edificio a blocco ed uno in linea.

Nelle ultime due versioni c'è la presenza di un nuovo edificio a blocco accanto alla corte residenziale come proposta per un servizio collettivo che fa da perno alla composizione verso l'anfiteatro verde. L'idea di chiusura verso la linea ferroviaria è molto forte.

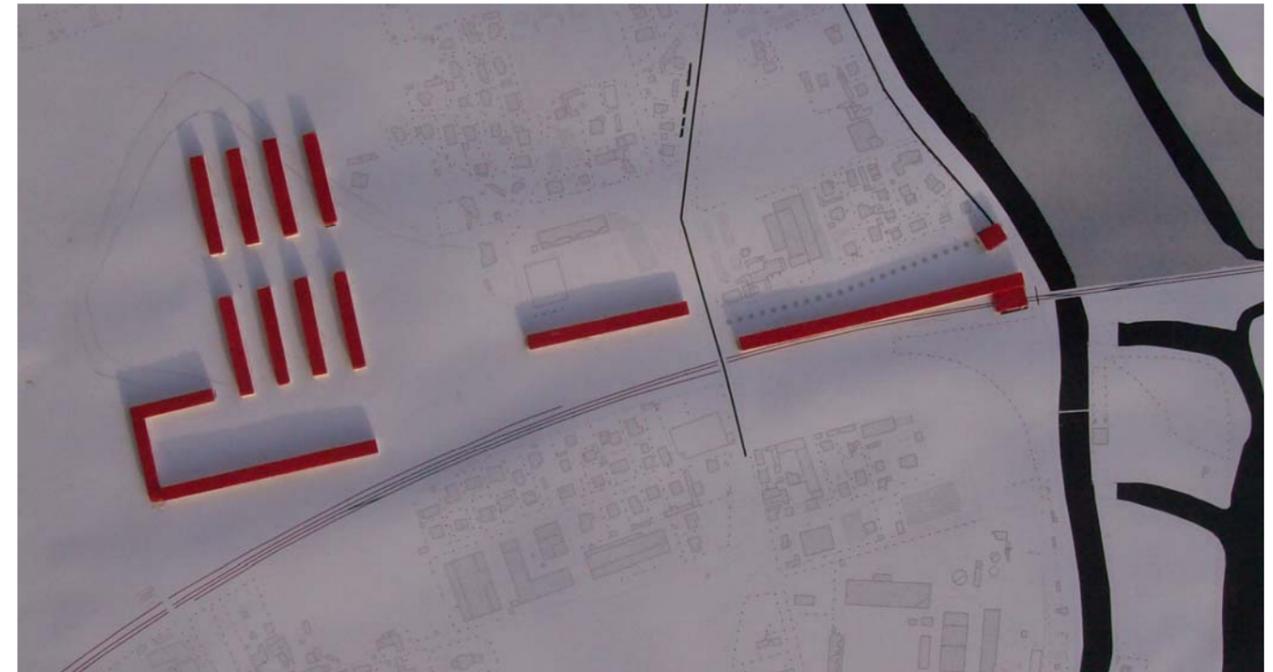


IMMAGINE 20



IMMAGINE 21

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.



IMMAGINE 22

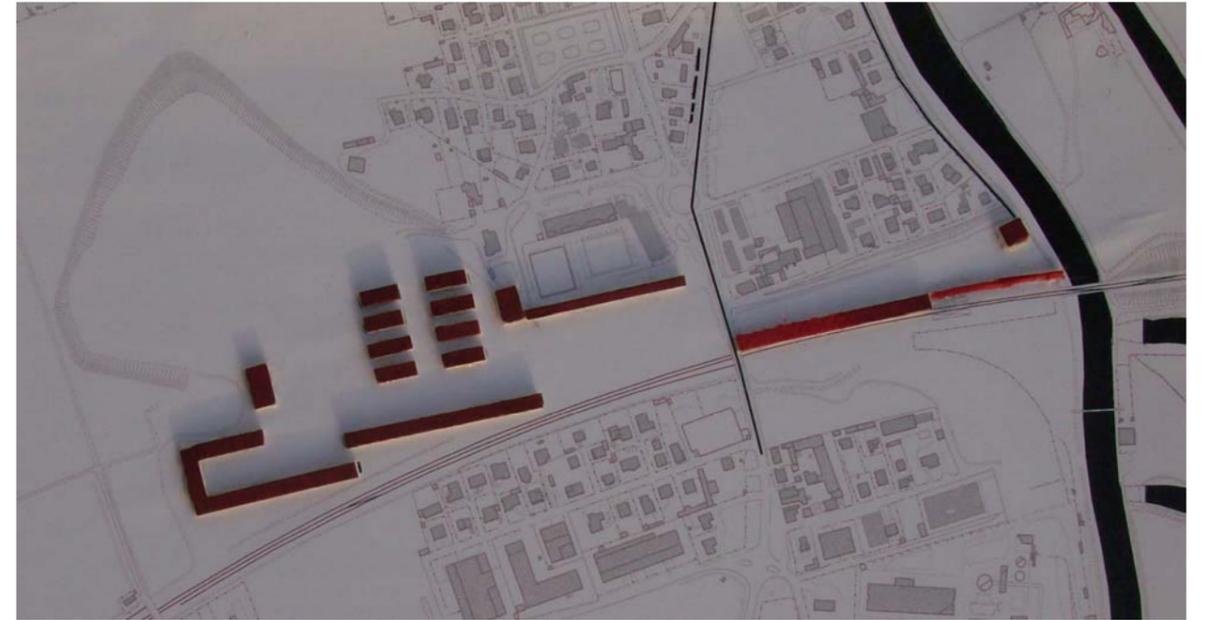


IMMAGINE 24

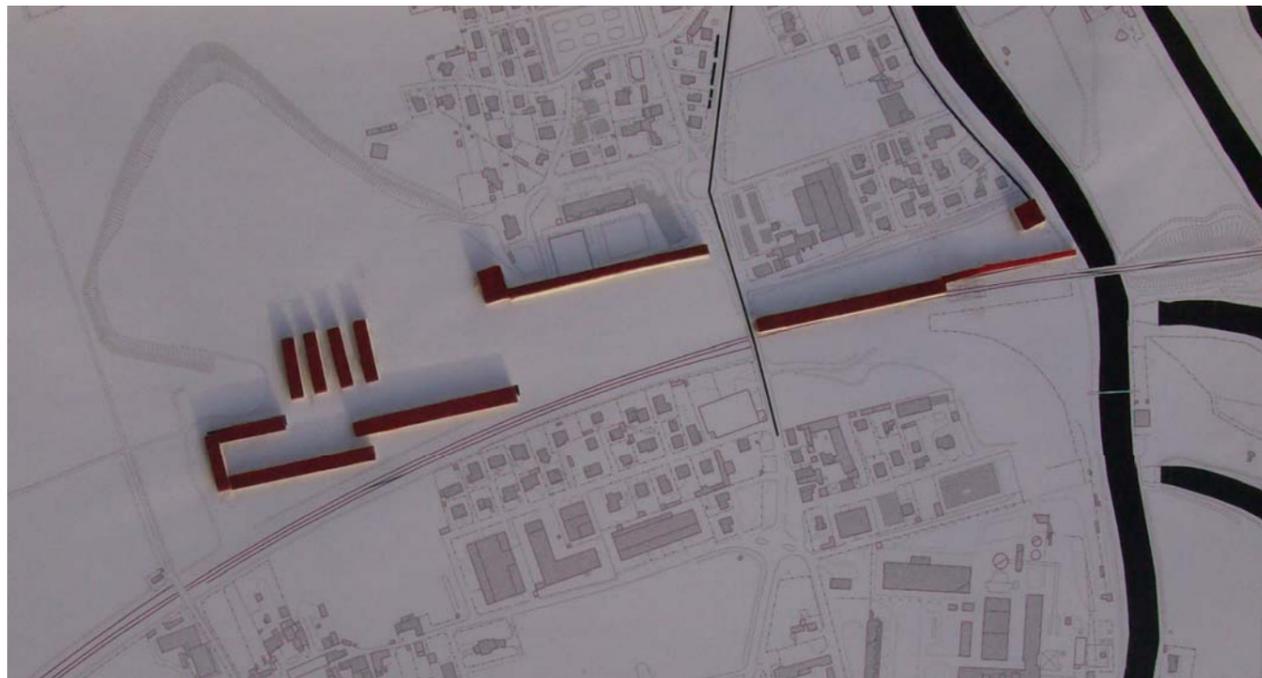


IMMAGINE 23

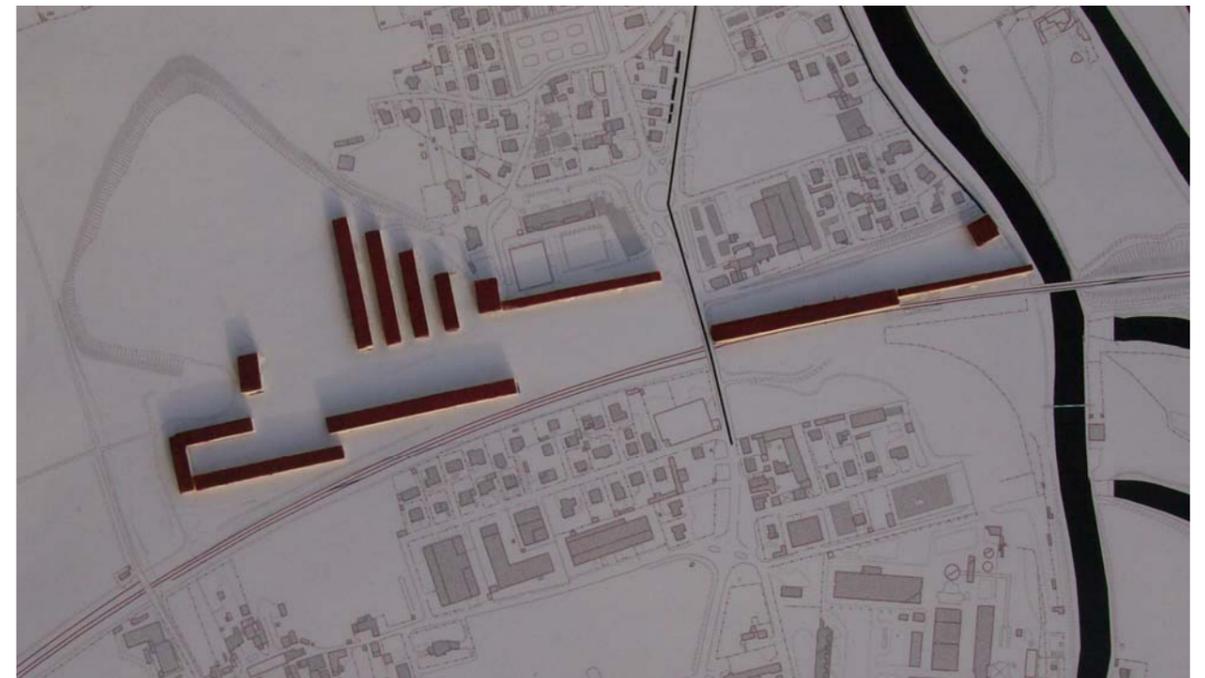


IMMAGINE 25

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.

Nella quarta fase di studio per l'impianto compositivo del nuovo insediamento residenziale, permane l'idea di costruzione del progetto secondo due parti distinte: la piazza costituita dall'edificio stazione parallelo alla linea ferroviaria e l'edificio per le funzioni ricreative; la parte residenziale legata a quella collettiva.

La quarta ipotesi di impianto generale presenta tre variazioni distinte soltanto nello sviluppo verso nord della residenza.

L'impianto è sempre il medesimo: una testa residenziale a corte; un edificio in linea posto come chiusura verso sud, quindi verso la ferrovia; un edificio a blocco accanto al braccio nord della corte, che fa da perno verso l'anfiteatro verde. L'elemento innovativo in questa ipotesi progettuale è rappresentato dal lungo edificio in linea, antistante la parte industriale a nord, posto subito dopo il ponte il quale chiude ad ovest la piazza. Questo edificio, visto come elemento permeabile quale un portico, tiene insieme l'edificio a blocco per servizi collettivi ed un gruppo di quattro edifici in linea residenziali di diversa lunghezza disposti a scalare. L'organizzazione di tutti questi edifici evidenziano il primo importante asse della composizione, quello est-ovest, dal fiume verso la campagna.

L'intero sistema è completato dall'inserimento di altri edifici residenziali, tre o quattro, all'interno dell'anfiteatro verde, disposti in modo da costruire un luogo centrale collettivo; quest'ultimo si pone in modo perpendicolare rispetto all'asse principale.

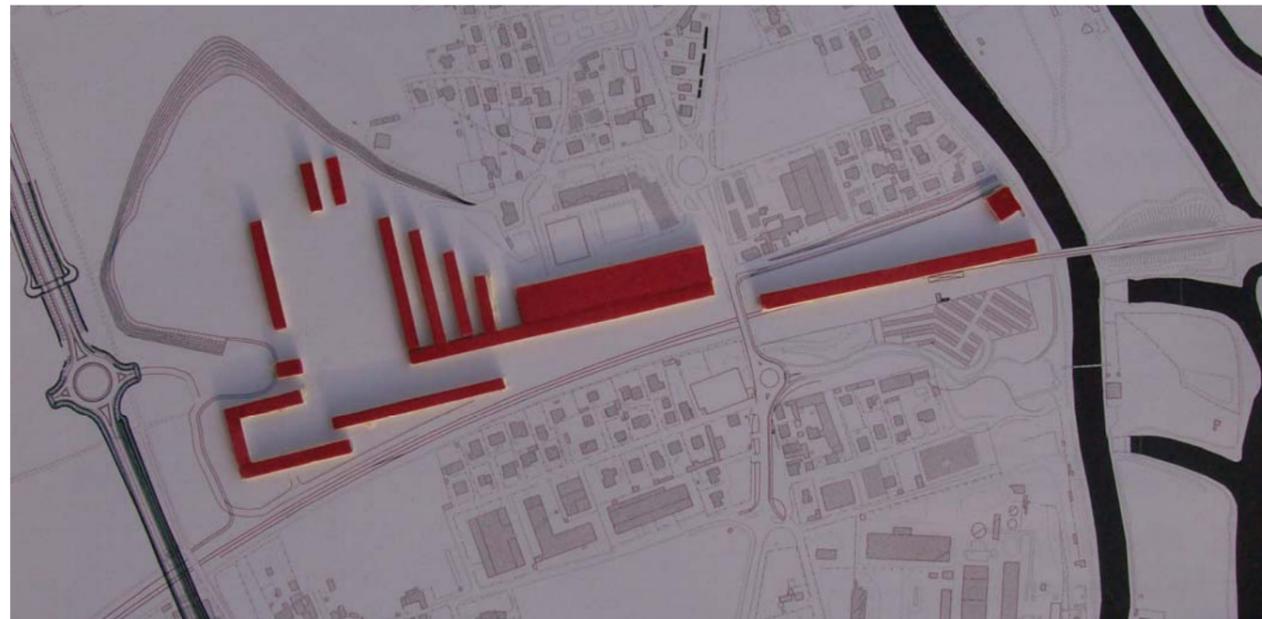


IMMAGINE 26

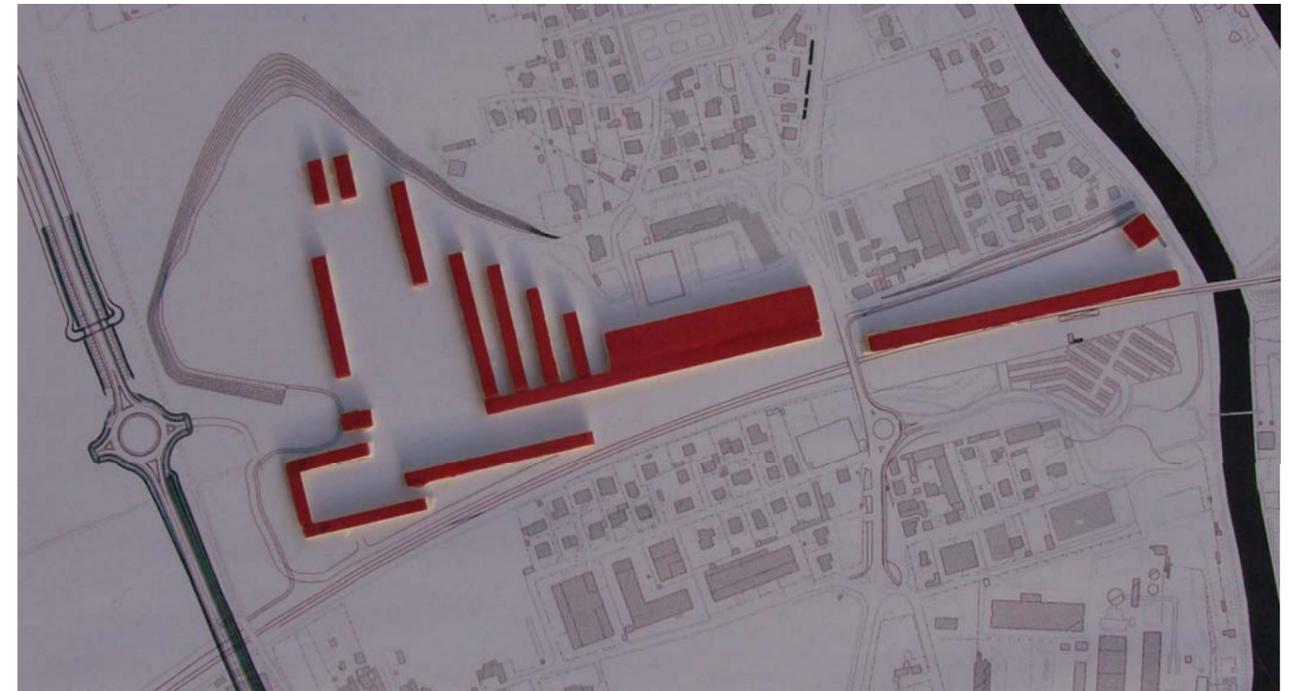


IMMAGINE 27



IMMAGINE 28

5. STUDI PER UN NUOVO PROGETTO INSEDIATIVO.

Nella quinta fase di studio, precedente a quella finale, c'è un'importante considerazione da tenere presente poiché seguirà la fase finale e quindi determinerà l'impianto generale conclusivo del progetto: l'ipotesi di ampliamento dell'area con la costruzione di un'area a sud e a cavallo della linea ferroviaria, che dovrà connettersi al nuovo progetto residenziale e legarsi al tessuto esistente, includendo delle funzioni che possano essere di completamento di questa parte di città.

La quinta ipotesi di progetto presenta quattro variazioni; l'impianto è in parte il medesimo, cambia l'organizzazione degli edifici all'interno della corte naturale, c'è la ripetizione di un sistema a pettine tenuto insieme da un lungo edificio in linea, rimane il luogo centrale collettivo perpendicolare alla lunga fascia di verde che tiene unito tutto il sistema.

A sud della linea ferroviaria l'ipotesi presenta tipologie e disposizione degli edifici differenti nelle quattro varianti: nella prima torna l'idea della corte, in questo caso unica, con un'apertura verso nord, verso l'intero sistema sottolineando il grande spazio centrale collettivo; nella seconda variante due edifici in linea con direzione nord - sud costruiscono uno spazio centrale in rapporto anch'esso verso il resto del sistema, uno dei due edifici è affiancato da un gruppo di tre edifici in linea di diversa lunghezza posti anch'essi in direzione nord - sud a scalare; nella terza vi è la presenza sia dell'edificio a corte con apertura verso nord, sia degli edifici in linea in direzione est - ovest a nord della corte, anche questi di diversa lunghezza; nella quarta variante si ripropone a cavallo della ferrovia parte dell'impianto a nord, un edificio in linea che tiene insieme una disposizione a pettine di tre edifici con direzione nord - sud di diversa lunghezza, posti a scalare. Con un iter progettuale quasi stratigrafico e l'inserimento di successivi nuovi elementi, il principio compositivo dell'impianto è sempre più chiaro: l'elemento generatore del quartiere è lo spazio verde, quello naturale dove l'impianto si insedia e quello costruito dalla disposizione degli edifici che diventa collettivo; tutte le parti prospettano su un unico luogo centrale, la fascia verde che nella seconda parte del progetto muta il suo aspetto naturale per diventare parte costruita collettiva, la piazza in affaccio sul canale della Muzza.

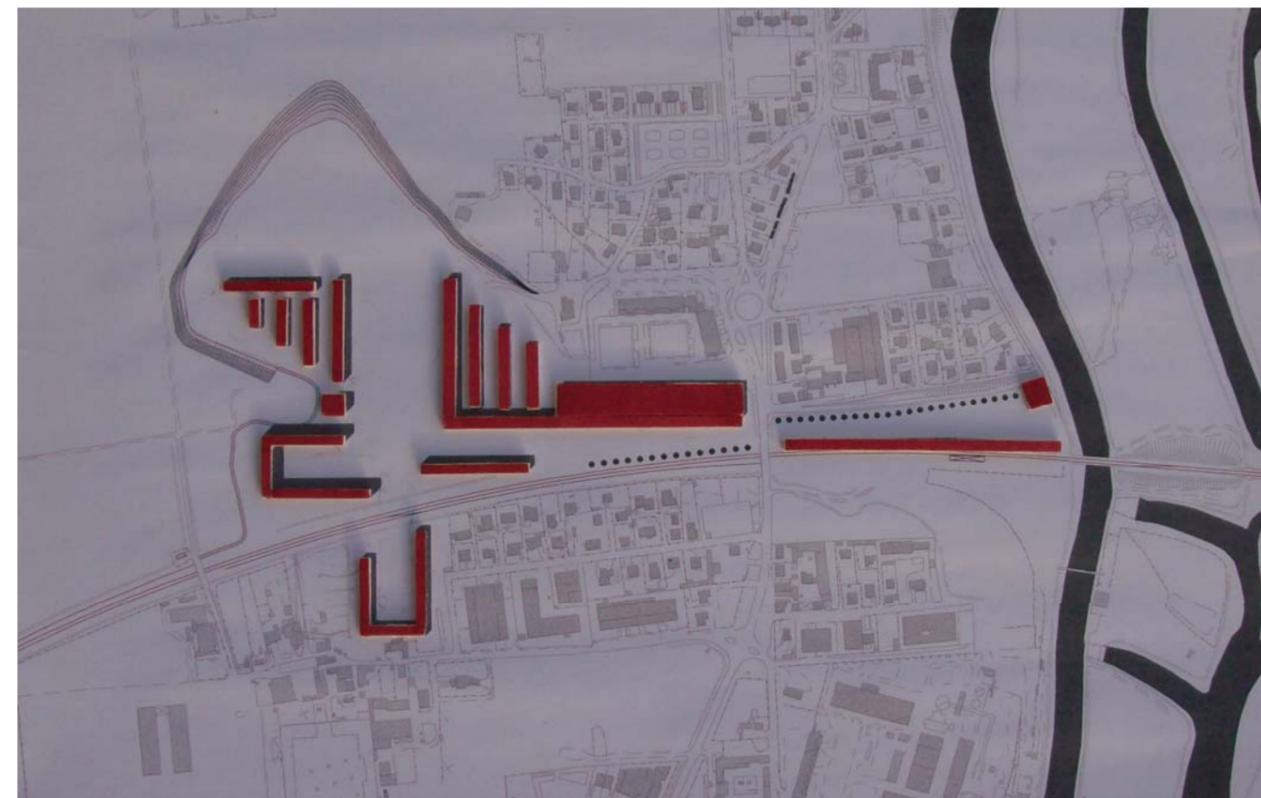


IMMAGINE 29

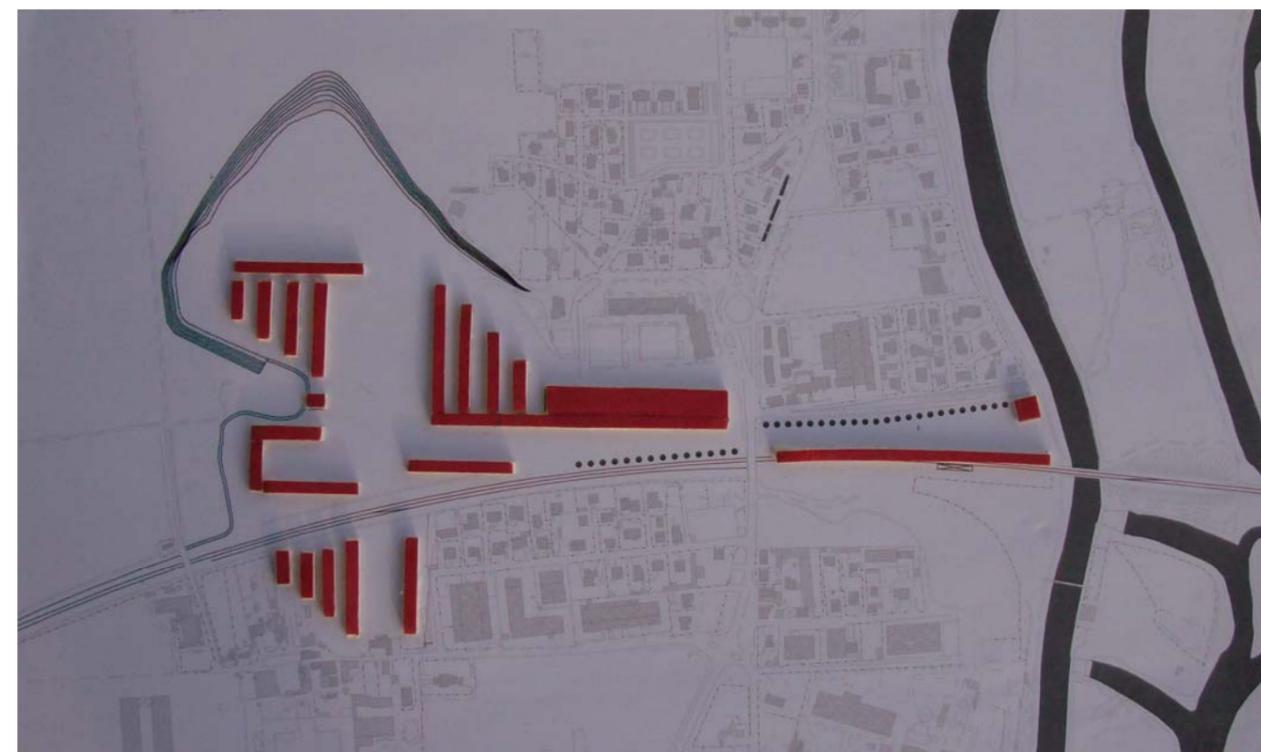


IMMAGINE 30

6. IL PROGETTO.

L'area di progetto è sita all'interno della giurisdizione della stazione e dell'ex scalo ferroviario cassanese. Questa ha forma irregolare definita da un declivio che racchiude il lotto di progetto ad una quota di meno 8 m. circa rispetto al terreno agricolo sovrastante, adiacente al territorio a sud del centro di Cassano d'Adda. La differenza altimetrica è dovuta alla necessità dello scalo di essere all'incirca alla stessa quota dei binari della limitrofa ferrovia. Dall'analisi dell'area sono stati individuati dei vincoli e delle potenzialità. I primi sono: la differenza altimetrica; la linea ferroviaria; il ponte che a 8 m. sopra la quota dell'area collega il centro a nord con il territorio a sud; le aree industriali e commerciali limitrofe all'area di progetto; le aree private agricole con la presenza di una roggia. Le potenzialità sono: il fiume e la possibilità di affaccio diretto; il verde dell'isola Ponti tra il canale Muzza e il fiume Adda, con la possibilità di creare un collegamento tra questa e lo sviluppo progettuale; la stazione come luogo di arrivo e partenza rispetto ad una infrastruttura metropolitana; il restringimento dovuto al ponte che aiuta a distinguere due luoghi differenti e che organizza anche i percorsi ciclo-pedonali; la parte che si allarga a nord - ovest costruita dalle pareti del declivio che ha la possibilità di andare a definire un grande parco; un'area libera a sud della ferrovia che permette un rapporto visivo con il parco di progetto; il collegamento di diversi luoghi come la campagna, il fiume e il centro storico attraverso percorsi ciclo - pedonali a differenti quote; la definizione di due elementi naturali il parco ed il fiume che definiscono un inizio e una fine dell'insediamento. L'area è costituita da una fascia sottile che dal fiume si restringe in prossimità del ponte della strada provinciale, per poi andare ad allargarsi nel grande anfiteatro. L'asse est - ovest di progetto si estende per circa 1 Km., mentre l'asse nord - sud è circa 600 m.

