

La città nel verde: Progetto per Treviglio  
La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio



Politecnico di Milano  
Scuola di Architettura Civile  
LAUREA MAGISTRALE  
ARCHITETTURA - ARCHITETTURA DELLE COSTRUZIONI

**LA CITTA' NEL VERDE - TREVIGLIO - LA SCUOLA MATERNA.**

Relatore: Raffaella Neri  
Laureando: Anderson Fabio Caputo – matricola: 737140  
Anno Accademico 2013/2014

## INDICE

1	PREFAZIONE	pag.	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	pag.	5
3	TREVIGLIO	pag.	7
4	STUDIO TRASFORMAZIONI TERRITORIALI	pag.	16
5	SOGLIE STORICHE	pag.	17
6	STATO DI FATTO	pag.	26
7	PROGETTO	pag.	27
8	SCUOLA MATERNA	pag.	29
9	RELAZIONE STRUTTURALE	pag.	34
10	RELAZIONE IMPIANTI	pag.	57
11	MATERIALI	pag.	76

## 01. PREFAZIONE

Le ricerche progettuali condotte si prefiggono quindi la creazione a Treviglio di una vera e propria parte di città.

Questo tipo di riflessione ha un tema complesso e non può essere affrontato semplicemente collocando all'interno dell'area di progetto gli edifici necessari a rispondere ad un'esigenza funzionale.

Intervenire in un tessuto esistente, già sedimentato nella storia e caratterizzato da dinamiche proprie, presuppone uno studio del contesto e un metodo rigoroso con cui intervenire al suo interno. Per questo motivo il nostro lavoro progettuale è partito sia dall'analisi territoriale dei contesti milanese e bresciano, che da uno studio bibliografico di scritti e progetti di grandi Maestri che hanno affrontato lo stesso tema e le stesse problematiche presenti nella nostra ricerca: definire una nuova parte del tessuto urbano in rapporto ad una precisa idea di città.

La ricerca bibliografica si è concentrata sulla produzione del primo '900: in questo periodo, infatti, molti architetti si interrogano sulla città moderna, sulla sua natura e su quali elementi architettonici e urbani possano garantire una sua qualità, in quanto è in questo periodo che la realtà urbana subisce dei profondi cambiamenti, legati ad un suo nuovo sviluppo sociale ed economico.

Osservando la città nella storia, fino all'Ottocento, è possibile individuare nel rapporto tra abitazione e strada l'elemento fondamentale che definiva il carattere urbano e vitale dei luoghi; si tratta della città monocentrica: un modello che ora non è più valido per la città contemporanea a causa delle diverse dinamiche che la caratterizzano rispetto a quella storica e anche a causa dell'elevata estensione dei nostri centri abitati rispetto ai nuclei antichi.

I testi studiati per questa ricerca si chiedono quale debba essere il nuovo modo di dare qualità alla vita dei cittadini in una città che ha nuove esigenze rispetto al passato, che non riesce più a basare sul rapporto casa-strada le sue dinamiche.

Questa è una città che non ha più un unico centro da cui dipende tutta la periferia, ma una città-territorio caratterizzata da diverse unità ognuna delle quali ha un proprio carattere e un proprio centro di dinamiche sociali e pubbliche. In questo tipo di città anche il sistema del verde e le infrastrutture sono parte integrante di essa con il ruolo di tessuto connettivo tra i diversi poli. Dalle osservazioni sulla città moderna nascono numerose ricerche per elaborare dei nuovi modelli per la sua crescita: troviamo ad

esempio la città giardino di Howard, quella lineare di Soria Y Mata, quella industriale di Garnier ma anche quella per tre milioni di abitanti di Le Corbusier e quella verticale di Ludwig Hilberseimer.

Tutti questi progetti sono da intendere come veri e propri modelli teorici per la crescita della città e sono da considerare come background culturale e di intenti che i più grandi architetti possiedono per agire concretamente nelle più importanti città europee e americane.

Il loro lavoro progettuale, nel concreto, affronta la costruzione di unità minime della città moderna: le unità residenziali che vanno a comporsi nella formazione di quartieri.

Ognuno di questi, per avere un carattere realmente urbano, dovrà avere un proprio centro collettivo, capace di innescare dinamiche sociali e pubbliche: solo questo garantirà che il quartiere sia realmente parte della città esistente.

Sono numerose le soluzioni formali a cui si arriva ma tutte hanno in comune una nuova consapevolezza: l'importanza del rapporto tra spazi privati e collettivi, tra residenza e natura, per ottenere una vita civile nelle città.

La qualità dei luoghi dipenderà, quindi, dai rapporti che intercorrono tra spazi di diversa natura e dalla loro riconoscibilità.

Grazie alla composizione degli spazi i nuovi quartieri devono esplicitare il proprio principio insediativo, la regola che stabilisce il rapporto tra privato e pubblico, tra costruito e verde. Sarà appunto la riconoscibilità del principio, della natura degli spazi e dei rapporti che si instaurano tra di essi, a definire la qualità dei luoghi della città.

Individuato questo concetto come criterio fondamentale per stabilire la qualità o meno di un luogo, si è passato all'individuazione e allo studio di diversi quartieri urbani realizzati da grandi architetti in Europa e in America nel corso della prima metà del '900.

I quartieri presi in considerazione sono stati contestualizzati, ridisegnati e successivamente reinterpretati e portati al loro principio insediativo. Questa semplificazione consiste in un processo di astrazione che mira ad esplicitare il principio che regola i rapporti tra spazi pubblici e privati, tra residenze e servizi.

Una volta individuata la regola che sta alla base dell'intero intervento è possibile abbandonare il campo dell'astratto e riconoscere questa norma in ogni scelta concreta e formale del progetto: la collocazione degli spazi collettivi rispetto a quelli privati, le dimensioni dei diversi elementi costituenti l'intero quartiere, la tipologia degli alloggi e dei servizi, gli affacci degli edifici; ogni elemento del progetto è quello più adeguato ad

esplicitare la volontà ordinatrice che sta alla base del progetto.

E' appunto questa coincidenza tra intenti e forma e tra principio e realtà che deve guidare il progetto e che garantisce che questi quartieri siano luoghi di qualità non solo per chi li abita ma per l'intera città. Con la raccolta di numerosi esempi di quartieri sia progettati che realizzati è stato possibile individuare diverse "famiglie" di principi, basati su diversi modi di rapportare la residenza agli spazi pubblici.

Questo ci ha permesso di capire come da uno stesso principio sia possibile ottenere dei risultati formali completamente diversi, proprio perché la regola individuata non è una regola formale ma, bensì, di intenti che si esplicita in forme di volta in volta diverse ma sempre adeguate ad esprimere con chiarezza il principio fondante.

Questa osservazione è fondamentale se ci si affaccia al tema della ricerca progettuale: ci è possibile agire con forme originali e adeguate al contesto storico e territoriale in cui si opera, pur all'interno di un quadro ordinato e riconoscibile anche in esempi noti precedenti al lavoro svolto.

## 02. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

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

Il rapporto che lega le due città è storicamente sedimentato grazie alla presenza di grandi infrastrutture trasversali che costituiscono appunto il tramite tra i due centri; la strada Padana Superiore, la Nuova Rivoltana, la Cassanese e la ferrovia che collega Milano a Brescia.

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 ribadiscono l'importanza di questo andamento.

Oltre a questi importanti segni trasversali possiamo notare anche come ci sia una naturale suddivisione del territorio 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.

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 hanno origini antiche e sono presenti sulle carte fin

dagli ultimi anni dell'800, periodo dei primi rilievi cartografici presi in considerazione.

I diversi nuclei urbani si fondano e si sviluppano a partire dall'incontro di un tracciato con andamento Nord-Sud con uno degli assi individuati come strutturanti l'intero territorio.

Per comprendere le motivazioni della collocazione e dell'estensione dei centri urbani, si sono prese in analisi quattro soglie storiche, affiancate al CTR attuale.

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 cascate indipendenti e isolate le une dalle altre.

Il primo tracciato fondamentale che si può notare dalla lettura della carta è quello della ferrovia, realizzata nel 1846. Questa è stata di fondamentale importanza per lo sviluppo di tutta l'area considerata, in quanto ha portato ad una graduale crescita dei paesi che si trovavano lungo il suo sedime. Dapprima vi erano piccoli centri urbani di carattere rurale che si sono poi sviluppati fino ad avere servizi e infrastrutture proprie. Successivamente viene anche realizzato il ramo che porta a Bergamo ma che rimarrà comunque di secondaria importanza per lo sviluppo di questa porzione di territorio.

Nella seconda soglia, quella del 1930, si sviluppano essenzialmente i grandi centri urbani, e nel 1931 iniziano i lavori per la costruzione dell'autostrada Milano-Bergamo-Brescia, che

porterà ad un grande sviluppo di tutte le zone limitrofe all'asse autostradale. Compagnone 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 della Vecchia Rivoltana.

Nelle due soglie successive, durante il periodo di ripresa economica tra il 1959 e il 1974, c'è stato uno sviluppo esponenziale dei centri urbani, dove ogni nucleo abitativo è mano mano diventato una città vera e propria, soprattutto nei casi in cui alla funzione residenziale si accostavano realtà produttive.

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 legate alle

infrastrutture ormai dismesse.

Queste quattro aree sono collocate a 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 realtà in progetto 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, ma soprattutto funzioni a scala territoriale, in grado di creare nuovi poli urbani facili da raggiungere e che rispondano ad esigenze ancora insoddisfatte dell'hinterland milanese e bresciano.

Lo scopo è quello di giungere alla creazione di una città policentrica, che non si sviluppi più in modo concentrico a partire da un solo nucleo ma che assuma tutte le caratteristiche di una città territorio, una città in grado di rispondere a tutte le esigenze che caratterizzano la città contemporanea.

La presenza di diversi poli dislocati nel territorio evita la nascita di periferie perché nessun luogo è troppo lontano da uno dei centri, e allo stesso modo, ogni nucleo urbano non si limita ad essere un luogo strettamente residenziale o addirittura un quartiere dormitorio, in quanto al suo interno racchiude un centro collettivo che permette di instaurare diverse dinamiche sociali.

### **03. TREVIGLIO**

Treviglio si trova al centro di un sistema complesso, sia dal punto di vista dal punto di vista morfologico, che sociale e produttivo; nonostante la vocazione prevalentemente agricola la sua collocazione strategica sulle grandi strade di comunicazione e la costruzione della ferrovia in particolare, hanno favorito il potenziamento delle attività commerciali e artigianali e la trasformazione in un importante centro industriale.

Industrie meccaniche, chimiche e mobiliere occupano il suo territorio; fino a trent'anni fa si trovavano in posizione di margine rispetto all'abitato ma oggi in ragione del forte sviluppo edilizio si trovano in aree densamente abitate. Questo problema investe in particolare le Industrie chimiche Farchemia e Baslini (per quest'ultima si parla addirittura di smantellamento), e le ditte Same □ Lamborghini, Bonelli e Bianchi.

Le proposte di assetto urbanistico regionale indicano Treviglio come uno dei poli trainanti dello sviluppo e del riequilibrio regionale; a queste si è aggiunto il quadruplicamento della linea ferroviaria Milano-Treviglio ed il raddoppio della linea Treviglio-Bergamo.

Il quadruplicamento della linea Milano-Treviglio ha comportato un aumento sensibile delle corse e la possibilità di collegamento con il Passante Ferroviario; il raddoppio della linea Treviglio-Bergamo (innestandosi sul quadruplicamento) ha risolto la condizione di margine in cui Bergamo si trova rispetto al capoluogo lombardo, dal punto di vista del trasporto ferroviario. La diretta immissione della linea Bergamo-Treviglio in quella della Val Seriana, favorisce relazioni non solo locali ma a lungo raggio, contribuendo così al costituirsi di una fitta rete di collegamenti territoriali serviti dalla ferrovia; in questo modo, rafforzando le aree periferiche verrebbe sgravata l'area milanese contribuendo a costituire quella regione metropolitana cioè "regione di città" come alternativa dell'attuale tendenza diffusiva ed indifferenziata dei nuclei abitativi, che origina i fenomeni di dispersione della forma insediativa.

Pertanto si dimostra che la ferrovia ha assunto un ruolo fondamentale nel tentativo di riorganizzare le parti che incentra, sia che si configurino come tessuti che come zone di margine, in particolare quelle aree dove non esiste un principio unificante che relazioni spazi edificati e spazi liberi, e dove sembra dissolversi qualunque regola insediativa.

Lo sviluppo morfologico della città risponde ad una logica generale riconducibile ad una struttura radiale concentrica; a nord, dove sorge un vasto insediamento a carattere prevalentemente residenziale e a Sud, insediamenti di tipo produttivo. La città si è sviluppata per successivi accrescimenti caratterizzati da forti armature

concentriche di circonvallazione attraversate da una fitta rete stradale dal nucleo storico consolidato dirette verso l'esterno con la formazione di tre grandi fasce. Nella prima, all'interno della cerchia di circonvallazione corrispondente all'antico tracciato delle mura, il rapporto fra spazi edificati, spazi liberi e tracciato viario è chiaramente definito; le strade "sono costruite" dalle cortine edilizie, che dialogano con gli spazi liberi in una successione di piazze e corti capaci di aggregare e relazionare parti di tessuto.

Nella seconda fascia, tra la circonvallazione esterna e quella interna, l'edificio si dissolve sempre più andando verso l'esterno, ma è comunque regolato dalla maglia viaria che sezionando lo spazi in grandi lotti ne prescrive le modalità di accrescimento. Questa regola si perde definitivamente nella terza fascia oltre la ferrovia verso Ovest e verso Sud, ed oltre la strada statale nelle zone Est e Nord; qui la strada perde la capacità di essere



elemento strutturante della maglia, assume un carattere puramente infrastrutturale e l'edificato si espande secondo logiche puramente speculative legate al regime dei suoli; anche lo spazio libero perde una propria connotazione fisica, non si configura come spazio urbano capace di aggregare i singoli elementi edilizi mentre ha già perso la forza del suolo agricolo di costruzione di un principio insediativo.

Qui la ferrovia si pone a ridosso di aree senza una chiara caratterizzazione urbana o rurale

ed è per questo che essa può agire per riunificare gli spazi disgregati e riproporre una regola insediativa, dialogando e lavorando, nel sistema dinamico, con tutti gli elementi che incontra: spazi edificati, spazi liberi, tessuto connettivo.

Per meglio comprendere i processi di trasformazione della città che hanno portato all'attuale situazione morfologica, abbiamo indagato le tipologie edilizie prevalenti nelle tre fasce considerate, che coincidono con precisi momenti storici.

Nel centro storico l'edificazione a cortina lungo il perimetro dell'isolato e lo sfruttamento dei quattro lati dei singoli lotti, quasi sempre rettangolari, ha determinato in massima parte una forma edilizia a corte chiusa", simile alle forme diffuse in epoca medioevale in tutta la zona padana, a conferma della tipicità della soluzione a corte, che trova le sue radici nella civiltà contadina.

Nella seconda fascia elementi emergenti sono le due stazioni ferroviarie, senza particolarità architettoniche rilevanti, e i due grandi complessi scolastici del primo Novecento che affacciandosi sulla circonvallazione interna, forniscono la misura di accrescimento verso l'esterno per un insediamento di edilizia popolare coevo, costituito da case a schiera con affaccio su strada e cortiletto posteriore, che si sviluppa lungo una delle principali radiali della città.

Gli edifici che maggiormente si avvicinano alla corte chiusa tipica del centro storico, sono quelli esterni ad esso ma a ridosso della circonvallazione interna, dove compaiono particolari tipi che risultano essere un assemblaggio della cascina a corpi contrapposti, tipica dell'area trevigliese, e l'edificazione a corte chiusa del Centro. Ma questi sono ormai sempre più rari, prevale infatti il tipo di palazzina plurifamiliare. Ultimo passo del processo di disgregazione del tessuto è la villetta.

Questi insediamenti che stanno investendo la campagna, sono un segnale della dissipazione dei suoli a carattere rurale, ma riflettono anche culturalmente il soccombere della civiltà contadina: infatti in queste situazioni abitative non esistono spazi aggregativi

e la “piazza” del Centro è troppo lontana da raggiungere: viene negata la possibilità di incontro, il privato prevale sul pubblica, e l’uomo perde la sua capacità di rapportarsi, caratteristica del vivere collettivo tipico della cultura urbana, ma che si esprime in modo esemplare nella convivialità che la struttura della cascina impone a chi vi abita.

Giungendo alla fascia più esterna della città, incontriamo il tessuto agricolo, che qui si impone con una sua logica insediativa, oggi ancora leggibile, ma che rischia di frantumarsi soprattutto in ragione del ruolo dell’agricoltura nel quadro economico complessivo futuro; questo ruolo non risulta infatti secondario per la comprensione degli assetti paesaggistici che rispondono a precise logiche pianificatorie, spesso basate su interessi economici.

I suoli agricoli soccombono a logiche di espansione urbana, ma altrettanti importanti segnali positivi per l’agricoltura bergamasca giungono soprattutto dal settore florovivaistico e dalle colture protette, per i quali si prevede un potenziamento. A Treviglio ampi dibattiti hanno teso a sensibilizzare i cittadini sul problema del verde, come reale esigenza di salvaguardare un settore produttivo di primaria importanza nella zona, cioè quello legato all’agricoltura.

Un problema questo che non può lasciare indifferenti, perché la ferrovia da un lato guarda la città, e dall’altro la campagna: essa può rendersi capace di istituire una gerarchia, assumere il ruolo di strada, che separando i fronti li mette in comunicazione attraverso rapporti regolati da precisi elementi.

Anche la strada carrabile può collaborare con la strada ferrata nel compito che apparentemente le è contraddittorio di operare una riunificazione di tutti gli elementi costituenti il territorio facendogli interagire tra di loro nel verde.

## LA FERROVIA E LE STAZIONI VISTE COME LE NUOVE PORTE DELLA CITTA'

Le stazioni ferroviarie a Treviglio si trovano in una posizione strategica dalla quale possono innescare quel processo di azione-reazione per punti discreti che investendo

tutta una porzione di città ne costituiscono la nuova "soglia".

Le stazioni possono essere come le nuove porte della città, luoghi di scambio che definiscono il dentro e il fuori.

A sostegno di questa lettura della stazione, di cui si ricerca la proiezione mentale nella

figura paradigmatica della "porta", troviamo una conferma che ci proviene dalla storia

dell'architettura ferroviaria stessa: le prime stazioni trovarono sede nelle brecce aperte

nelle mura difensive: basti pensare a Napoli (tra Porta Nolana e la Madonna del Carmine),

a Milano (in Porta Nuova), a Genova (porta Principe), a Firenze (Porta Prato), a Roma

(Porta Maggiore) ecc.... in cui le stazioni presero il nome stesso delle Porte che andavano

a sostituire.