Per andare a definire un'idea generale di composizione del progetto si è osservato come le architetture del tessuto storico si siano rapportate al fiume.

Il castello, fortezza storica costruita in posizione dominante rispetto al fiume dato il suo ruolo difensivo; villa Borromeo, una corte ad "U" della metà del settecento che con i suoi bracci definisce uno spazio centrale collettivo, con la presenza retrostante del grande parco verde, si affaccia sulla strada storica che conduce al fiume; villa Brambilla che si affaccia direttamente sul fiume costruita su una serie di terrazze verdi. L'intenzione principale del progetto è quella di andare a costruire diversi luoghi che si rapportano in maniera diretta o indiretta con il fiume e il parco dell'isola Ponti, in analogia con il centro storico. L'elemento generatore del sistema è l'asse est - ovest che ha come primo estremo il fiume su

cui affaccia una piazza collettiva e come conclusione un edificio a corte; questo asse è rimarcato dalla presenza di un portico di circa 300 m.

Perpendicolarmente a questo asse ne insiste un altro che ha l'estremità a nord costituita dal parco e dalla presenza di un edificio collettivo, mentre l'estremità opposta è definita a sud dalla costruzione di un sistema collettivo e residenziale più minuto. Per risolvere il problema dei dislivelli si è pensato alla costruzione di rampe ciclo - pedonali che raggiungono le diverse quote. La piazza costruita da muri che segue la morfologia del luogo è costituita da due edifici: l'edificio stazione, un edificio in linea parallelo alla linea ferroviaria ed un edificio collettivo ad uso della comunità di Cassano ed a disposizione per attività sovracomunali, un basamento alto 8 m., che raggiunge la quota del tessuto esistente a ridosso, sul quale si innesta un secondo volume. Il portico che evidenzia l'asse nasce dall'idea di estromettere l'area industriale - commerciale di bassa qualità a nord attraverso un edificio che possa comunicare costantemente con il verde di fronte e che traguardi verso il parco. Il portico distribuisce edifici a blocchi commerciali e cinque edifici residenziali in linea. A chiudere l'asse c'è una corte residenziale a "C" che definisce al suo interno uno spazio centrale ad uso collettivo. Al di là della ferrovia, a definire l'asse nord - sud è presente un portico che contiene piccoli servizi di quartiere; questo affaccia sul giardino collettivo in rapporto visivo al grande parco e all'edificio collettivo. Affiancato ad esso sono presenti tre isolati residenziali costituiti da case unifamiliari, i quali insieme alla parte collettiva definiscono un principio insediativo rispetto all'esistente circostante che è costruito senza una precisa logica. La cittadina di Cassano d'Adda è infrastrutturalmente ben collegata ai paesi limitrofi consentendo di delegare ad essi importanti funzioni come l'istruzione media superiore, presente solo in minima parte nel territorio comunale con un liceo Scientifico.

All'interno del comune vi sono importanti e numerose attrezzature sportive ad uso della comunità cassanese e degli abitanti dei paesi limitrofi. Attraverso questa indagine si è evinto che il paese presenta delle mancanze funzionali come spazi commerciali, luoghi di svago e interesse culturale. Verranno quindi inseriti all'interno del progetto e precisamente nel luogo della piazza un edificio per le attività collettive; degli spazi commerciali in relazione al lungo portico sull'asse est - ovest; un edificio destinato all'aggregazione sociale che conclude il portico; la biblioteca all'interno del parco; un portico sotto al quale sono organizzati spazi commerciali e collettivi, situato a sud della linea ferroviaria. La funzione predominante all'interno del progetto è la residenza, in linea, a corte e a case unifamiliari.

(Seguono allegati tavole).

7. INTERPRETAZIONE DEL LUOGO E STUDI PRELIMINARI DI COMPOSIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è composto da diversi luoghi che compongono un'unità in rapporto con il fiume attraverso l'asse. L'intento del progetto è infatti quello di creare un rapporto con il fiume attraverso l'asse EST-OVEST, direttrice fondamentale. Ai limiti estremi di questa asse sono presenti le due teste dell'unità: una in rapporto diretto verso il fiume con un forte ruolo collettivo, mentre l'altra testa con la sua forma racchiude in sé un grande spazio aperto e conclude l'asse. Questo edificio che conclude l'asse è un edificio a corte. Il collegamento tra le due teste è segnato da percorsi pedonali.

L'oggetto del mio studio è stato questo edificio a corte a conclusione dell'asse principale di progetto.

L'area presa in esame si trova quindi nel punto finale d'asse ad ovest, delimitato naturalmente da una collina che racchiude l'area ad una quota di meno 8 m circa rispetto al terreno agricolo sovrastante, e a sud delimitato dalla linea ferroviaria.

L'accesso carrabile all'area di progetto da me analizzata è risolto grazie ad una strada parallela alla linea ferroviaria che, passando sotto il ponte esistente, giunge all'area di progetto. Qui è presente un parcheggio collettivo adiacente alla ferrovia e alla strada di servizio alle abitazioni.

Invece dall'altro lato è collegata alla tangenziale da noi ipotizzata, che si collega alla via Milano, strada principale di Cassano d'Adda.

Per garantire il collegamento dell'area con il resto del sito sono presenti rampe pedonali di collegamento con la parte a sud della ferrovia, una pista ciclabile che collega ogni parte del sito ed è caratterizzata dal fatto che si disponga su livelli differenti e da vari altri percorsi pedonali che permettono di raggiungere la corte e quindi i singoli alloggi.

I tre bracci di edifici residenziali che costruiscono la corte di cui hanno un ruolo definito. Due segnano l'asse generatore, mentre il terzo è in affaccio dell'asse e chiude il sistema. Uno di questi bracci esclude la linea ferroviaria invece le altre due escludono la collina.

La scelta di tipologia della corte deriva dalla volontà di creare una relazione significativa con il contesto rurale e di definire una grande corte aperta che ha un ruolo concludere il fondamentale asse di progetto. Quindi poi fondamentale è la costruzione di un rapporto reciproco tra spazi interni della corte e spazi esterni (il paesaggio).

A partire da questo sono stati individuati i bracci della corte, pensati come aggregazione di elementi modulari che permettono a creare questo doppio rapporto tra interno della corte ed esterno. Inoltre è stata creata un'apertura perpendicolare all'asse generatore in direzione nord e sud che collega la corte con la collina e nell'altra direzione la corte coi parcheggi collettivi.

La corte è costruita da un nucleo centrale su cui affacciano le residenze e che è luogo di ritrovo collettivo per gli abitanti del corte, parallela al questo nucleo sono inseriti due percorsi pedonali che distribuiscono gli accessi dei vani di scale



IMMAGINE 31

7. INTERPRETAZIONE DEL LUOGO E STUDI PRELIMINARI DI COMPOSIZIONE DEL PROGETTO



IMMAGINE 32



IMMAGINE 33

8-la residenza

Per quanto concerne la residenza sono state svolte analisi sul tema della casa rurale e della casa a corte rurale (la cascina). I caratteri di queste hanno definito gli elementi architettonici determinanti per il progetto.

I caratteri principali che costituiscono la casa a corte rurale sono:

- la presenza di loggiati verso la corte. Questo consente di costruire tre ambienti diversi: uno completamente all'aperto (la corte), uno coperto ed esposto verso il corte (il portico e la loggia) e quello chiuso nei locali dell'abitazione;
- la presenza dei muri che delimitano e racchiudono completamente i volumi abitati e in alcuni punti o si aprono verso la campagna su uno o più lati;
- la posizione delle scale che solitamente nelle case con portico e loggiato salgono dal primo al secondo al coperto (si potrebbero definire quindi semi-esterne).

La scelta della tipologia residenziale è in rapporto con la corte, costruendo una facciata in rapporto diretto con essa e chiudendo con un recinto o un muro la parte esterna; questo è il principio caratterizzante di tutte le case a corte.

Quindi il doppio rapporto interno - esterno è il principio fondamentale per individuare la disposizione dei locali sulla pianta in rapporto alla funzione, quindi la separazione della zona giorno dalla zona notte.

La disposizione di queste due zone permette che da ogni punto all'interno dell'abitazione sia possibile percepire la corte.

La zona giorno è composta da soggiorno e cucina, separati da partizioni leggere. Questa è caratterizzata da spazi liberi ed è costituita da strutture in legno a vista. La disposizione dei arredi segue l'orditura del soffitto.

La zona notte invece è composta da camera da letto, spogliatoio e servizi igienici.

I vani scala sono collocati tra i muri di recinzione degli alloggi che si affacciano sulla corte; essi permettono di accedere agli alloggi dal piano della loggia dove vi sono gli ingressi principali delle abitazioni.

I tagli degli appartamenti sono di tre tipi. Tutti hanno tre piani fuori di terra ma risultano rialzati rispetto al piano della corte per offrire una base solida su cui poggiare i pilastri in legno e per evitare il contatto diretto del legno con il suolo.

Il piano seminterrato è adibito a cantina, ripostiglio e parcheggio. L'accesso a questo livello è risolto grazie a rampe che sono contenute in muretti bassi con accesso dalla corte. Adiacenti a questi percorsi tra i volumi sono presenti i camminamenti di accesso diretto agli appartamenti.

Per quanto concerne i tre tagli di abitazione:

- LA PRIMA TIPOLOGIA :

al piano terreno ospita due alloggi per anziani composto da una camera matrimoniale, un servizio igienico, cucina, soggiorno e pranzo;

nel primo e nel secondo piano per ogni piano ospita un alloggio per quattro persone composto da una camera matrimoniale, una camera doppia, due servizi igienici, una cucina, una sala da pranzo e il soggiorno;

- LA SECONDA TIPOLOGIA:

per ogni piano ospita due alloggi per tre persone composto da una camera matrimoniale, una camera da letto singola, due servizi igienici, una cucina, il soggiorno e sala da pranzo

- LA TERZA TIPOLOGIA :

al piano terreno è composto da un alloggio per tre persone e due alloggi per anziani;

al piano primo e secondo ospita un alloggio per tre persone e uno da quattro persone per piano.

I prospetti di tutte le unità abitative sono analoghi e definiscono un edificio unitario.

Ogni singolo volume abitativo è definito dalle teste sporgenti dei muri che lo recintano e contiene all'interno un secondo elemento che è il portico in legno che, con la sua articolazione degli elementi strutturali, costruisce una prospettiva aperta verso la corte ed è elemento caratterizzante lo spazio della corte; terzo elemento sono il vano scale in affaccio verso corte che con la sua caratteristica di trasparenza dà la possibilità di una continuità visiva all'esterno e, viceversa, all'interno della corte, mentre dall'esterno dello spazio aperto i prospetti di tutte le unità abitative raccontano un recinto; infatti, vi è un muro massivo con aperture profonde e si coglie ancora il vano scale che costruisce un legame tra interno ed esterno della corte.

Il materiale utilizzato a vista è quello delle case rurali ovvero i mattoni faccia a vista per i muri del recinto e il legno per il portico, come elemento naturale che costruisce un legame con la corte.

8. LA RESIDENZA.



IMMAGINE 34



IMMAGINE 35



IMMAGINE 36

8. LA RESIDENZA.



IMMAGINE 37



IMMAGINE 38

8. LA RESIDENZA.

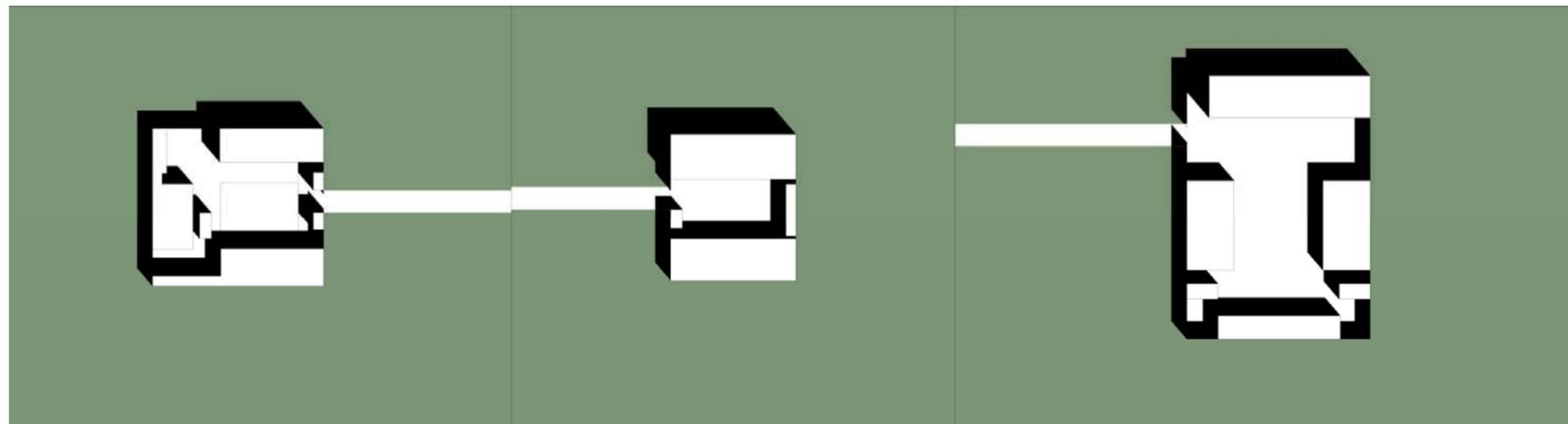


IMMAGINE 39

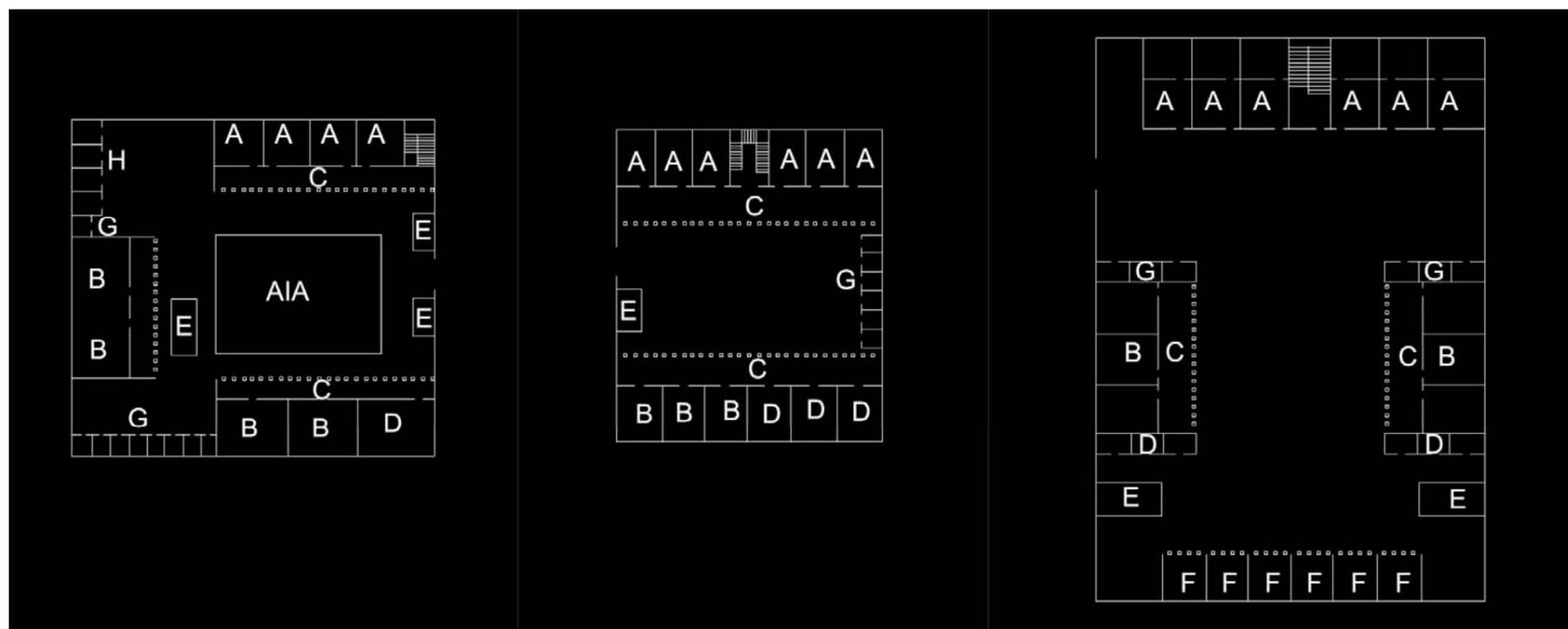


IMMAGINE 40

Legenda:

A dimore corrispondenti a ciascuna delle famiglie di piccoli proprietari conduttori della corte

B stalle per bovini, con soprastante fienile

C portico

D stallino per cavallo

E concimaia

F porticato

G pro-servizio o rustici minori

H magazzino - ripostiglio

9- RELAZIONE STRUTTURALE

1. Parte Prima DESCRIZIONE DEL EDIFICIO

1.1 Volonta' progettuale :

creare, per la tipologia dell' abitazione a corte un luogo che da esposizione verso il corte. Un muro di laterizio che definisce il volume di ogni edifici che chiude le parte dietro delle abitazioni e si apre verso il

1.2 DESCRIZIONE DEI EDIFICI

gli edifici si sviluppano in altezza di 3 piani fuori di terra ed un piano interrato con una pianta rettangolare con tagli diversi, la strutture composta da una parte in legno e un' altra in cls . la strutture in legno e' postato sulle due campata longitudinale con un passo di 2,60 e un altro di 3,70 metri , la campata trasversale che si ripetta a tutta la facciata degli edifici con un passo fisso di 2,50 metri. La strutture in legno e' un strutture a trilitte (da sovrapposizione dei elementi in legno) con la doppia orditura, le travi principali sono postati longitudinalmente con la sezione 25x25 mentre i travetti

corte (unico elemnto massivo), e contiene al interno una parte distaccato con la strutture a trilitte in legno in quanto deve essere a vista sia al interno dell'abitazione che da esterno dal corte. per contrastare le forze orizzontali si e' pensato un telaio in cls interno ai paramenti del muro in corrispondenza del tealio in legno con collegamento attraverso la bullonatore i elementi in acciaio

sovrapposti trasversalmente e hanno la sezione di 15x20. I pilastri in legno hanno una sezione 25x25 che sono collegati tra di loro e trave principale attraverso un elemento a forme croce latino in acciaio. La strutture in cls e' postato sulla una campata longitudinale con passo di 6,3 metri ,la campata trasversale corrisponde ai pilastri in legno con passo fisso di 5 metri .