A Treviglio le mura, quando si impianta la ferrovia, erano già state abbattute e per

esigenze di tracciato le stazioni erano state ubicate lontano dalla città antica, sorgendo

comunque in corrispondenza delle vecchie porte poste a Sud e ad Ovest, cosichè il nuovo

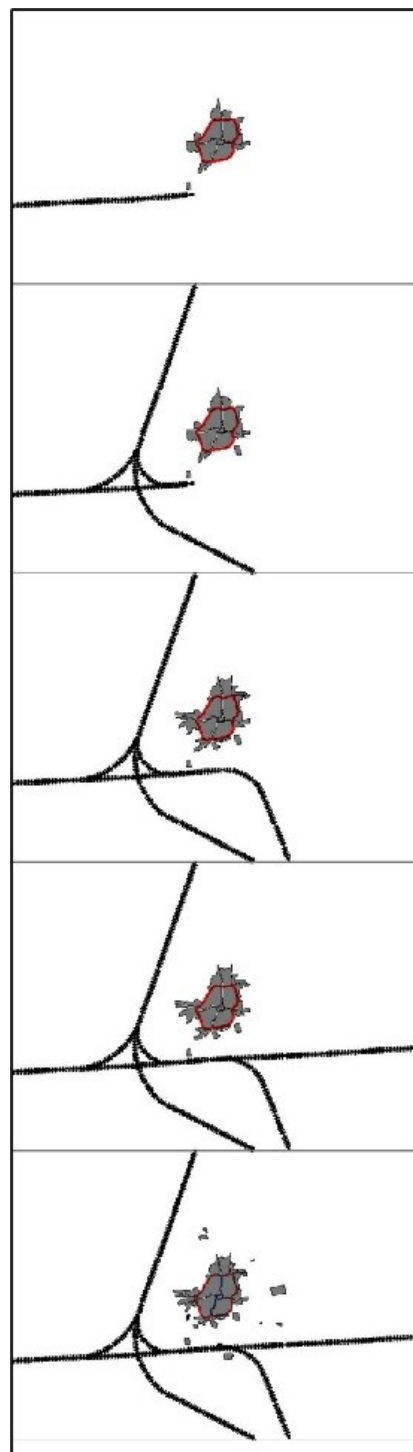
punto d'accesso alla città, per chi giungeva col treno, era direttamente in comunicazione

col centro, e la ferrovia creava una nuova cerchia, nuovo elemento separatore, quasi a

significare che erano cambiate le modalità tecnologiche, ma non il senso di un dentro e di

un fuori regolati da elementi nevralgici, nuovo catalizzatori dell'insediamento. Le nuove stazioni ferroviarie non solo si "insediano" laddove un tempo sorgevano le

mura difensive, ma addirittura ne riprendono alcuni elementi tipologici, come la torre quasi



a voler rappresentare la nuova potenza, quella tecnologica, capace di accelerare il processo di trasformazione delle diverse configurazioni territoriali.

Le stazioni dunque si impongono come nuova entità urbanistica, con la quale la città, ma anche il territorio circostante deve dialogare, e come tale imprime profonde modifiche innanzitutto all'assetto viario, ma non solo, il problema infatti è anche rappresentativo nonché funzionale: bisogna unire esigenze urbanistiche, architettoniche in un unico organismo; va considerato infatti che come "porta" costituisce un importante biglietto da visita per l'immagine sociale, culturale ed economica della città stessa.

I centri più importanti si dotano di stazioni sufficientemente rappresentative, chiamando architetti qualificati in grado di rispondere alle esigenze funzionali ma anche ai valori simbolici di cui questi edifici si caricano, diventando esempi anche stilistici dei diversi anni in cui sorgono, per cui troviamo stazioni classicheggianti (fine ottocento), che riprendono schemi compositivi ed elementi dell'architettura palladiana (Milano Porta Nuova, Monza), piuttosto che quella quattrocentesca (Porta Prato a Firenze), oppure stazioni romantiche e del ventennio fascista (Milano Centrale), volte a celebrare il potere e l'organizzazione con quei motivi tipici di tutta l'architettura di questo periodo. La stazione di Treviglio si presenta come le altre stazioni italiane.

## **STAZIONE OVEST**

La stazione Ovest di Treviglio posta al limite del tessuto urbano consolidato sulla linea MIBG,

è una stazione di transito, collegata con il centro storico da un ampio viale alberato e toccata tangenzialmente dalla circonvallazione esterna.

Il fabbricato viaggiatori della fine ottocento (la linea MI-BG è stata inaugurata il 12.10.1859; dotata di due sale d'attesa, biglietteria, ufficio del capo stazione ed un bar edicola all'esterno.

Al di là della stazione, verso Milano, si è sviluppato un ampio quartiere residenziale collegato con il centro cittadino attraverso un passaggio pedonale che si trova nell'area della stazione ed il sottopassaggio carrabile della Statale 11, isolato dal centro della città sta crescendo senza una logica insediativa chiaramente riconoscibile.

I primi lotti edificabili di questo quartiere sono nati sulla "spina dorsale" della vecchia via Milano, prolungamento del viale che collega la stazione al centro, al di là dei binari, ed ora

la stazione si trova in una posizione strategica, essendo l'unico punto fisico di contatto tra le due parti di città separate dalla ferrovia, e la campagna che si estende ad ovest della città.

## **STAZIONE CENTRALE**

La stazione Centrale si trova a sud della città, anch'essa collegata con il centro storico da un ampio viale alberato, si affaccia su una piazza che si presenta più come una rotonda viabilistica, che una vera piazza.

A sud della stazione è già suolo agricolo oggi fortemente minacciato dalle previsioni di un piano, che consentono l'ampliamento degli insediamenti produttivi presenti in una vasta area a sud-ovest della stazione.

La stazione centrale, come la stazione ovest, costituisce quindi un punto particolarmente strategico per la possibilità di regolare i rapporti tra il tessuto urbano consolidato e le aree esterne che si configurano con spazi liberi con vocazione agricola.

Alla stazione si accede solo dall'interno della città, con problemi di congestione viabilistica nelle ore di punta, aggravati dall'ormai cronica carenza di parcheggi.

Il fabbricato viaggiatori della stazione dispone di due sale d'attesa, un bar, un'edicola, un servizio di tabaccheria ed un atrio d'accesso alla biglietteria, insufficienti a rispondere alle esigenze dei pendolari (qui confluiscono le linee MI-VE, MI-CR, BG-CR); sono presente inoltre i principali uffici per la gestione del traffico. Treviglio Centrale è dotata di un fabbricato adibito a dormitorio dei ferrovieri, accanto al quale si trova una rara testimonianza di rifornitore idrico a due torri affiancate della fine dell'ottocento, e oltre a questi edifici altri ambiti di servizio tra cui lo scalo merci.

Il primo tronco ferroviario ad entrare in esercizio a Treviglio è la linea Milano-Treviglio nel 1846, parte della linea più estesa MI-VE, denominata "Ferdinanda"; con una stazione di testa posta dove ora si trova il soprapassaggio pedonale di via Calvenzano. Il proseguimento della linea, rallentato dalla "questione bergamasca", vede il completamento della linea MI-BG nel 1857, l'entrata in esercizio della linea Treviglio-Cremona nel 1863, e solo nel 1878 il collegamento di Treviglio con Rovato e quindi con Brescia e Venezia.

E' a questa data che possiamo far risalire la costruzione della Stazione Centrale che già

allora era stazione importante.

Nel corso di questo secolo non ha infatti subito modifiche rilevanti (eccetto l'elettrificazione della linea) ed ha continuato a mantenere un ruolo di confine, elemento regolatore fra la città e la campagna.

Oggi questa figura necessita di una reinterpretazione, soprattutto in ragione delle forti spinte che il potenziamento della linea ferroviaria Milano-Venezia offre alla città.

Coniugando l'idea di stazione come "porta", elemento puntuale di separazione e insieme di unione fra la campagna circostante e il tessuto consolidato, "cintato" ad Ovest e a Sud dalla strada ferrata, ad un esperimento di progetto di riuso del rifornitore idrico (al limite Sud dell'area di Stazione), viene rafforzata la metafora che affonda le radici nella storia dell'architettura fortificata; infatti il piccolo edificio è visto non solo come depositario della memoria storica della stazione, ma anche come elemento che ribadisce questa nuova potenzialità delle stazioni, poste a baluardo e difesa della campagna, che qui trova un momento di dialogo, di apertura con la città.



La città nel verde: Progetto per Treviglio  
La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio



#### **04. STUDIO TRASFORMAZIONI TERRITORIALI**

Alla ricerca di un principio insediativo, capace di presiedere all'ordinamento dello spazio nelle forme identificative dei luoghi, ci si è rivolti allo studio della storia della città e del territorio per avere una conferma della validità del tracciato ordinatore, risultato di una prima interpretazione del campo e confermato poi dallo studio delle diverse configurazioni spaziali, quali risultanti di un rapporto dialettico tra preesistente e successive trasformazioni.

L'evocazione di un'origine, di una traccia fondativa, un tracciato ordinatore comune sia alla città che alla campagna, si rileva particolarmente interessante per l'evoluzione del progetto, alla ricerca di un elemento capace di regolare il rapporto fra queste due parti, ma che comunque sia in grado di corrispondere alle logiche insediative di entrambe.

Si è perciò risaliti alle origini dell'insediamento onde poter rintracciare questo principio insediativo capace di presiedere all'ordinamento dello spazio nelle forme identificative dei luoghi, scoperte lungo un percorso di soglie storiche, rivolte alla comprensione delle modificazioni che hanno determinato l'attuale assetto del territorio, sul quale così il progetto si può inserire come consapevole sintesi tra spazio e tempo.

Ma oggi, anche questi nuovi limiti sono stati superati dall'espansione edilizia; nuovi quartieri si sono attestati al di là sia della ferrovia che delle statali; ciò porta come conseguenza una perdita di identità delle parti, che si configura come forte zonizzazione senza peraltro una precisa connotazione morfologica.

A conclusione quindi di questo studio sulle trasformazioni che l'assetto territoriale ha subito, si può confermare la validità del tracciato ordinatore che, nonostante le modificazioni subite, persiste nell'attuale configurazione.

Viene infatti confermata la capacità della ferrovia di essere elemento strutturante e regolatore delle trasformazioni, ma non solo, anche i fuochi individuati nelle stazioni ferroviarie ci vengono restituiti come storicamente agenti degli "spostamenti"



morfologici della città, luoghi notevoli capaci di innescare processi trasformativi per punti discreti che ribadiscono una persistenza di forza regolatrice nei nuovi rapporti interno/esterno, locale/globale.

Si assume quindi come principio per il proseguimento dell'azione progettuale l'assunto col quale Gregotti stabilisce che "i vincoli morfologici e architettonici nella tradizione storica sono stati assunti, mediante un'interpretazione critica, quali elementi di riferimento per l'approccio alla composizione architettonica (e urbana) innescando un processo innovativo di modificazione, pur affermando il principio di conservazione e appartenenza alla cultura del luogo".

Affermare il principio di conservazione e appartenenza alla cultura del luogo significa approfondire alcuni temi tipologici prevalenti di questa area: il tipo della cascina insediativa innanzitutto, e quindi il tema del rapporto spazio libero/spazio edificato attraverso un'analisi della tipologia della villa come luogo privilegiato dove si instaura questa dialetticità, e quindi lo studio del tema dello spazio in edificato, nelle forme che per esprimerlo sono state scelte nel progetto: il giardino, il campo, il bosco, la serra, letti nel loro rapporto con il contesto e con la storia.

## **05. SOGLIE STORICHE**

Lo sviluppo territoriale della città di Treviglio si racconta molto chiaramente dalla lettura delle carte storiche a partire dal Catasto Teresiano del 1855, dai vari IGM del 1888, 1936, 1959 e 1974, dal CTR prodotto nel 1994 e infine il PRG del 1996 e il PGT approvato nel 2009.

### **CATASTO TERESIANO 1726**

Nella fase pre-unitaria, Treviglio, come le altre città dell'incerta frontiera storica, fra il ducato di Milano e la repubblica di Venezia, è un importante centro agricolo con un nucleo fortificato, ben leggibile dalla carta di seguito riportata (fig. ).

La cinta fortificata comprende una strada di servizio interna, le mura, interrotte dalle quattro torri poste lungo i tracciati storici (in direzione nord-sud e est-ovest) e circondate

a loro volta da un ampio fossato e da una strada esterna.

Un altro importante segno territoriale è rappresentato dal disegno delle rogge e della divisione dei campi, dall'ordinamento dei campi emerge con chiarezza il tracciato facilmente riconducibile all'orientamento della centuriazione dell'Agro Bergamasco di epoca Augustea. Ricostruendo infatti una maglia di centuriazione di circa 700 m. di lato, si ritrovano interessanti sovrapposizioni di misure di centurie. L'orientamento di questo tracciato, confermato poi anche nelle soglie successive, è il medesimo di alcune vie principali dell'ossatura del centro storico. Si può perciò ipotizzare un'unica matrice fondativa per la città e per la campagna, risalente al periodo romano.

In questa carta è riportato solo il mosaico delle unità, senza la distinzione tra parti edificate e quelle lasciate libere, e viene documentato direttamente il reticolo viario. L'origine romana della città è confermata da diversi ritrovamenti archeologici sia nel centro storico che nel territorio circostante, oltreché da una possibile derivazione etimologica del Treviglio da Tres villae, oppure da Trivium (incrocio di tre strade, le medesime che oggi costituiscono l'ossatura principale del centro storico.

Pur essendo totalmente assenti scavi archeologici in grado di supportare queste tesi, si tende a porre anche la nascita del "Castrum Vetus", ritenuto dagli storici come nucleo originario di Treviglio e collocato nel periodo altomedievale, in epoca romana (se non addirittura precedente), dove poteva essere un "oppi dum" fortificato, che ospitava in caso di pericolo le popolazioni circostanti, sparsi nelle ville, centri agricoli produttivi, intorno a Treviglio.

All'incrocio di grandi assi di comunicazione Treviglio ha sempre avuto una vocazione prevalentemente artigianale e commerciale all'interno delle mura, che comunque conviveva con il carattere agricolo del territorio circostante, al quale era legato da una fitta rete di strade.

## **CATASTO AUSTRIACO 1855**

La prima grande trasformazione che interessa il territorio comunale di Treviglio è quella dello smaltimento della cortina muraria militare.

Queste mura, demolite alla fine del 1700 e di cui oggi non rimane traccia, erano dotate di quattro porte: Porta Filagno verso Sud, dalla quale si dipartivano le strade per Lodi e

Crema; Porta Torre, verso Ovest, dotata di rivellino e rivolta verso Milano, Porta Zeduro, a nord, verso Bergamo e verso Porta Nuova (così chiamata perché aperta per sostituire

l'antica Porta Stoppa, nel quartiere di Oriano).

Le quattro porte hanno regolato i flussi tra interno ed esterno per secoli, ponendosi come unico punto dialogico fra la città, cinta e difesa dalle mura, e la campagna, i cui capisaldi erano dalle cascine sparse sul territorio.

Al fine del 1700 le mura vengono vendute e quindi abbattute: questo è il primo passo verso la definitiva trasformazione dell'assetto della città, il fiorire di manifatture all'esterno della strada di circonvallazione e l'inaugurazione del primo tronco ferroviario nel 1846 (leggibile solo dalla soglia successiva), sulla linea Milano□Venezia, sono il primo passo verso l'ampliamento della città.

Nel 1856 si aggiunge la linea Treviglio□Bergamo, che cinge la città ad ovest, così nella mappa del Catasto Austriaco, vediamo la ferrovia porsi come nuova cinta, in cui la stazione Ovest si colloca come unico punto di attraversamento. In questa mappa si legge ancora molto chiaramente il tracciato dei campi: le cascine sono notevolmente aumentate di numero, lo storico Carminati ne conta circa duecento nel 1982, e ciò ha portato un conseguente rafforzamento del ruolo connettivo delle strade di campagna: la visione è quella di una fitta maglia stradale di cui le cascine sono i punti di approdo, i nuovi nodi del territorio, un tempo costituiti dai castelli.

Il panorama di Treviglio alla fine del 1800 è quello di una città in espansione; ne è indice l'aumento di popolazione dalle 5951 unità del 1790 alle 15637 unità nel 1890; non solo fioriscono manifatture tessili e mobiliere, ma anche le scuole vi sono presenti in numero notevole, confermando così la vocazione scolastica che ancora oggi caratterizza questo centro. Sempre nel 1890 il Carminati sottolineava come a Treviglio giungessero studenti dalla provincia di Bergamo, ma anche dalle provincie di Como e di Sondrio e la presenza della ferrovia giocò un ruolo non secondario nella scelta di Treviglio come sede di istituti superiori, nel corso del secolo successivo. Al primo tronco della ferrovia MI□VE, si aggiunsero nel 1863 il Tratto Treviglio□Cremona e finalmente nel 1878 viene concluso il raccordo di Treviglio con Rovato, cosicché anche verso sud la città viene chiusa dalla presenza della ferrovia. La stazione Centrale viene spostata dalla via per Calvenzano all'attuale posizione e sarà per meglio collegare la stazione con il centro che viene progettato e realizzato, nel 1879 l'attuale viale De Gasperi, mentre il viale che collegava la

stazione Ovest al centro è già stato realizzato nel 1861.

Questi due importanti interventi rappresentano un notevole passaggio di scala, infatti la città esce dalle mura anche con precise scelte pianificatorie e vengono inoltre poste le basi per uno sviluppo mirato dell'edificato: esso si attesterà infatti principalmente su queste nuove strade ed intorno alle stazioni, che come le antiche porte, fungono da elementi catalizzatori e regolatori di un nuovo ordine spaziale.

All'interno della strada di circonvallazione, sedime delle vecchie mura, compaiono delle sequenze di lotti agricoli, annessi quasi sempre alle particelle edilizie adiacenti.

L'area di risulta non viene quindi edificata ma lasciata vuota e destinata a nuovi poderi agricoli valorizzati dalla continuità con l'abitato antico e confermando quindi la vocazione agricola primaria della città.

## **IGM**

Nell'IGM del 1888 (fig.) si identificano il centro storico, le strade, che i paesi limitrofi che si collegano a Treviglio si riscontra un nuovo elemento importante per la trasformazione territoriale la ferrovia più specificatamente il tratto che collega Milano a Venezia, da ovest a est e il tratto ferroviario che collega, da nord a sud, Bergamo a Cremona. Nel punto di intersezione tra i due tratti della ferrovia si trovano la stazione centrale (a sud) e la stazione secondaria (a ovest).

Un elemento importante è la cospicua presenza di aree agricole e di cascine che costellano l'intero intorno della città.

La ferrovia che cinge l'edificato dà l'avvio al futuro sviluppo della città in senso radiale concentrico; nel 1914 troviamo infatti nuove importanti strade che racchiudendo Treviglio istituiscono una nuova gerarchia di rapporti, basati sui collegamenti a lunga distanza, e miranti a favorire uno sviluppo industriale, a scapito di quello agricolo. Se nel 1914 comunque la maglia ordinatamente ortogonale dei campi e la forza di alcune strade di antica data, si possono ancora leggere chiaramente, nella carta del 1975 ciò che prevale è la città edificata sulle aree libere della campagna, le antiche tracce si stanno perdendo e solo un'attenta lettura le fa emergere sotto il reticolo di nuove strade che collegano il vecchio centro storico con la nuova Strada Statale che chiude a nord e ad est il cerchio ferroviario.

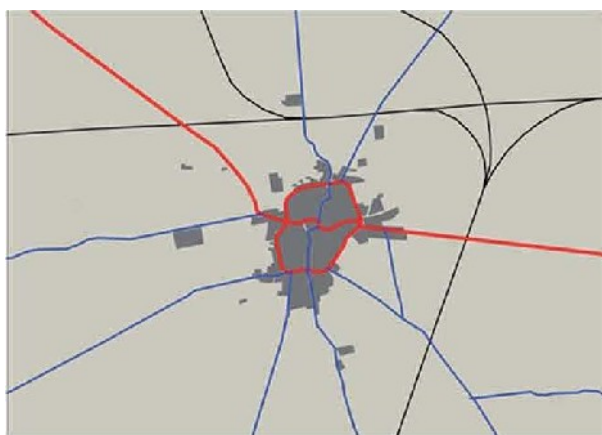
Nella soglia successiva, quella del 1930 ( fig.), il tessuto urbano inizia ad avanzare rispetto al nucleo storico visto in precedenza e si vede la presenza di una nuovo raccordo tra il nord e il sud dell'edificato.

Nel primo dopoguerra, con la carta del 1959 ( fig .), si nota come l'espansione del tessuto urbano inizia velocemente ad appropriarsi del territorio delimitato dalle infrastrutture che ruotano intorno al nocciolo del centro abitato. Compare un nuovo raccordo, a nord, come deviazione della Strada Padana Superiore che fino a prima tagliava a metà la città e due nuove strade di attraversamento della ferrovia a sud che anticipano la futura espansione.

A sud della ferrovia, sulla strada che connette Treviglio a Caravaggio, viene realizzato il nuovo ospedale e intorno ad esso inizia a svilupparsi la zona industriale.

Nell'ultima soglia dell'IGM, del 1974 il tessuto edificato arriva direttamente ai margini delle infrastrutture che diventa un vero e proprio limite d'espansione.

Fino al 1975 la ferrovia e la Strada Statale si ponevano comunque come nuovo limite, invalicabile, nuova cerchia difensiva, ordine separatore tra città e campagna.

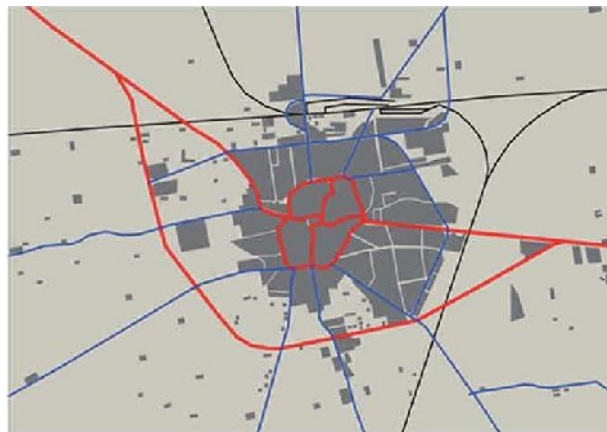


**IGM 1888**

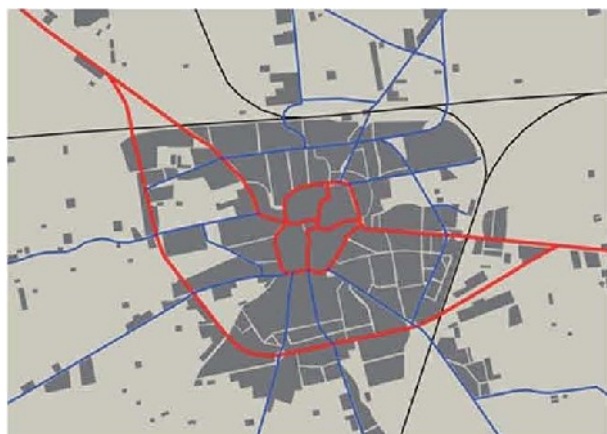
La città nel verde: Progetto per Treviglio  
La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio



**IGM 1930**



**IGM 1959**



**IGM 1970**

## PRG

Nel 1996 viene redatto dal comune il PRG (strumento per regolare l'attività edificatoria del territorio comunale e che contiene le indicazioni sulla tutela e utilizzo del territorio). La città, che si è ingrandita fino alle infrastrutture, è costituita da un tessuto edificato molto fitto. Fuori dalla circonvallazione esterna e esternamente alle linee ferroviaria il tessuto urbano diventa sempre più rarefatto fino a fondersi completamente con le aree agricole che caratterizzano il territorio comunale.

Importante è notare il forte esaurimento degli spazi liberi compresi all'interno della circonvallazione nord, l'ampliamento del costruito nelle direzioni nord-est e di conseguenza la formazione di nuovi sobborghi, solo negli ultimi anni, che acquistano un assetto definito per l'incidenza delle nuove reti infrastrutturali.



## INDICAZIONI DEL PGT

La realizzazione del PGT (Piano generale Territoriale), affidata allo studio Benevolo nel 2009 e approvato nel 2010, conclude lo studio e l'analisi territoriale della città di Treviglio.

Dopo il potenziamento della linea ferroviaria Milano-Venezia e di conseguenza all'aumento demografico a livello comunale, che si prevede avvenga nei prossimi anni e con la realizzazione di una nuove aree residenziali, prende piede un nuovo piano capace di pianificare e gestire l'utilizzo sconosciuto del territorio.

Le previsioni di espansione e l'aumento evidente dei sistemi infrastrutturali devono essere studiati e presi in considerazione dallo strumento di pianificazione in vigore oggi; il

PGT.

Le infrastrutture di livello regionale e nazionale e quelle di livello locale presuppongono esigenze molto diverse e incompatibili tra loro. Occorre quindi trovare una soluzione per stabilire una mediazione tra le due esigenze.

Quattro elementi infrastrutturali a scala territoriale che si evidenziano all'interno di questo discorso sono il potenziamento della linea ferroviaria Treviglio-Milano, l'autostrada Bre-Be-Mi, la TAV e il raccordo autostradale con la Pedemontana. Intorno alla realizzazione di nuove infrastrutture si affaccia un nuovo tema, quello dell'urbanizzazione (ai fini residenziali, produttivi, terziari, ricreativi e a livello direzionale) che da piano verrà compreso nella mezzaluna ricavata tra la ferrovia Milano-Brescia e la ferrovia dell'alta velocità, luogo ancora oggi di margine dove sono collocati le funzioni industriali e i servizi isolati.

Il piano divide il territorio in fasce con diversa funzione.

A cavallo tra la nuova Bre-Be-Mi e la Tav si identifica una fascia destinata a parco urbano di livello territoriale e lungo l'asse ferroviario Milano-Venezia, le aree produttive e i servizi del parco territoriale. Tra le due fasce si sviluppa una cospicua area destinata a parco urbano e alla realizzazione di nuove aree insediative. Nella parte a nord di Treviglio invece si mantiene inalterato il carattere agricolo del luogo.

I nuovi insediamenti quindi sono messi a contatto immediato con la ferrovia, la rete autostradale e il verde pubblico. Il nuovo processo di urbanizzazione deve prendere in considerazione anche della forte connotazione del territorio rurale a nord e ad ovest della città, col suo patrimonio di campi, coltivazioni, alberature, percorsi e rogge.

La creazione di una nuova area d'espansione, limitata anch'essa da infrastrutture, pone come presupposto la realizzazione di zone residenziali ed essi devono essere forniti di servizi di quartiere e a uso urbano di quartiere per rispondere alle esigenze degli abitanti.

Il piano prevede una domanda insediativa all'interno della mezzaluna di circa 7000 persone e solo nell'area dell'ex polo chimico a sud della stazione di 2000 abitanti.

Addentrando in quella che sarà l'area di progetto, a sud della stazione centrale, il piano prevede il consolidamento a nord dei binari e la realizzazione di una stazione capace di collegare le due parti della città.

L'unione della nuova area insediativa con la città esistente deve trovare un punto di contatto rappresentato dalla stazione ferroviaria principale, che diventerà a tutti gli effetti parte integrante della rete metropolitana milanese. Aprendo la stazione su



entrambi i lati del sistema ferroviario e completandola di servizi adeguati ad accogliere un maggior numero di pendolari, si crea un collegamento territoriale capace di eliminare la divisione netta delle due parti di città.

Le aree dove si prevedono particolari piani di trasformazione sono, l'area inscritta all'interno delle linee ferroviarie, e la seconda, quella a sud della stazione centrale.

Quest'ultima rappresenta la nostra area di progetto e vede quindi lo studio anche della stazione bifronte.

Il potenziamento della linea ferroviaria presuppone anche la realizzazione di un'insieme di servizi necessari alla stazione, come parcheggi, stazione degli autobus, che consentono i collegamenti extraurbani e locali e piste ciclopedonali che collegano la stazione all'intorno.

In seguito ad alcuni incontri fatti con l'assessore Fulvio Adobati e con coloro che hanno elaborato il PGT, in particolar modo con l'architetto Alessandro Benevolo, si sono evidenziate anche altre funzioni necessarie al comune, come quelle di una sala auditorium e centro congressi, anche in previsione della realizzazione di una zona terziaria a ridosso della ferrovia e di un nuovo luogo dove poter svolgere le fiere di zootecnia che ogni anno si svolgono a Treviglio e che richiamano parecchie persone da tutto il territorio regionale.

Attualmente la Fiera Agricola della Bassa Bergamasca e la fiera dei cavalli si svolgono all'interno di uno spazio destinato a parcheggio che in occasione delle fiere si trasforma in un piazzale fieristico.

Questo luogo, posizionato a Sud-Est rispetto al centro di Treviglio, sopra la ferrovia MI-VE,

oltre a non rispondere alle esigenze di tipo organizzativo ed espositivo, e non ha una sua identità e carattere, inoltre la sua difficile collocazione, ha portato i responsabili del piano a pensare di realizzare una nuova area per lo svolgimento di tali manifestazioni.

L'area destinata alla fiera deve essere facilmente accessibile, consentire anche lo svolgimento contemporaneo di più manifestazioni, deve garantire una buona flessibilità di spazi, e deve essere dotata di una di servizi che a essi sono collegati.

Il progetto da noi realizzato cerca di relazionarsi sia con le necessità vere e proprie del territorio anche in previsione del potenziamento delle nuove infrastrutture e richieste insediative e infrastrutturali cercando di mantenere inalterato il carattere unico delle città.

## 06. STATO DI FATTO

L'area di progetto si sviluppa all'interno di importanti infrastrutture, quali la linea ferroviaria Milano Venezia a nord, un cavalcavia ad ovest, la strada provinciale di via Calvenzano e l'intersezione tra la nuova autostrada BreBeMi e la linea ferroviaria dell'Alta Velocità a sud. Infine, una zona industriale di recente edificazione ha preso posto nella parte est.

Attualmente l'area è caratterizzata dalla presenza di edifici industriali di vario genere e in fase di dismissione, di edifici rurali ad uso abitativo e di campi ad uso agricolo.

Gli unici punti di attraversamento che collegano le due parti di città sono il sovrappasso di via Ernesto Baslini e il sottopasso di via Redipuglia.

Gli elementi di interesse territoriale e di rilevanza storica presenti sull'area sono l'edificio del tiro a segno, la cascina S. Maurizio, l'asse storico di via Casirate Vecchia e le rogge, che

evidenziano l'orditura dei campi agricoli sullo schema della centuriazione romana. Lungo la via Casirate è anche presente una piccola edicola sacra con la statua di una Madonna: questi elementi costituivano un vero e proprio luogo di culto e vantano antiche tradizioni. La loro importanza nel passato era dovuta anche al fatto di essere considerate un punto di riferimento per indicare zone e vie di Treviglio quando ancora non esisteva la toponomastica cittadina.

I percorsi ciclopeditoni che interessano la zona a sud della linea ferroviaria al momento sono molto esigui: si contano infatti solamente dei brevi tratti di pista che costeggiano la zona industriale e il collegamento tra il paese e il vicino Santuario di Caravaggio.

### Chiesa di S. Maurizio

Recentemente è stata portata alla luce la chiesa di san Maurizio, inglobata a partire dall'800 in una cascina.

Questa è una delle chiese più antiche della Città di Treviglio e per questo motivo è stata posta sotto vincolo

di tutela archeologica. È una delle tre chiese che nell'Alto medioevo diedero origine al borgo e si colloca in

prossimità del sovrappassaggio della linea ferroviaria e una zona industriale di varia natura. Lo storico

Emanuele Lodi indica come data di fondazione il 725; la struttura è, a seguito di alcuni rifacimenti risalenti al XVII secolo, barocca.

## 07. PROGETTO

Rispondendo alle esigenze del PGT e in previsione del potenziamento della linea ferroviaria si evince dalle richieste del comune di Treviglio la necessità di una stazione bifronte, capace di collegare le due diverse parti della città; inoltre si rende necessaria la presenza di un luogo adibito a manifestazioni fieristiche, in quanto quello attuale non soddisfa le nuove esigenze, e di uno spazio per le conferenze, del tutto assente.

Abbiamo detto che la stazione si pone come elemento di unione tra le due parti di città: è il luogo urbano dell'attraversamento e del movimento. Per questo motivo l'edificio è concepito come un ponte, nel quale le due direzioni principali sono quella nord - sud di collegamento tra centro storico e nuova espansione e quella est - ovest data della linea ferroviaria da Milano verso Venezia. Un ponte, però, è in grado di garantire l'attraversamento che un edificio bifronte pone come prerogativa, ma non è in grado di definire uno spazio urbano.

Per questo motivo si è deciso di raddoppiarlo e di collocare all'interno dei due elementi il luogo vero e proprio della stazione, protetto da una grande copertura.

Attraversando il ponte si giunge ad uno spazio pavimentato che identifica la piazza, il centro del nuovo quartiere.

Il limite della piazza della stazione è costituito da due edifici alti che individuano l'asse della futura espansione a sud e segnalano la posizione del nuovo centro creando, con la loro altezza, un rapporto visivo con il campanile e il centro storico della città.

Questo luogo è inserito all'interno di un sistema più ampio di verde, un grande parco pubblico sviluppato lungo l'asse della ferrovia, che collega le diverse funzioni e rappresenta il fulcro dell'intera area insediativa.

La piazza verde unisce i luoghi collettivi del centro congressi e della fiera attraverso un percorso sinuoso. Il centro congressi è un edificio ad aula dal carattere introverso.

Lo spazio della fiera, inteso come luogo dello stare, non è altro che la prosecuzione del parco pubblico: una piazza coperta posta a termine del sistema verde.

È un luogo pubblico, completamente aperto sui quattro lati, che riprende la tipologia di una sala ipostila costruita da una maglia regolare di pilastri sulla quale poggia una copertura.

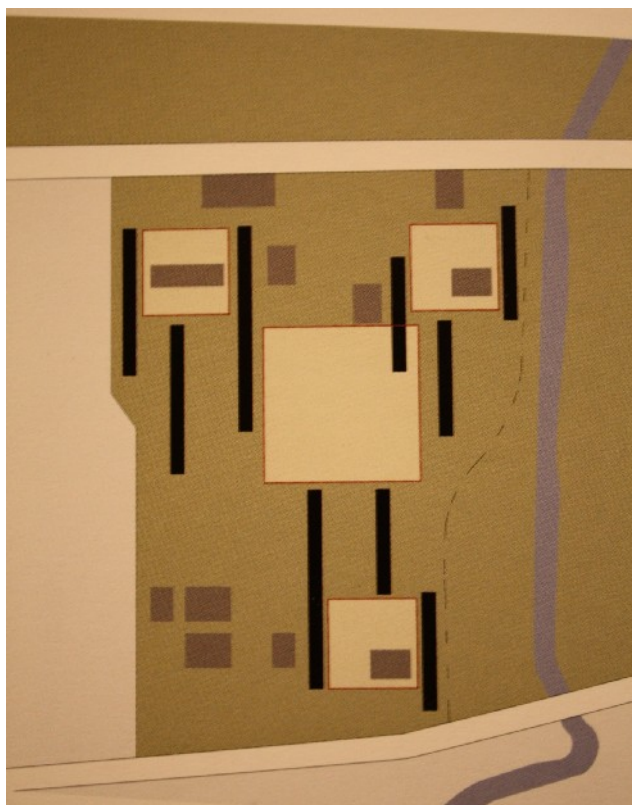
Questo tipo di struttura, per sua natura, porta ad avere degli spazi indifferenziati; la necessità di stabilire dei punti di riferimento viene risolta con l'inserimento di alcuni elementi che ne differenziano così le diverse parti.

Uno di questi elementi è un portico ad una campata e a doppio ordine che, con la sua estensione, unisce le diverse funzioni: parte dalla piazza coperta, accompagna il parco pubblico lungo il suo sviluppo, attraversa l'edificio della stazione e gira attorno al centro congressi, concludendosi su se stesso. Questo elemento non crea soltanto un collegamento formale ma costituisce un vero e proprio percorso coperto al quale si affianca uno spazio commerciale.

L'edificio del tiro a segno si inserisce all'interno del parco pubblico, come per segnalare la sua partecipazione nell'insieme degli edifici che si propongono sulla piazza. Allo stesso modo l'asse storico di via Casirate Vecchia indica la sua presenza in maniera dominante tagliando trasversalmente l'intero elemento verde.

La Scuola Materna, chiude il quartiere e si pone come nodo centrale, tra il nuovo polo e la vecchia zona verso sud. E' una struttura che mantiene nel suo sviluppo orizzontale la continuità visiva del quartiere grazie alle sue continue vetrate orizzontali, interrotte dall'inserimento perpendicolare dei servizi ad essa inerenti.

Per quanto riguarda la parte di carattere più privato dell'intervento insediativo, la volontà è stata quella di avere le unità abitative in relazione con il parco pubblico e immerse in un verde collettivo, unitario. Il principio, quindi, è quello delle residenze che creano delle corti aperte sullo spazio del parco e, al loro interno, un luogo di carattere più riservato ma comunque traguardabile da ogni punto, in modo da avere sempre una visione d'insieme.



#### **PRIMA IPOTESI QUARTIERE FELTRE**

Per poter far questo abbiamo creato una unità ripetibile, formata da tre residenze e un servizio, dove la viabilità è stata portata a margine. Le corti si differenziano a seconda dell'elemento che le attraversa, ad esempio la roggia o il percorso ciclopedonale, di conseguenza gli edifici si affacciano su spazi con diverse qualità. Troviamo quindi due tipi di residenze: quelle che affacciano su spazi analoghi e quelle con affaccio differenziato, dove i soggiorni si aprono sulle corti verdi più ampie e le zone notte sulla strada di servizio. Il principio insediativo si riflette quindi nella costruzione della casa che viene distinta prevalentemente in due parti, una vetrata che identifica la parte dei soggiorni e una piena che comprende al suo interno la zona notte.

## 08. SCUOLA MATERNA

La progettazione di una struttura per l'infanzia, non può limitarsi soltanto a un problema applicativo ed interpretativo di norme tecniche, oppure a un mero gioco compositivo. Oggi, per gli spazi di tali strutture, si hanno precise richieste prestazionali, provenienti, in buona parte, dagli stessi operatori scolastici, che più di chiunque altro conoscono le problematiche ed i reali bisogno dei bambini, vivendo quotidianamente a loro stretto contatto.

Per il bambino che si accinge a frequentare per la prima volta una struttura per l'infanzia è fondamentale, specialmente per il futuro, l'impatto con l'edificio che per lui rappresenta la scuola; è educativamente rilevante che tutti gli spazi siano progettati a misura di bambino, psicologica e dimensionale, in modo tale che esso possa sentirsi soggetto attivo e comportarsi come tale.

Compito del progetto dovrebbe essere quello di definire lo spazio con elementi architettonici flessibili ed adattabili ad esigenze didattiche diverse, mantenendo una certa economia nello spazio senza per questo eludere originalità e la flessibilità nell'organizzazione dei singoli ambienti e senza trascurare gli elementi costruttivi (pavimentazioni, soffitti, pareti, etc.) da cui il bambino può trarre stimolo e guida alla conoscenza e all'acquisizione dell'armonia delle proporzioni e all'estetica dei colori.

Il gioco, l'esplorazione e la ricerca sono attività che favoriscono l'apprendimento, lo sviluppo e la crescita dell'individuo nei rapporti creativi con la realtà sul piano cognitivo e relazionale in genere.

La progettazione degli edifici scolastici è disciplinata da norme tecniche statali approvate con D.M. 18 dicembre 1975. Infatti si deve fare riferimento all'unità pedagogica, costituita dalla sezione e formata da un gruppo massimo di 30 bambini, prevedendo per essa spazi per lo svolgimento di tre tipi di attività: - ordinate – libere e – pratiche.

La Scuola Materna è formata da una lunga galleria distributiva lunga ben 106 m, lungo i quali gli spazi cambiano e si trasformano, da aree gioco, zone di collegamento, distributive

ed infine ospita anche la Mensa. Essa è concepita con materiali naturali ed è completamente strutturata in legno con ampi tamponamenti trasparenti vetrati.

Oltre alle 3 sezioni ben distinte, con gli spazi interni distribuiti linearmente sono presenti anche zone per il personale ed un centro per le attività libere del tutto introverso verso l'esterno, con una forma cilindrica.