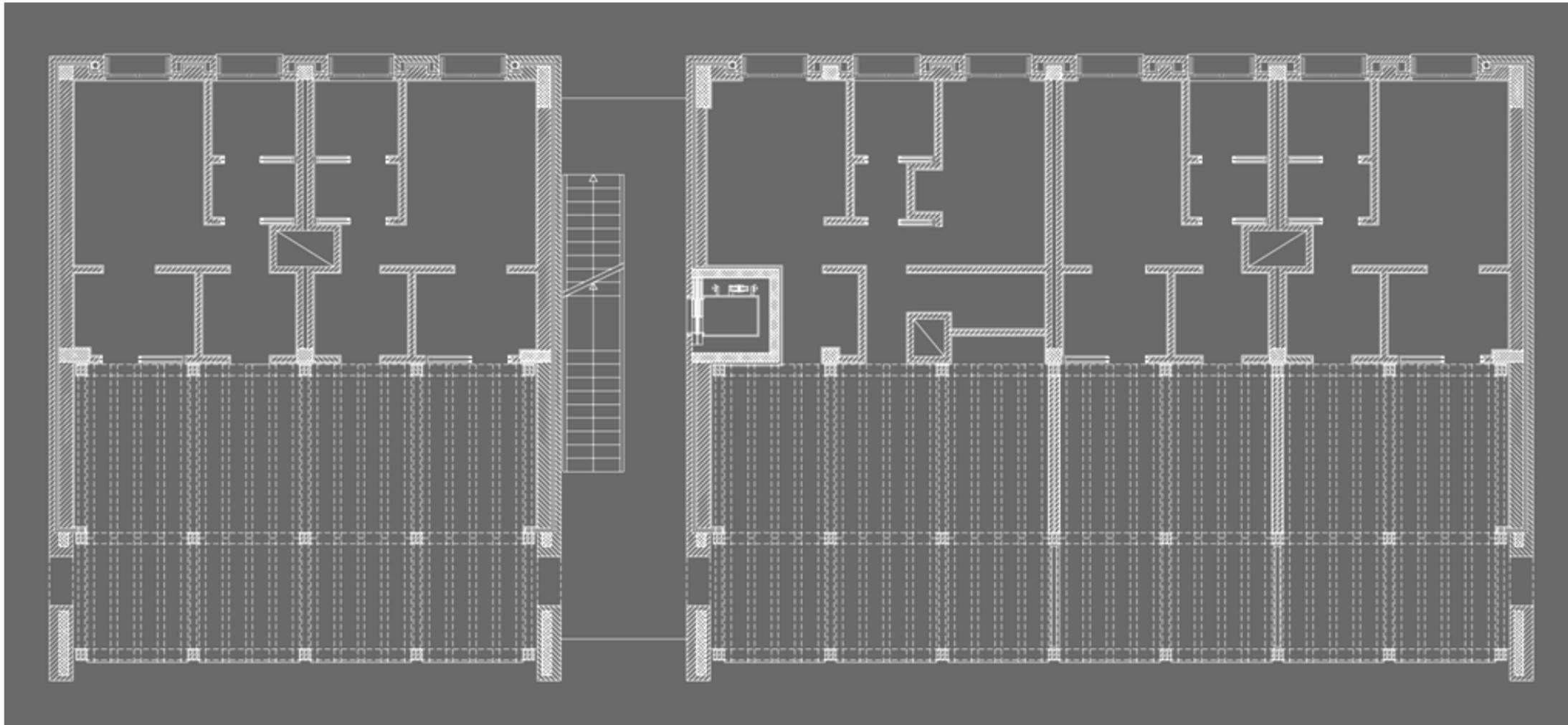


IMMAGINE 41

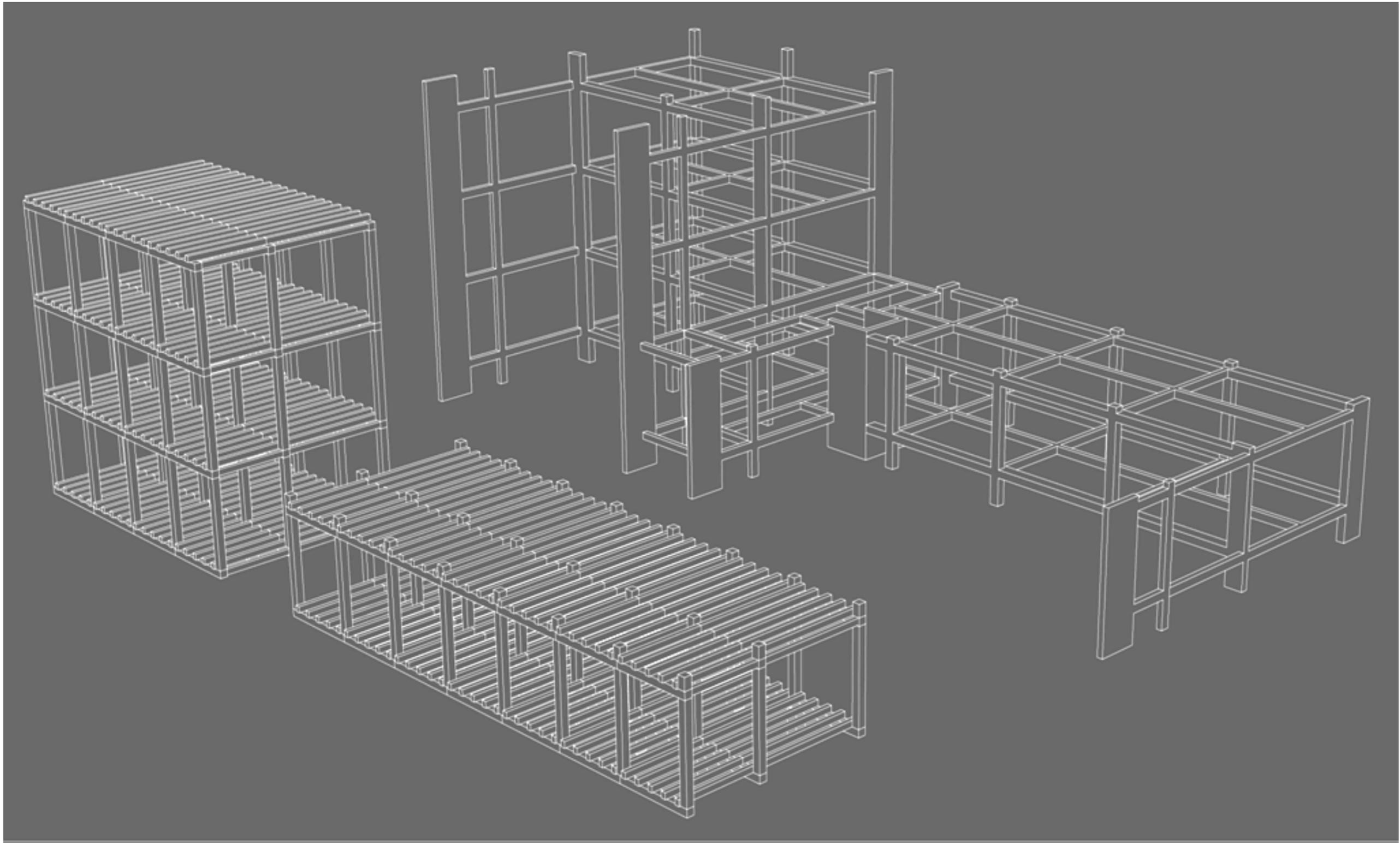


IMMAGINE 42

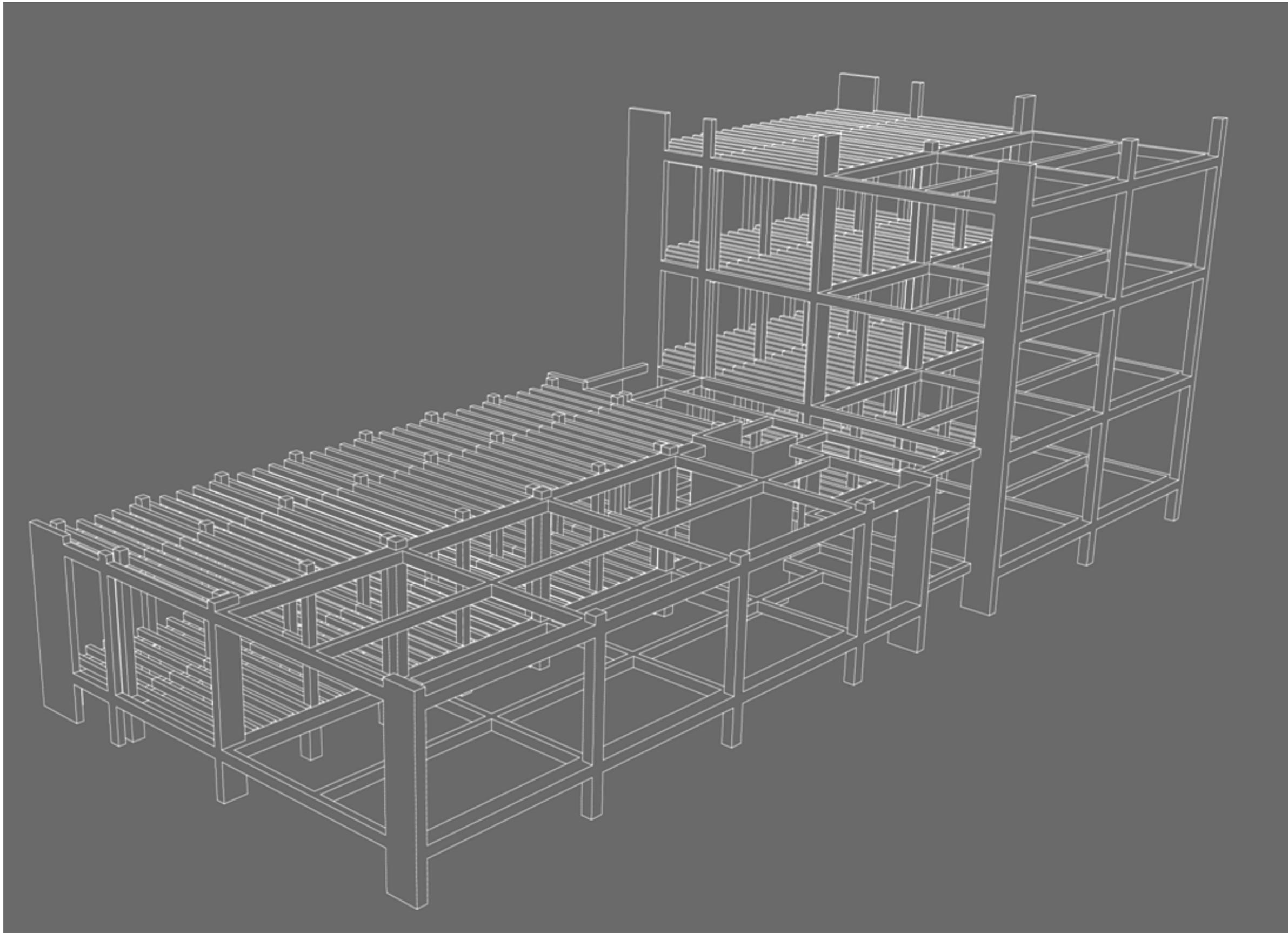


IMMAGINE 43

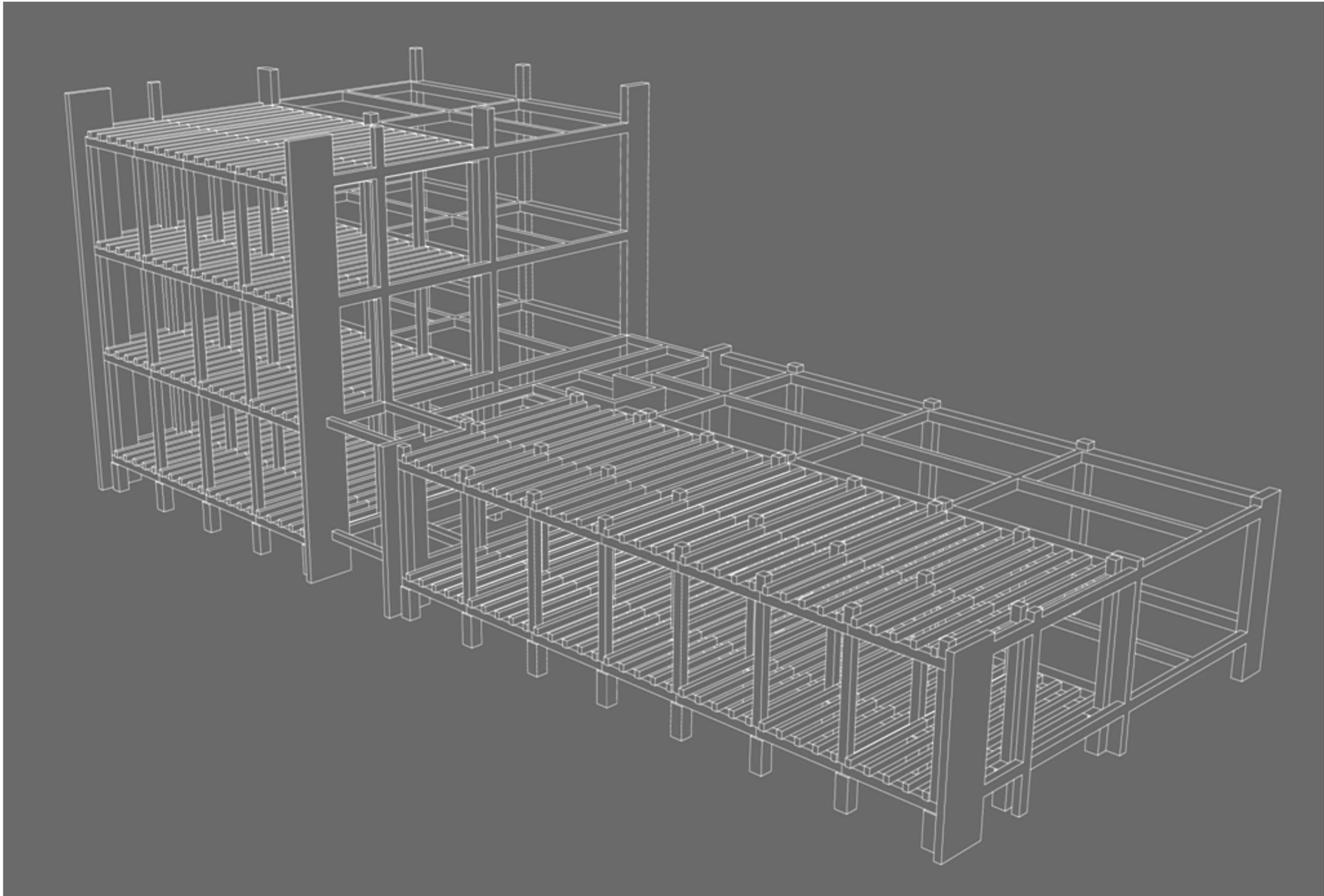


IMMAGINE 44

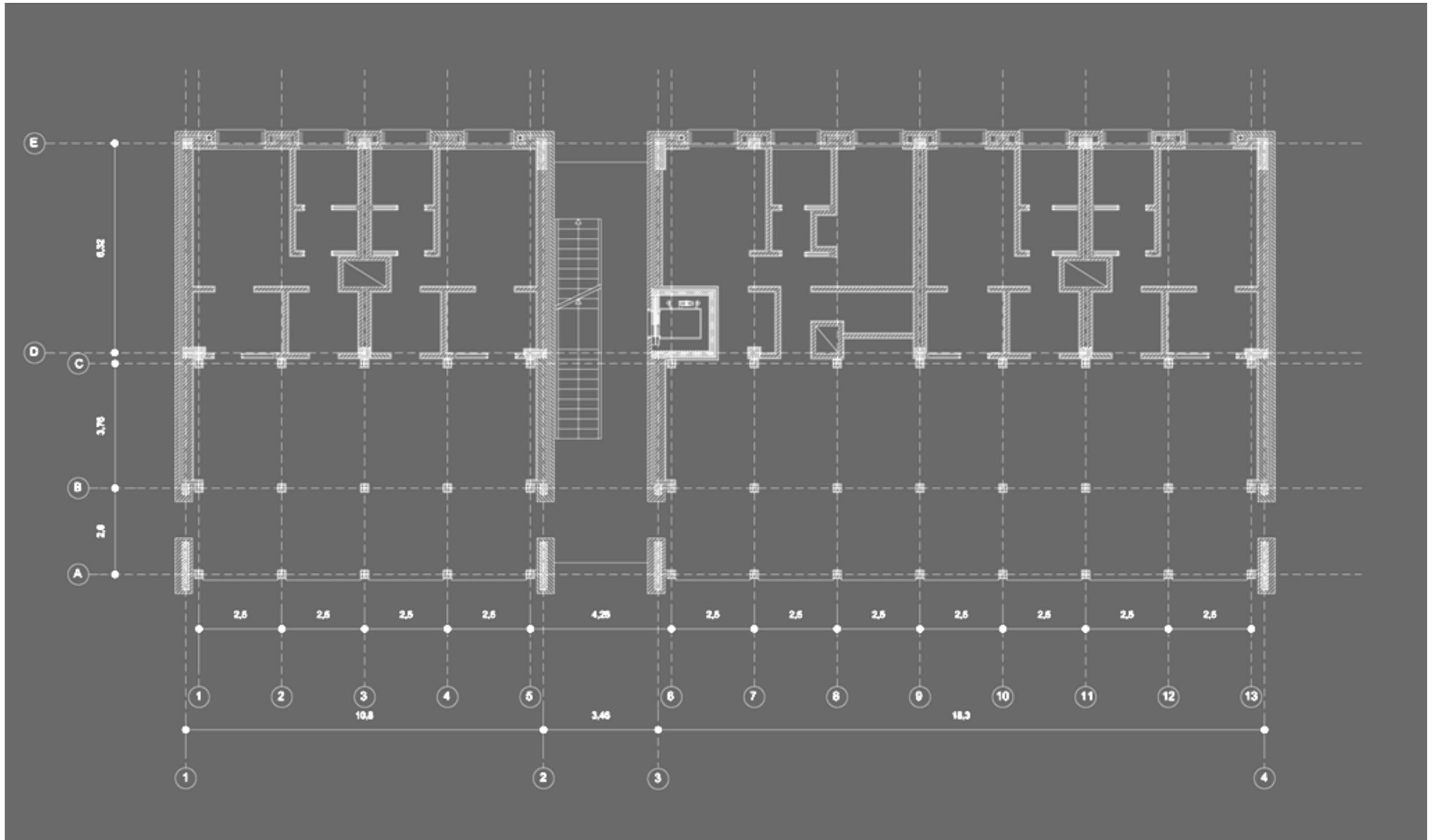


IMMAGINE 45

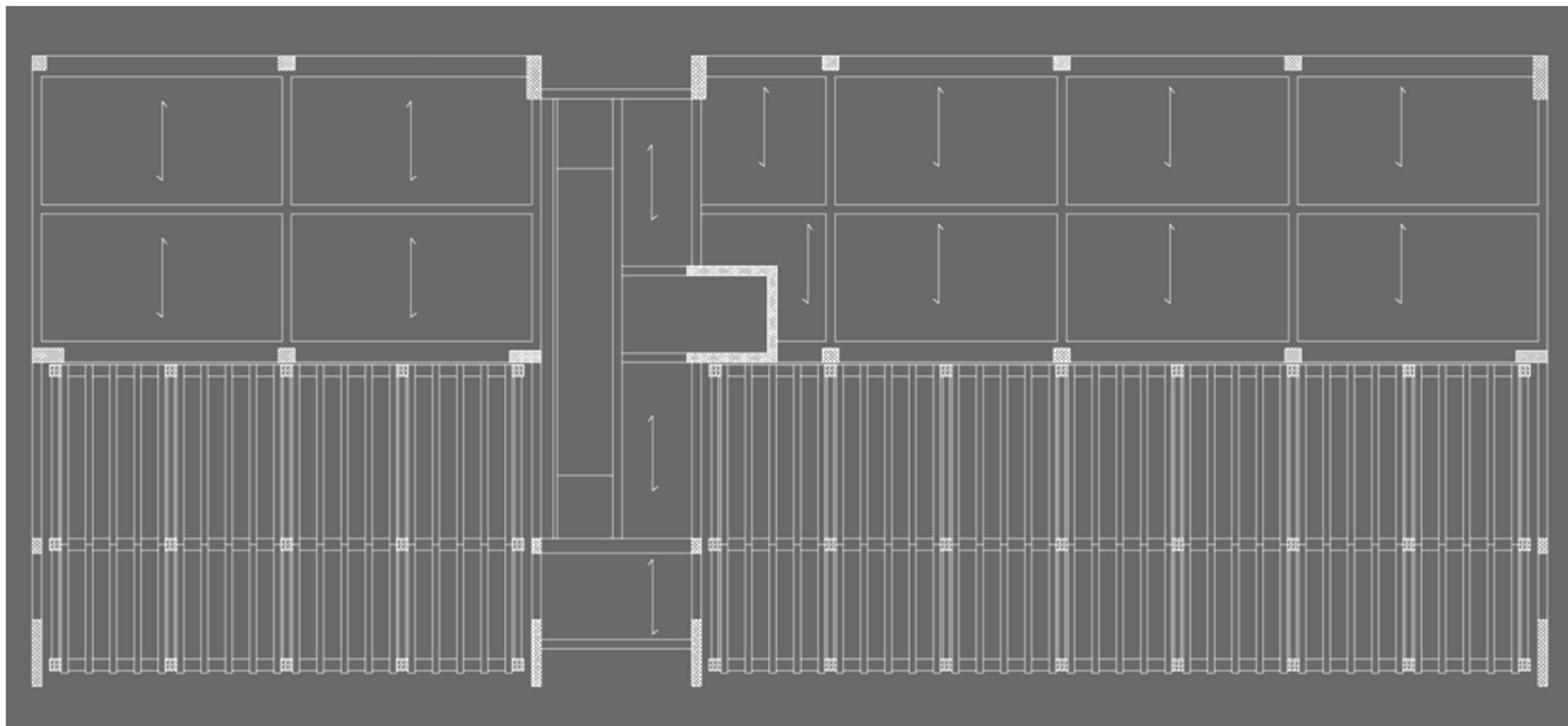


IMMAGINE 46

2. PARTE SECONDO STUDIO SULLA STRUTTURE IN LEGNO

2.1. CENNI STORICI E NORMATIVA :

Nelle zone ricche di foreste furono costruiti in legno i primi rifugi e le prime abitazioni. Altri materiali come la pietra o i mattoni di argilla trovarono successivamente impiego nelle strutture verticali, mentre piani e coperti continuarono a essere di legno. Per sostituire il legno anche nelle strutture orizzontali si deve attendere l'impiego dell'arco e delle volte, trattandosi però di elementi pesanti che richiedono grossi muri d'ambito per reggere le spinte laterali, questi furono per molto tempo riservati a edifici monumentali e di prestigio, nei quali comunque anche il legno continuava a trovare vasto utilizzo. Agli inizi del 900 le nuove e più flessibili possibilità costruttive, relegando il legno al ruolo di opere provvisoriale (ponteggi, casseri, puntelli).

Oggi il legno ha ripreso un ruolo di primo piano nell'impiego portante, grazie alle sue caratteristiche di lavorabilità, leggerezza e resa estetica, unite alla disponibilità di avanzati trattamenti preventivi contro l'azione dei parassiti, delle muffe e del fuoco. Il legno è largamente utilizzato nel recupero edilizio e nelle grandi strutture a vista di impianti sportivi e edifici pubblici. In questi ultimi casi si è impostato la tecnologia del legno lamellare, nata agli inizi del secolo scorso e oggi promossa da una produzione organizzata e competitiva.

La recente ripresa delle costruzioni di legno giustifica in parte le carenze della normativa nazionale.

Nonostante la disposizione di specifiche norme UNI, relativa soprattutto alle modalita' di svolgimento delle prove di carico e ai requisiti di accettazione del legname, fine al 2005 l'Italia non ha emanato alcuna norma per il calcolo degli elementi in legno.

I progettisti che sceglievano il MSL si potevano affidare alle prescrizioni dell'Eurocodici 5 (EC5), tradotto in lingua italiana a cura dell'UNI, o ai documenti di applicazione nazionale di altri paesi, per esempio al NAD tedesco.

In mancanza norme nazionali da armonizzare con EC5, la traduzione italiana dello stesso Eurocodice non e' mai stata affinata dal relativo NAD. Per porre fine tale carenza, dal luglio del 1999 e insediata una commissione incaricata della redazione delle Norme Italiane per le Costruzioni di Legno (NI.CO.LE), ispirate allo stesso Eurocodice e non ancora pubblicate.

2.2 COMPORTAMENTO DEL MATERIALE E VERIFICHE DI SICUREZZA:

Il legno e' un materiale fibroso e quindi spiccatamente anisotropo: tutte le proprieta' compresa la resistenza, variano secondo la direzione di applicazione delle forze. I valori piu' alti della resistenza interessano le sollecitazioni che provocano tensioni parallele alle fibre. Il legno risponde perciò bene allo sforzo assiali (tiranti, puntoni, pilastri) e al momento flettente (travi), al contrario, offre minore resistenza al taglio e alle torsione.

Agli elementi realizzati con i due tipi di legname in commercio, il legno massiccio e il legno lamellare, si applicano gli stessi procedimenti di calcolo. Gli elementi in legno presentano in generale, un schema statico piuttosto semplice, mentre lo stato tensionale e deformativo si determina utilizzando le formule, ricavate dalla Scienza delle Costruzioni nell'ipotesi della perfetta elasticita' lineare. Per quanto riguarda le verifiche di sicurezza con l'MTA, l'Italia non ha mai emanato norme specifiche per il legno, si e' quindi scelto di seguire la normativa tedesca DIN, particolarmente semplice e collaudata. Per calcoli degli stati limite si fa riferimento al DM 2005 e all'Euro codice 5.

2. Verifiche della sicurezza strutturale :

la verifica della sicurezza strutturale di un elemento avviene tramite la dimostrazione meccanica dovuto ai carichi cui e' sotto posto e' sempre piu' grande del valore della resistenza del materiale corrispondente. La differenza fra questi due valori puo' essere definita come il margine di sicurezza rispetto al cedimento strutturale e viene espressa di regola sotto forma di rapporto. Si ottengono quindi le relazioni seguenti:

$$R > S$$

$$R - S = \text{Sicurezza}$$

$$R/S = \gamma$$

Dove :

I progettisti che sceglievano il MTA si affidavano alle prescrizioni della legislazione americana, francese, austriaca e in particolare, alla norma tedesca DIN 1052, seguito anche dalla maggior parte delle ditte produttrici perche' semplice e collaudata.

$$R = \text{Resistenza alla rottura o al collasso}$$

$$S = \text{sollecitazione}$$

$$\gamma = \text{coefficiente di sicurezza}$$

Il cedimento della struttura risulta quindi essere escluso quando il rapporto di sicurezza e' piu' grande di 1.0. la sicurezza della strutture puo' essere definita come "verificata", quindi il margine di sicurezza e' ritenuto sufficientemente grande, cioe' quando il coefficiente di sicurezza e' piu' grande di un valore ben preciso. La differenza fra questo valore e 1.0 puo' essere definita come margine di sicurezza

$$\gamma - 1 = \text{margine di sicurezza}$$

Il valore di tale margine di sicurezza viene deciso di regola dall'autorita' di sorveglianza e stabilito nelle norme per la costruzione.

2.2.1. Gli stati limite ultimi

Con stati limite ultimi si indicano le situazioni in cui il collasso della struttura o la rottura di un elemento diventa possibile. La verifica della sicurezza secondo il metodo dei coefficienti parziali puo' essere espressa, in modo generico, nella forma seguente:

$$S \cdot \gamma_s \leq R / \gamma_r$$

Dove

$$S = \text{sollecitazione}$$

$$R = \text{resistenza}$$

$$\gamma_s = \text{coefficiente di sicurezza per le azioni}$$

$$\gamma_r = \text{coefficiente di sicurezza per la resistenza del materiale}$$

Il principio e' rimasto invariato, ma sono stati introdotti due coefficienti di sicurezza separati e ben distinti: il valore della resistenza del materiale viene ridotto con il coefficiente di sicurezza pertinente, mentre il valore della sollecitazione e la resistenza – in modo indipendente fra di loro. La loro stessa verifica, sempre in modo generico, puo' essere scritta nella forma piu' semplice seguente:

$$S_d \leq R_d$$

$$S_d = S \cdot \gamma_s$$

Dove

$$\gamma_R = \text{coefficiente di sicurezza per la resistenza del materiale}$$

$$\gamma_S = \text{coefficiente di sicurezza per le azioni}$$

In questo caso i coefficienti di sicurezza sono compresi nei valori di calcolo della resistenza e della sollecitazione, rappresentati con l'indice γ e moltiplicati o ridotti con il rispettivo coefficiente di sicurezza. Oltre ad una maggiore chiarezza nella rappresentazione, in questo modo la determinazione dei carichi e delle sollecitazioni è indipendente dalle caratteristiche meccaniche del materiale utilizzato. La parte della verifica riguardante la sollecitazione dipende dai carichi agenti sulla struttura, mentre la parte riguardante la resistenza dipende esclusivamente dal materiale usato per l'elemento della struttura considerato

2.2.2. Il valore di carico per la verifica della sicurezza agli stati limite ultimi

Viene considerato il coefficiente parziale di carico γ

$\gamma_g = 1.40, 1.45$ secondo la prospeta “nicole” per azioni permanenti

$\gamma_q = 1.50$ per azioni variabili

2.3 Le tensioni ammissibili

Il sistema “vecchio”, ma che ancora sarà utilizzato per un certo periodo, è detto delle tensioni ammissibili e si basa su un principio a prima vista molto semplice. La verifica della sicurezza avviene secondo il principio che la sollecitazione effettiva deve essere al massimo di valore uguale a una sollecitazione massima ammissibile, e può essere rappresentata nel modo seguente:

$$\sigma_{eff} \leq \sigma_{amm} \text{ oppure } \sigma_{eff} / \sigma_{amm} \leq 1$$

dove

σ_{eff} = tensioni effettiva dovuta all'azione delle azioni applicate

σ_{amm} = tensione massima ammissibile

Il valore effettivo della sollecitazione è determinato sulla base delle azioni applicate secondo le indicazioni della normativa pertinente, dove di regola si trovano definiti diversi valori di carico a dipendenza dei casi di carico considerati, ma in nessuno caso fattori di sicurezza. Allo stesso modo le sollecitazioni ammissibili sono indicate direttamente nelle norme, senza che si faccia riferimento ai coefficienti di sicurezza ammessi.