---

**NUCLEI E SPAZI FUNZIONALI  
DELLA SCUOLA MATERNA**

(D.M. 18 DICEMBRE 1975)

**UNITÀ PEDAGOGICA**

*Spazi per attività ordinate*

- attività a tavolino
- attività speciali

*Spazi per attività libere*

- attività libere

*Spazi per attività pratiche*

- locali igienici:
- spogliatoi
- lavabi
- servizi
- deposito

**MENSA**

*Mensa*

*Cucina, anticucina e dispensa*

*Locali igienici*

- spogliatoi
- servizi

**ASSISTENZA**

*Ufficio*

*Ambulatorio medico*

*Locali igienici*

- spogliatoi
- servizi

**SPAZI COMUNI E/O DI CONNESSIONE**

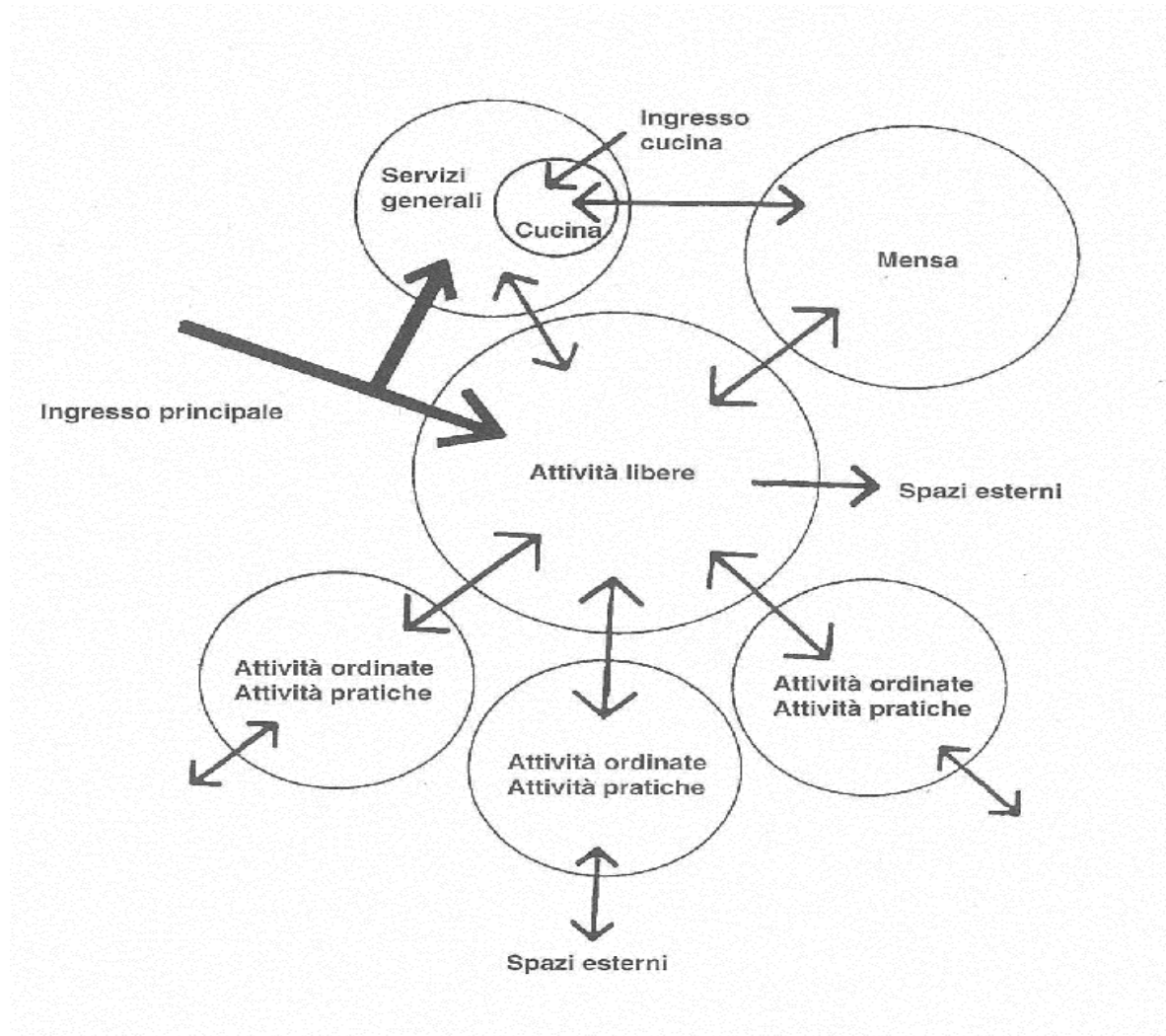
*Atrio*

*Corridoi e disimpegni*

**IMPIANTI**

*Centrale termica*

---





La città nel verde: Progetto per Treviglio  
La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio

**TABELLA 3/A**

**Superfici lorde per sezione, per classe, per alunno**

A seconda del tipo di scuola: per sezione fino a 30 alunni, per classe fino a 25 alunni comprensive di tutti i locali dell'ufficio e delle murature, considerate le palestre di tipo A1 e A2 a seconda dei casi, ed esclusi l'alloggio del custode, l'alloggio per l'insegnante, gli uffici per le direzioni didattiche e le palestre del tipo B (riferimento 3.5.1).

Numero sezioni	Numero alunni	SCUOLA MATERNA	
		m <sup>2</sup> /sezione	m <sup>2</sup> /alunno
3	90	210	7.00
4	120	203	6.77
5	150	202	6.73
6	180	200	6.67
7	210	199	6.63
8	240	199	6.63
9	270	198	6.60

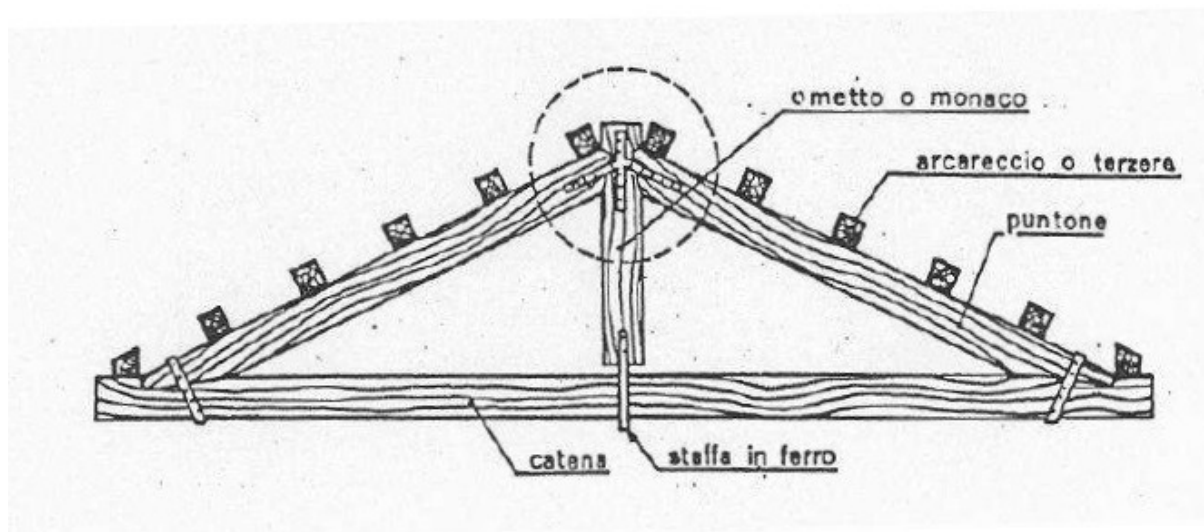
**TABELLA 5**

**Indici standard di superficie: scuola materna**

(Il valore tra parentesi esprime il numero dei locali relativi agli spazi descritti)

DESCRIZIONE DEGLI SPAZI	n. sezioni	n. sezioni	n. sezioni	(1*)
	1	2	3	
	n. alunni	n. alunni	n. alunni	
	30	60	90	
	m <sup>2</sup> /al.	m <sup>2</sup> /al.	m <sup>2</sup> /al.	
<i>Spazi per attività ordinarie:</i>				
1 - per attività a tavolino	1,80 (1)	1,80 (2)	1,80 (3)	
- per attività speciali	0,60 (2)	0,60 (3)	0,60 (4)	
2 <i>Spazi per attività libere:</i>	1,00	0,92	0,90	
<i>Spazi per attività pratiche:</i>				
- spogliatoio	0,50 (1)	0,50 (2)	0,50 (3)	
3 - locali lavabi e servizi igienici	0,67 (1)	0,67 (2)	0,67 (2 ÷ 3)	
- deposito	0,13 (1)	0,13 (1)	0,13 (1 ÷ 2)	
<i>Spazi per la mensa:</i>				
4 - mensa (2*)	0,67 (1)	0,40 (1)	0,40 (1)	
- cucina, anticucina, ecc. (0,30 m <sup>2</sup> fissi per ogni scuola)	1,00	0,50	0,35	
<i>Assistenza:</i>				
- stanza per l'assistente (15 m <sup>2</sup> fissi per ogni scuola)	0,50	0,25	0,17	
5 - spogliatoio e servizi igienici insegnante (6 m <sup>2</sup> fissi per ogni scuola)	0,20	0,10	0,07	
- piccola lavanderia (4 m <sup>2</sup> fissi per ogni scuola)	0,13	0,07	0,04	
<i>Indice di superficie netta globale</i>				
Somma indici parziali	7,20	5,79	5,41	
Connettivo e servizi	1,04	1,33	1,24	
Connettivo e servizi / Sup. totale netta per cento	13%	19%	19%	
<i>Note: (1*) Le scuole fino a 9 sezioni si otterranno come combinazione di quelle riportate in tabella. (2*) Con l'ipotesi del doppio turno di refezione.</i>				

## 09. RELAZIONE STRUTTURALE



Da: Caleca L., *Architettura Tecnica*, FLACCOVIO, Palermo, 1998

### 1. SCELTE STRUTTURALI - COMPOSITE

La scuola materna, si struttura in spazi ben distinti, per forma, concezione e materiali. Sono per ciò facili da distinguere dal punto di vista associativo ed strutturale le diverse aree che compongono la costruzione.

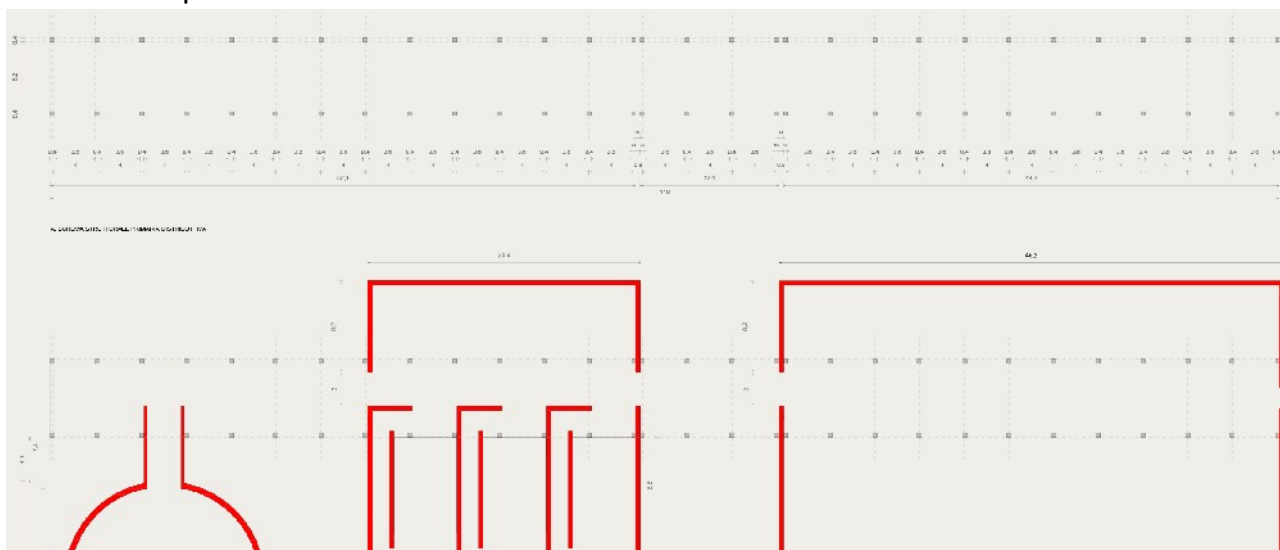
L'elemento di spicco nella composizione è la **galleria centrale**, che ha lo scopo principale di collegamento e di distribuzione dei diversi spazi. La galleria ha uno sviluppo orizzontale, essendo essa stretta e molto lunga. E' composta e studiata come involucro di collegamento tra le diverse funzioni.

La struttura è molto semplice con una copertura a vista con un sistema continuo di Capriate lombarde in legno lamellare. Le capriate poggiano su travi lignee spessore 40 cm x 40 cm, lunghe 4 metri, che poggiano a loro volta sui pilastri lignei aventi un'altezza pari a 5.20 m con sezione di 40 cm x 40 cm. L'interasse tra le capriate è di 4 m e ogni capriata ha una luce di 6.2 metri. La galleria ha una lunghezza totale di 110 m. Sono presenti all'interno di questa lunghezza due giunti strutturali, per evitare lesioni dovute ai carichi termici degli elementi.

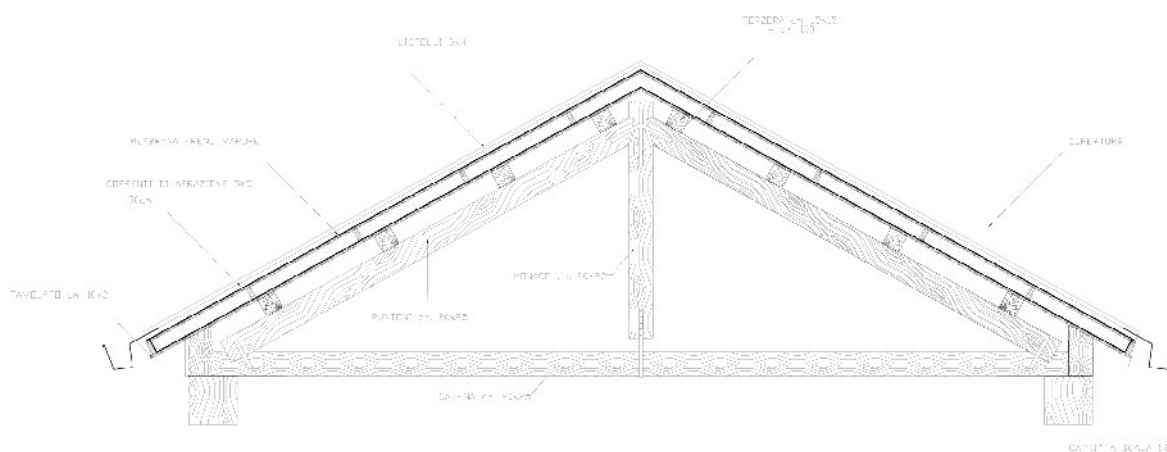
L'altezza massima della galleria è di 8.20 m e coincide con il colmo della capriata. Le misure e gli spazi della facciata della galleria sono studiati e proporzionati in funzione degli altri elementi che si inseriscono perpendicolarmente ad essa.

La capriata è una capriata lombarda semplice, adatta per coprire una luce totale di 7 m. La catena, i puntoni e il monaco hanno una sezione di 20 cm x 25 cm. Sopra i puntoni ci sono

delle terzere di 15 cm x 15 cm. Successivamente troviamo dei listelli in legno e successivamente il “sandwich” di copertura. La copertura esterna è composta da pannelli zincati con spessore di 4 mm.



## 1.1 METODO DEGLI STATI LIMITE



Lo stato limite è definito come lo stato al di quale la struttura o una sua parte non soddisfa più le condizioni di progetto e il suo comportamento.

Stato Limite Ultimo definisce il valore estremo della capacità portante (limite di collasso) o altre forme di cedimento strutturale che mettono a rischio la sicurezza degli utenti.

Stato limite di Esercizio definisce lo stato oltre al quale non sono più soddisfatti i requisiti di esercizio prescritti o auspicati dal progettista.

## 1.2 DISPOSIZIONI IN MATERIA ANTISISMICA

La Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica." (GU n. 105 del 8-5-2003- Suppl. Ordinario n.72) stabilisce:

### Art. 1.

...ferme restando le competenze delle regioni e degli enti locali ....

sono approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" di cui all'allegato 1....

### Art. 2.

Le regioni provvedono, ai sensi dell'articolo 94, comma 2, lettera a), del decreto legislativo n.

112 del 1998, e sulla base dei criteri generali di cui all'allegato 1, all'individuazione, formazione ed

aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche.

In zona 4 e' lasciata facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica. Alcune Giunte regionali, tra le quali appunto la Lombardia, hanno provveduto ad

emettere un decreto nel quale è approvata la classificazione riportata nell'Allegato 1 citato, senza

imporre l'obbligo del rispetto delle norme sismiche per gli edifici ordinari siti in zona 4. Altre regioni

hanno operato con criteri identici, o solo marginalmente differenti.

Nella classificazione la zonazione è caratterizzata dalla grandezza a **g** , definita come accelerazione

massima "efficace", ovvero la grandezza da utilizzare come ordinata dello spettro di risposta elastico in

corrispondenza a  $T = 0$ , cioè

$$a_g = S(T)_{T=0}$$

ed è precisato che tale spettro è stabilito in vista di una verifica della sicurezza con il criterio dello stato

limite ultimo. Questa definizione è coerente con la applicazione delle specifiche tecniche contenute

negli Eurocodici, o nell'Ordinanza.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NTE / D.min 14-1-2008

Ordinanza OPCM 3274/2004

Testo Unico 2005 e Testo Unico 2008 / Eurocodici

Normativa per il dimensionamento degli elementi lignei

## 3. CALCOLO AZIONE DELLA NEVE SU COPERTURA OBLIQUA

(Secondo D.M. LL.PP. del 16/01/1996)

Il carico neve in copertura sarà valutato come

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_e * C_t$$

dove:  $q_s$  è il carico neve sulla copertura per unità di superficie;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura;

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico neve al suolo.

$C_t$  è il coefficiente termico di scioglimento neve a causa dispersione = 1

$C_e$  è il coefficiente di esposizione = 1

Il punto 6 del D.M. LL.PP. del 16/01/1996, specifica per la Regione Lombardia e per edifici posti ad un'altezza s.l.m. inferiore a 200m SLM (132m SLM per Treviglio) quanto segue:

$$q_{sk} = 1,60 \text{ KN/m}^2$$

Per la tabella 6.1 il Coefficiente di forma  $\mu_i$  è definito per angoli  $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$  come 0.8

Per fattore di esposizione e coefficiente termico i valori sono stati mantenuti 1.

Il carico è quindi definito come segue

$$q_s = 0.8 * 1.60 \text{ KN/mq} * 1 * 1 = 1.28 \text{ KN/mq} = 128 \text{ kg/mq}$$

#### 4.CALCOLO AZIONE DEL VENTO

(Ai sensi del D.M. 2008.)

“Il vento, la cui direzione si considera di regola orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che

variano nel tempo provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 7.1.”

La pressione del vento, agente sull'edificio è, secondo convenzione, definita come:

$$p = q_{ref} * C_e * C_p * C_d \text{ [KN/mq]}$$

dove:

$q_{ref}$  è la pressione cinetica di riferimento (punto 7.4);

$C_e$  è il coefficiente di esposizione (punto 7.5);

$C_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)

$C_d$  è il coefficiente dinamico e tiene conto delle interazioni dinamiche tra vento e struttura

La pressione cinetica  $q_{ref}$  è data da :

$$q_{ref} = V_{ref}^2 / 1.6$$

$V_{ref}$  è riferita all'episodio massimo con intervallo di ritorno di 50 anni misurato con l'ausilio di tabella (in mancanza di ricerca statistica adeguata come nel nostro caso).

Per Lombardia (Zona 1) e altitudine <1000m (132m SLM in caso di Treviglio) il paragrafo 7.3 indica come valore di riferimento  $V_{ref} = 25 \text{ m/s}$

$$\text{Quindi } q_{ref} = (25 * 25) / 1.6 = 390.62 \text{ N/mq}$$

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  allo stesso modo viene ricavato dalla tabella per assenza di studi specifici.

*“Il coefficiente di esposizione  $C_e$  dipende dall'altezza della costruzione  $z$  sul suolo, dalla*

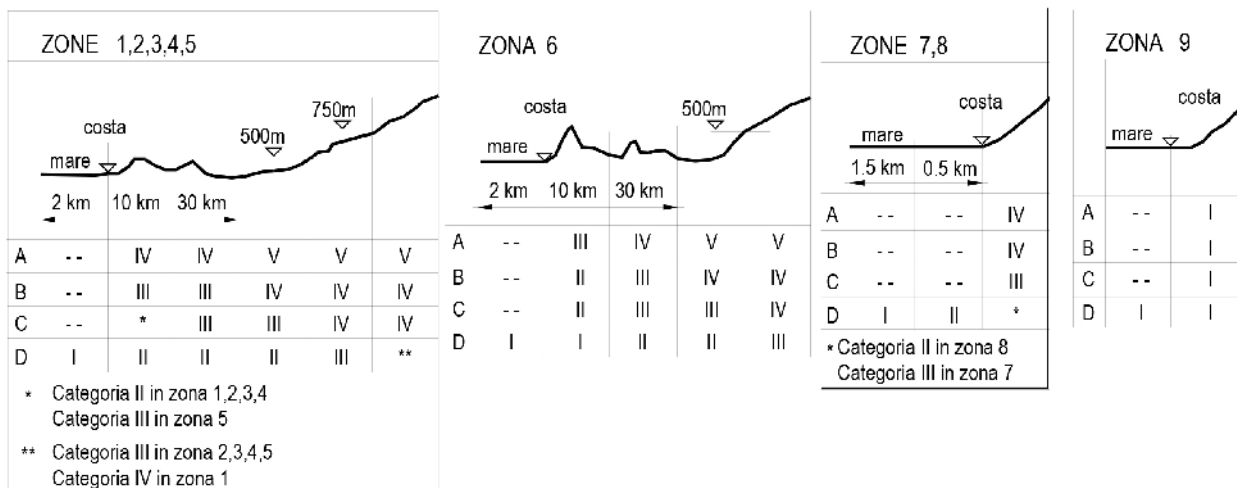
*rugosità e*

dalla topografia del terreno, dall'esposizione del sito ove sorge la costruzione. “

*Esistono 2 formule per il calcolo ma l'utilizzo di una piuttosto che l'altra è data dal confronto dell'altezza dell'edificio con il parametro  $z_{min}$  ricavabile una volta identificata la categoria di esposizione.*

Per conoscere la categoria di esposizione è necessario incrociare i dati per la zona specifica (Lombardia=1)

*Con distanza dalla costa, altezza sul livello del mare e classe di rugosità del terreno (D= Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi)*



Identificata quindi la categoria II e i parametri relativi:

Categorie di esposizione del sito	$k_T$	$z_0$ (m)	$z_{min}$ (m)
I	0.17	0.01	2
II	0.19	0.05	4
III	0.20	0.10	5
IV	0.22	0.30	8
V	0.23	0.70	12

Essendo  $Z_{min}=4$  e l'edificio alto 8.20 m nel suo punto più alto:

Per cui:

considerando  $C_t$  = coefficiente di topografia pari a 1 secondo norma.

$$C_e(z=8.20m)=0,336$$

A questo punto è possibile, per i singoli elementi, eseguire il calcolo per conoscere le forze in gioco sulle facce principali (sotto e sopravento)

#### 4.1 Calcolo pressioni pareti Sopravento

Per le pareti in sopravento si prende il fattore di forma  $C_p$  pari a 0.8

$$p = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d \text{ [KN/mq]}$$

$$p = 0.39 \cdot 0.336 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,105 \text{ KN/mq}$$

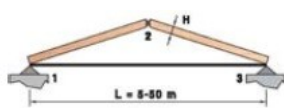
#### 4.2 Calcolo pressioni pareti sottovento

Per le pareti in sopravento si prende il fattore di forma  $C_p$  pari a -0.4

$$p = q_{ref} \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d \text{ [KN/mq]}$$

$$p = 0.39 \cdot 0.336 \cdot (-0.4) \cdot 1 = -0,052 \text{ kN/mq}$$

### 5. DIMENSIONAMENTO TAMPONAMENTO IN COPERTURA



Capriate a tre  
cerniere con tirante

$>14^\circ$

5 - 50

$H \sim L/40$



Analisi dei carichi:

A - Azione variabile,  $Q = 2 \text{ kN/mq}$

Il sovraccarico di esercizio per coperture accessibili, in questo caso è più gravoso rispetto al carico neve e vento.

B- Azione permanente strutturale, G1: Legno lamellare douglas. Peso specifico: 400 Kg/mc

Base\*altezza\*densità

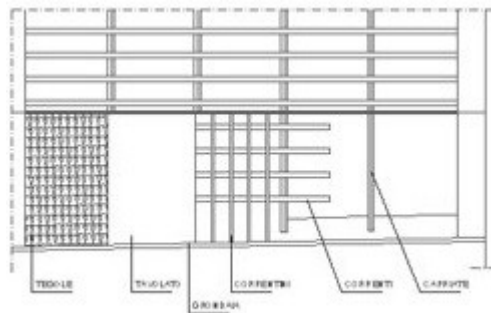
$$0.20 \text{ m} * 0.25\text{m} * 4.0 \text{ 2kN/mc} = 0.20 \text{ kN/mq}$$

C- Azione permanente non strutturale, G2: pacchetto di rivestimento di copertura composto dai seguenti elementi:

- terzere di 15 cm x 15 cm;  $0.15 * 0.15 * 1.00 * 0.75 = 0.017 \text{ kN/mq}$
- tavolato spessore 4 cm, lato di 10 cm;  $0.04 * 1.00 * 1.00 * 0.75 = 0.030 \text{ kN/mq}$
- isolante spessore 8 cm;  $3.60 * 1.00 * 0.08 * 1.15 = 0.331 \text{ kN/mq}$
- correnti di aerazione 5x5 cm ;  $0.05 * 0.05 * 1.00 * 0.75 = 0.002 \text{ kN/mq}$
- copertura in lastre zincate spessore 4 mm  $0.004 * 1.00 * 1.00 * 6.90 = 0.028 \text{ kN/mq}$

TOTALE

0.408 kN/mq



Combinazione dei carichi agli stati limite ultimi:

$$E = 1.35 * (G1 + G2) + Q * 2 =$$

$$E = 1.35 * (0.20 + 0.41) + 2 * 2 = 4.82 \text{ kN/mq}$$

## 5.1 VERIFICA COPERTURA CON COMBINAZIONE DI CARICHI AGLI SLU

Dati di progetto:

Caratteristiche geometriche:

Luce fra gli appoggi:  $L = 6.60 \text{ m}$

Interasse tra le travi:  $l = 4.00 \text{ m}$

Base della sezione :  $b = 200 \text{ mm}$

Altezza della sezione:  $h = 250 \text{ mm}$

Carichi

Carichi permanenti:  $G1+G2 = 0.608 \text{ kN/mq}$

Carichi Variabili:  $Q = 2\text{KN}$  (carico più gravoso)

Caratteristiche del materiale:

Legno lamellare douglas, massa volumica:  $\rho_k = 400 \text{ Kg/mc}$

Classe di servizio: Classe 1

La classe 1, condizioni climatiche che prevedono poca umidità: è caratterizzata da un'umidità dei materiali in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20 gradi centigradi e umidità relativa dell'aria circostante minore o uguale a 65%.

Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'interno degli edifici.

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi -10 anni
Media durata	1 settimana – 6 mesi
Breve durata	meno di 1 settimana
Istantaneo	--

Classe di durata del carico secondo progetto : permanente (più di 10 anni)

Valore di  $K_{mod}$  risultante da tabella per classe di carico = 0.60

$K_{mod}$  è il coefficiente di correzione che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità degli elementi.

Valori di resistenza:

Si determinano quindi i valori di resistenza di progetto con  $K_{mod} = 0.60$  facendo riferimento alla tabella.

**Tabella 1.16** Corrispondenza tra classi resistenti del legno lamellare (omogeneo o composito) e quelle delle tavole componenti (secondo DIN 1052:2004)

Legno lamellare	GL24h	GL24c	GL28h	GL28c	GL32h	GL32c	GL36h	GL36c
Tavole componenti (tra parentesi quelle interne)	C24 <sup>1</sup>	C24 (C16)	C30 <sup>1</sup>	C30 (C24 <sup>2</sup> )	C35 <sup>1</sup>	C35 (C24 <sup>2</sup> )	C40 <sup>1</sup>	C40 (C35 <sup>2</sup> )
Riferimento DIN 1052:96	BS11		BS14		BS16		BS18	

<sup>1</sup> È ammessa una quantità massima del 10% di tavole interne di classe inferiore (C16, C24, C24, C35 rispettivamente per le quattro classi GL24h, GL28h, GL32h, GL36h)

<sup>2</sup> È ammessa una quantità massima del 10% di tavole interne di classe inferiore (C16, C16, C24 rispettivamente per le classi GL28c, GL32c, GL36c)

#### Classi di resistenza per il lamellare di conifera

Valori caratteristici per le proprietà di resistenza in $N/mm^2$		LEGNO LAMELLARE (UNI EN 1194)					
		GL 24c	GL 24h	GL 28c	GL 28h	GL 32c	GL 36c
resistenza a flessione	$f_{m,k}$	24	24	28	28	32	36
resistenza a trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	14	16,5	16,5	19,5	19,5	22,5
resistenza a trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0,35	0,4	0,4	0,45	0,45	0,5
resistenza a compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	21	24	24	26,5	26,5	29
resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2,4	2,7	2,7	3,0	3,0	3,3
resistenza a taglio	$f_{v,k}$	2,2	2,7	2,7	3,2	3,2	3,8

Valori caratteristici per le proprietà di massa volumica in $kg/m^3$		LEGNO LAMELLARE (UNI EN 1194)					
		GL 24c	GL 24h	GL 28c	GL 28h	GL 32c	GL 36c
modulo di elasticità medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	11.600	11.600	12.600	12.600	13.700	14.700
modulo di elasticità parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	9.400	9.400	10.200	10.200	11.100	11.900
modulo di elasticità medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	320	390	390	420	420	460
modulo di taglio medio	$G_{mean}$	590	720	720	780	780	850
massa volumica	$\rho_k$	350	380	380	410	410	430

Tabella Classi di resistenza per il legno lamellare di conifera omogeneo e combinato (EN 1194:1999) – Strutture in legno – Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee, Hoepli, Maurizio Piazza Roberto Tomasi Roberto Modena.

Con lamellare tipo GL24h (secondo EN 1194:1999)

Valori caratteristici		Valori di progetto		$k_{mod, I} = 0,9$	$k_{mod, II} = 0,6$
$f_{m,y,k}$ (MPa)	27,60	$f_{m,y,d}$ (MPa)		19,87	13,25
$f_{m,z,k}$ (MPa)	27,60	$f_{m,z,d}$ (MPa)		19,87	13,25
$f_{t0,k}$ (MPa)	18,98	$f_{t0,d}$ (MPa)		13,66	9,11
$f_{t90,k}$ (MPa)	0,4	$f_{t90,d}$ (MPa)		0,29	0,19
$f_{c0,k}$ (MPa)	24	$f_{c0,d}$ (MPa)		17,28	11,52
$f_{c90,k}$ (MPa)	2,7	$f_{c90,d}$ (MPa)		1,94	1,30
$f_{v,k}$ (MPa)	2,7	$f_{v,d}$ (MPa)		1,94	1,30

Valore di modulo elastico:

$E_0 \text{ mean} = 11600 \text{ MPa} = 11600 \text{ N/mm}^2$

$E_{0,05} = 9400 \text{ MPa} = 9400 \text{ N/mm}^2$

$G \text{ Mean} = 720 \text{ MPa} = 720 \text{ N/mm}^2$

I profili di travi lamellari a catalogo normalmente prodotte variano a secondo del tipo e del numero delle lamelle di cui sono composte. Ne consegue un numero di profilati piuttosto elevati.

Eseguiamo quindi l'analisi software delle combinazioni di carico:

## 6.1. CALCOLO DELLA CAPRIATA

Per la copertura della galleria centrale della scuola materna riportata in figura, con strutture verticali di perimetro costituite da pilastri in legno, si è scelto di realizzare un tetto alla lombarda con capriate.

Vengono riportati di seguito i calcoli dei vari elementi costituenti la copertura.

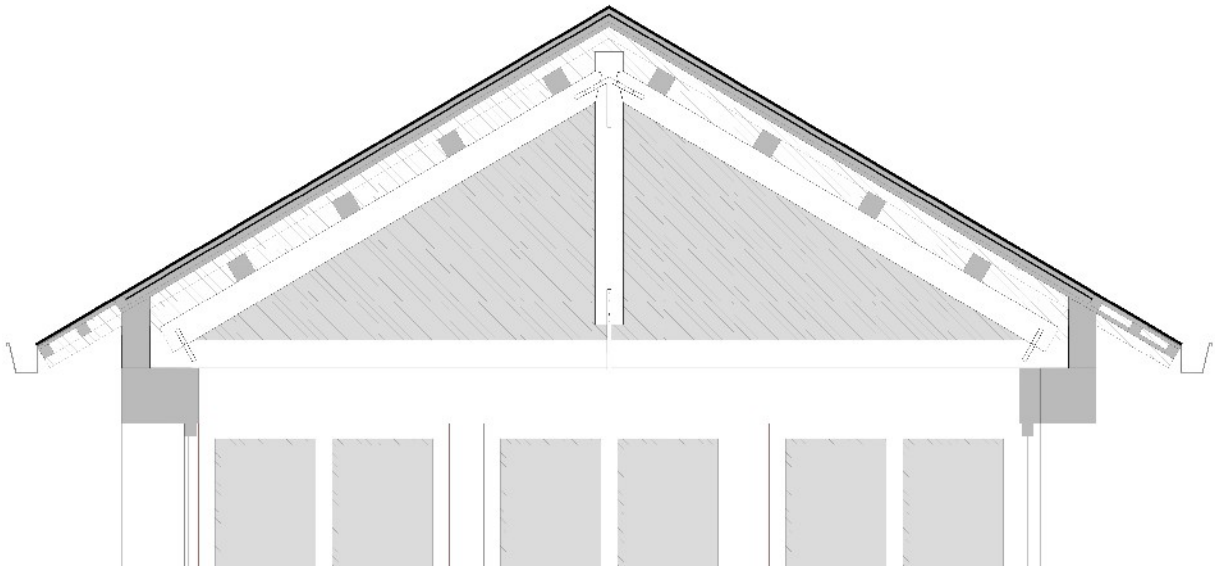


Figura 1 \_ Capriata

Le capriate vengono disposte con un interasse di 4.00 m, corrispondente a quello dei pilastri sui quali poggiano; la gronda perimetrale viene realizzato prolungando i listelli oltre il perimetro esterno dei pilastri.

Sulle capriate vengono disposti gli arcarecci con interasse di 1,75 m e sezione presunta di 15 x 15 cm. Il manto di copertura sarà realizzato con assiti in legno di spessore 1.5 cm, sui quali poggiano listelli con un interasse pari a 60 cm aventi sezione presunta di 16 x 16 cm, all'interno dei quali viene posto l'isolamento in lana di roccia ed infine una lamiera zincata dello spessore di 0.6 cm. Le falde avranno un'inclinazione di circa 30° .

Come precedentemente calcolato, il carico di neve da considerare è pari a:

$$q_s = 1.28 \text{ kN/mq}$$

Viene impiegato legname resinoso di II qualità.

### 6.1.1. CALCOLO DI UN LISTELLO

A vantaggio della sicurezza, ogni listello, pur essendo realizzato con un elemento unico per tutta la lunghezza della falda, viene considerato con uno schema statico di trave su due appoggi, incernierata alla base e appoggiata all'estremità sugli arcarecci, con un carico ripartito uniforme dovuto al carico di neve e al materiale di copertura, e un carico concentrato in mezzaria pari a una persona per la manutenzione della copertura,  $P = 1.00 \text{ kN}$ .

### Analisi dei carichi in proiezione orizzontale

- carico da neve	1.28	$kN/m^2$
- copertura in lastre zincate	0.028	$kN/m^2$
- peso proprio presunto dei listelli	$[(0.05 \times 0.05 \times 1.00) \times 7.00] / 0.06 = 0.292$	$kN/m^2$
- peso proprio isolante	$(0.08 \times 1.00 \times 1.00) \times 1.15 = 0.920$	$kN/m^2$
- peso proprio tavolato	$(0.04 \times 1.00 \times 1.00) \times 7.00 = 0.280$	$kN/m^2$
<b>TOTALE</b>	<b>2.80</b>	<b><math>kN/m^2</math></b>

Il carico per metro lineare è quindi:

$$q = 2.80 \times 0.06 = 0.168 \text{ kN/m}$$

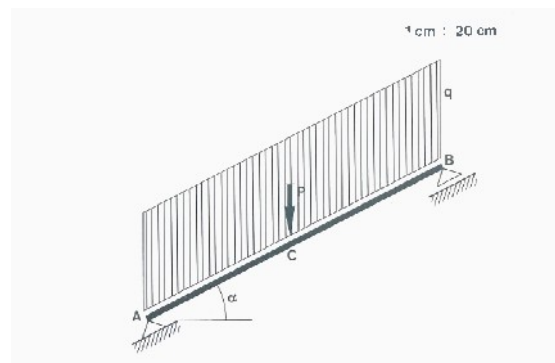
I carichi vengono scomposti secondo le componenti parallele e perpendicolari all'asse della trave:

$$P_x = P \sin \alpha = 1.00 \sin 30^\circ = 0.50 \text{ kN}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 1.00 \cos 30^\circ = 0.86 \text{ kN}$$

$$q_x = q \sin \alpha = 0.168 \sin 30^\circ = 0.08 \text{ kN}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 0.168 \cos 30^\circ = 0.15 \text{ kN}$$



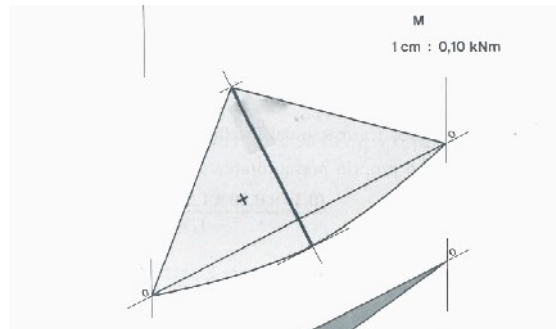
### Momenti flettenti

Per la doppia simmetria strutturale e di carico, il momento massimo si verifica nella sezione di mezzeria:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} q_y l^2 + \frac{1}{4} P_y l$$

$$\frac{1}{8} 0.15 (0.06)^2 + \frac{1}{4} 0.86 (0.06)$$

**$M_{\max} = 0.129 \text{ kNm}$**

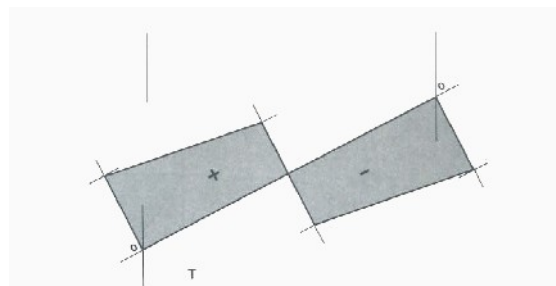


Sforzi di taglio

$$T_A^d = -T_B^s = (q_y l + P_y)/2$$

$$0.15 \times 0.06 + 0.86/2$$

**$T_A^d = -T_B^s = 0.434 \text{ kN}$**



$$T_c^s = -T_c^d = T_A^d - q_y (l/2) =$$

$$0.434 - 0.15 (0.03) =$$

**$T_c^s = 0.429 \text{ kN}$**

Sforzi normali

$$N_c^d = -q_x (l/2) =$$

$$-0.08 (0.03) =$$

**$N_c^d = -0.020 \text{ kN}$**

$$N_c^s = N_c^d - P_x =$$

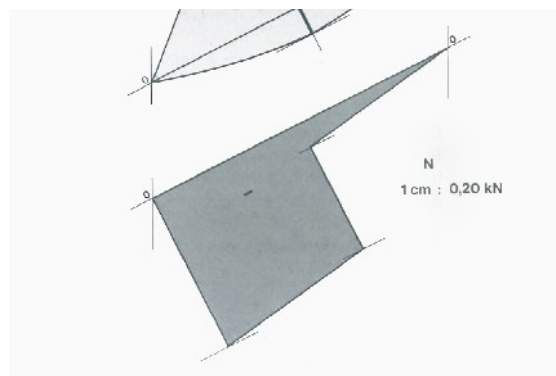
$$-0.020 - 0.500 =$$

**$N_c^s = -0.520 \text{ kN}$**

$$N_A^d = N_c^s - q_x (l/2) =$$

$$-0.520 - 0.08 (0.03) =$$

**$N_c^s = -0.540 \text{ kN}$**



negativo e quindi di compressione.