La differenza tra due metodi di procedere risiede apparentemente soltanto nei coefficienti di sicurezza, che in un caso appaiono esplicitamente e nell'altro non sono visibili. Questa osservazione non è, in generale, corretta, anche se può apparire tale per elementi che, come nel caso del legno, siano da considerare a comportamento elastico lineare fino alla rottura. Nelle tensioni ammissibili, inoltre, è compreso un margine di sicurezza mai esplicitamente definito, che in parte tiene conto del tipo di sollecitazione considerato e almeno nel caso del legno non ha nessuna relazione diretta con i valori caratteristici della resistenza.

2.2.3. la proposta di tensione ammissibili di “nicole”

la proposta di normativa “nicole” contiene delle indicazioni che permettono di definire dei valori ammissibili delle tensioni, o in generale della resistenza, che potrebbero permettere di procedere alle verifiche secondo il principio delle tensioni ammissibili, ma sulla base di conoscenze tecniche più attuali, basate sulla determinazione dei valori di rottura e non delle tensioni ammissibili.

I “valori ammissibili” della resistenza possono in questo modo essere ottenuti partendo dai valori caratteristici della resistenza, secondo la formula seguente:

$$\sigma_A = f_k \cdot (k_{mod} / 1.5 \cdot \gamma_m)$$

dove

σ_A = valore ammissibile della resistenza

f_k = valore caratteristico della resistenza

k_{mod} = coefficiente di correzione

γ_m = coefficiente di sicurezza parziale del materiale

In questo modo risulta possibile eseguire le verifiche di sicurezza nella forma classica secondo il metodo delle tensioni ammissibili, prendendo come riferimento per le caratteristiche del materiale i valori caratteristici delle proprietà meccaniche.

$$\sigma \leq \sigma_A$$

dove

σ = tensioni effettiva causata dai carichi agenti sulla struttura

σ_A = valore ammissibile della resistenza

I valori delle sollecitazioni effettive dovute all'azione dei carichi agenti sulla struttura devono in questo caso provenire da una normativa basata sul principio delle tensioni ammissibili, pur dovendosi prevedere l'analisi di tutte le combinazioni di carico (come nell'analisi agli stati limite) e definire il valore di k_{mod} per ciascuna di esse.

2.2.4. gli stati limite d'esercizio

Il secondo criterio di dimensionamento riguarda lo stato limite alle condizioni effettive di esercizio. Di regola si verifica che le deformazioni dell'elemento considerato non superino dei limiti prestabiliti.

I valori limite massimi, riferiti a una trave inflessa su due appoggi, consigliati dall'Eurocodice 5 sono:

per w_{ist} : $L/300$ fino a $L/500$

per $w_{net,fin}$: $L/250$ fino a $L/350$

per w_{fin} : $L/150$ fino a $L/300$

i valori limite massimi raccomandati in “nicole” sono :

per w_{ist} : $L/300$

per $W_{net,fin}$: $L/200$

per W_{fin} : $L/200$

dove L e' la campata della trave o la distanza fra gli appoggi.

W_{ist} : la deformazione iniziale al momenti dell'applicazione del carico

W_{fin} : la deformazione totale corrispondente al valore massimo della deformazione effettiva tenedono conto degli effetti viscosi

2.3. Particolarita del legno

Per quanto riguarda il materiale legno o i materiali a base di legno, occorre tenere conto essenzialmente dell'effetto sul comportamento della durata dell'azione del carico e dell'umidita del legno.

2.3.1. Verifiche del resistenza strutturale

La resistenza alla rottura del legno dipende in generale dell'umidita' dello stesso : un aumento dell'umidita provoca una riduzione della resistenza alla rottura. I valori contenuti nelle norma per il calcolo di elementi strutturali sono normalmente riferiti ad un'umidita del legno del 12%, cioe' ad una umidita' relativa dell'aria del 65% e ad una temperatura di 20 gradi. La verifica della sicurezza deve tenere conto delle condizioni climatiche in cui viene a trovarsi l'elemento considerato.per questo vengono definite 3 classi di servizio :

- Classe di servizio 1: caratterizzata da un'umidita del materiale in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20 ed un umidita' relativa dell'aria circostante che non superi il 65 % se non per poche settimane all'anno
- Classe di servizio 2: caratterizzata da un umidite dei materiali in equilibrio con ambiente a una tempertyara di 20 ed umidita relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno
- Classe servizio 3: condizioni climatiche che prvedono umidita' piu' elevate di quella classe di servizio 2.

In generale si puo sffermare che nella classe di servizio 1 rientrano tutti gli elementi che si trovano interamente all'interno di una cosrtuzione dotata di riscaldamento, delle classe di servizio 2 fanno parte tutti gli elementi che pur non essendo all'interno di una costruzione chiusa, non sono esposti al contatto diretto con gli agenti atomosferica (cioe' tutti gli elementi di legno protetti in modo costruttivo dalle intemperie), della classe servizio 3 fanno parte tutti gli elementi di legno che non rientrano nelle altre due classi di servizio o che sono esposti al contatto diretto con l'acqua.

Anche la durata dell'azione del carico influenza la resistenza del materiale. In particolar modo, nel caso di sollecitazioni molto elevata si riscontra una diminuzione della resistenza del materiale piu' elevata in caso di carichi di lunga durata. Cio'sinifica che si puo contare su una resistenza del materiale piu' elevata in caso di carichi di breve durata. Anche in questo caso sono state definite delle classi di durata del carico quale base per il calcolo. Le classi di durata del carico sono rappresentate nella tabella seguente.

Classi di durata del carico	Durata corrisponente	esempio
Permanente	Oltre 10 anni	Peso proprio
Lunga durata	6 mesi – 10 anni	Carichi nei depositi
Media durata	1 settiman – 6 mesi	Carichi di servizio in generale
Breve durata	Meno di 1 settimana	Neve (in parte)
Istantanea	Breve	Carichi accidentali, vento

Nel caso della neve occorre pricipalmente riferire al valore q_{sk} calcolato in uno specifico sito ad una certa altitudine. Consedriamo il carico di neve come breve durata fino una valore riferito al suolo q_{sk} di 2 kN/m^2

L effetto della durata del carico e quello dellumidita del legno sono riassunti in un unico coefficiente di correzione apposito denominato K con cui si deteminano i valori di calcolo della resistenza del materiale. Si ottiene quindi

$$X_d = K \cdot X_K / \gamma$$

X_d = valore di calcolo della stessa proprieta' del materiale

K = coefficiente di correzione

X_K = valore di calcolo della stessa proprieta' del materiale

γ = coefficiente di sicurezza parziale per le proprieta' del materiali

I valore caratteristici delle proprieta del materiale fanno parte delle caratteristiche tecniche di ogni materiale da costruzione e sono contenuti nelle norme rispettive o nella documentazione tecnica sul materiale stesso.

I valori del coefficiente parziale per le proprieta dei materiali sono stabiliti in base alla variabilita delle caratteristiche del materiale stesso, tenendoconto delle procedure usate in laboratorio per la determinazione delle medesime e delle misure di controllo della qualita cui e sottoposto il materiale durante la produzione e la lavorazione. Secondo lEurocodice 5 valgono i valori di γ seguenti:

- Per il legno massiccio: $\gamma=130$

- Per il legno lamellare incollato: $\gamma = 1,25$
- Per il compensato: $\gamma = 1,20$
- Per il LVL: $\gamma = 1,20$

Il valore di K si trovano nelle norme e sono riportati nella tabella seguente, sulla base dell'Eurocodice 5 per gli elementi di legno massiccio, legno lamellare incollato, compensato e LVL, messi in opera ad una umidità corrispondente alle condizioni di esercizio. Per gli altri casi ci si riferirà alle indicazioni dell'Eurocodice 5

Classe di durata del carico	Classe di servizio		
	1	2	3
permanenti	0,60	0,60	0,50
Lunga durata	0,70	0,70	0,55
Media durata	0,80	0,80	0,65
Breve durata	0,90	0,90	0,70
istantaneo	1,10	1,10	0,90

2.3.2. verifiche della resistenza per gli stati limite ultimi

La resistenza di un elemento strutturale deve essere verificata in base alle sollecitazioni cui è sottoposto, nelle sezioni con la massima sollecitazione.

2.3.3. compressione parallela alla fibratura

si tratta del caso delle barre sottoposte a compressione pura, per esempio dei pilastri caricati in modo centrico e senza flessione trasversale.

la verifica allo sbandamento di un elemento compresso senza flessione avviene secondo la seguente disequazione:

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_c \cdot f_{c,0,d} \quad \text{oppure} \quad \sigma_{c,0,d} \leq (k_{mod} \cdot f_{c,0,k}) / \gamma_M$$

dove

$\sigma_{c,0,d}$ = valore di calcolo della tensione di compressione nella sezione determinante

$f_{c,0,k}$ = valore caratteristico della resistenza alla compressione del materiale considerato

$f_{c,0,d}$ = valore di calcolo della resistenza alla compressione per il caso considerato

k_c = coefficiente di tensione critica per lo sbandamento

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A_{lorda}$$

N_d = valore di calcolo dello sforzo assiale per la combinazione di carichi determinante

La lunghezza di libera inflessione per i casi più comuni è rappresentata nelle figure seguenti.

Il coefficiente di tensione critica vale:

$$k_c = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 + \lambda_{rel,z}^2}}$$

dove $\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}}$

z = asse di riferimento per lo sbandamento nel caso considerato

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2}$$

$$k_z = 0.5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.5) + \lambda_{rel,z}^2)$$

$$\lambda_z = \frac{l_k}{i}$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

i = raggio d'inerzia della sezione
 I = inerzia della sezione (rispetto all'asse perpendicolare al piano in cui avviene lo sbandamento)
 l_k = lunghezza critica di sbandamento
 β_c = 0.2 nel caso di legno massiccio
 β_c = 0.1 nel caso di legno lamellare
 λ_{rel} = snellezza relativa
 λ_z = snellezza geometrica rispetto all'asse considerato

2.3.4. verifiche a flessione

Nel caso usuale della trave inflessa con flessione semplice, la verifica avviene nel modo seguente:

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \quad \text{oppure} \quad \sigma_{m,d} \leq \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M}$$

dove $\sigma_{m,d}$ = valore di calcolo della tensione di flessione nella sezione determinante
 $f_{m,k}$ = valore caratteristico della resistenza alla flessione del materiale considerato
 $f_{m,d}$ = valore di calcolo della resistenza alla flessione per il caso considerato

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W}$$

M_d = valore di calcolo del momento flettente nella sezione trasversale considerata per la combinazione di carichi determinante

W = momento resistente della sezione considerata

$$W = \frac{bh^2}{6} \quad \text{per sezioni rettangolari di altezza } h \text{ e larghezza } b$$

Ma per la verifica di stabilita' dobbiamo considerare anche fenomeni di svergolamento, percio' dobbiamo aggiungere un coefficiente di sbandamento laterale K_{crit} . la verifica avviene nel modo seguente

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

dove $\sigma_{m,d}$ = valore di calcolo della tensione di flessione nella sezione determinante
 $f_{m,d}$ = valore di calcolo della resistenza alla flessione per il caso considerato
 k_{crit} = coefficiente di sbandamento laterale

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{per } \lambda_{rel,m} \leq 0.75 \\ 1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel,m} & \text{per } 0.75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1.4 \\ 1/\lambda_{rel,m}^2 & \text{per } \lambda_{rel,m} > 1.4 \end{cases}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot b^2}{\ell_{eff} \cdot h} \cdot E_{0,05} \cdot \sqrt{\frac{G_{mean}}{E_{mean}}}$$

$\sigma_{m,crit}$ = tensione critica di svergolamento
 λ_{rel} = snellezza relativa di svergolamento

2.3.5 verifica del taglio

La verifica del taglio avviene nella sezione della trave con la sollecitazione al taglio maggiore secondo il principio seguente:

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad \text{oppure} \quad \tau_d \leq \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M}$$

dove τ_d = valore di calcolo della tensione di taglio nella sezione determinante
 $f_{v,k}$ = valore caratteristico della resistenza alla compressione del materiale considerato
 $f_{v,d}$ = valore di calcolo della resistenza alla compressione per il caso considerato

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S}{I \cdot b} \quad \text{in forma generale}$$

con I = inerzia della sezione

b = larghezza della sezione considerata

S = momento statico della parte della sezione considerata

V_d = valore di calcolo dello sforzo di taglio nella sezione trasversale considerata per la combinazione di carichi determinante

nel caso di una sezione rettangolare con altezza h e larghezza b si ottiene quindi:

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot 1.5}{b \cdot h}$$

Considerazione :

In tutti casi che il calcolo di stabilita' avviene allo stato limite ultimo deve tenere conto del valore caratteristico del modulo di elasticita' $E_{o,05}$.

2.3.6. Tabella di resistenza e profili caratteristici del legno lamellare (UNI-EN 1194)

Classi di resistenza		Legno lamellare incolato			
		Gl 24h	Gl 28h	Gl 32h	Gl 36h
Resistenza a flessione	F _{m,k}	24	28	32	36
Resistenza a trazione	F _{t,0,k}	16,5	19,5	22,5	36
	F _{t,90,k}	0,4	0,45	0,5	0,6
Resistenza a compressione	F _{c,0,k}	24	26,5	29	31
	F _{c,90,k}	2,7	3	3,3	3,6
Resistenza a taglio	F _{V,k}	2,7	3,2	3,8	4,3
Modulo di elasticita'	E _{0,medio}	11600	12600	13700	14700
	E _{0,05}	9400	10200	11100	11900
	E _{90,medio}	390	420	460	490
Modulo di taglio	G _{medio}	720	780	850	910

2.3.7. carettiere del profilo in legno scelto per strutture

profilo scelta per strutture in legno e' il legno lamellare della classe GL32 con carettiere in seguito :

$$F_{m,k} = 32 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{V,K} = 3,8 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{c,0,k} = 29 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,medio} = 13700 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 11100 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{medio} = 850 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Peso specifico medio per legno lamellare} = 8 \text{ KN/m}^3$$

Valori k_{mod} , γ_M

Secondo "nicole", $\gamma_M = 1,25$ per legno lamellare incollato

Per la classe di servizio 2 (esterno, coperto e non sotto posto all'azione diretta delle intemperie)

$k_{mod} = 0,6$ per carichi permanenti

7.1 Resistenza di calcolo allo SLU

$$F_{m,d} = (k_{mod} * f_{m,k}) / \gamma_M = (0,60 * 32) / 1,25 = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{V,d} = (k_{mod} * f_{V,k}) / \gamma_M = (0,60 * 3,8) / 1,25 = 1,824 \text{ N/mm}^2$$

3. Il carico neve

Il carico neve su una copertura dipende dalla zona geografica, dall'altitudine, dalle condizioni locali di clima e di esposizione, dalla pendenza delle falde. L'azione della neve e' modellata come un carico verticale diretto, statico, fisso. Si considera uniformemente distribuito arealmente sulla proiezione orizzontale della superficie di copertura. Essendo un carico variabile di origine naturale va associata a un tempo di ritorno e quindi alla classe della costruzione.

In mancanza di adeguate indagini e' obbligatorio assumere un carico neve q_s non minore di :

$$q_s = \mu \cdot q_{RS} \cdot q_{sk} \cdot C_t \cdot C_E$$

dove :

μ e' il **coefficiente di forma**, funzione dell'angolo α formato con l'orizzontale dalle coperture

q_{RS} e' il coefficiente che tiene conto del **prido di ritorno**, per costruzione di classe 1 pare a 1,12

q_{sk} e' il **vaolre caratteristico del carico neve al suolo**, funzione delle condizioni climatiche della zona in

cui sorge la costruzione

Zona I – Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$	$as \leq 200 \text{ m}$
$q_{sk} = 1,35 [1 + (as/602)^2]$ kN/m^2	$as > 200 \text{ m}$

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona:

$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$	$as \leq 200 \text{ m}$
$q_{sk} = 0,85 [1 + (as/481)^2]$ kN/m^2	$as > 200 \text{ m}$

Nel nostro caso : Cassano d'adda ha l'altitudine massimo pari a 153, valore di q_{sk} pare a 1,60 kn/m^2

C_t e' il **coefficiente termico**, che tiene conto della possibilita' di scioglimento della neve, funzione delle proprieta' isolanti dei materiali di copertura

C_E e' il **coefficiente di esposizione**, funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge la costruzione.

Tabella - Il valore di coefficienti di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

3.1 . Nel nostro caso :

il carico provocato delle neve e' calcolabile in questo modo :

$$q_s = \mu \cdot q_{RS} \cdot q_{sk} \cdot C_t \cdot C_E = 0,8 * 1,12 * 1,6 * 1 * 1 = 1,43 \text{ kn/m}^2$$

4. Analisi dei carichi

I carichi si distinguono in :

- carichi permanenti, costituiti a loro volta da: peso proprio della struttura e carichi permanenti portati (intonaco, pavimento, tramezzature, ecc.)

- carichi accidentali.

Nel D.M. 14/02/92 sono riportati i sovraccarichi variabili a seconda della categoria di appartenenza degli edifici. In questo caso si considerano i carichi dovuti alla destinazione d'uso dei singoli ambienti suddividendoli in:

- carico accidentale per abitazioni (o uffici non aperti al pubblico) = 2,00 KN/m²
- carico accidentale per locali affollati = 3,00 KN/m²
- carico accidentale per zone di distribuzione (corridoi, disimpegno ecc.) = 1,00 KN/m²

Sulla copertura agisce il carico da neve che ai fini del predimensionamento può essere considerato pari ad un carico distribuito di intensità 1,43 kn/m².

5 . caso di studio, strutture in legno :

5.1. solaio in legno

composto dal travetti (strutture portante secondaria) e tavolato in vista, qui va a dimensionare sezione di travetti sovrapposti sul trave principali in legno, tali sono visti sulla facciata principale di edificio per cui va a verificare un sezione omogeneo per tutta la facciata, per dimensionamento di sezione va a riferire al solaio intermedia della copertura e solaio intermedia dei piani per trovare sezione piu' grande ovviamente piu' assicurabile .

5.1.1 analisi dei carichi del solaio in legno della copertura :

caso 1

solaio copertura in legno	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
ghiaia	0,050	15	0,75	75
isolante	0,060	1	0,06	6
massetto di pendenza	0,100	25	2,5	250
tavolato legno	0,025	6	0,15	15
totale				346

Caso 2

solaio primo piano in legno	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
parquet	0,010			25
massetto sopra pannello	0,040	15	0,6	60

isolante preformata per pannelli	0,040	1	0,04	4
massetto armato	0,050	25	1,25	125
tavolato legno	0,025	6	0,15	15
tramezzi				100
totale				329

Per dimensionamento dei travetti riferiamo al diversi combinazione dei carichi per tutte due casi per cercare le condizioni piu' sfavorevole, e poi andiamo a trovare Il modulo di resistenza di progetto è dato da :

$$W = M_{max} / f_d$$

$$M_{max} = pl^2 / 8$$

Altezza di sezione e' dato da

$$H = (42/5 * W)^{1/3}$$

$$B = 5/7 * H$$

caso 1	Kg/m ²
CARICHI ACCIDENTALI	50
CARICO DI NEVE	143,36
PERMANENTI	346
COMB 1 SLU	751,94
COMB 2 SLU	709,928

caso 2	Kg/m ²
CARICHI ACCIDENTALI	200
PERMANENTI	329
COMB SLU	760,6

Consideriamo per i calcoli il **COMB 2 SLU** che e' piu' sfavorevole si assegna ai travetti una sezione di **15cm x 20cm**

peso proprio dei travetti che hanno un' interasse pare a $53,75\text{cm} = (100/52.5) * 8 * 0.2 * 0.15 = 0.457$

$\text{kN/m} = 45.7 \text{ kg/m}$

carico distribuito	kg/m	kN/m
sull' area influenza	399,315	3,99315

M max (kN.m)	Vmax(KN)	L (m)	Q (KN/m ²)	fd (n/mm ²)	w mm ³	h (cm)	b (cm)
7,20763575	7,586985	3,8	3,99315	15,36	469247,1191	15,7964792	11,2832

peso proprio dei travetti	45,71428571 kg/m
---------------------------	------------------

M max (kN.m)	Vmax(KN)	L (m)	fd (n/mm ²)	fv (n/mm ²)	w mm ³	h (cm)	b (cm)	$\epsilon_{m,d}$ (n/mm ²)	$\tau_{m,d}$ (n/mm ²)
7,20763575	7,58698	3,8	15,36	1,824	1000000	20	15	7,2076357	0,3793492
								VERIFICAT	VERIFICAT
								A	A

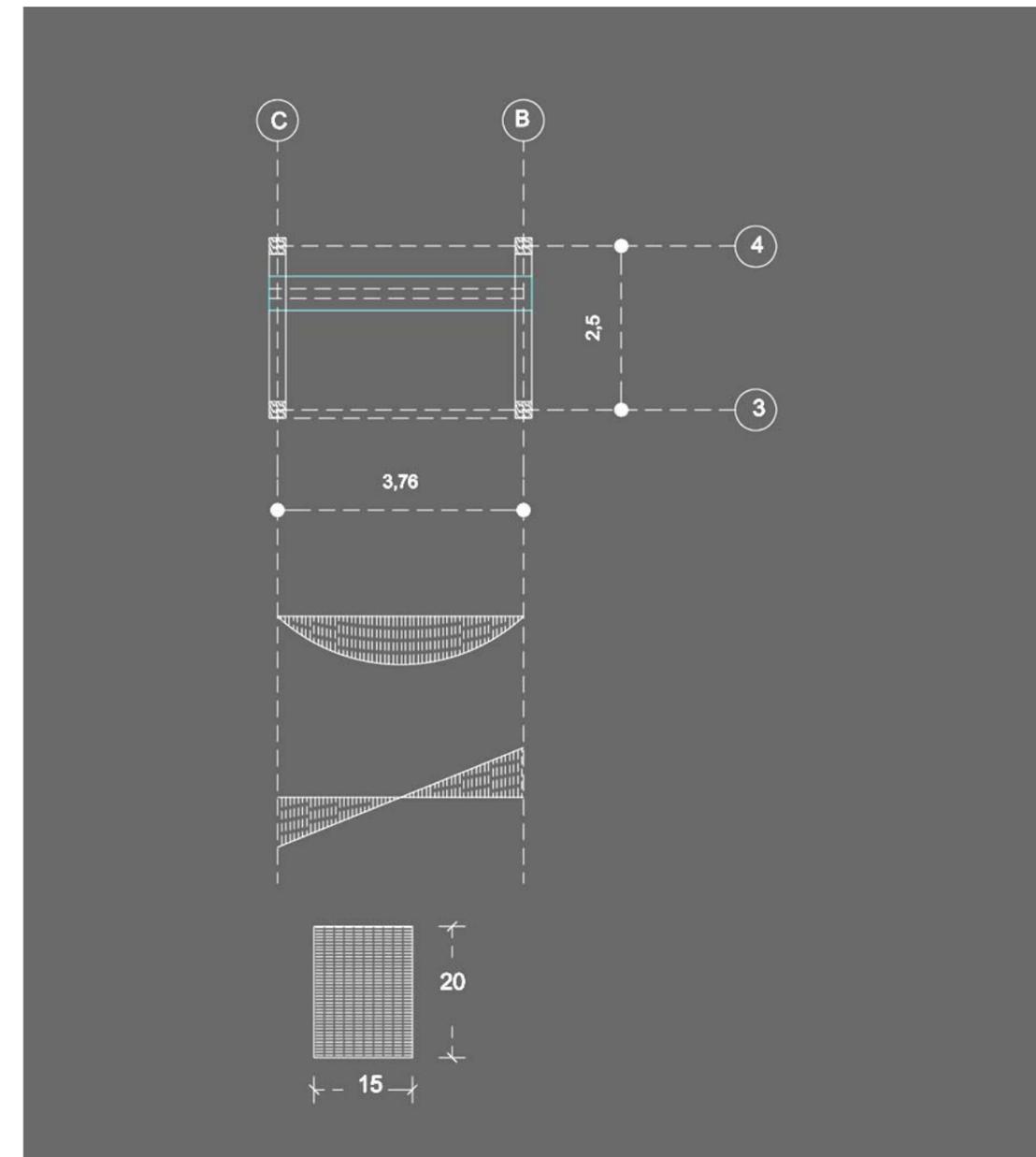


IMMAGINE 47

5.2. caso di studio 2 la trave principale in legno

Le travi principali in legno Sono posti longitudinale, sono visti nella facciata principale dei edifici, ospitano le travetti in legno del soliao, tali hanno lo stesso dimensione per tutta la facciata. Anche qui riferiamo alla trave principale del copertura e alla trave principale dei piani cerchiamo a trovare sezione piu' assicurabile .

5.2.1 analisi dei carichi sulla trave principale in legno

- caso1 trave principale intermedia della copertura
- caso2 trave principale intermedia del piano primo

per tutte due casi consideriamo diversi combinazioni dei carichi per cercare la condizione piu' sfavorevole, poi andiamo a trovare Il modulo di resistenza di progetto.

caso 1	Kg/m
CARICHI ACCIDENTALI	160
CARICO DI NEVE	458,752
PERMANENTI	1253,485714
COMB 1 SLU	2611,008
COMB 2 SLU	2476,5696

caso 2	Kg/m
CARICHI ACCIDENTALI	640
PERMANENTI	1199,085714
COMB SLU	2638,72

carico distribuito	kg/m	kN/m
sull' area influenza	2638,72	26,3872

Consideriamo per i calcoli il **COMB SLU** che e' piu' sfavorevole

si assegna ai travetti una sezione di **25cm x 25 cm**

λ_{rel}	$\epsilon_{m,crit}$								
0,089021174	4037,972401								
peso proprio della trave		0,5 kn/m							
M max (kN.m)	Vmax(KN)	L (m)	fd (n/mm ²)	fv (n/mm ²)	w mm ³	h (cm)	b (cm)	$\epsilon_{m,d}$	$\tau_{m,d}$
20,615	32,984	2,5	15,36	1,824	2604166,667	25	25	7,91616	0,791616
								VERIFICATA	VERIFICATA
peso proprio della trave		50 kg/m							

peso proprio della trave = $8 * 0.25 * 0.25 = 50 \text{ kg/m}$

la verifica di stabilita' dato da :

$$\epsilon_{m,d} \leq K_{crit} * F_{m,d}$$

per trovare **Kcrit** seguiamo le formule date dalla parte (4.2 verifiche a flessione)

M max (kN.m)	Vmax(KN)	L (m)	Q (KN/m ²)	fd (n/mm ²)	w mm ³	h (cm)	b (cm)
20,615	32,984	2,5	26,3872	15,36	1342122,396	22,4228324	16,0163

Per la snellezza relativa di svergolamento minore di 0,75 ($\lambda_{rel} < 0,75$), possiamo considerare un valore di

Kcrit pari a 1 quindi la verifica viene dato : $\epsilon_{m,d} < F_{m,d}$

Fm,k	32 N/mm ²
E0,medio	13700 N/mm ²
E 0,05	11100 N/mm ²
Gmedio	850 N/mm ²
Leff	537,5 mm
b	250 mm
h	250 mm

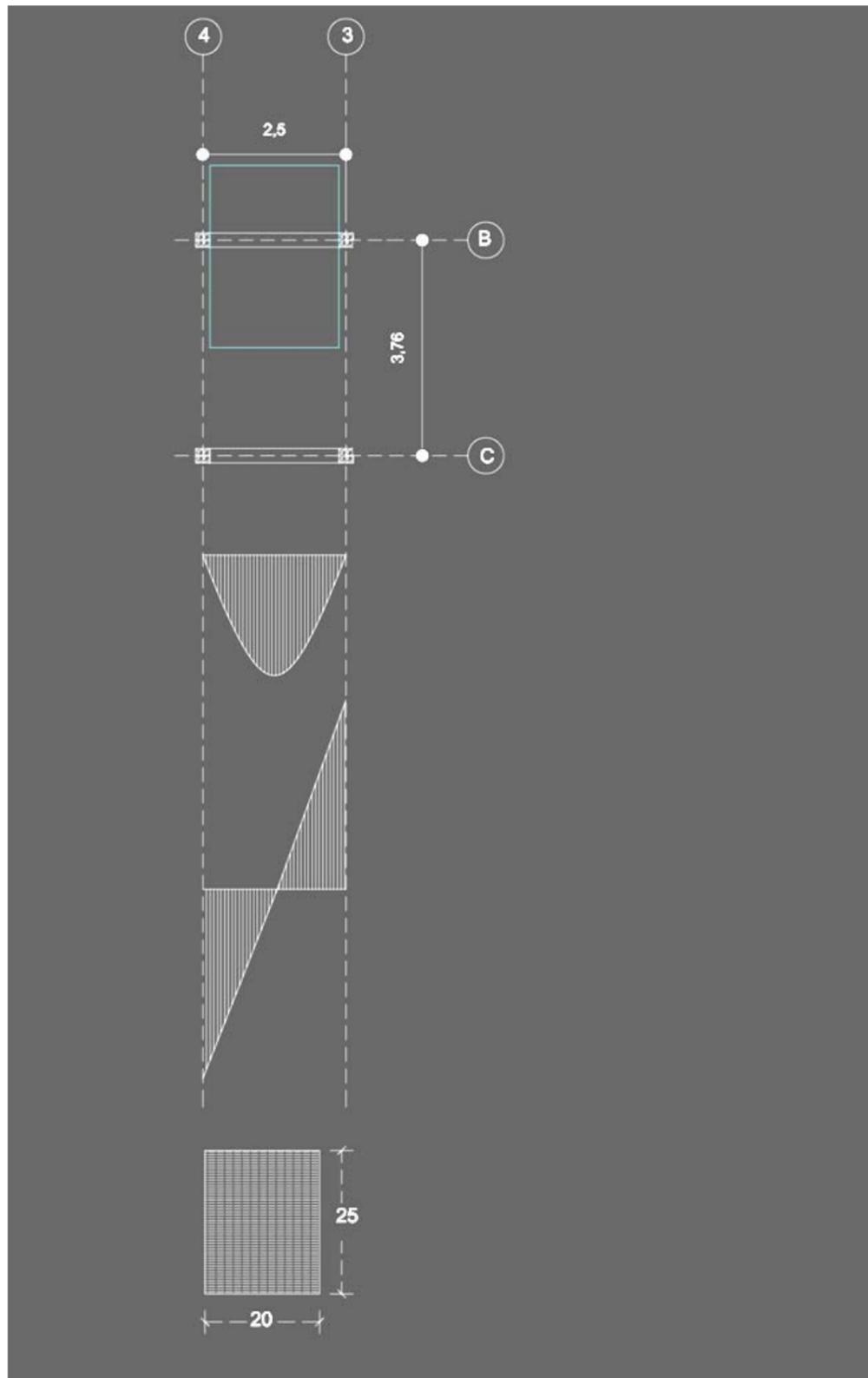


IMMAGINE 48

5.3. Caso di studio3 i pilastri in legno del portico

Il portico presenta una doppia fila di pilastri in legno lungo la facciata che hanno una interasse fissa del 2,50 m tra di loro, hanno la sezione uguale, per trovare sezione piu' assicurabile si e' considerato i pilastri posteriore in mezzeria del portico che portano piu' carichi.

5.3.1 analisi carichi sul pilastro in legno

piano del copertura	Kg/m ²	kg/m	kg
CARICHI ACCIDENTALI	50		387,5
CARICO DI NEVE	143,36		1111,04
PERMANENTI	391,7142857		3035,78571
peso proprio della trave		50	125
peso proprio del pilastro		50	150
totale permanenti			3310,78571
COMB 1 SLU			6708,535
COMB 2 SLU			6382,942
Nsd1			6708,535

piano secondo	Kg/m ²	kg/m	kg
CARICHI ACCIDENTALI	200		1550
PERMANENTI	374,7142857		2904,03571
peso proprio della trave		50	125
peso proprio del pilastro		50	150
totale permanenti			3179,03571
COMB SLU			6775,65
Nsd2			13484,185
Nsd3			20259,835

peso proprio della pilastro(kg)	B (m)	H (m)	peso specifico (kg/m ³)	altezza del pilastro
562,5	0,25	0,3	2500	3

CONSIDERAZIONE GENERALI :

- la area di influenza di pilastro di studio dato a : $((1,8+1,3)*2,5) = 7,75 \text{ m}^2$
- per piano terzo e' considerato il COMB1 SLU che ha condizione piu' sfavorevole
- sezione di pilastro considerato 25x25 cm, la verifica di stabilita' secondo SLU gia spiegato nella parte **(4.1 compressione parallela alla fibratura)**

$\epsilon_{c,0,d}$ N/mm ²	$F_{c,0,d}$ N/mm ²	I mm ³	i(mm)	λ_z	$\epsilon_{c,crit,z}$ N/mm ²	k_z	k_c	$k_c * f_{c,0,d}$ N/mm ²
3,2415736	13,92	325520833	2604,16667	1,152	82466,45327	1,196152	0,388335	5,405628323

$\epsilon_{c,0,d}$ N/mm ²	$k_c * f_{c,0,d}$ N/mm ²	
3,2415736	5,405628323	VERIFICATA

- per la verifica va cercare questa disequazione $\epsilon_{c,0,d} \leq k_c * f_{c,0,d}$
- **k_c** e' il coefficiente di tensione critica che cerchiamo a valutarlo

6. PARTE TERZO STRUTTURE IN CLS

6.1. cenni storici e normativa :

Il cemento armato, si basa sulla collaborazione tra due materiali : il calcestruzzo (CLS) e l'acciaio, del primo si sfrutta prevalentemente la resistenza a compressione, del secondo, la resistenza a trazione. Il calcestruzzo (miscela di cemento, inerti e acqua) e' un materiale noto fino dall' antichita', soprattutto ai Romani, che ne fecero ampio uso. Resistente come la pietra a compressione, e' altrettanto inaffidabile a trazione, con il grande vantaggio di essere sempre disponibile. L'intuizione che fosse possibile sfruttare la sua collaborazione statica con il ferro e' piuttosto antica, ma la tecnica delle costruzioni in cemento armato si e' sviluppata solo nel secolo scorso quando si e' potuto disporre di acciaio di conveniente qualita'. La disciplina italiana delle opere in cemento armato normale e precompresso si basa sulla legge 1086 del 5 novembre 1971, che impartisce le disposizioni amministrative, e sulle relative norme tecniche periodicamente aggiornate emanate da ministro dei lavori pubblici sotto forma di decreti e circolari applicative. Il **DM 96** contiene, oltre al gia' citato documento di applicazione nazionale (NAD) dell' Eurocodice 3 (strutture di acciaio), anche il NAD dell'Eurocodice 2 (EC2) relativo alle strutture di cemento armato. Anche per il cemento armato la normativa piu' recente e' riportata nel **DM14** settembre 2005 (**DM 2005**) che obbliga in generale all' utilizzo dell'MSL.

6.2.ACCIAIO E CALCESTRUZZO CLASSIFICAZIONE E RESISTENZA:

6.2.1.resistenza di calcolo del acciaio

In italia sono prodotti due tipi di acciaio per armatura ad aderenza migliorata: **FeB38K e FeB44K** contraddistinti da diversi valori delle tensioni caratteristiche di svernamento (f_{yk}) e di rottura (f_{tk}) si ha :

. per FeB38K $f_{yk} \Rightarrow 375 \text{ N/mm}^2$, $f_{tk} \Rightarrow 450 \text{ N/mm}^2$

. per FeB44K $f_{yk} \Rightarrow 430 \text{ N/mm}^2$, $f_{tk} \Rightarrow 540 \text{ N/mm}^2$

Il DM 2005 riporta un solo tipo di acciaio per armature, che porta la denominazione europea di **B450**.

I suoi valori caratteristici ($f_{yk} \Rightarrow 430 \text{ N/mm}^2$, f_{tk}) sono molto simili a quelli del tipo FeB44k. $\Rightarrow 540 \text{ N/mm}^2$

La **resistenza di calcolo** del acciaio, identifica a trazione e a compressione, si ricava dividendo la tensione caratteristica di snervamento f_{yk} per un opportuno coefficiente di sicurezza $\gamma_{m,s}$ si ha:

$$\sigma_s = f_{yk} / \gamma_{m,s}$$

per l'acciaio FeB44K :

secondo **DM 2005** il coefficiente di sicurezza $\gamma_{m,s} = 1,6$ se l'acciaio e abbinato a calcestruzzo di

classe non inferiore a 25, $\sigma_s = 430 / 1,6 = 268 \text{ N/mm}^2$, $\gamma_{m,s} = 2,4$ se l'acciaio e abbinato a calcestruzzo

di classe inferiore a 25, $\sigma_s = 430 / 2,4 = 179 \text{ N/mm}^2$

secondo **DM 92**, $\sigma_s = 225 \text{ N/mm}^2$

Il modulo elastico del materiale e assunto come al solito pari a:

secondo **DM 2005**, $E_c = 206000 \text{ N/mm}^2$

secondo **DM 92**, $E_c = 210000 \text{ N/mm}^2$

DM 92 e DM 2005: tensioni caratteristiche e tensioni di calcolo dell' acciaio N/mm²

Tipo	Tensione di rottura f _{tk}	Tensione di snervamento f _{yk}	Tensione di calcolo		
			MSL F _{yd}	MTA (DM2005) σ_s	MTA (DM 92) σ_s
FeB38K	450	375	326	235	215
FeB44K = B450	540	430	374	268	255

6.3. resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo

In Italia le prove di compressione sono in genere eseguite, dopo 28 giorni di stagionatura, su provini cubici (cubetti). Dall'elaborazione statistica dei risultati di queste prove si ricava la resistenza caratteristica a rottura, detta resistenza caratteristica cubica a 28 giorni e indicata con il simbolo R_{ck}. In funzione dei valori assunti da R_{ck} si distinguono quattro classi di resistenza, a loro volta destinate a diverse classi di impiego, e' evidenziata la classe di resistenza bassa e media, essendo quella piu' frequentemente utilizzata per la costruzione di strutture in cemento armato ordinario. La dizione italiana **CLS, R_{ck} = 25** indica dunque un calcestruzzo di classe medio – bassa, adatta a realizzare elementi in CA.

Resistenza caratteristica cubica, R_{ck} classi di resistenza e classi di impiego del CLS (DM2005).

R _{ck} (N/mm ²)	Classe di resistenza	Classe di impiego
5 < R _{ck} ≤ 15	Molto bassa	Elementi in CLS non armato o a bassa percentuale di armatura
15 < R _{ck} ≤ 30	Bassa e media	Strutture ordinario
30 < R _{ck} ≤ 55	media	Strutture ordinarie e precomprese
55 < R _{ck} ≤ 85	alta	Strutture ordinarie e precomprese (con l'obbligo di specifiche procedure per il controllo della qualita')

6.4. Tensioni di calcolo

Il DM 92 ricava le tensioni ammissibili del conglomerato dalla resistenza caratteristica cubica. La riduzione della resistenza da caratteristica ad ammissibile non avviene, come al solito, con l'utilizzo diretto di un coefficienti di sicurezza, ma mediante formule.

Il DM 2005 rispetta invece la prassi usuale dividendo la tensione di calcolo (che in questo caso coincide con la tensione ammissibile) per il fattore riduttivo $\gamma_{m,c}$

Il DM 92 prevede per compressione dovuta a momento flettente:

$$\sigma_s = 6 + (R_{ck} - 15)/4$$

Il DM 2005 prevede che in ogni caso si assuma:

$$\sigma_s = R_{ck}/3,2$$

e per elementi di spessore minore di 50 mm (solette, pareti)

$$\sigma_s = R_{ck}/4,6$$

la tensione ammissibile a trazione e' convenzionalmente considerata nulla.

DM 92 e DM 2005: tensioni ammissibili e modulo elastico del calcestruzzo in funzione della resistenza cubica R_{ck} N/mm². I valori prescritti dal DM 92 sono evidenziati dal fondino in colore.

sollecitazione	Tensione caratteristica R _{ck}			
	20	25	30	35
Tensione normale	7,25	8,50	9,75	11
tensioni ammissibili σ_s	6,25	7,81	9,37	11
Modulo elastico E _c	25455	28640	31180	33675

Il DM 2005 assegna valori un poco piu' alti, ma non vincolati.

6.5. ARMATURA

Considerando due tipici elementi lineari in CA – pilastri e trave si possono distinguere:

- . L'**armatura longitudinale**, parallela all'asse strutturale, costituita da barre normali alla sezione.
- . L'**armatura trasversale**, giacente nel piano della sezione, costituito da ferri chiusi detti staffe.

Tutte le armature vanno protette dagli effetti corrosivi dell'atmosfera da un adeguato spessore CLS, detto ricoprimento o copriferro reale, il cui valore minimo per travi e pilastri e' prescritto in almeno 20mm.

Nei calcoli interessa la misura del copriferro c delle armature longitudinali, definito come distanza tra baricentro delle barre metalliche e il perimetro della sezione.

Normalmente si ha, detto ϕ_t il diametro dei ferri trasversali (staffe) e ϕ_l il diametro dei ferri longitudinali (barre):

$$c_{min} = 2 + \phi_t + \phi_l/12$$

Il diametro delle barre longitudinali $\varnothing l$ non può essere minore di 12mm. Va disposta una barra in corrispondenza di ogni spigolo della sezione e comunque a interasse non maggiore di 300mm. In ogni caso il numero di barre, di diametro non inferiore a 12 mm, è 4 per le sezioni rettangolari. L'aria complessiva A_s deve sottostare alle seguenti limitazioni:

$$A_s \Rightarrow 0,8\%N / \sigma_s, 0,3\% A_c \leq A_s \leq 6\% A_c$$

. N / σ_s è l'aria di calcestruzzo strettamente necessaria per carico assiale

. A_c l'aria della sezione effettiva di calcestruzzo

6.6. VERIFICA DELLA SEZIONE

La verifica di resistenza si esegue controllando che la tensione nel CLS, costante in tutti i punti della sezione, sia inferiore alla tensione ammissibile. Nel caso di compressione semplice la tensione ammissibile del CLS va ridotta del fattore 0,7 deve essere :

$$\sigma_s = N / A_{ci} \leq 0,7 \sigma_{cs}$$

5.1 sezioni soggette a flessione semplice

La forma tipica delle sezioni inflesse è rettangolare oppure a T

Sezione rettangolare possono essere le due tipi una sezione **in altezza** oppure di una sezione **in spessore**. La sezione in altezza è caratterizzata da una base b piuttosto contenuta, spesso pari alla larghezza dei pilastri che sorreggono la trave, e da un'altezza h maggiore di quella dei solai portanti. Normalmente la trave in altezza emerge all'intradosso dei solai ma in certi casi (trave perimetrali, trave di copertura) può anche emergere all'estradosso.

La sezione in spessore è caratterizzata da un'altezza h pari allo spessore dei solai portanti.

Essendo in genere tale spessore modesto, la larghezza b diventa piuttosto grande e l'ellisse centrale d'inerzia si allunga ortogonalmente al piano verticale dei carichi. La trave in spessore quindi, che ha il grande pregio estetico di non sporgere dai solai, è staticamente scorretta, rispetto alla corrispondente trave in altezza, a parità di sollecitazione, i vantaggi estetici si pagano in termini di maggiori dimensioni, maggiore deformabilità, maggiore incidenza di armature.

6.7 calcolo della sezione rettangolare: metodo tabellare

la sezione soggetta al momento flettente M è divisa dall'asse neutro in due zone: una zona compressa in cui, seppure in misura diversa, contribuiscono alla resistenza sia il CLS sia l'acciaio compresso eventualmente, una zona tesa in cui reagisce soltanto l'acciaio, mentre il CLS teso, non reagente, serve soltanto a collegare i ferri tesi alla zona compressa.

La **sezione reagente** è dunque costituita

.dall' area A_c del calcestruzzo compresso

.dall' area A_s dei ferri tesi

.dall'area A'_s degli eventuali ferri compressi.

Il baricentro della sezione reagente, e quindi l'asse neutro, risulta spostato verso il lembo compresso. La geometria della sezione è caratterizzata, oltre che dalla base b , dalle due grandezze d, x , la cui definizione è indipendente dalla forma della sezione, dal rapporto e dal segno del momento flettente.

. d è l'altezza utile della sezione, definita come la distanza tra il baricentro dei ferri tesi e il lembo compresso si ha: $d = h - c$

. x è la distanza tra l'asse neutro e il lembo compresso.

Le formule di progetto sono in seguito:

$d = r * ((m/b)^{0.5})$ serve a calcolare il valore d se si assegna il valore di b (trave in altezza).

$b = r * ((m/d)^{0.5})$ serve invece a calcolare il valore b se si assegna il valore di d (trave in spessore).

6.7.1 Il coefficiente r

Per calcolare il coefficiente r dipendente da m , σ_c seguiamo tabella qui sotto e il file excel per diversi σ_c , che risulta decrescente con l'aumento di σ_c , cioè a maggiori tensioni nel CLS occorrono sezioni più piccole per resistere allo stesso momento flettente, risulta ancora decrescente con l'aumento di m cioè significa che a partire di σ_c aumentando l'incidenza dell'armatura compressa, occorrono sezioni più piccole per resistere allo stesso momento flettente.

Per dimensionamento dell'area dell'acciaio si usano le seguenti formule

$A_s = M / (\eta * d * \sigma_s)$ che il coefficiente η funzione di σ_s , σ_c , m , è sempre prossimo a 0,9 per le sezioni normalmente dimensionate. Quindi la formula precedente può essere posta nella forma :

$$A_s = M / (0,9 * d * \sigma_s)$$

DATI

σ_c = tensione unitaria calcestruzzo

σ_a = tensione unitaria acciaio

b = base della trave

h = altezza utile trave (distanza dell'armatura tesa dal lembo compresso)

h' = distanza dell'armatura compressa dal lembo compresso

y = distanza dell'asse neutro dal lembo compresso

A_a = area acciaio teso

A'_a = area acciaio compresso

$\mu = A'_a / A_a$

$$\alpha = h'/h$$

Vediamo nella tabella seguente come vengono inserite le formule nelle celle del foglio di lavoro, come vengono inseriti i riferimenti (relativi e assoluti) alle celle e come viene utilizzato l'operatore logico (SE)

Formule per il calcolo dei coefficienti							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Rck	Fe B	s_{cam} (N/mm ²)	s_{aam} (N/mm ²)		α	n
2	30	44	=6+(A2-15)/4	=SE(B2=44;255;SE(B2=38;215; "Inserisci il valore di 38 - 44"))	0.2	0.07, 0.014	15
3							
4	s_c (N/mm ²)		s (N/mm ²)	r' (N/mm ²)			t' (N/mm ²)
5	valore		= $\$G\$2 * A5 / (\$D\$2 + \$G\$2 * A5)$	=RADQ(1/(A5*C5/2*(1-C5/3+(1-F2)/(1/E2*(1-C5)/(C5-F2)-1)))			=C5^2*D5/(2*G2*(1-C5-E2*(C5-F2)))

Calcoliamo i valori di $s - r$ in N/mm², facendo variare la μ_c da 1 a 11 N/mm². Ecco il risultato per una percentuale di armatura compressa pari a 0.2

TABELLA s - r PER R_{ck} 30 e FeB44k – ARMATURA DOPPIA ($\mu=0.2 - \alpha=0.07$)

TABELLA s - r PER R_{ck} 30 e FeB44k – ARMATURA DOPPIA ($\mu=0.2 - \alpha=0.14$)

A	B	C
s_{cam} (N/mm ²)	s (N/mm ²)	r (N/mm ²)
1	0,055556	6,065108293
1,5	0,081081	4,106369312
2	0,105263	3,125801619
2,5	0,128205	2,536528395
3	0,15	2,142923019
3,5	0,170732	1,861144692
4	0,190476	1,649272344
4,5	0,209302	1,484015929
5	0,227273	1,351400945
5,5	0,244444	1,242534117
6	0,26087	1,151486246
7	0,291667	1,007599441
7,5	0,306122	0,949677249
8	0,32	0,898772345
8,5	0,333333	0,853650861
9	0,346154	0,813352956
9,5	0,358491	0,777120706
9,75	0,364486	0,760334824
10	0,37037	0,744347637
10,5	0,381818	0,714542669
11	0,392857	0,687303898

A	B	C
s_{cam} (N/mm ²)	s (N/mm ²)	r (N/mm ²)
1	0,055556	6,103499
1,5	0,081081	4,13431
2	0,105263	3,148576
2,5	0,128205	2,55625
3	0,15	2,160647
3,5	0,170732	1,877474
4	0,190476	1,664582
4,5	0,209302	1,498557
5	0,227273	1,365348
5,5	0,244444	1,256014
6	0,26087	1,164593
7	0,291667	1,020162
7,5	0,306122	0,962041
8	0,32	0,910974
8,5	0,333333	0,86572
9	0,346154	0,825314
9,5	0,358491	0,788995
9,75	0,364486	0,772172
10	0,37037	0,756152
10,5	0,381818	0,726291
11	0,392857	0,699009

TABELLA s - r PER R_{ck} 30 e FeB44k – ARMATURA DOPPIA (μ=0.2 - α=0.07)

TABELLA s - r PER R_{ck} 30 e FeB44k – ARMATURA DOPPIA (μ=0.2 - α=0.14)

A	B	C
s _{cam} (N/mm ²)	s (N/mm ²)	r (N/mm ²)
1	0,055556	6,078232857
1,5	0,081081	4,099244431
2	0,105263	3,107784985
2,5	0,128205	2,511366728
3	0,15	2,112492725
3,5	0,170732	1,826520586
4	0,190476	1,611128393
4,5	0,209302	1,442803335
5	0,227273	1,307437166
5,5	0,244444	1,196051411
6	0,26087	1,102659967
7	0,291667	0,954465271
7,5	0,306122	0,894529563
8	0,32	0,841682031
8,5	0,333333	0,794676635
9	0,346154	0,752543948
9,5	0,358491	0,714518368
9,75	0,364486	0,696849363
10	0,37037	0,679987157
10,5	0,381818	0,648454048
11	0,392857	0,619512773

A	B	C
s _{cam} (N/mm ²)	s (N/mm ²)	r (N/mm ²)
1	0,055556	6,17318033
1,5	0,081081	4,16873833
2	0,105263	3,16471701
2,5	0,128205	2,56089046
3	0,15	2,15718243
3,5	0,170732	1,86784517
4	0,190476	1,65000413
4,5	0,209302	1,47983956
5	0,227273	1,3430591
5,5	0,244444	1,23056715
6	0,26087	1,13629963
7	0,291667	0,98684274
7,5	0,306122	0,92645429
8	0,32	0,87324246
8,5	0,333333	0,82594515
9	0,346154	0,7835805
9,5	0,358491	0,74537316
9,75	0,364486	0,72762961
10	0,37037	0,71070262
10,5	0,381818	0,67906639
11	0,392857	0,65005317

5.3.1 Nostro caso

PER R_{ck} 30 e FeB44k – ARMATURA DOPPIA (μ=0.2 - α=0.14) per la sezione a spessore il coefficiente r pare a 0,789

PER R_{ck} 30 e FeB44k – ARMATURA DOPPIA (μ=0.2 - α=0.07) per la sezione in altezza il coefficiente r pare a 0,778

5.3.2 armatura a taglio

Si suppone che il cls sia in grado di assorbire da solo le deboli tensioni di trazione. Non e' necessario calcolare l'armatura a taglio. La normativa prescrive tuttavia che sia predisposta nelle travi una staffatura di regolamento, composta da :

almeno 3 staffe al metro

poste ad interasse ist ≤ 0,8×d

con area complessiva per ogni metro lineare di trave pari a 1.5 × b mm²/m essendo b la larghezza minima della trave misurata in millimetri.