### Progetto della sezione

Si assume un coefficiente di riduzione del modulo di resistenza:  $r = 1.2$

Si ha quindi:

$$W_x = M_{\max} / r \sigma_{f,am} = 12900 / (1.2 \times 1000) = 10.75 \text{ cm}^3$$

Impiegando una sezione quadrata si ha:

$$\square h^3 = 10.75$$

$$h = \sqrt[3]{(10.75 \times 6)} = 4.02 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

Il listello avrà una sezione presunta di 5 x 5 cm.

### Verifica a presso-flessione

$$\begin{aligned} \sigma_{c//} &= -[(N_c^s / A) - (\sigma_{c,am//} / \sigma_{f,am})] \times (M_{\max} / W) = \\ &= -[(520 / (5 \times 5)) - (850 / 1000)] \times (12900 / (\square 5^3)) = \\ &= [20.8 - 0.85] \times 619.20 = - 714.75 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{c,am//} \end{aligned}$$

L'elemento risulta essere verificato.

### Verifica a taglio

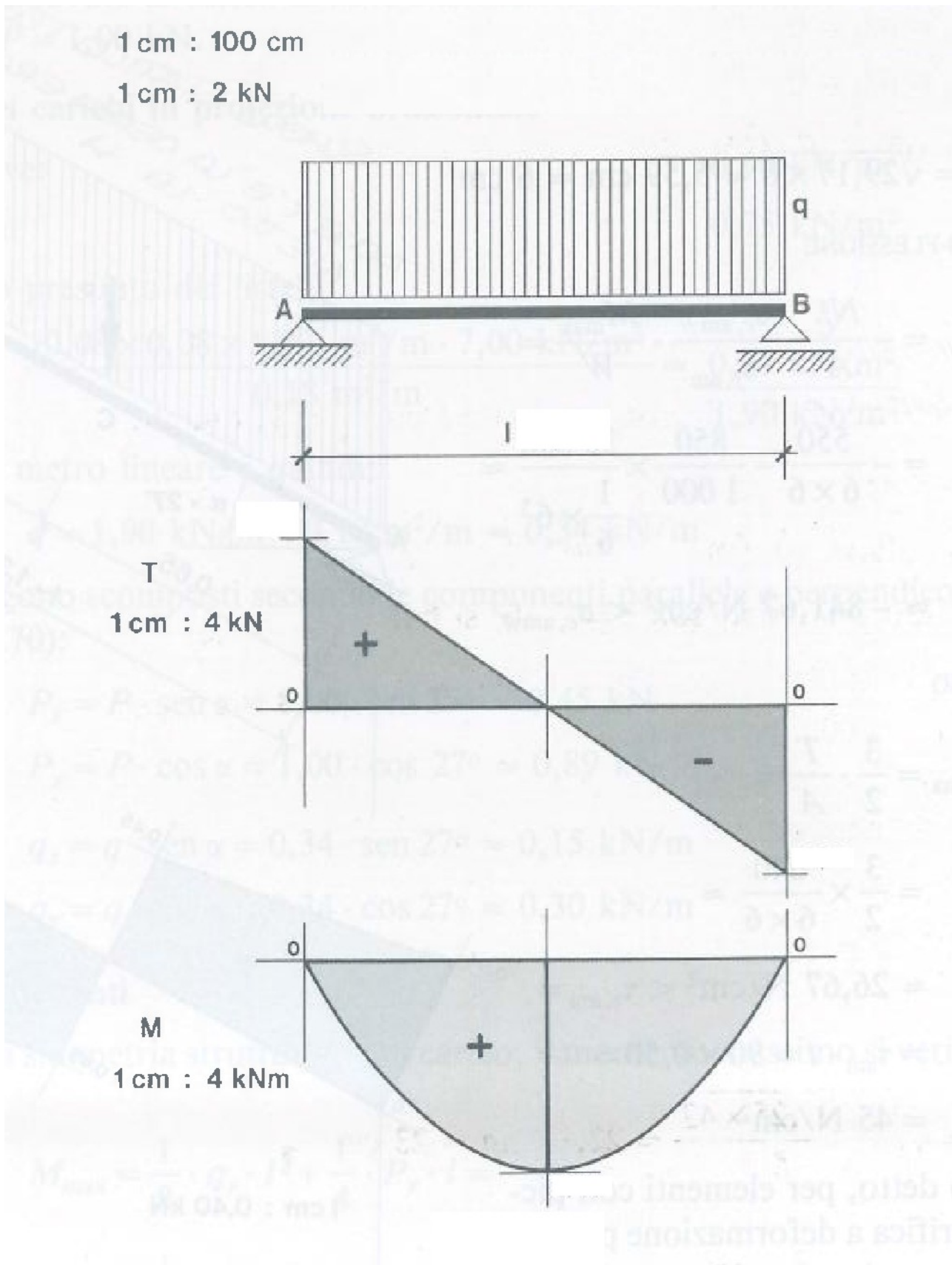
$$\begin{aligned} T_{\max} &= 3T/2A \\ &= 3 \times 429 / (2 \times 5^2) = \\ &= 25.74 \text{ N/cm}^2 < T_{r,am} = T_{am} t = 90 \times 0.5 = 45 \text{ N/cm}^2 \end{aligned}$$

Per gli elementi con sezione piccola, la verifica a deformazione può essere omessa.



### **6.1.2. CALCOLO DI UN ARcareccio**

Considerando il ridotto interesse dei listelli, il carico da questi trasmesso può essere considerato uniformemente ripartito.



### Analisi dei carichi in proiezione orizzontale

- carico trasmesso dai listelli	2.80	<i>kN/m<sup>2</sup></i>
- peso proprio presunto degli arcarecci	$[(0.16 \times 0.16 \times 1.00) \times 7.00] / 0.60 =$ 0.300	<i>kN/m<sup>2</sup></i>
TOTALE	3.10	<b><i>kN/m<sup>2</sup></i></b>

Il carico per metro lineare è quindi:

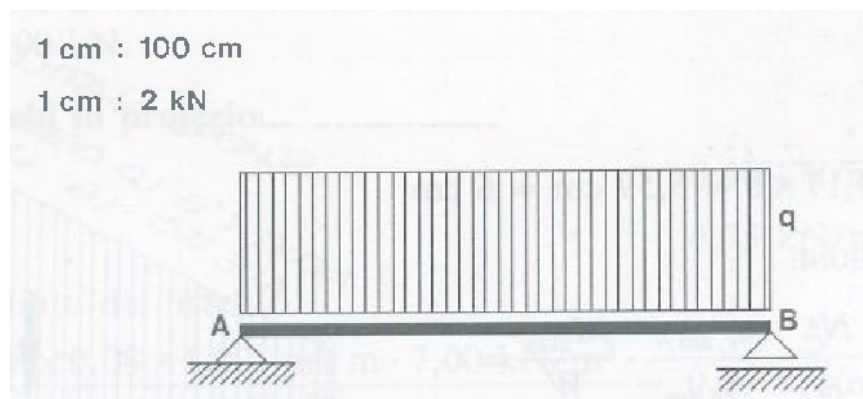
$$q = 3.10 \times 0.60 = 1.860 \text{ kN/m}$$

Il carico P non viene considerato poiché se ne tiene conto solo per elementi con piccola sezione.

Pur essendo gli arcarecci realizzati con un elemento continuo, si considera uno schema statico corrispondente a una trave su due appoggi con carico ripartito, sollecitata a flessione deviata.

Le reazioni vincolari saranno quindi:

$$\begin{aligned} V_A = V_B &= ql/2 \\ &= (1.86 \times 4.00) / 2 \\ &= \\ V &= 3.72 \text{ kN} \end{aligned}$$

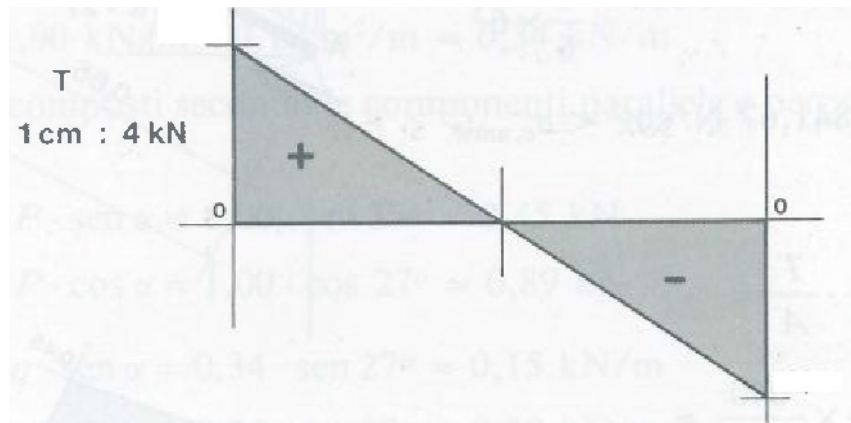


Sforzi di taglio

$$T_A^d = -T_B^s = (q l) / 2$$

$$(1.86 \times 4.00) / 2$$

$$T_A^d = -T_B^s = 3.72 \text{ kN}$$



Momenti flettenti

$$M_A = M_B = 0$$

$$M_{max} = \frac{1}{8} q l^2$$

$$\frac{1}{8} 1.86 (4.00)^2$$

$$M_{max} = 3.72 \text{ kNm}$$

Progetto della sezione a flessione

Si assumono i coefficienti di riduzione:  $r_{(h)} = 0.93$  ed  $r_{(b)} = 1$ ; con  $c = 1.3$ .

Sostituendo i valori numerici si ha quindi:

$$\begin{aligned} W_x &= [M_{max} / \sigma_{f,am}] \times [(\cos \alpha / r_{(h)}) + (c \operatorname{sen} \alpha / r_{(b)})] = \\ &= [372000 / 1000] \times [\cos 30^\circ / 0.93] + (1.3 \operatorname{sen} 30^\circ / 1) \\ &= 347.06 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Impiegando una sezione quadrata si ha:

$$\square h^3 = 347.06$$

$$h = \sqrt[3]{(347.06 \times 6)} = 12.77 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

Il listello avrà una sezione presunta di 16 x 16 cm.

Verifica a flessione deviata

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \pm (M \cos\alpha)/(r_{(h)} W_x) \pm (M \sin\alpha)/(r_{(b)} W_y) = \\ &= \pm (372000 \cos 30)/(0.93 \cdot 16^3) \pm (372000 \sin 30)/(16^3) = \\ &= \pm 507.44 \pm 272.46 = \\ &= \pm 779.91 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{f,am}\end{aligned}$$

L'elemento risulta essere verificato.

Verifica a taglio

$$\begin{aligned}T_{\max} &= 3T/2A \\ &= 3 \times 3720 / (2 \times 16^2) = \\ &= 21.80 \text{ N/cm}^2 < T_{r,am} = T_{am} t = 90 \times 1 = 90 \text{ N/cm}^2\end{aligned}$$

Verifica a deformazione

freccia ammissibile:

$$f_{am} = 1/200 l = 1/200 (400) = 2 \text{ cm}$$

freccia teorica

$$I = \frac{1}{12} h^3 = 347.06$$

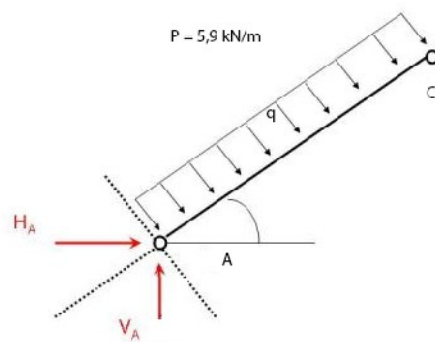
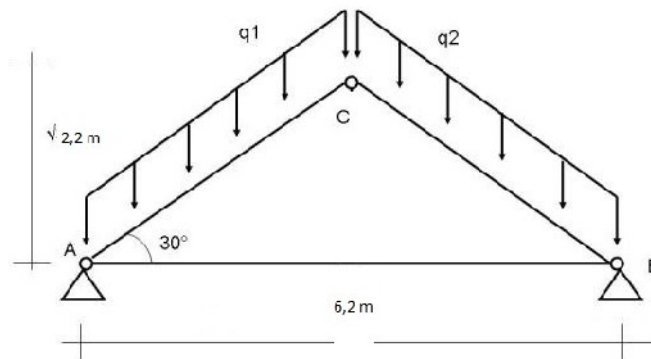
$$f = \frac{5}{384} ql^4/EI =$$

$$= \frac{5}{384} [(18,60 \times 400^4)/1000000 \times 347.06] =$$

$$= 17.86 < f_{am} = 2 \text{ cm}$$

### 6.1.3. CALCOLO DI UNA CAPRIATA

Ogni capriata si considera come una struttura reticolare e gli sforzi nelle aste vengono calcolati semplicemente con l'apertura dell'anello isostaico.



Calcolo Reazioni Vincolari:

$$P = 5,9 \text{ kN/m}$$

$$q1 = q2$$

$$q1 = P * ql = 5,9 * 3,6 = 21,24 \text{ kN/m}$$

$$H_A = 0$$

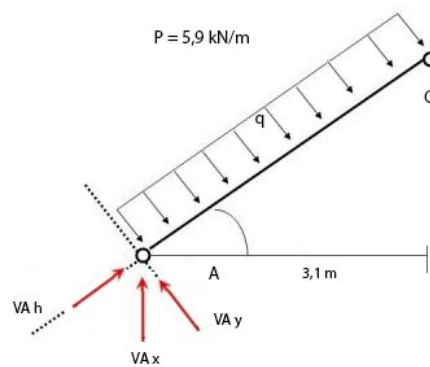
$$V_A + V_C = ql$$

$$\text{Mom A} = - ql/2 + V_C * l = 0$$

$$V_A = V_C = ql/2 = 21,24 * 3,1 / 2 = 32,9 \text{ kN}$$

$$V_A = V_C 32,9 \text{ kn}$$

Calcolo Azioni Interne:



$$q = 21,24 \text{ kN}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$q_x = q \sin \alpha$$

$$V_{Ax} = ql/2 * \sin \alpha = 21,24 * 3,1/2 * \sin \alpha = 32,9 * 1/2 = 16,45 \text{ kN} = V_{Ax}$$

$$q_y = q \cos \alpha$$

$$V_y = ql/2 \cdot \cos\alpha = 32,9 \cdot \cos\alpha = 27,9 \text{ kN}$$

Calcolo Azioni Assiali Interne:

$$N + ql/2 \cdot \sin\alpha - q \sin\alpha x = 0$$

$$N = q \sin\alpha (x - l/2)$$

$$N(x=0) = q \sin\alpha (0 - l/2) = 10,62 \cdot (-1,55) = -16,4 \text{ kN}$$

$$N(X = 3.1) = q \sin\alpha (3,1 - l/2) = 21,24 \cdot 1/2 (3,1 - 3,1/2) = 10,62 \cdot 1,55 = 16,4 \text{ kN}$$

Calcolo Azioni Tangenziali:

$$T = q \cos\alpha - ql/2 \cos\alpha$$

$$x=0 \quad T = 21,24 (\sqrt{3}/2 \cdot 0) - 27,9 = -27,9 \text{ kN}$$

$$x=3.1 \quad T = 21,24 (\sqrt{3}/2 \cdot 3,1) - 27,9 = 55,2 - 27,9 = 27,3 \text{ kN}$$

Calcolo Momento Flettente:

$$M + q \cos\alpha x^2$$



## 10. RELAZIONE IMPIANTI

### IL CONFORT TERMICO

Per poter dimensionare correttamente un impianto di climatizzazione è opportuno garantire il benessere termo igrometrico in un dato ambiente confinato.

L'esperienza ha dimostrato che un giudizio positivo sulla sensazione termica provata in un ambiente viene formulato da gran parte delle persone solo in corrispondenza di certi valori assunti da alcune grandezze fisico – tecniche.

Si può quindi assumere che in condizioni stazionarie la sensazione di benessere dipende da sei grandezze, quattro caratterizzanti le condizioni ambientali: temperatura dell'aria, temperatura media radiante delle superfici che delimitano l'ambiente, umidità relativa dell'aria, velocità dell'aria; e due caratterizzanti gli individui: attività fisica svolta e abbigliamento indossato.

In generale, la percezione del comfort corrisponderà ad una situazione di equilibrio termico con l'ambiente naturale quando cioè i meccanismi di controllo della temperatura umana non intervengono. In definitiva si evince come è opportuno prevedere gli scambi di energia termica e di vapore acqueo che si attuano tra il corpo umano e l'ambiente circostante.

### LA PSICROMETRIA

Per psicometria s'intende lo studio inerente alla determinazione delle proprietà di un sistema gas-vapore. Nel nostro caso studio, conoscere le caratteristiche ottimali della miscela aria-vapore per garantire la sensazione di benessere dell'utente, è un dato di fondamentale importanza.

Stabilire la temperatura e l'umidità da ottenere non è sufficiente, in quanto le condizioni ambientali dell'aria si discostano spesso da tali valori. Strumento necessario nel loro dimensionamento sono i diagrammi psicrometrici, come ad esempio quello *Ashrae* da noi utilizzato, che ci ha permesso, note le condizioni di partenza del fluido, di comprendere massimamente i dispendi in termini energetici delle trasformazioni richieste.