Si possono avere staffe seemplice (adue braci) o doppie (a quattro bracci)

L'area Ast di tutti i bracci resistenti di tutte le staffe comprese nel tratto intressato (in questo caso, un metro lineare) vale quindi :

$$A_{st} = n_{st} \cdot n_b \cdot A_{\phi st}$$

Dove:

N_{st} e' il numero delle staffe comprese nel tratto considerate

N_b e' il numero dei bracci della singola staffa (ingenero 2 o 4)

A_{st} e l'area del tondino con cui e realizzata la staffa

6.8. Caso di studio, solai misti

Si tratta, in genere di elementi parzialmente prefabricati, costituiti da lastre o travetti tralicciati , integrati da blocchi e completati dal getto in opere. Fissando l'attenzione sui solai a travetti, i blocchi sono costituiti da elemneto laterizi (pignatte), che hanno la funzione di alleggerire il soliao e di aumentare la rigidezza. La resistenza e' affidata al CLS e alle armature. Si deve comuque prevedere all'estradosso una soletta di spessore non minore di 4 cm, mentre l'altezza del soliao deve essere non mionre di 15 cm. Le dimensione dei blocchi commerciali condizionano l'interasse i e la larghezza b delle nervatura. L'interasse e' generalmente di 50cm, mentre la larghezza b deve comunque essere:

$$b \geq 1,8 \cdot i$$

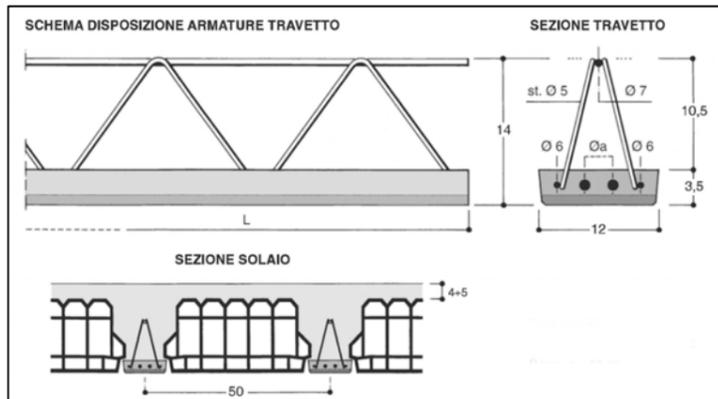
. >=80mm

La altezza del soliao secondo DM96

H. >= L/25 dove L e' l'luce di coprire per soliao e cmq H>=15

Per i prescrizioni dimensionali relativa ai soliai a travetti e' riferito a (DM 2005) il dimensionamento e il calcolo dell' armatura dei soali completati in opere e' facilitato dalle schede tecniche messe a disposizione dalle ditte produttrici

Nel mio caso ho scelto travetti tralicciato 3Q della ditta RDB



I travetti con struttura a traliccio illustrati in figura sono caratterizzati da una sezione in calcestruzzo rifinita inferiormente con uno strato continuo di laterizio agglomerato. Vengono prodotti in serie secondo i tipi e le lunghezze indicati in Tab. 1. L'armatura, oltre che dal traliccio, a sezione costante, è costituita da due tondi integrativi in acciaio ad aderenza migliorata FeB 44k controllato lunghi come il travetto. Le nervature e l'eventuale soletta collaborante vanno realizzate in conglomerato di classe minima R_{ck} 250. Il dimensionamento della struttura avviene per confronto tra il momento di servizio tabellare M_s ed il momento di esercizio M_e calcolato, così che risulti M_s ≥ M_e sia per i momenti positivi (Tabella 1) che per i momenti negativi (Tabella 3). Il momento M_s di ogni tipo può essere incrementato aggiungendo opportune armature integrative in opera sulla suola del travetto tralicciato.

Caratteristiche dei laterizi e sistema di calcolo sono in tutto conformi al D.M. in vigore.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE				MOMENTI MAX. E TAGLI DI SERVIZIO RIFERITI ALLA STRISCIA DI SOLAIO LARGA 1 METRO σ _c < 85 kg/cm ² σ _a < 2400 kg/cm ²							CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA SEZIONE TUTTA REAG. LARGA 1 METRO			RESISTENZE TERMICHE	
ALTEZZA H cm	PESO TRAVI E BLOCCHI Kg m ²	CONGL. PER GETTO I m ²	PESO SOLAIO IN OPERA Kg m ²	MOMENTI MS						TAGLI	Ab cm ²	xb cm	Jb cm ⁴	r ¹	r ²
				Kgcm						Kg				m ² h °C kcal	
12	+4	68	250	364	672	848	1052	1313	1716	2216	1043	6,78	24138	0,31	0,28
	+5	78	275	391	722	911	1130	1410	1844	2374	1143	7,14	28980	0,32	0,29
16	+4	79	285	471	871	1100	1365	1705	2234	2849	1200	8,48	45321	0,36	0,33
	+5	89	310	498	921	1163	1443	1803	2359	3007	1300	8,79	52769	0,38	0,35
18	+4	84	300	524	971	1226	1522	1903	2496	3166	1270	9,31	58921	0,39	0,36
	+5	94	325	551	1020	1289	1600	1999	2618	3324	1370	9,59	67848	0,40	0,37
20	+4	90	320	578	1070	1352	1679	2101	2759	3482	1352	10,20	75241	0,42	0,38
	+5	100	345	605	1120	1415	1758	2197	2878	3640	1452	10,47	85918	0,43	0,39
22	+4	97	340	632	1170	1478	1838	2301	3022	3799	1479	11,28	95964	0,46	0,42
	+5	107	365	658	1220	1542	1915	2394	3140	3957	1579	11,53	108968	0,47	0,43
24	+4	103	365	685	1270	1605	1996	2501	3286	4115	1555	12,11	116700	0,50	0,46
	+5	113	390	712	1320	1668	2073	2593	3403	4274	1655	12,35	131656	0,52	0,47
28	+4	116	405	793	1470	1860	2315	2902	3816	4749	1886	14,55	178833	0,56	0,50
	+5	126	430	819	1521	1922	2389	2991	3931	4907	1986	14,79	200348	0,57	0,51
ARMAT. INF. TRALICCIO				2 Ø 6						TAGLI	AREA DELLA SEZIONE	DISTANZA ASSE NEUTRO DAL BORDO SUPERIORE	MOMENTO D'INERZIA	CALORE DALL'ALTO AL BASSO	CALORE DAL BASSO ALL'ALTO
ARMATURA INTEGRATIVA Ø a				-	1Ø8	1Ø10	1Ø12	2Ø10	2Ø12						
CONTRASSEGNO TRAVETTI IN FUNZIONE DELL'ARMATURA				0	1	2	3	4	5						
LUNGHEZZE L (metri)				1,60	2,60	3,60	4,40	5,20	5,80						
				1,80	2,80	3,80	4,60	5,40	6,00						
				2,00	3,00	4,00	4,80	5,60	6,20						
				2,20	3,20	4,20	5,00		6,40						
				2,40	3,40				6,60 6,80						

ALTEZZA SOLAIO H (cm)	MOMENTI NEGATIVI (kgm) RIFERITI ALLA STRISCIA DI SOLAIO LARGA 1 METRO $\sigma_a \leq 2400 \text{ Kg/m}^2$																		
	SEZIONE ARMATURA (cm ² /m)																		
	1,00	1,58	2,01	2,58	3,02	3,14	3,58	3,84	4,14	4,52	4,72	5,34	5,40	6,10	6,16	6,78	7,60	8,42	
12	+4	302	477	607	780	904	932	1030	1084	1143	1214	1250	1339	1342	1373	1376	1399	1426	1449
	+5	324	511	651	835	978	1012	1121	1182	1249	1330	1371	1490	1501	1574	1577	1605	1638	1666
16	+4	388	614	781	1003	1174	1220	1391	1475	1564	1672	1727	1888	1903	2070	2083	2219	2269	2312
	+5	410	648	824	1058	1239	1288	1469	1573	1670	1788	1847	2024	2041	2225	2241	2392	2526	2575
18	+4	432	682	868	1114	1304	1356	1546	1658	1774	1900	1964	2153	2170	2366	2382	2540	2686	2739
	+5	453	716	911	1170	1369	1424	1623	1741	1877	2015	2084	2289	2308	2521	2538	2713	2927	3017
20	+4	475	750	955	1226	1435	1492	1701	1824	1967	2131	2205	2426	2446	2677	2696	2886	3121	3308
	+5	496	784	998	1281	1500	1559	1778	1907	2056	2245	2325	2562	2584	2832	2853	3059	3314	3552
22	+4	518	819	1041	1337	1565	1627	1855	1990	2146	2343	2445	2697	2720	2985	3007	3228	3502	3757
	+5	540	853	1085	1393	1630	1695	1933	2073	2235	2440	2548	2833	2858	3141	3164	3401	3695	3971
24	+4	561	887	1128	1448	1696	1763	2010	2156	2325	2538	2650	2969	2995	3297	3322	3574	3889	4186
	+5	583	921	1172	1504	1761	1831	2087	2239	2414	2636	2752	3105	3133	3452	3479	3747	4083	4401
28	+4	648	1023	1302	1671	1956	2034	2319	2488	2682	2928	3058	3460	3499	3952	3989	4321	4745	5151
	+5	669	1057	1345	1727	2022	2102	2397	2571	2772	3026	3160	3575	3615	4084	4124	4494	4939	5365

6.8.1 analisi dei carichi del solaio misto del copertura

solai in laterizio	s	peso specifico	carico	carico
copertura	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
ghiaia	0,050	15	0,75	75
impermeabilizzazione	0,02	12	0,24	24
isolante termico	0,060	1	0,06	6
massetto di pendenza	0,060	25	1,5	150
totale				255

solai in laterizio primo piano	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
parquet	0,010			25
massetto sopra pannello	0,040	15	0,6	60
isolante preformata	0,040	1	0,04	4
tramezzi				100
totale				189

caso 1	Kg/m ²
CARICHI ACCIDENTALI	50
CARICO DI NEVE	143,36
PERMANENTI	255
COMB 1 SLU	624,54
COMB 2 SLU	582,528

Con il combinazione 1 (caso 1) dei carichi abbiamo la condizione piu' sfavorevole.

caso 2	Kg/m ²		
CARICHI ACCIDENTALI	200		
PERMANENTI	189		
COMB SLU	564,6		
carico distribuito	kg/m	kN/m	
sull' area influenza	564,6	5,646	
carico distribuito	kg/m	kN/m	
sull' area influenza	624,54	6,2454	
M max (kN.m)	Vmax(KN)	L (m)	H min
31,976448	19,98528	6,4	25,6
M max (kN.m)	Vmax(KN)	L (m)	
28,90752	18,0672	6,4	

Considerando sulla scheda tecnica del solaio RDB, un solaio con altezza **24+5** da realizzarsi con CLS Rck =25 e acciaio tipo FeB38K , corrisponde un momento max di servizio pare a (3286 kg.cm) che e' maggiore di nostro momento di progetto.L'armature a momento posetivo si ricava dalla scheda tecnica di RDB considerando sia il momento di servizio sia la lunghezza dei travetti. Si ordineranno dunque travetti del tipo T5, armati con i 2 Ø6 del traliccio e con 2 Ø 12 aggiuntivo. L'armature integrativa per il momento negativo si ricava dalla scheda tecnica che fornisce un' area di 6,10 cm² pari 2Ø 20 /m ovvero 1Ø20 per travetto. Essendo la luce superiore a 4,50 m e' opportuno disporre una nervatura trasversale di ripartizione con armatura minima 4Ø10 , staffe Ø6/30 cm con una larghezza minima 15 cm.

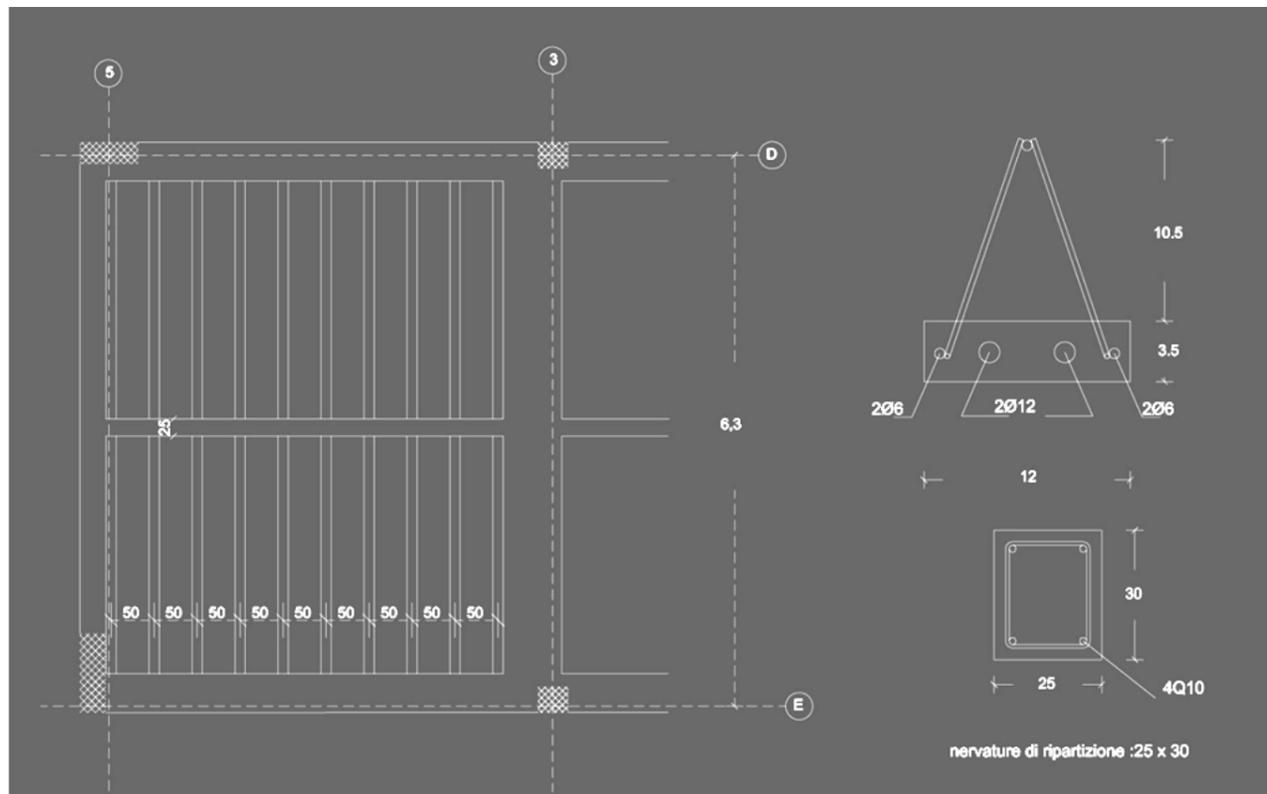


Image 49

6.10. caso di studio trave a due campata in cls

le sollecitazioni vanno ricavati sulla programma sap 2000 ipotizzando condizioni di vincolo di incastro perfetto. Trattandosi in questo caso di una trave a spessore, si ipotizza un momento positivo tra le campate e un momento negativo in corrispondenza dei pilastri, la luce di calcolo corrisponde all'interasse tra i pilastri (5m). la trave e' realizzato con CLS Rck=30 e acciaio FeB44k.

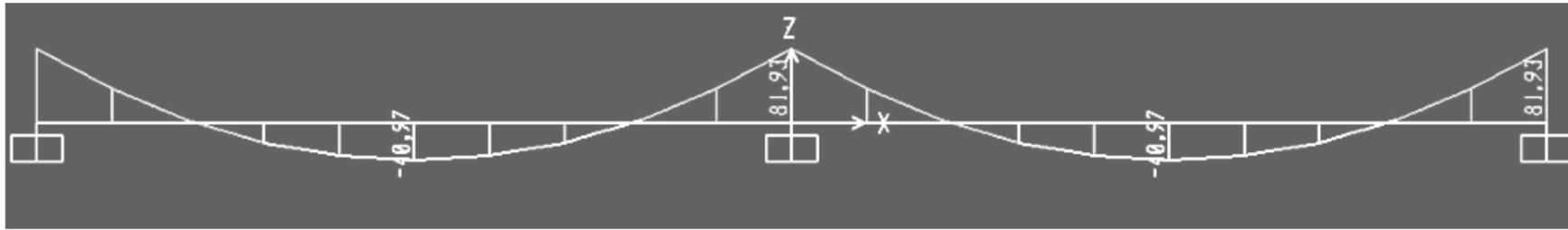
6.9. Trave del copertura

6.9.1 Analisi di carichi

solaio in laterizio copertura	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
ghiaia	0,050	15	0,75	75
impermeabilizzazione	0,02	12	0,24	24
isolante termico	0,060	1	0,06	6
massetto di pendenza	0,060	25	1,5	150
solaio in laterizio	0,240	10	2,4	240
	0,050	25	1,25	125
intonaco	0,030	19	0,57	57
totale				677

caso 1	Kg/m ²
CARICHI ACCIDENTALI	50
CARICO DI NEVE	143,36
PERMANENTI	677
COMB 1 SLU	1215,34
COMB 2 SLU	1173,328

carico distribuito	kg/m	kN/m
sull' area influenza	3828,321	38,28321



Imagine 50

M max posetvio (kN.m,n.mm)	M NEGATIVO (Kn.m,n.mm)	Vmax(KN)	L (m)	h mm	r(n/mm ²)	b mm	d mm	ø _s	d mm	As(mm)	As(mm)	ist cm	Ast min cm ² /m	Ast cm ²
41	82	99	5	300	0,789	473,895363	265	255	265	674,1481	1348,296	21,2	7,1	0,79
41000000	82000000													

numero di armatura	AS mm ²	M resistente kn.m
4Ø18 + 2Ø16	1418	86,239215
4Ø12	246,8	15,009759
4Ø14+ 2Ø12	739,4	44,9684595

CASO DI STUDIO : STRUTTURE IN CLS
 DIAGRAMMA DEL MOMENTO FLETTENTE E RESISTENTE E TAGLIO DEL TRAVE IN CONTINUA
 PIANO DEL COPERTURA. SCALA MOMENTO E TAGLIO 1CM = 20 KN.M

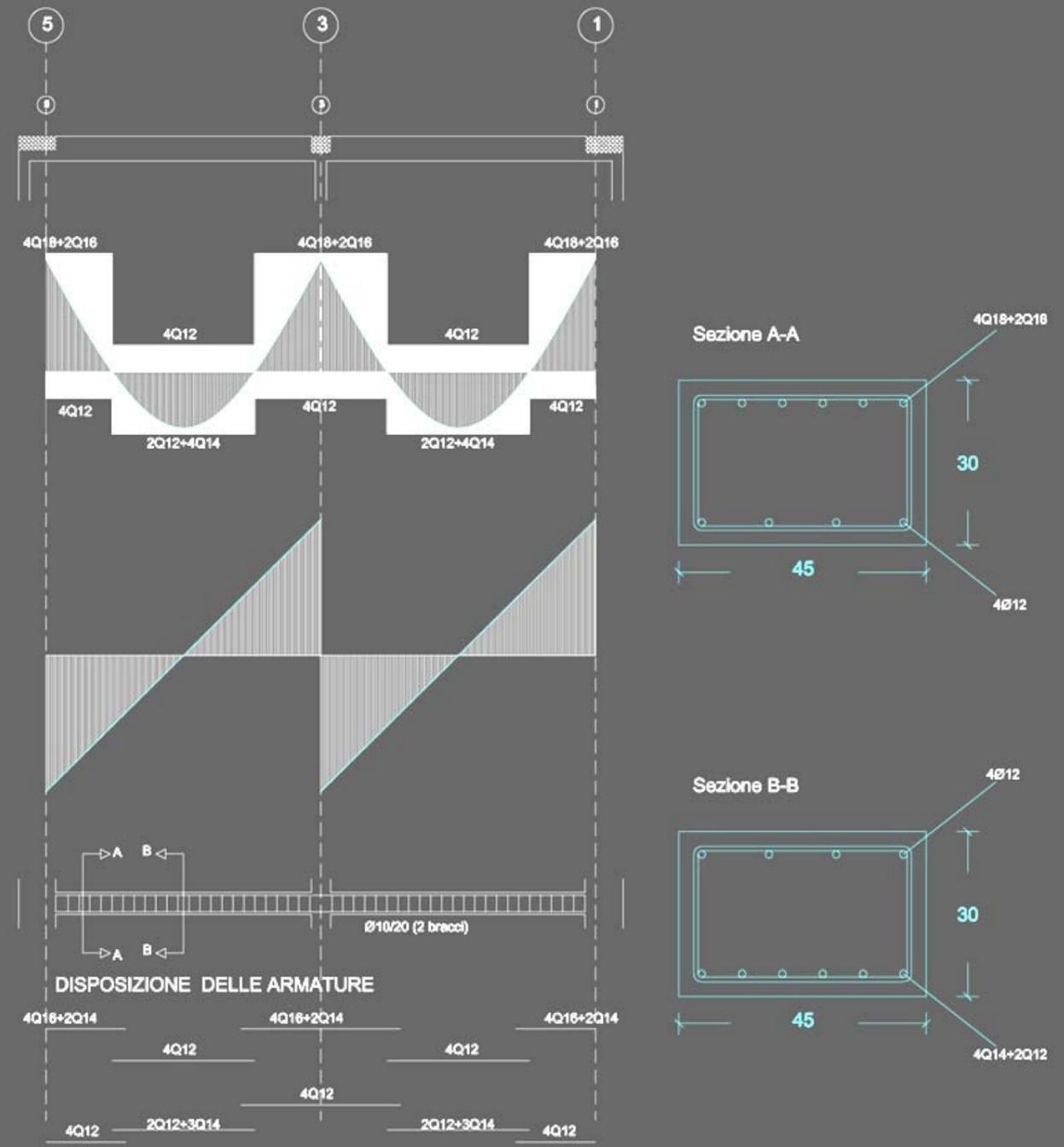


Immagine 51

6.10.1 Trave dei piani

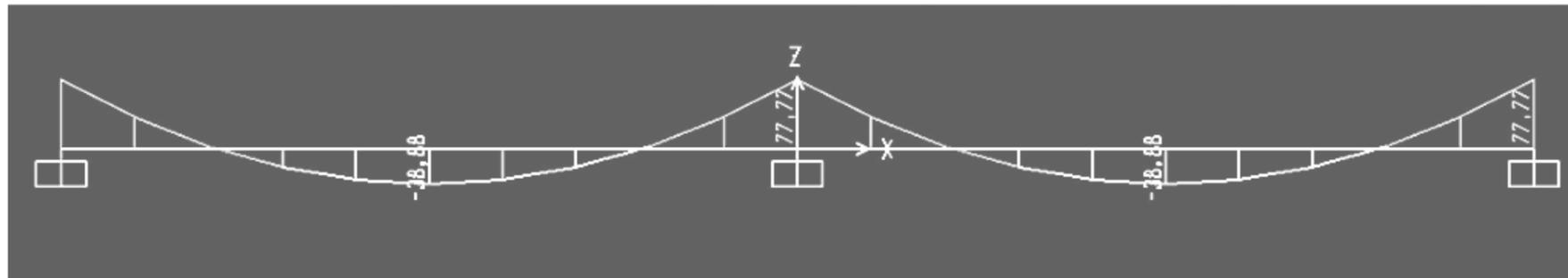
Analisi di carichi

solaio in laterizio primo piano	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
parquet	0,010			25
massetto sopra pannello	0,040	15	0,6	60
isolante preformata	0,040	1	0,04	4
solaio in laterizio	0,240	10	2,4	240
	0,050	25	1,25	125

intonaco	0,030	19	0,57	57
tramezzi				100
totale				611

caso 2	Kg/m ²
CARICHI ACCIDENTALI	200
PERMANENTI	611
COMB SLU	1155,4

carico distribuito	kg/m	kN/m
sull' area influenza	3639,51	36,3951



Imagine 52

M max posetvio (kN.m,n.mm)	M NEGATIVO (Kn.m,n.mm)	Vmax(KN)	L (m)	h mm	r(n/mm ²)	bmm	d mm	ϕs	d mm	As(mm)	As	ist cm	ast cm ² /m	ast cm ² /m
39	78	94	5	300	0,789	463,056768	265	255	265	641,2628	1282,526	21,2	6,945851513	7,9
39000000	78000000													

numero di armatura	AS mm ²	M resistente kn.m

4Ø16 + 2Ø18	1312	79,79256
4Ø12	246,8	15,009759
4Ø14+1Ø12	677,7	41,2160198

CASO DI STUDIO : STRUTTURE IN CLS
 DIAGRAMMA DEL MOMENTO FLETTENTE E RESISTENTE E TAGLIO DEL TRAVE IN CONTINUA
 DEI PIANI SCALA MOMENTO E TAGLIO 1CM = 20 KN.M

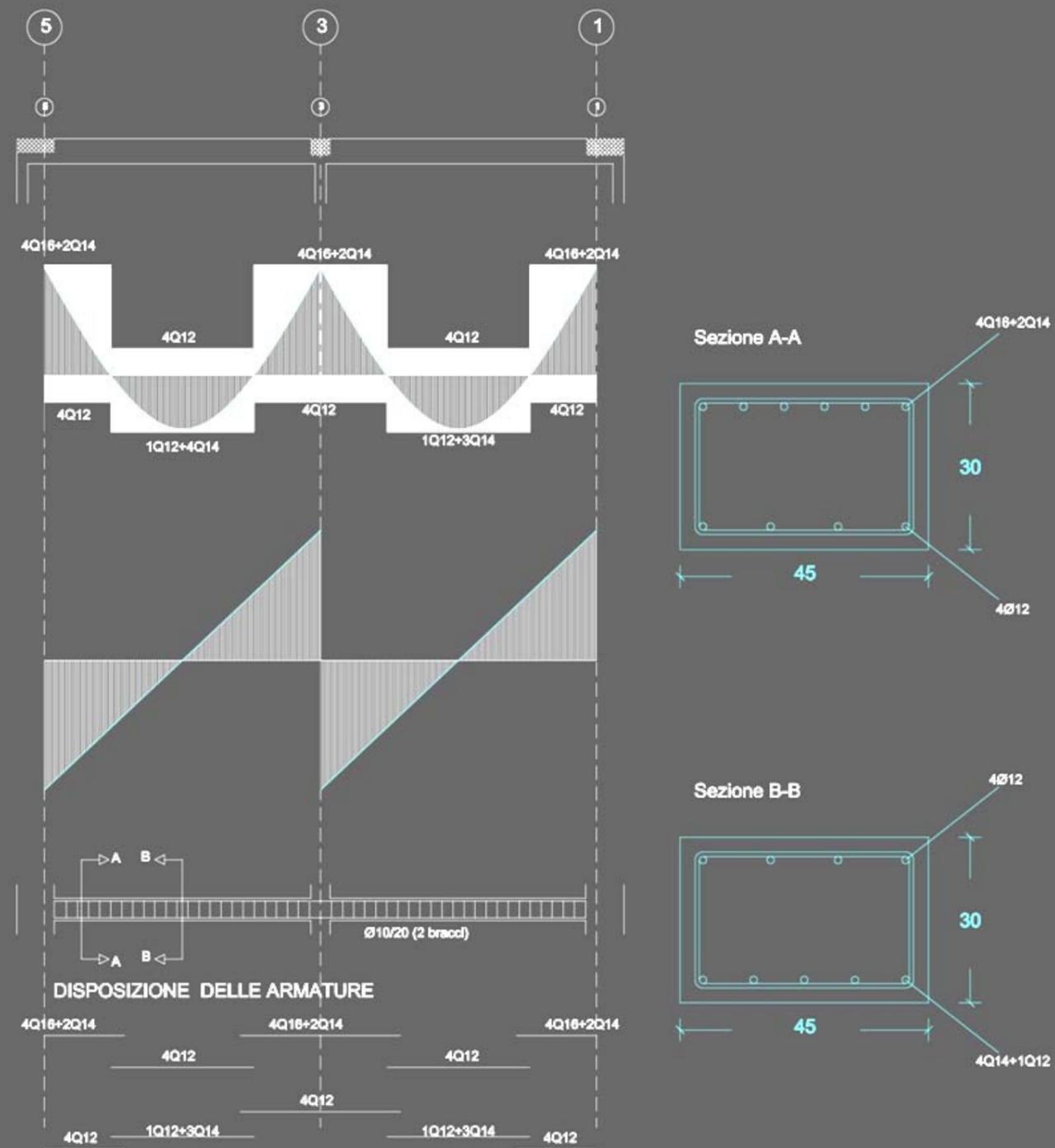


Immagine 53

6. 10. Caso di studio: pilastro in cls

Dimensionamento dei pilastri :

Area minima = $A_{min} = N/\sigma_{amm}$

se $R_{ck} = 25$ σ ammissibile del cls = $0,7 \cdot (60 + 250 - 150/4) = 59,4 \text{ kg/cm}^2$

Lo **sforzo normale limite** si ottiene sommando i contributi del calcestruzzo e dell'acciaio:

$$N_{Rd} = 0,8 f_{cd} A_c + f_{yd} A_s = 0,8 f_{cd} (A_c + A_s f_{yd} / (0,8 f_{cd}))$$

considerando una riduzione pari all' 80% della resistenza del calcestruzzo, per tener conto della presenza di un minimo di eccentricità del carico assiale.

Per calcestruzzo **C20/25** è $0,8 f_{cd} = 0,8 \times 11,76 = 9,41 \text{ MPa}$

$$f_{yd} / (0,8 f_{cd}) = 41,59$$

Per calcestruzzo **C25/30** è $0,8 f_{cd} = 0,8 \times 14,11 = 11,29 \text{ MPa}$

$$f_{yd} / (0,8 f_{cd}) = 34,67$$

Perché si possa dire che il pilastro è in grado di resistere alla forza assiale di progetto N_{Sd} , occorre che risulti verificata la seguente espressione:

$$N_{Sd} < N_{Rd}$$

I limiti dei diametri delle barre longitudinali e delle staffe, nonché le distanze rimangono quelli indicati per le tensioni ammissibili:

- armatura longitudinale minima: $4\phi 12$
- diametro minimo staffe: $\phi 6$
- interasse minimo staffe: 15 volte ϕ armatura long.
- interasse massimo staffe: 25 cm

6.10.1 verifiche di stabilità: secondo norme, il fenomeno di instabilità per carico di punta deve essere preso in considerazione per valore snellezza

$$\lambda = L/i \geq 50$$

essendo L la lunghezza libera di inflessione dell'elemento e i il corrispondente raggio di inerzia.

6.10.2 caso di studio - pilastro D-3

Annalisi di carichi :

solio in laterizio copertura	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
ghiaia	0,050	15	0,75	75
impermeabilizzazione	0,02	12	0,24	24
isolante termico	0,060	1	0,06	6
massetto di pendenza	0,060	25	1,5	150
solio in laterizio	0,240	10	2,4	240
	0,050	25	1,25	125
intonaco	0,030	19	0,57	57
totale				677

peso proprio della trave (kg)	B (m)	H (m)	peso specifico (kg/m ³)
1687,5	0,45	0,3	2500

peso proprio della pilastro(kg)	B (m)	H (m)	peso specifico (kg/m ³)	altezza del pilastro (m)
1012,5	0,45	0,3	2500	3

solai in laterizio primo piano	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
parquet	0,010			25
massetto sopra pannello	0,040	15	0,6	60
isolante preformata	0,040	1	0,04	4
solai in laterizio	0,120	10	1,2	120
	0,040	25	1	100
intonaco	0,030	19	0,57	57
tramezzi				100
totale				466

carico distribuito	kg	kN
sull' area influenza	10832	94,78

carico distribuito	kg	kN
sull' area influenza	7456	65,24

caso 1	Kg
CARICHI ACCIDENTALI	800
CARICO DI NEVE	2293,76
PERMANENTI	13532
COMB 1 SLU	23225,44
COMB 2 SLU	22553,248
NSD1	23225,44

caso 2	Kg
CARICHI ACCIDENTALI	3200
PERMANENTI	10156
COMB SLU	19018,4
NSD2	42243,84
NSD3	61262,24
NSD4	80280,64

PIANI	NSD(KG)	gamm CLS (kg/cm ²)	Area min cls cm ²)	A SEZIONE (cm ²)	AS (cm ²)	sforza reale in cls (kg/cm ²)	NRD (kg)
TERZO PIANO	23225,44	59,5	390,3435294	1050	10,5	18,8686652	111735,5092
SECODO PIANO	42243,84	59,5	709,9805042	1050	10,5	34,11162791	111735,5092
PIANO PRIMO	61262,24	59,5	1029,617479	1050	10,5	49,77028191	111735,5092
PIANO SOTTO TERRA	80280,64	59,5	1349,254454	1350	13,5	50,6342731	144990,1921

verifiche stabilita'			
Aci	1579,05		
momento di inerzia di sezione	132070,968		
raggio minimo di inerzia	9,145463894	32,80314738	VERIFICATA

verifiche stabilita'			
Aci	1230,9		
momento di inerzia di sezione	69914,82067		
raggio minimo di inerzia	7,536561339	39,80595214	VERIFICATA

6.10.3. caso di studio- pilastro E-1

Analisi di carichi

solai in laterizio copertura	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
ghiaia	0,050	15	0,75	75
impermeabilizzazione	0,02	12	0,24	24
isolante termico	0,060	1	0,06	6
massetto di pendenza	0,060	25	1,5	150
solai in laterizio	0,240	10	2,4	240
	0,050	25	1,25	125
intonaco	0,030	19	0,57	57
totale				677

solai in laterizio primo piano	s	peso specifico	carico	carico
	m	kN/m ³	KN/m ²	kg/m ²
parquet	0,010			25
massetto sopra pannello	0,040	15	0,6	60
isolante preformata	0,040	1	0,04	4
solai in laterizio	0,120	10	1,2	120
	0,040	25	1	100
intonaco	0,030	19	0,57	57
tramezzi				100
totale				466

carico distribuito	kg	kN
sull' area influenza	5416	94,78

carico distribuito	kg	kN
sull' area influenza	3728	65,24

peso proprio della trave (kg)	B (m)	H (m)	peso specifico (kg/m ³)
843,75	0,45	0,3	2500

peso proprio della pilastro(kg)	B (m)	H (m)	peso specifico (kg/m ³)	altezza del pilastro (m)
675	0,3	0,3	2500	3

caso 1	Kg
Carichi accidentali	400
Carico di neve	1146,88
PERMANENTI	6934,75
COMB 1 SLU	11848,97
COMB 2 SLU	11512,874
NSD1	11848,97

caso 2	Kg
Carichi accidentali	3200
PERMANENTI	5246,75
COMB SLU	12145,45
NSD2	23994,42
NSD3	36139,87
NSD4	48285,32

PIANI	NSD(KG)	gamm CLS (kg/cm ²)	Area min cls (cm ²)	A SEZIONE (cm ²)	AS (cm ²)	sforza reale in cls (kg/cm ²)	NRD (kg)
TERZO PIANO	11848,97	59,5	199,1423529	900	9	10,96213341	98237,53042
SECODO PIANO	23994,42	59,5	403,267563	900	9	22,04558986	98237,53042
PIANO PRIMO	36139,87	59,5	607,3927731	900	9	33,43498011	98237,53042
PIANO SOTTO TERRA	48285,32	59,5	811,5179832	900	9	42,52339938	104496,2559

distanza tra staffe	24
distanza tra staffe	27

verifiche stabilita'			
Aci	1038,6		
momento di inerzia di sezione	98320,968		
raggio minimo di inerzia	9,729687992	30,8334656	VERIFICATA

verifiche stabilita'			
Aci	992,4		
momento di inerzia di sezione	91841,904		
raggio minimo di inerzia	9,620044069	31,18488833	VERIFICATA

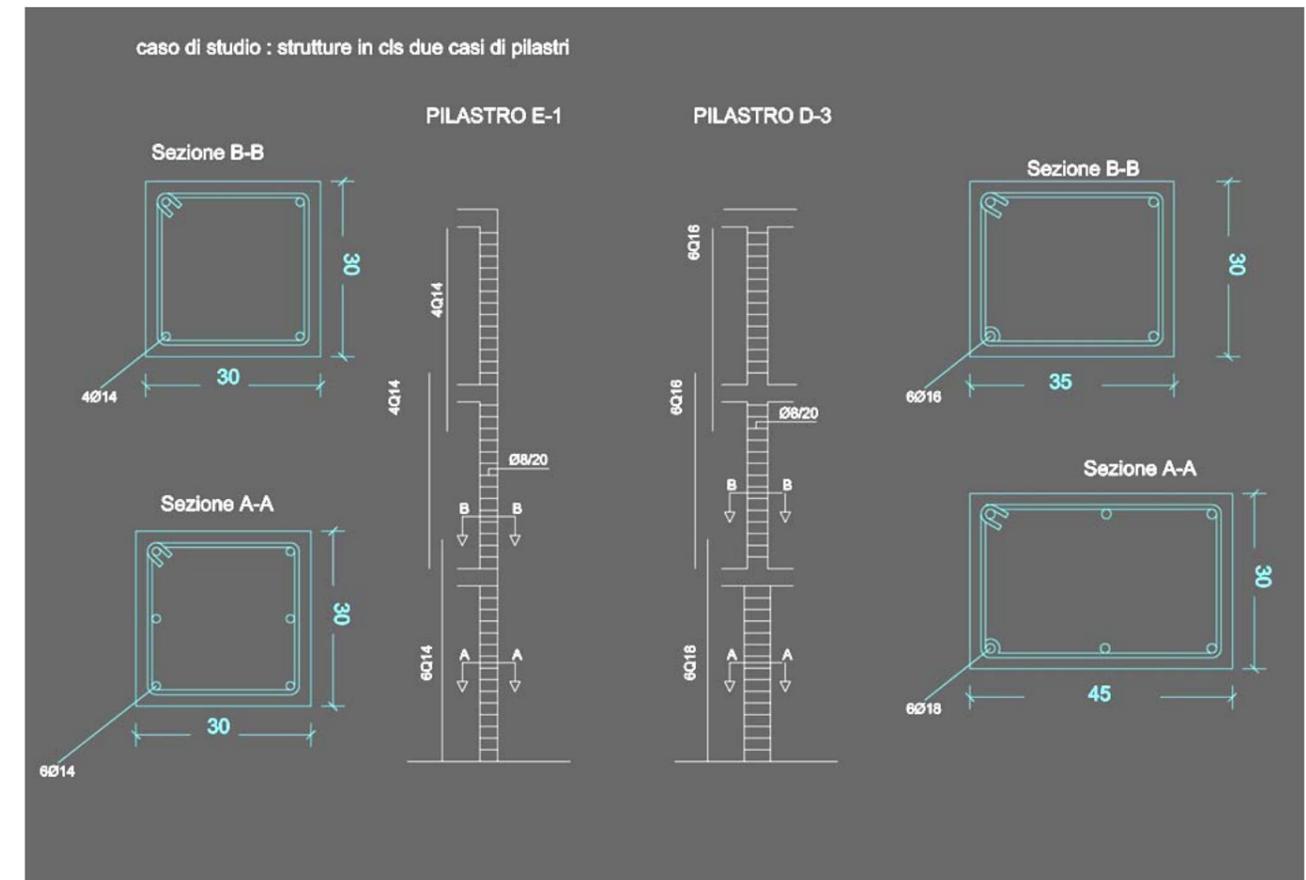


Immagine 54

10- Relazione impianti

10 REAZIONE IMPIANTISTICO

1. Intruduzione

gli edifici residenziali avranno un impianto misto aria primaria – acqua

E' prevista un centrale di quartiere che fornirà acqua calda e fredda per i pannelli a pavimento, per l'acqua calda sanitaria si e' utilizzato una caldaia a condensa

Gli impianti misti sono realizzati in edifici dove il volume da condizionare e frazionato in un numero elevato di ambienti come edifici residenziali , uffici e scuole ecc.....

L'aria ha lo scopo di assicurare il giusto grado di purezza dell' aria ambiente e l'adeguato tasso di umidita'e di contorollare la velocita

La temperatura e controllato mediante la presenza terminali disposti in ambiente (i pannelli radianti), La regolazione della temperatura avviene localmente intervenendo sugli elementi terminali .

L'ingombro dei canali per la distribuzione dell'aria è minore rispetto agli impianti a tutt'aria, essendo la portata necessaria al controllo di umidità relativa

e purezza generalmente inferiore rispetto a quella necessaria al controllo della tempertaura

Impianto misto aria- acqua in genere e' composta da :

- Terminali di immisione dell' aria
- Rete di distribuzione dell' aria
- Elemento terminale (venticonnettore, pannello radiante)
- Rete di distibuzione dell'acqua
- Condizionatore (o UTA) per il trattamento dell'aria primaria
- Centrale termica e frigorifero

2. L' impianto di riscaldamento e condizionamento

Per progettare l' impianto di riscaldamento e di condizionamento si e' proceduto nel modo seguente :

si e' determinato il fabbisogno termico dell' edificio, cioe' si sono determinati i watt che e' necessario a fornire per mantenere nell' ambiente la temperatura minima di legge. Il fabbisogno termico e stato determinato assumendo una temperatura esterna pari a -5 e una temperatura interna pari a 20, considerando cosi' la situazione in cui si ha un fabbisogno energetico di picco nelle condizioni piu' sfavorevoli. Determinate le superfici delle pareti disperdenti, i valori delle relative trasmittanza data dalla stratificazione che compongono le stesse e' stato possibile determinare un carico termico di dispersione per trasmissione , al quale si e' sommato la dispersione relativa alla ventilazione degli ambienti. All'interno dell' impianti di riscaldamento si distinguono tre componenti principali identificati dalla loro specifica funzione:

il generatore di calore ovvero la pompa di calore, e' una macchina in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura piu' bassa ad un corpo a temperatura piu' alta. Il principio di funzionamento e' un ciclo termodinamico chiamata " ciclo frigorifero reversibile", poiche' utilizzato sia per riscaldare durante inverno che a raffrescare durante estate. Ess e' costituito da un circuito chiuso percorso dal fluido refrigerante che subisce una compressione, una condensazione , un espansione e un evaporazione. Durante la compressione il fluido gassoso aumenta di pressione e di temperatura , nella seconda fase attraversa uno scambiatore (condensatore) nel quale cede calore all' acqua condensandosi. Le acqua e utilizzato come fluido vettore per il riscaldamento o il raffreddamento dei locali. Nella quarta fase l'evaporazione , il fluido passa da liquido a vapore prendendo energia dalla sorgente termica

la rete di distribuzione?

i corpi scaldanti utilizzati in tutto l' edificio sono moduli di pannelli radianti a pavimento

3. PANNELLI RADIANTI A PAVIMENTO:

Vantaggi offerti dagli impianti a pannelli

- Il benessere termico

Per potere assicurare in un locale i condizioni di benessere termico si devono mantenere zone leggermente piu' calda a pavimento e piu' fredda a soffitto , gli impianti che meglio si presentano a offrire tali condizioni sono quelli a pavimento radiante per i seguenti motivi :

1. La specifica posizione (cioe' a pavimento) dei pannelli
2. Il fatto che essi cedono calore soprattutto per irraggiamento evitando cosi' il formarsi di correnti convettive d' aria calda a soffitto e fredda a pavimento.

- La qualita dell' aria

Il riscaldamento a pavimento e in grado di evitare due inconvenienti tipici degli impianti a corpi scaldanti :

1. la combustione del pulviscolo atmosferico, che puo' causare senso di arsa e irritazione alla gola
2. La elevata circolazione di polvere , che (specie nei locali puliti) puo' essere causa di allergie e difficolta' respiratore

- Le condizioni igieniche

Gli impianti a pannelli esercitano un' azione positiva nel mantenimento di buone condizioni igieniche ambientali, in quanto evitano:

10- Relazione impianti

1. Il formarsi di zone umide a pavimento, sottraendo pertanto il loro ambiente ideale ad acari e batteri
 2. L'insorgere di muffe sulle pareti che confinano coi pavimento caldi
- L'impatto ambientale
- gli impianti a pannelli sono gli impianti a minor impatto ambientale perché:
1. Non pongono vincoli di natura estetica
 2. Non limitano la libertà d'arredo, consentendo così il più razionale utilizzo dello spazio disponibile
 3. Non contribuiscono al degrado di intonaci, pavimento in legno e serramenti, in quanto .non sporcano le pareti di nerofumo
. non consentono il formarsi di umidità a pavimento
. limitano sensibilmente i casi di condensa interna in quanto aumentano la temperatura delle pareti vicine alle solette con pannelli.
- Il calore utilizzabile a bassa temperatura
- Per merito della loro elevata superficie disperdente, gli impianti a pannelli possono riscaldare con basse temperature del fluido termovettore.
- Questa caratteristica rende conveniente il loro uso con sorgenti di calore la cui resa aumenta al diminuire della temperatura richiesta, come nel caso di :
- .pompe di calore
 - .caldaie a condensazione
 - .pannelli solari
 - .sistemi di recupero del calore
 - .sistemi di teleriscaldamento, con costo del calore legato alla temperatura di ritorno del fluido primario.
- Il risparmio energetico
- Rispetto ai sistemi di riscaldamento tradizionali, gli impianti a pannelli consentono apprezzabili risparmi energetici essenzialmente per due motivi:
1. La maggiore temperatura operante che consente risparmi medi variabili dal 5 al 10%
 2. Il minor gradiente termico tra pavimento e soffitto che comporta risparmi energetici tanto più elevati quanto maggiore è l'altezza dei locali.
- Motivi di risparmio energetico possono considerarsi anche :
- . l'uso di basse temperature che riduce le dispersioni lungo le tubazioni

- . il non surriscaldamento delle pareti poste dietro i radiatori
- . la mancanza di moti convettivi d'aria calda sulle superfici vetrate .

Limiti e svantaggi degli impianti a pannelli

Riguardano essenzialmente aspetti connessi

1. Alla temperatura superficiale del pavimento
2. All'inerzia termica dell'impianto
3. A difficoltà d'ordine progettuale

Limiti connessi alla temperatura superficiale del pavimento

Per evitare condizioni di malessere fisiologico la temperatura superficiale del pavimento deve essere inferiore ai valori riportati alla voce **DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI, SOTTOCAPITOLO TEMPERATURA SUPERFICIALE DEL PAVIMENTO.**

Come specificato nello stesso sottocapitolo , tali valori consentono di determinare la potenza termica massima (Q_{max}) cedibile da un pannello .

Se Q_{max} è inferiore alla potenza richiesta (Q) , si possono considerare due casi:

1. Q_{max} è inferiore a Q solo in pochi locali
In questo caso si può ricorrere a corpi scaldanti di integrazione . Ad esempio si cede Q_{max} coi pannelli e la potenza restante con radiatori.
2. Q_{max} è inferiore a Q in tutti o nella maggiore parte dei locali

Conviene adottare impianti di tipo tradizionale .

INERZIA TERMICA E TIPO DI UTILIZZO DELL' IMPIANTO

Gli impianti a pannelli sono caratterizzati dall' avere un'elevata inerzia termica in quanto, per cedere calore.

In ambiente riscaldati con una certa continuità (e con buon isolamento sotto i pannelli) l'inerzia termica di questi impianti non pone alcun problema e consente :

- . un buon adeguamento dell'impianto alle condizioni climatiche esterne
- . interruzioni o rallentamenti di funzionamento , con tempi di attivazione e di sattivazione dell'impianto che vanno normalmente anticipati di due ore.

Per contro in ambiente riscaldati solo per brevi periodi (ad esempio case di fine settimana) l'inerzia termica degli impianti a pannelli comporta sensibili sfasamenti tra i tempi di avviamento e quelli di effettivo utilizzo. Pertanto in questi casi conviene ricorrere ad altri sistemi di riscaldamento.

SVANTAGGI LEGGATI AD ASPETTI PROGETTUALI

10- Relazione impianti

A differenza di quelli tradizionali a corpi scaldanti, gli impianti a pannelli richiedono . maggiore impegno per la determinazione dei parametri di progetto . Infatti oltre ai parametri necessari per determinare le dispersioni termiche dei locali , la progettazione degli impianti a pannelli richiede anche la conoscenza dettagliata di tutti gli elementi costruttivi che riguardano il pavimento e le sollette.

. calcoli più complessi e laboriosi

. minore adattamento a varianti in corso d'opera o ad impianto ultimato, in quanto non è possibile togliere o aggiungere porzioni di pannello come invece è possibile con i radiatori.

RAFFERESCIMENTO DEI LOCALI

Gli impianti a pannello consentono anche il raffrescamento dei locali. Si deve tuttavia considerare che essi presentano in merito due limiti ben precisi :

1. La limitata resa frigorifera.

La bassa resa frigorifera dipende dal fatto che negli impianti a pannelli non è possibile abbassare troppo la temperatura del pavimento senza provocare fenomeni di condensa superficiale . per questo motivo risulta difficile ottenere potenze frigorifere superiori a 40-50 W/m

2. L'incapacità di deumidificare .

STRUTTURE DI CONTENIMENTO DEI PANNELLI

Sono costituite essenzialmente dalla solletta , dal materiale isolante, dal massetto e dal pavimento

STRUTTURE DI CONTENIMENTO DEI PANNELLI

1. materiali isolanti

2. giunti periferici

3. giunti principali

4. giunti di taglio

5. massetto

6. pavimento

DISTRIBUZIONE DEL FLUIDO TERMIVETTORE

1. collettori

2. pannelli

Materiali isolanti

Gli isolanti posti sotto i pannelli servono (1) a ridurre il calore ceduto verso il basso e (2) a limitare l'inerzia termica dell'impianto

I materiali isolanti più utilizzati sono quelli in polistirene e in poliuretano . gli isolanti possono essere a superfici piane oppure a superfici perforate per l'ancoraggio diretto dei tubi.

Gli isolanti a superfici piane sono utilizzati in edilizia per coibentare i pavimenti tradizionali . non essendo provvisti di supporti per l'ancoraggio dei tubi, essi richiedono la messa in opera di reti elettrosaldate o di appositi profilati metallici con clips di giunzione e supporti di fissaggio. Gli isolanti di tipo preformato sono invece appositamente realizzati per gli impianti a pannelli. Le loro superfici presentano profili e scanalature che consentono di fissare direttamente i tubi perciò non hanno bisogno di avere la messa in opera dei pannelli ma sono poco resistenti alla compressione e pertanto non possono essere utilizzati per realizzare pavimenti sotto posti a sollecitazioni impegnative quali ad esempio i pavimenti industriali. per evitare il degrado in opera dei materiali isolanti, si devono prevedere due tipi di protezione:

1) Protezione contro l'umidità del calcestruzzo.

È sempre richiesta e può essere realizzata sopra l'isolante con fogli in polietilene (spessore minimo 0,15mm)

2) Protezione contro l'umidità ascendente .

È richiesta solo per pavimenti a diretto contatto col terreno o con locali molto umidi. si può realizzare sotto l'isolante con foglio in cloruro di polivinile (spessore minimo 0,4mm)

GIUNTI PERIFERICI

Servono ad assicurare (1) la dilatazione del massetto, (2) l'isolamento termico fra massetto e pareti, (3) la discontinuità acustica fra pavimento e pareti.

Si realizzano con strisce isolanti (normalmente in polietilene espanso da 6-8mm o in lana minerale da 8-10mm) poste in opera lungo le pareti e i vari elementi costruttivi che possono delimitare il massetto.