Dal diagramma psicrometrico si ricavano i dati necessari per poter determinare:

- carico termico invernale:

$$Q = G (h_2 - h_1)$$

$$G = 2200 / (0,890 \text{ m}^3/\text{kg} \times 3600 \text{ s}) = 0,686 \text{ kg/s}$$

$$h_1 = 1 \text{ kJ/kg} ; h_2 = 39 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{TOT} = 0,686 \text{ kg/s} (39 - 1 \text{ kJ/kg}) = 26,07 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_s = G c_p (T_2 - T_1)$$

$$C_p = 1000 \text{ J/kg K}$$

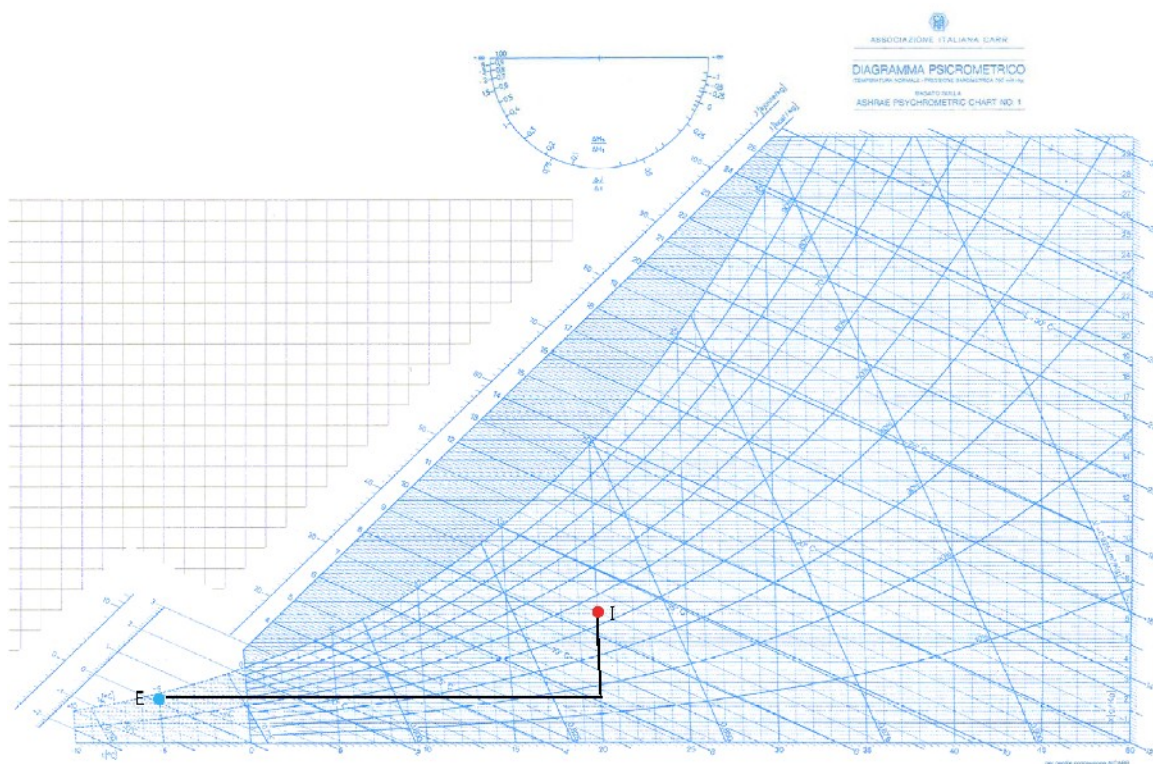
$$T_1 = -5^\circ\text{C} ; T_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$Q_S = 0,686 \text{ kg/s} \cdot 1 \text{ kJ/kg K} (20+5^\circ\text{C}) = 17,15 \text{ kJ/kg}$$

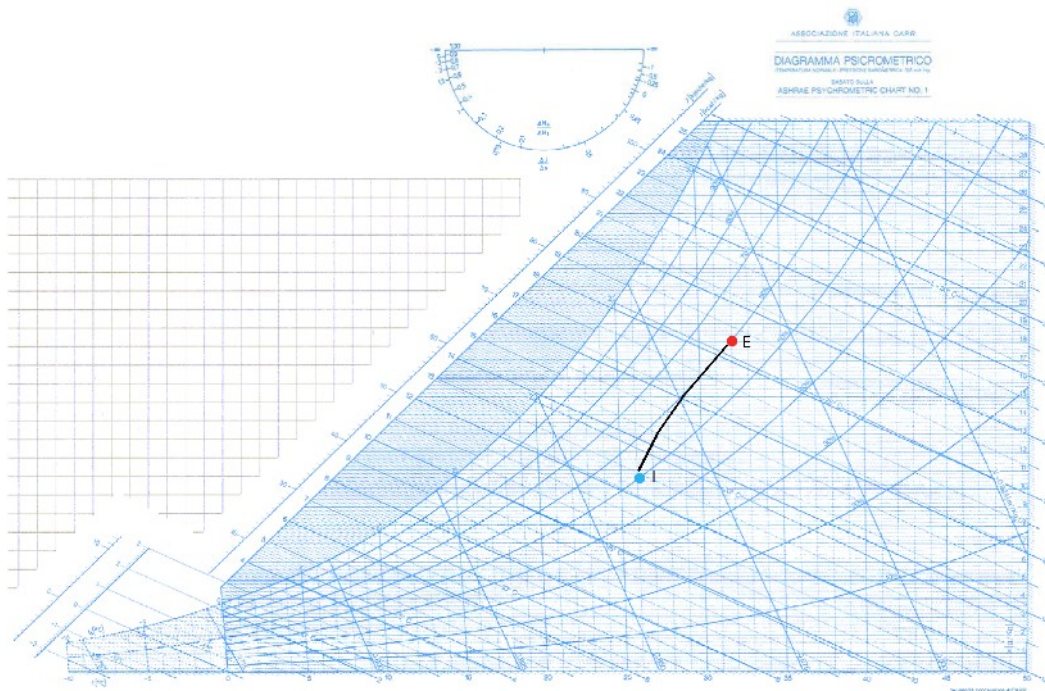
$$Q_L = Q_{TOT} - Q_S = 26,07 - 17,15 = 8,92 \text{ kJ/kg}$$

I carichi termici invernali dell'aria esterna sono pari a **8,92 W**.

## CASO INVERNALE



## CASO ESTIVO



Nei grafici soprastanti sono indicate le trasformazioni ideali dei singoli edifici analizzati cui è soggetta l'aria esterna per raggiungere le condizioni interne di progetto previste in estate. I dati sono ricavabili attraverso la differenza di entalpia tra l'aria in condizione E e quella in condizione Q, moltiplicata per la portata massica. Altro dato direttamente ricavabile dal diagramma psicrometrico è la portata di condensato che la trasformazione in oggetto comporta: la differenza di umidità assoluta tra le condizioni E e I, moltiplicata per la portata massica, indica, infatti, i grammi d'aria che dovranno essere smaltiti.

## FONTI RINNOVABILI

L'impianto fotovoltaico permette di trasformare l'energia solare in energia elettrica. L'impianto da noi utilizzato è quello del grid-connected ovvero pannelli collegati alla rete elettrica, in modo da rivenderla quanto non si consuma in loco, ma di poter utilizzare energia proveniente dalla rete in casi di picco di consumo.

L'allocazione dei pannelli è situata sopra la copertura della stazione ferroviaria, rispettando le regole di posizionamento a sud con una variazione massima di 30° per consentire il maggior immagazzinamento di radiazione solare.

Il modulo scelto per tutto l'intervento è in silicio policristallino di qualità superiore dell'azienda Schuco, con rendimento non inferiore all'80% della potenza nominale.

Parametri elettrici	Classi di potenza		
Specifiche elettriche in condizioni standard di prova (STC) <sup>1)</sup> :	MPE 245 PS 60 BA	MPE 250 PS 60 BA	MPE 255 PS 60 BA
Potenza nominale (P <sub>nom</sub> )	245 W <sub>p</sub>	250 W <sub>p</sub>	255 W <sub>p</sub>
Tolleranza di potenza (Δ P <sub>11%</sub> )	+5 %/-0 %	+5 %/-0 %	+5 %/-0 %
Potenza minima garantita (P <sub>min</sub> )	245 W <sub>p</sub>	250 W <sub>p</sub>	255 W <sub>p</sub>
Tensione nominale (U <sub>nom</sub> )	30,81 V	31,6 V	31,2 / V
Corrente nominale (I <sub>nom</sub> )	8,10 A	8,17 A	8,27 A
Tensione a vuoto (U <sub>oc</sub> )	37,2 V	37,38 V	37,56 V
Corrente di corto circuito (I <sub>sc</sub> )	8,64 A	8,69 A	8,76 A
Grado di efficienza delle celle	17 - 17,4 %	17,4 - 17,8 %	17,8 - 18,2 %
Grado di efficienza del modulo	15,21 %	15,52 %	15,83 %
Coefficiente di temperatura α (P <sub>nom</sub> )	-0,44 %/°C	-0,44 %/°C	-0,44 %/°C
Coefficiente di temperatura β (U <sub>oc</sub> )	+0,05 %/°C	+0,05 %/°C	+0,05 %/°C
Coefficiente di temperatura γ (U <sub>oc</sub> )	-0,36 %/°C	0,36 %/°C	-0,36 %/°C
Temperatura nominale operativa della cella (NOCT) <sup>2)</sup>	46 °C (± 2 °C)	46 °C (± 2 °C)	46 °C (± 2 °C)
Tensione massima ammessa dal sistema	1.000 V	1.000 V	1.000 V
Numero celle	60 (6 x 10)	60 (6 x 10)	60 (6 x 10)
Dimensioni celle	156 x 156 mm	156 x 156 mm	156 x 156 mm

<sup>1)</sup> Intensità dell'irraggiamento 1000 W/m<sup>2</sup>, Massa d'aria AM 1,5, Temperatura cella 25°C

I moduli FV presentano un decadimento dei valori elettrici poco dopo la messa in funzione che successivamente tende a stabilizzarsi

<sup>2)</sup> Intensità dell'irraggiamento 800 W/m<sup>2</sup>, Temperatura ambiente 20°C, Velocità vento 1 m/s

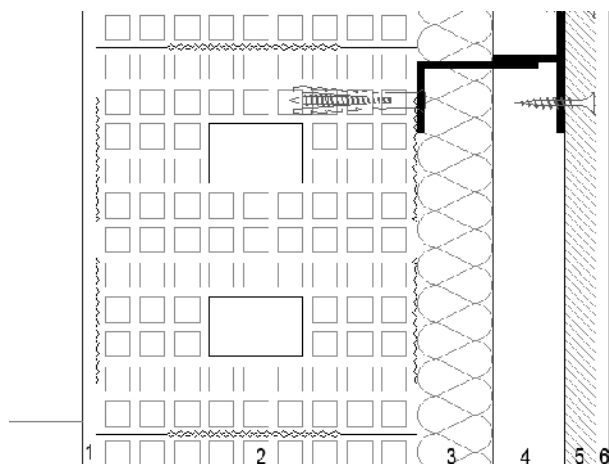
Parametri meccanici	Varie	Serie PS 60 BA	
Dimensioni esterne (B x H x S)	Peso unità d'imballa	40 kg	
Telaio in alluminio	Sistema di montaggio Schüco	MSE 210	
Vetro frontale	Staffe di bloccaggio DT-KH	Tipo 19	
Peso	N° art. Schüco MPE 245 PS 60 BA	274 412	274 448
Sistema di collegamento / sezione cavo solare	N° art. Schüco MPE 250 PS 60 BA	274 413	274 449
Lunghezza: cavo positivo / cavo negativo	N° art. Schüco MPE 255 PS 60 BA	274 414	274 450
	Unità di imballo	2 moduli	

## LE REGOLE DEL POLLICE

La regola del pollice è uno strumento utile al fine di un primo predimensionamento per molti aspetti legati all'impiantistica. Essa consente, anche per quei temi non approfonditi nello specifico, di avere un'idea di massima plausibile, che è necessario conoscere e considerare per non incorrere, nella fase successiva, in stravolgimenti considerevoli dell'ipotesi progettuale. Nel caso specifico l'applicazione ha riguardato in particolare la determinazione degli spazi architettonici, noti come vani tecnici, dove saranno alloggiati i macchinari. Si tratta di spazi di dimensioni non trascurabili, di difficile o impossibile localizzazione in fase esecutiva qualora si sia trascurato completamente la questione durante la progettazione preliminare. Anche la tematica del consumo energetico dell'edificio ne ha beneficiato: infatti anche per la costruzione analizzata nel dettaglio, un primo parametro d'ingresso è stato ricavato dall'utilizzo dei valori di massima.

## CERTIFICAZIONE ENERGETICA

La sfida del domani per noi progettisti sarà quella di costruire architetture magnifiche ma allo stesso momento anche sostenibili. La creatività deve rapportarsi con la fattibilità realizzativa, e non correre con non curanza sul progetto chiudendo gli occhi di fronte ad aspetti concreti cui oggi si è chiamato a rispondere. L'energia, più che mai, ha un costo ben determinato; le fonti che hanno spinto il *boom* dei consumi negli ultimi cento anni sono nella stragrande maggioranza di natura non rinnovabile e già in buona parte utilizzabile. Sebbene si stia cercando di ricorrere a fonti pulite, come il sole, il vento, l'acqua, ecc, l'aspetto che maggiormente può incidere a livello globale è sicuramente il contenimento dei consumi dell'involucro edilizio. Il controllo della qualità progettuale in questi termini avviene mediante la certificazione energetica, ovvero la verifica del fabbisogno pre-dimensionato. La Regione Lombardia ha predisposto l'obbligatorietà di certificare tutte le nuove costruzioni che si andranno a realizzare sul proprio territorio e ha messo a disposizione il *software* CENED, di ottenere due indicatori relativi al consumo energetico di ciascun edificio: il primo relativo al caso invernale; il secondo, invece, riguarda il fabbisogno di energia nel caso estivo. L'attestato di certificazione energetica deve essere messo a disposizione in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio e in esso devono essere riportati "dati di riferimento che consentono ai consumatori di valutare e raffrontare il rendimento energetico dell'edificio" e "raccomandazioni per il miglioramento del rendimento energetico in termini di costi-benefici". Nel progetto si studia in particolare la zona delle classi dove gli alunni passano la maggior parte del loro tempo, la loro seconda "casa".



### CALCOLO TRASMITTANZA PARETE VERTICALE OPACA – AULE ALLUNNI.

	MATERIALE	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	Resistenza* [m <sup>2</sup> K/W]	Trasmittanza** [W/m <sup>2</sup> K]
	Adduttanza interna			0,13	

La città nel verde: Progetto per Treviglio  
La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio

1	Intonaco di calce e gesso	0,01	14,00	0,014	70,00
2	Poroton P. 800 250.300.180	0,25	18,00	0,751	1,331
3	Isolante in Lana di Roccia	0,06	0,55	0,667	1,500
4	Intercapedine Aria in quiete a 293 K	0,052	0,01	2	0,500
5	Acquapanel OUTDOOR	0,018	9,00	0,086	11,627
6	Intonaco di calce e gesso	0,01	14,00	0,014	70,00
	Adduttanza esterna			0,04	
	Elemento Opaco Verticale 1	0,400	497,552	4,535	0,221

Resistenza  $R = 1/k$

\*\* Trasmittanza  $K = \square/s$

**spessore totale della parete = 0.400 m**

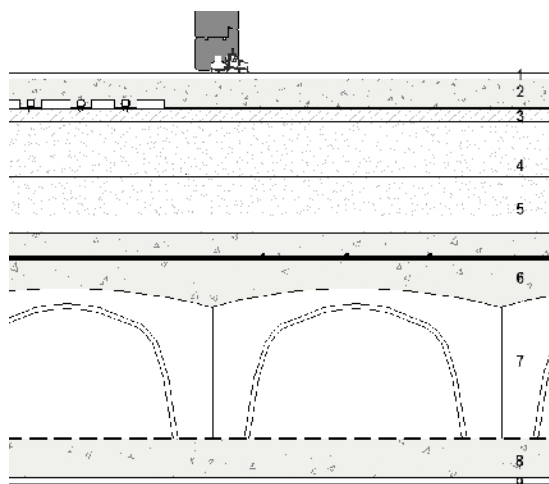
**RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 4,535 (m<sup>2</sup>\*°K)/W**

**TRASMITTANZA DELLA PARETE VERTICALE 1 = 0,221 W/(m<sup>2</sup>\*°K)**

**(Legge finanziaria 2008, valori applicabili dal 1° Gennaio 2010)**

**Per la zona climatica E, nel caso di parete opaca verticale  $K_{rif} = 0.28$  W/(m<sup>2</sup>\*°K)**

### CALCOLO TRASMITTANZA SOLAIO CONTROTERRA – AULE ALLUNNI



	MATERIALE	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	Resistenza* [m <sup>2</sup> K/W]	Trasmittanza** [W/m <sup>2</sup> K]
	Adduttanza interna			0,010	
1	Gress Porcellanato	0,003	23,00	0,18	
2	Massetto Autolivellante KNAUFF – FE 25	0,06	20,00	0,182	
3	Pannello XPS in polistirene espanso	0,06	1,20	1,070	
4	Massetto alleggerito in argilla	0,10	126,00	0,412	
5	Pannello XPS in polistirene espanso	0,10	2,10	2,593	
6	Membrana freno a vapore	0,002	1,52	0,0107	
7	Cemento Armato	0,100	16,00	0,2105	
8	Superficie sottoterreno				
	Elemento Opaco Verticale 1	0,400	497,552	4,535	0,221

**spessore totale della parete = 0.405 m**

**TRASMITTANZA DELLA PARETE OPACA ORIZZONTALE SOLAIO CONTROTERRA =  
0,221 W/(m<sup>2</sup>\*°K)**

**RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 4,535 (m<sup>2</sup>\*°K)/W  
(Legge finanziaria 2008, valori applicabili dal 1° Gennaio 2010)  
Per la zona climatica E, nel caso di parete opaca verticale Krif = 0.28 W/(m<sup>2</sup>\*°K)**

### **CALCOLO TRASMITTANZA SOLAIO COPERTURA – AULE ALLUNNI**

spessore totale della parete = 0.394 m

**TRASMITTANZA DELLA PARETE OPACA ORIZZONTALE SOLAIO COPERTURA =  
0,282 W/(m<sup>2</sup>\*°K)**

**(Legge finanziaria 2008, valori applicabili dal 1° Gennaio 2010)  
Per la zona climatica E, nel caso di parete opaca verticale Krif = 0.28 W/(m<sup>2</sup>\*°K)**

### **APERTURE FINESTRATE**

I valori sono calcolati con il software CLAREDOT, programma per il calcolo del valore U dei sistemi in legno.

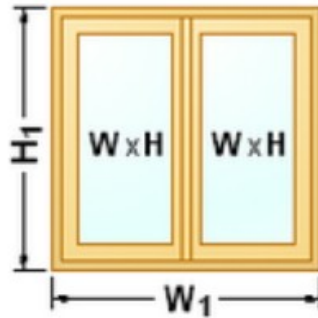
### **SERRAMENTO IN LEGNO 1**

Triplo vetro con camere d'aria per tutte le aperture finestrate della scuola materna.



**Parametri del telaio.**

Selezione materiale  ▾  
Trasmittanza termica specifica  W/m<sup>2</sup>K  
Dimensioni esterne del telaio  W<sub>1</sub> (m)  H<sub>1</sub> (m)



**Parametri pannelli ciechi o vetri.**

Selezione tipo di pannello  ▾  
Trasmittanza termica specifica  W/m<sup>2</sup>K  W/m K  
Dimensioni del pannello  W (m)  H (m)  
Quantità di pannelli uguali  n.

**Parametri per il calcolo delle dispersioni.**

**Temperatura esterna:**

°C

**Temperatura interna:**

°C

Spessore Totalmente = 3 cm  
Spessore vetro 0.4 cm x 3 – Spessore camera d'aria 0.9 cm x 2.