GIUNTI PRINCIPALI

10- Relazione impianti

Servono a consentire la dilatazione del massetto in corrispondenza dei giunti strutturali dell' edificio e nei casi di ampie superfici. Senza giunti di questo tipo, non e' consigliabile realizzare pavimento con superfici che superano i 40 mq.

GIUNTI DI TAGLIO

Servono a guidare l'assestamento del massetto in corrispondenza di porte o altre aperture.

Si realizzano con la cazzuola (fino ad una profondita' di 3-4cm) quando il massetto comincia ad asciugare.

MASSETTO

Deve essere realizzato con un impasto fluido per evitare la formazione di piccole sacche d'aria che possono essere d'ostacolo alla regolare trasmissione del calore.

I componenti e le proporzioni dell' impasto dipendono dalla classe di resistenza che si intende ottenere.

Lo spessore minimo del massetto sopra i tubi deve essere uguale a :

- . 20 mm per massetti di rasatura, cio' per massetti sopra cui si prevede di realizzare successivamente un sottofondo per la messa in opera del pavimento.
- . 40 mm per massetti di finitura, cioe' per massetti sopra cui si prevede di realizzare subito la posa del pavimento o di incollarlo successivamente.

PAVIMENTO

Gli impianti a pannelli non richiedono tipi particolari di pavimento o tecniche speciali per la loro posa in opera.

E' consigliabile comunque non adottare pavimento con una resistenza termica superiore a 0,15 mqck/w

DISTRIBUZIONE DEL FLUIDO TERMOMETTORE

Si realizza convogliando il fluido attraverso la rete principale, i collettori e i pannelli.

SCELTA DEI TUBI

I tubi in materia plastica sono quelli che meglio si presentano a realizzare i pannelli, perche a differenza dei tubi metallici sono:

- . facili da porsi in opera
- . non si corrodono
- . non consentono il formarsi di incrostazioni.

Normalmente si utilizzano tubi in polietilene reticolato (PEX)

I diametri solitamente utilizzati per realizzare i pannelli sono 16/13 e il 20/16.

SVILUPPO DEI PANNELLI

Ogni locale deve essere riscaldato con uno o piu' pannelli specificamente riservati. E' cosi possibile regolare la sua temperatura ambiente in modo autonomo, cioe' senza modificare l'equilibrio termico degli altri locali.

I pannelli possono essere realizzati con sviluppo a spirale o a serpentine. Il sistema a spirale in genere preferibile in quanto offre :

- . una temperatura superficiale piu' omogenea, dato che i suoi tubi di andata e ritorno si sviluppo fra loro in modo alterno

Una maggiore facilita di posa in opera, in quanto la realizzazione delle spirali richiede solo due curve a 180 : quelle centrali, cioe' quelle in cui lo sviluppo della spirale si inverte.

Lo sviluppo a serpentine conviene soprattutto in locali con forme irregolari.

I pannelli possono realizzati ad intersse costante oppure ad interasse variabile con tubi piu' ravvicinati in corrispondenza di vetrate o pareti molto dispendenti.

Le distanze fra i tubi e le strutture che delimitano l'ambiente devono essere almeno di:

- . 5cm nel caso di pareti e di pilastri
- . 20 cm nel caso di canne fumarie, caminetti egabbie di ascensori.

I tubi dei pannelli non devono interferire con i tubi di scarico e non devono passare sotto le vasche, i piatti di doccia, i WC e i bidet

Parametri richiesti per il calcolo del flusso di calore emesso da un pannello

- 1- Parametri relativi alle condizioni al contorno
Temperatura ambiente, temperatura del locale
- 2- Parametri relativi alla configurazione dei pannelli
Superficie coperta dal pannello, interasse di posa dei tubi
- 3- Parametri relativi al tipo di tubo
Diametro esterno del tubo, diametro interno del tubo, conducibilita termica del tubo
- 4- Parametri relativi alla struttura di contenimento dei pannelli
Resistenza termica del pavimento, spessore del massetto sopra i tubi
Conducibilita termica del massetto resistenza termica sotto pannello
- 5- Parametri relativi alla temperatura del fluido termovettore
Temperatura di interata del fluido termovettore

INTRASSI

10- Relazione impianti

Possono variare fino a 30 cm in applicazioni di tipo civile o comunque in ambienti dove cisi sofferma in permanenza

Possono invece inviare fino a 40 cm in applicazioni di tipo industriale o commerciale

LA TEMPERATURA MASSIMA DI PROGETTO

E' la temperatura massima del fluido scaldante che circola nei pannelli.

Per questa grandezza conviene adottare valori da:

40 a 45 con pompe di calore

Tali valori consentono di ottenere un buon compromesso fra due diverse esigenze

. limitare la lunghezza dei pannelli

. ottimizzare il rendimento della sorgente di calore

Va comunque considerato che il riscaldamento con basse temperature è possibile solo con pavimento a limitata resistenza termica

Temperatura superficiale del pavimento

per evitare condizioni di malessere fisiologico, è necessario che la temperatura superficiale a pavimento sia inferiore a :

. 29c in ambiente dove ci si sofferma in permanenza

. 33c in locali bagno, docce e piscine

. 35c in zone perimetrali o in locali dove si accede raramente

Il rispetto di tali valori comporta precisi limiti alla potenza termica cedibile da un pannello

In particolare (con temperatura ambiente = 20 c) la potenza specifica massima cedibile da un pannello risulta :

. $q_{max} = 8,92 * (29-20)^{1.1} = 100 \text{ W/m}^2$ in ambiente dove ci si sofferma in permanenza

. $q_{max} = 8,92 * (33-20)^{1.1} = 150 \text{ W/m}^2$ in locali bagno, docce e piscine

. $q_{max} = 8,92 * (35-20)^{1.1} = 175 \text{ W/m}^2$ in zone perimetrali o in locali dove si accede raramente

Moltiplicando il valore di q_{max} per la superficie del pavimento si ottiene la potenza massima che il pannello può cedere all'ambiente senza causare condizioni di malessere

SALTO TERMICO DEL FLUIDO SCALDANTE

È dato dalla differenza fra la temperatura di entrata e quella di uscita del fluido scaldante. Il suo valore non può essere troppo elevato per non abbassare troppo la temperatura media del fluido e quindi la resa termica del pannello

Di norma e consigliabili salti termici inferiori a 8-10 c

LA PORTATA DEL PANNELLO

Considerando che la portata massima di un pannello è mediamente compresa fra :

200 – 220 l/h per tubi con $D_i = 16 \text{ mm}$

120 – 130 l/h per tubi con $D_i = 13 \text{ mm}$

È possibile determinare la massima potenza termica (Q_{gmax}) che un pannello può cedere in relazione al suo diametro interno.

In particolare, considerando un salto termico di 8c, risulta:

$Q_{gmax} = (200-220) * 8 * 1.16 = 1.856-2.042 \text{ W}$ per $D_i = 16 \text{ mm}$

$Q_{gmax} = (120-130) * 8 * 1.16 = 1.114-1.206 \text{ W}$ per $D_i = 13 \text{ mm}$

Tali valori possono essere utilizzati come parametri guida per stabilire se un locale deve essere servito con uno o più pannelli.

3. Il trattamento dell'aria primaria

Il controllo dell'aria primaria è effettuato immettendo all'interno dell'ambiente dell'aria opportunamente trattata da un'unità di trattamento d'aria da immettere nell'ambiente (UTA), l'impianto composto da :

- UTA, dove si trovano i componenti nei quali hanno luogo le trasformazioni termoisometriche (sezione umidificante edeumidificante) la sezione umidificante serve a umidificare l'aria in uscita dal pre-riscaldamento e' una batteria calda e viene da riscaldare l'aria in modo da aumentare temperatura mantenendo l'umidità
- Ventilatore per la circolazione dell'aria
- Apparecchi per la diffusione o per la ripresa di aria
- Le reti di distribuzione l'aria

4. Dati geometrici generale di edificio

10- Relazione impianti

pianta	mis. Esterne		mis. Interne	
	lati Nord e Sud	18,94	m	17,90
lati Est e Ovest	10,90	m	10,00	m
altezza	10,54	m	9,65	m
A _L (lorda in pianta)	619	m ²		
A (utile/calpestabile)	537	m ²		
A tot interna	2036	m ²		
S (disperdente)	1042	m ²		
V _L (lordo riscaldato)	1858	m ³		
V (netto riscaldato)	1727	m ³		

esposizione solare	N m ²	S m ²	E m ²	O m ²	orizzontale m ²	nessuna m ²
superficie totale	199,6	199,6	114,9	114,9	154,8	154,8
superficie trasparente	132,8	47,3	0,0	0,0	0,0	0,0
superficie opaca	66,8	152,4	114,9	114,9	154,8	154,8

5. Trasmittanza

La trasmittanza termico definisce la capacita isolante di un elemento.

Dato un fenomeno di trasmissione di calore in condizione di regime stazionario (in cui cioe il flusso di calore e le temperatura non variano nel tempo) la trasmittanza misura la quantita di calore che nell' unita di tempo un elemento strutturale della superficie di 1 mq in presenza di una differenza di 1 grado tra l interno e l esterno

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 conducibilita interna .

$$U=1/(1/H_i+s/\lambda+1/H_e) [w/m^2*k]$$

Dove : H_i e H_e [w/m²*k] sono I coefficient di adduzione interna ed sterna, S[m] lo spessore del materiale, λ [w/m²*k] la conducibilita termica interna del materiale.

Piu il valore basso, maggiore e' l'isolamento della struttura in esame. l'inverso della trasmittanza e' la resistenza termica ovvero la capacita' di un materiale di opporsi al passaggio del calore:

$$R=1/U [m^2*k/w]$$

Strutture con bassissima trasmittanza termica si caratterizzano per fornire un elevatom isolamento termico

per potere calcolare le dispersioni, e' necessario calcolare le trasmittanza della muratura e dei componenti trasparenti.

Trasmittanza muratura

La parete ha la seguente stratigrafia :

Rivestimento di mattoni faccia vista, intercapedine d'aria, pannello isolante, NormaBlock Più S31 , intonaco interno.

10- Relazione impianti

Vista così è semplicemente una parete micro ventilata, ma bisogna verificare che l'intercapedine dell'aria non provochi una resistenza tale, da trasformare la parete in ventilate; in questo caso si dovrà tenere conto della trasmittanza solo dei primi 3 strati.

Resistenza termica

Per ogni strato piano di materiale omogeneo di conduttività pari a λ , la resistenza termica misurata in m^2k/w è calcolata con la formula :

$$R = d/\lambda$$

Dove d è lo spessore dello strato di materiale del componente (m)

RESISTENZA TERMICA DELLE INTERCAPEDINI D'ARIA

I valori di resistenza termica delle intercapedini d'aria non ventilate, debolmente ventilate e fortemente ventilate, si applicano quando si verificano tutte le seguenti condizioni:

- l'intercapedine non scambia aria con l'ambiente interno

NEL NOSTRO CASO

coeff. scambio termico superficiale	
esterno	$h_e = 23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
interno	$h_i = 8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

componenti opachi verticali	s m	λ W/(m*K)	R m ² K/W	U W/(m ² K)	correzione --->
parete perimetrale				0,15	
Poliuretano espanso	0,050	0,021	2,381		
NormaBlock Più S31	0,310	0,084	3,690		
Intonaco interno (termoisolante con perlite)	0,030	0,077	0,390		
	0,390		6,461		
					U_c W/(m ² K) 0,18

- l'intercapedine è limitata da due facce parallele tra di loro e perpendicolari alla direzione del flusso termico
- lo spessore dell'intercapedine nella direzione del flusso termico è minore del 10% delle altre due dimensioni e comunque è minore di 0.3 m

considerata l'intera stratigrafia del muro esterno, si decide di considerare l'intercapedine d'aria come fortemente ventilata e quindi la resistenza termica totale si ottiene trascurando quella dell'intercapedine d'aria e dei mattoni faccia vista esterna che ha evidentemente solo una funzione puramente decorativa e di protezione meccanica.

RESISTENZA TERMICA TOTALE

La resistenza termica totale, arrotondata a due cifre decimali quando presentata come risultato finale, deve essere calcolata con modalità diverse a seconda che gli strati di cui è composto il pannello siano omogenei e eterogenei.

componenti opachi verticali	s m	λ W/(m*K)	R m ² K/W	U W/(m ² K)	correzione --->
parete perimetrale				0,21	
pilastro in legno lamellare	0,250	0,130	1,923		
Poliuretano espanso	0,050	0,021	2,381		
rivestimento in legno	0,030	0,130	0,231		
	0,330		4,535		
					U_c W/(m ² K) 0,22

VERIFICHE DI LEGGE

La trasmittanza della muratura prevista è pari a 0,18 ,0,22 w/(m²k)

10- Relazione impianti

Questo tipo di parete, porta la verifica di legge, ad essere verificata, in quanto il valore trasmittanza pari a 0,23,0,21 W/(m²K), e' verificato al di sotto del valore limite che per la zona E,

e' pari a 0,34 W/(m²K).

NEL NOSTRO CASO – VETRATA

La trasmittanza termica di serramenti singoli, U_w , si calcola mediante la relazione :

$$U_w = (A_g U_g + A_f U_f + L_g \Psi_g) / (A_g + A_f)$$

componenti trasparenti	Area m ²	U_w W/(m ² K)
finestra e porta finestra	2,25	0,89
		U_g W/(m ² K)
vetro scelto	1,80	0,60
doppio vetro semplice		2,90
doppio vetro basso emissivo		1,50
doppio vetro basso emissivo con Ar		1,10
doppio vetro selettivo e basso emissivo con Ar		1,10
SunGuard Solar silver gray32 - Climguard (doppio vetro)		1,00
Vetrocamera con tripla lastra 4-12-4-12-4 Bassa emissività su due lastre kripton		0,60
		U_f W/(m ² K)
telaio scelto	0,45	1,10
telaio in metallo		5,90
telaio in alluminio con taglio termico		3,10

10- Relazione impianti

telaio in PVC		1,70
Finstral Top 90 Nova-Line (pvc-alluminio)		0,92
telaio in legno tenero spessore 160 m m		1,1
	perimetro	\square
	m	W/(mK)
ponete termico (vetro-telaio)	7,20	0,06

componenti trasparenti	Area m ²	U _w W/(m ² K)
finestra e porta finestra	6,33	0,86
		U _g W/(m ² K)
vetro scelto	5,06	0,60
doppio vetro semplice		2,90
doppio vetro basso emissivo		1,50
doppio vetro basso emissivo con Ar		1,10
doppio vetro selettivo e basso emissivo con Ar		1,10
SunGuard Solar silver gray32 - Climguard (doppio vetro)		1,00
Vetrocamera con tripla lastra 4-12-4-12-4 Bassa emissività su due lastre kripton		0,60
		U _f W/(m ² K)
telaio scelto	1,27	0,92
telaio in metallo		5,90
telaio in alluminio con taglio termico		3,10

10- Relazione impianti

telaio in PVC	1,70	
Finstral Top 90 Nova-Line (pvc-alluminio)	0,92	
telaio in legno tenero spessore 70 mm	1,8	
p	perimetro m	$\frac{U}{p}$ W/(mK)
ponte termico (vetro-telaio)	20,26	0,06

La trasmittanza delle finestre prevista e' pari a 0,89, 0,86 w/(m²k).Questo tipi di finestra, porta la verifica di legge, ad essere verificata, in quanto il valore di trasmittanza pari a 0,89 , 0,86 w/m²k), e' verificato al di sotto del valore limite che per la zona E, e' pari a 2,20 w/(m²k)

NEL NOSTRO CASO – SUPERFICIE ORIZZONTALI

componenti opachi orizzontali	s m	λ W/(m*K)	R m²K/W	U W/(m²K)	correzione	
					---	U_c W/(m²K)
				0,25		
ghiaia	0,050	1,000	0,050			0,26
guaina bitumionsa	0,020	0,260	0,077			
Poliuretano espanso	0,060	0,021	2,857			
barriere al vapore	0,005	0,260	0,019			
massetto di pendenza	0,060	1,400	0,043			
solaio in latero -cemento	0,290	0,800	0,363			
intonaco (termo isolante con perlite)	0,030	0,077	0,390			
	0,465		3,798			

VERIFICHE DI LEGGE

La trasmittanza della copertura prevista e' pari a 0,26 ,0,28 w/(m²k)

Questo tipi di copertura, porta la verifica di legge, ad essere verificata, in quanto il valore trasmittanza pari a 0,26,0,3 w/(m²k), e' verificato al di sotto del valore limite che per la zona E, e' pari a 0,30 w/(m²k).

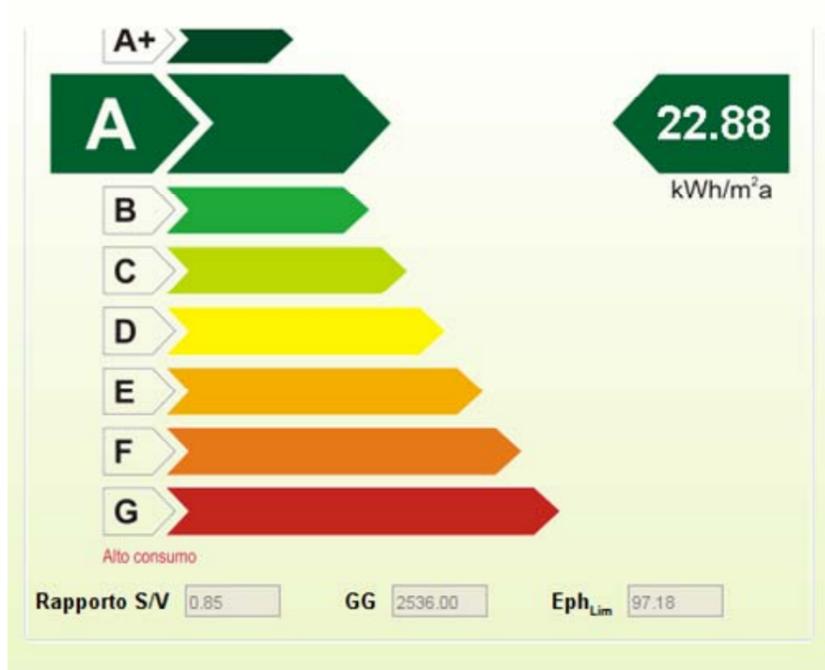
Considerazione : per calcoli, uso U (superficie opachi orizzontali) e' pari a 0,28

componenti opachi orizzontali	s m	λ W/(m*K)	R m²K/W	U W/(m²K)	correzione	
					---	U_c W/(m²K)
				0,27		
ghiaia	0,050	1,000	0,050			0,28
guaina bitumionsa	0,020	0,260	0,077			
Poliuretano espanso	0,060	0,021	2,857			
barriere al vapore	0,005	0,260	0,019			
massetto di pendenza	0,100	1,400	0,071			
tavolato legno	0,025	0,130	0,192			
	0,210		3,267			

E' stata svolta un'attenta analisi con software Cened per andare a valutare la classe energetica.

La classe raggiunta è la A.

10- Relazione impianti



Imagine 55

6. DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI CON SOFTWARE CALEFI 2007

- I dati inseriti nella programa per alloggi al secondo piano :

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
SOGGIORNO E CUCINA A	1551	30	20	20	0,05	4	1,78

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
CAMERA A	787	13	20	20	0,05	4	1,78

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
BAGNO A	300	3	20	20	0,05	4	1,78

10- Relazione impianti

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m ² K/W	cm	m ² K/W
CAMERA B	400	7	20	20	0,05	4	1,78

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m ² K/W	cm	m ² K/W
BAGNO B	200	2	20	20	0,05	4	1,78

- I risultati di calcoli della programa :

LOCALE	INTERASSE	TP °C	H mm	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s
SOGGIORNO E CUCINA A	PANNELLI	15	24,9	692	105	14	202	0,15

LOCALE	INTERASSE	TP °C	H mm	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s
CAMERA A	PANNELLI	15	25,7	220	107	7	60	0,15

LOCALE	INTERASSE	TP °C	H mm	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s
BAGNO A	PANNELLI	7,5	29	314	153	2	44	0,21

LOCALE	INTERASSE	TP °C	H mm	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s
CAMERA B	PANNELLI	22,5	25,4	137	126	3	25	0,17

LOCALE	INTERASSE	TP °C	H mm	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s
BAGNO B	PANNELLI	7,5	29	89	95	2	25	0,13

COLLETTORE 5

10- Relazione impianti

NUMERO DERIVAZIONI	5
PORTATA	465 l/h
ΔH	2.002 mm c.a.
SALTO TERMICO MEDIA	6,6 °C

- I dati inseriti nella programma per alloggi al secondo piano :

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
SOGGIORNO E CUCINA B	2× 915	2×20	20	20	0,05	4	1,78

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
CAMERA C	765	18	20	20	0,05	4	1,78

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
BAGNO C	300	3	20	20	0,05	4	1,78

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
CAMERA D	641	14	20	20	0,05	4	1,78

locale	Q	S	ta	ts	Rp	sm	Rs
	W	m ²	°C	°C	m2K/W	cm	m2K/W
BAGNO D	200	2	20	20	0,05	4	1,78

10- Relazione impianti

- I risultati di calcoli della programa :

LOCALE	INTERASSE		H mm					
	PANNELLI	TP °C	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s	
SOGGIORNO E CUCINA B		15	24,4	155	56	15,5	135	0.08

LOCALE	INTERASSE		H mm					
	PANNELLI	TP °C	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s	
CAMERA C		15	24,1	92	44	16,5	122	0,06

LOCALE	INTERASSE		H mm					
	PANNELLI	TP °C	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s	
BAGNO A		7,5	29	276	142	2	44	0,2

LOCALE	INTERASSE		H mm					
	PANNELLI	TP °C	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s	
CAMERA D		22,5	24,4	55	47	13	64	0,06

LOCALE	INTERASSE		H mm					
	PANNELLI	TP °C	c.a.	G 1/h	ΔT °C	L m	V m/s	
BAGNO D		7,5	29	91	95	2	29	0.13

10- Relazione impianti

COLLETTORE 6

NUMERO DERIVAZIONI 5

PORTATA 383 l/h

ΔH 2.002 mm c.a.

SALTO TERMICO MEDIA 7 °C

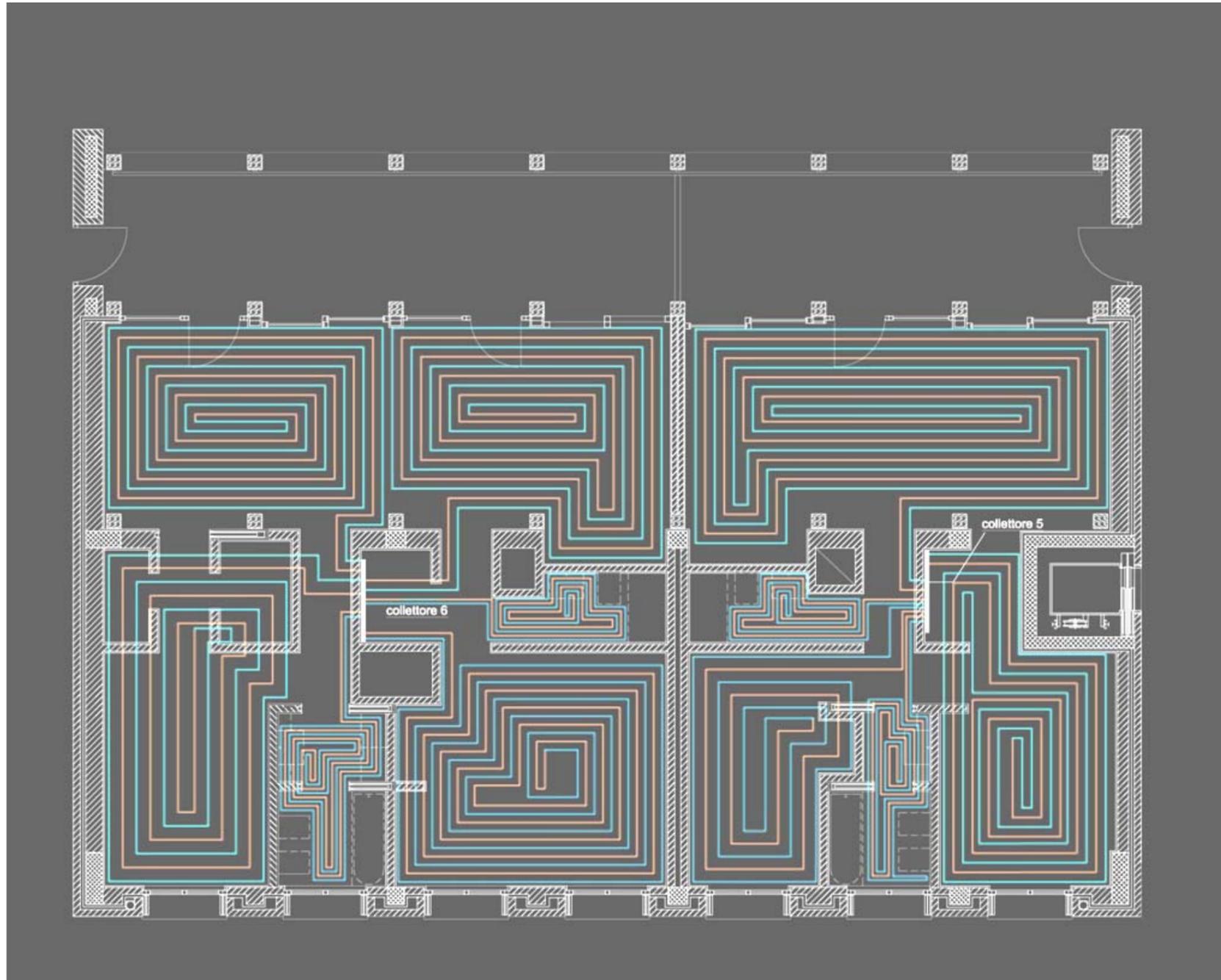


Image 56