Area totale dell' infisso 2.475 mq

Area telaio dell'infisso 1.122 mq

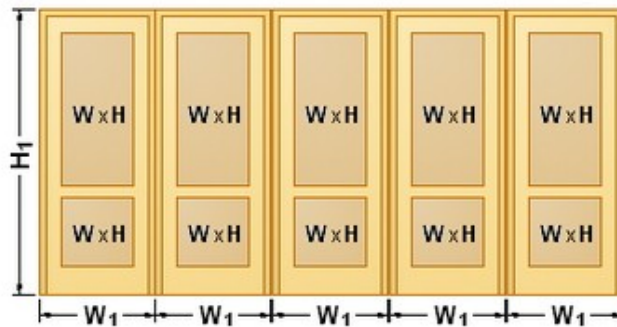
Area totale definita come pannello 1.353 mq

**TRASMITTANZA TERMICA DELL'INFISSO 1.38 W/m<sup>2</sup>K**

## SERRAMENTO IN LEGNO 2

### Parametri del telaio.

Selezione materiale	<input type="text" value="Legno duro (es. rovere) sp.70 mm"/>
Trasmittanza termica specifica	<input type="text" value="1.8"/> W/m <sup>2</sup> K
Dimensioni esterne del telaio	<input type="text" value="5.65"/> W <sub>1</sub> (m) <input type="text" value="3"/> H <sub>1</sub> (m)



### Parametri pannelli ciechi o vetri.

Selezione tipo di pannello	<input type="text" value="3 vetri bassa emiss. 4-9-4-9-4 (argo)"/>
Trasmittanza termica specifica	<input type="text" value="0.9"/> W/m <sup>2</sup> K <input type="text" value="0.05"/> W/m K
Dimensioni del pannello	<input type="text" value="0.9"/> W (m) <input type="text" value="0.9"/> H (m)
Quantità di pannelli uguali	<input type="text" value="5"/> n.

Selezione tipo di pannello	<input type="text" value="3 vetri bassa emiss. 4-9-4-9-4 (argo)"/>
Trasmittanza termica specifica	<input type="text" value="0.9"/> W/m <sup>2</sup> K <input type="text" value="0.05"/> W/m K
Dimensioni del pannello	<input type="text" value="0.9"/> W (m) <input type="text" value="1.8"/> H (m)
Quantità di pannelli uguali	<input type="text" value="5"/> n.

### Parametri per il calcolo delle dispersioni.

#### Temperatura esterna:

°C

#### Temperatura interna:

°C

Area totale dell' infisso 16,95 mq

Area telaio dell'infisso 4,8 mq

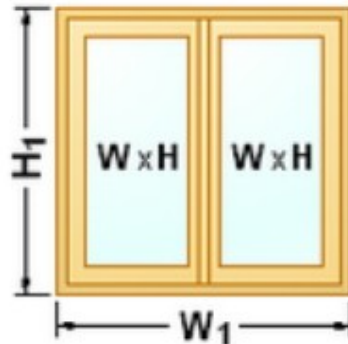
Area totale definita come pannello 12.15 mq

**TRASMITTANZA TERMICA DELL'INFISSO 1.18 W/m<sup>2</sup>K**

### SERRAMENTO IN LEGNO 3

#### Parametri del telaio.

Selezione materiale	Legno duro (es.rovere) sp.70 mm ▾		
Trasmittanza termica specifica	1.8	W/m <sup>2</sup> K	
Dimensioni esterne del telaio	1.8	W <sub>1</sub> (m) 1.5	H <sub>1</sub> (m)



#### Parametri pannelli ciechi o vetri.

Selezione tipo di pannello	3 vetri bassa emiss. 4-9-4-9-4 (argo ▾)			
Trasmittanza termica specifica	0.9	W/m <sup>2</sup> K	0.05	W/m K
Dimensioni del pannello	0.7	W (m)	1.23	H (m)
Quantità di pannelli uguali	2	n.		

#### Parametri per il calcolo delle dispersioni.

##### Temperatura esterna:



##### Temperatura interna:



Area totale dell' infisso 2,7 mq

Area telaio dell'infisso 0,978 mq

Area totale definita come pannello 1,722 mq

**TRASMITTANZA TERMICA DELL'INFISSO 1.30 W/m<sup>2</sup>K**

## IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

In ottica di risparmio energetico, e per rispettare tutte le normative vigenti, la scuola materna deve essere dotata di impianto fotovoltaico per produrre, almeno una parte di energia elettrica consumata, con energia rinnovabile. Per dimensionare la quantità di pannelli fotovoltaici necessari, non avendo trovato parametri per un edificio di questo tipo, si è provveduto a fare una proporzione di quanti kW deve produrre l'impianto per sottostare alla normativa vigente. Sapendo che è necessario installare 1kW per ogni unità abitativa, considerando l'unità minima di circa  $70 \text{ m}^2$ , si ha:

$$1 \text{ kW} : 70 \text{ m}^2 = X : 483 \text{ m}^2$$

da cui si ricava:  $X = 7 \text{ kW}$ .

Si deduce che l'impianto fotovoltaico per la scuola materna deve produrre una potenza pari a 7 kW. Dovendo raggiungere suddetta potenza, si procede con il calcolo dei numeri di pannelli che devo installare, sapendo che un pannello in silicio policristallino produce una potenza di picco pari a 245 Wp.

$$7000 \text{ W} : 245 \text{ W} = 29 \text{ pannelli};$$

Avendo a disposizione la superficie dell'intera copertura mercato coperto, si è optato di posizionare i pannelli dell'intero impianto in quella posizione.

L'ingombro in copertura dei pannelli in silicio policristallino è quindi:

$$A_{\text{modulo}} = 1,64 \times 0,98 = 1,60 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{fotovoltaico}} = 29 \times 1,60 = 46,4 \text{ m}^2$$

Avendo una copertura piana, i pannelli saranno disposti a file parallele tra loro, avendo cura di lasciare la distanza giusta tra una fila e l'altra per evitare l'ombreggiamento reciproco delle celle.

Dotando l'edificio di impianto fotovoltaico, è interessante capire quanto della potenza elettrica richiesta sia coperta da energia rinnovabile per verificare se abbiamo rispettato la normativa vigente. Inoltre in ottica di rientro dell'investimento, capire se si produce energia in eccesso per poi determinare quanto si guadagna dalla vendita dell'energia prodotta in ottica di contenimento delle spese di gestione dell'immobile.

## CERTIFICAZIONE ENERGETICA

L'attestato di certificazione energetica deve essere messo a disposizione in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio e in esso devono essere riportati "dati di riferimento che consentono ai consumatori di valutare e raffrontare il rendimento energetico dell'edificio" e "raccomandazioni per il miglioramento del rendimento energetico in termini di costi-benefici".

La certificazione energetica degli edifici di nuova costruzione, oltre ad essere uno strumento utile al progettista per comprendere la bontà della sua proposta progettuale, in relazione alla tematica sempre più cogente del risparmio energetico, è anche una pratica resa ormai necessaria alla normativa, la quale, con la creazione del catasto energetico, si propone un controllo generale sugli standard energetici del nuovo patrimonio edilizio. Lo strumento deputato alla certificazione è il software CENED+, programma che implementa gli algoritmi contenuti nel Decreto Direttore Generale 11 Giugno 2009, n°5796. Tale metodologia di calcolo assume come principali riferimenti le norme UNI/TS 11300-1-2-4 e le normative riportate al punto E.5 del D.D.G. n°5796.

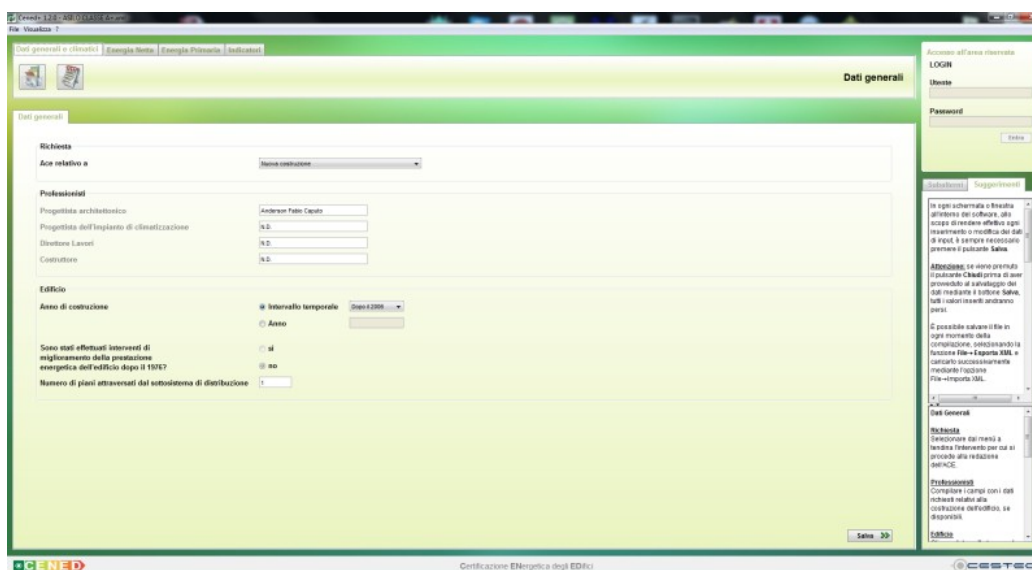
La concezione del software CENED+ prevede una stretta integrazione con il sistema del Catasto Energetico. I due sistemi, infatti, sono stati progettati per dialogare tra loro e mantenere un proficuo interscambio aggiornato di dati ed informazioni, mediante processi di download e di upload.

Qui di seguito sono riportati in sintesi i passaggi fondamentali che permettono la compilazione completa del programma.

## DATI GENERALI E CLIMATICI

Questa prima sezione introduttiva consta due parti: **dati catasto energetico**, dove il compilatore deve inserire le informazioni necessarie alla catalogazione successiva della pratica in oggetto, e una seconda schermata, **dati generali**, dove si forniscono le prime indicazioni in merito all'edificio, specificando la motivazione della certificazione, l'anno di realizzazione e il numero di piani climatizzati.

## La città nel verde: Progetto per Treviglio La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio



Successivamente all'inserimento dei dati sopra riportati, vi è da effettuare **l'impostazione dei metodi di calcolo**, unico dato non più modificabile dal programma per la certificazione in corso. Nel caso specifico, trattandosi di un edificio di nuova costruzione, il calcolo dei ponti termici, del fattore correttivo e della capacità termica areica è impostato sulla modalità puntuale, come previsto dalla normativa.

## ENERGIA NETTA

La seconda sezione del programma è quella che si occupa **dell'energia netta**, in sintesi delle dispersioni dell'involucro edilizio. In prima battuta vengono richieste informazioni sulle caratteristiche dimensionali dell'immobile, la capacità termica areica e l'area totale calcolata secondo l'allegato D, e quelli relativi alla ventilazione meccanica. Si dovranno poi modellare le caratteristiche di tutti gli elementi disperdenti dell'involucro, da dividere in **elementi di chiusura opaca** (pareti) ed **elementi trasparenti** (aperture finestrate). Gli elementi inseriti sono quelli calcolati dal progettista, e che si trovano in allegato a questa relazione. I dati richiesti per elementi opachi, per questo caso specifico, sono la trasmittanza termica della struttura, lo spessore della stessa ed, infine, la sua resistenza al vapore, a cui si deve aggiungere la gradazione cromatura esterna. Per gli elementi trasparenti, le cui caratteristiche vengono in questo caso inserite manualmente dal progettista in quanto calcolati in questa relazione, il programma richiede la trasmittanza termica della struttura nel complesso, quella specifica del serramento e la superficie.

Dati generali e climatici | Energia Netta | Energia Primaria | Indicatori

Dati zona termica | Carichi interni Ventilazione

Dati subalterno

C'è congruenza tra la destinazione d'uso catastale e lo stato di fatto?  si  no  Pubblico o ad uso pubblico

Destinazione d'uso: E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili

Altezza netta media dei locali: 3 [m]

Tipo di struttura

Intonaco: gesso Isolamento: assente/esterno Capacità termica areica: 125.0 [kJ/m²K]

Parete esterna: medie/blocchi Pavimento: piastrele Area totale: 1712 [m²]

Ambienti riscaldati

Superficie utile (A): 483 [m²]  
Superficie lorda (A<sub>L</sub>): 550 [m²]  
Volume netto (V): 1449 [m³]  
Volume lordo (V<sub>L</sub>): 2200 [m³]

Ambienti raffrescati

Superficie utile (A): [m²]  
Superficie lorda (A<sub>L</sub>): [m²]  
Volume netto (V): [m³]  
Volume lordo (V<sub>L</sub>): [m³]

Un'ulteriore sottosezione è interamente dedicata agli elementi disperdenti (schermata **superfici dell'involucro**), dove il programma richiede la contestualizzazione degli elementi disperdenti, indicando per ognuno di essi l'esposizione, la superficie e l'area. Qualora il medesimo pacchetto murario o serramento si trovi all'interno dell'edificio con variazioni dei dati sopra richiesti, l'elemento andrà inserito nuovamente.

Nella sottotendina di compilazione si può evidenziare l'eventuale presenza di elementi oscuranti o di aggetti che ombreggiano totalmente o parzialmente l'elemento. Per le superfici finestrate, oltre alle possibili condizioni di ombreggiamento, andranno indicati lo spessore dell'intercapedine d'aria presente tra i vetri (nel caso di doppio vetro nel progetto), lo spessore della lastra e la sua emissività, valore quest'ultimo ricavabile dalle schede tecniche fornito dal costruttore.





The screenshot shows the 'Cened+ 1.2.0 - ASILO CLASSE A+.xml' window. The interface includes tabs for 'Dati generali e climatici', 'Energia Netta', 'Energia Primaria', and 'Indicatori'. Below these are icons for a house, a window, a water drop, a radiator, and a lightbulb. The main area is titled 'Elementi disperdenti' and contains a table with the following data:

N°	Tipo struttura	Cod.	U [W/m²K]	Descrizione elemento
1	Parete Esterna	SST1	0.247	Parete esterna
2	Pavimento verso l'esterno	SST2	0.220	Solaio controterra
3	Pavimento verso l'esterno	SST3	0.282	Solaio di copertura
4	Serramento vetrato		1.380	Finestra 165x150
5	Serramento vetrato		1.490	Finestra 180x150
6	Serramento vetrato		1.180	Finestra 565x300

Il sottomodulo relativo all'**umidità** è costituito dalla sezione **vapore d'acqua** e riguarda l'entalpia del vapore d'acqua prodotto o immesso nella zona oggetto di certificazione; è da compilarsi solo nel caso di presenza di sistemi di controllo dell'umidità. Il modulo **ACS** consente di calcolare il fabbisogno termico per la produzione di acqua calda sanitaria.

## ENERGIA PRIMARIA

Questa macrosezione si occupa della gestione dei diversi tipi di impianto che servono l'edificio.

L'inserimento di dati relativi segue la logica di funzionamento dell'impianto: dall'elemento centrale che produce energia si scende di scala a fornire le caratteristiche degli elementi sussidiari.

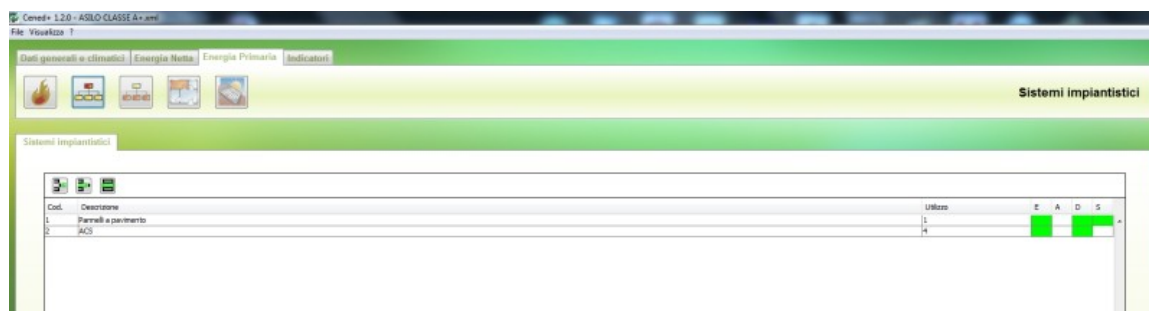
Proprio in coerenza con quanto appena detto, i primi dati da fornire in input sono quelli relativi alla **centrale termica**. Nel nostro caso specifico, l'impianto è dotato di una rete di teleriscaldamento che ha diramazione anche nell'intorno del progetto; si prevede di allacciarci direttamente alla stessa. Scelto il tipo di centrale, va indicato se la stessa verrà impiegata anche per la produzione di ACS. Nella sezione **sistemi impiantistici** presenta una schermata di riepilogo in cui vengono elencati tutti i sistemi impiantistici inseriti con le relative principali caratteristiche. Il programma richiede coerenza tra sistema impiantistico e centrale termica di appartenenza.

**Ramificazione del sistema impiantistico** è rivolto alle caratteristiche delle diramazioni secondarie dell'impianto, che dalla centrale portano il fluido all'alloggio e ai sistemi in esso presenti per la cessione del calore.

Il sottosistema di emissione scelto per il progetto è quello dei pannelli radianti a pavimento. Molti parametri sono forniti direttamente dal programma senza necessità di

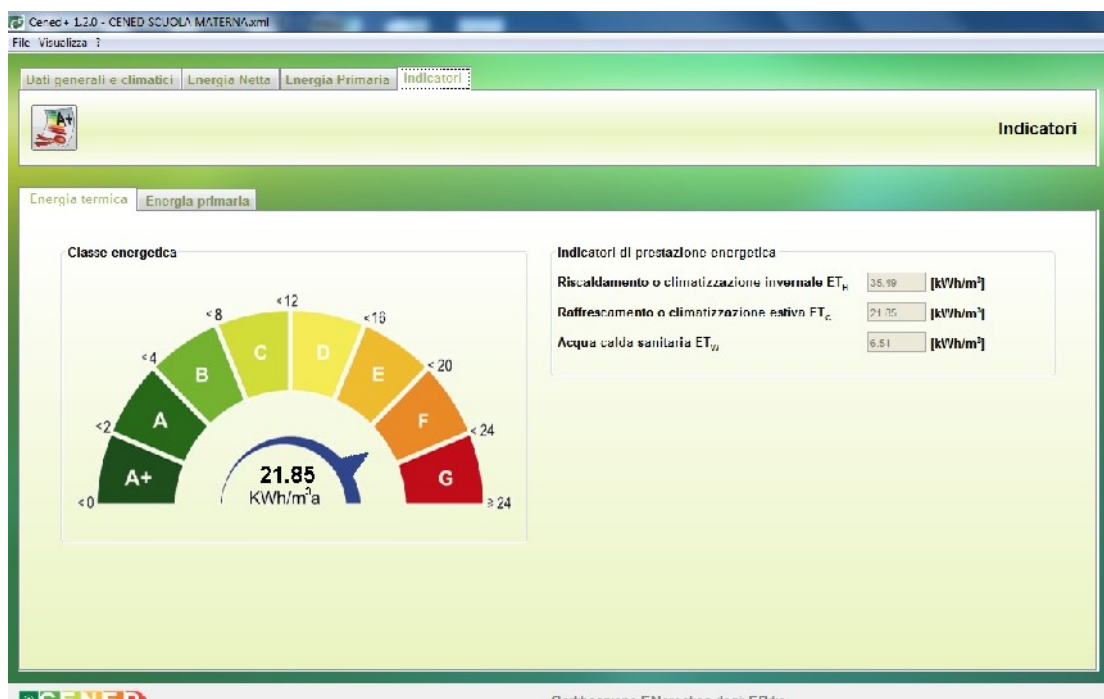
reperirli da scheda tecnica. Sulla base della data di realizzazione dell'impianto, il programma applicherà infatti i valori di dispersione consentiti dalla normativa al momento della realizzazione.

**Associazione zona termica** permette, concluso l'iter di descrizione degli impianti per la produzione di energia termica, di associare ad ogni zona dell'edificio (subalterno) le tipologie di impianto tra quelle inserite. Infatti, non tutta la superficie può avere analoghi standard.



**Solare termico e solare fotovoltaico** sono le due tendine volte ad un quadro di sintesi della presenza di fonti rinnovabili che possano coadiuvare la produzione di energia per il fabbisogno dell'involucro. Per il solare termico la normativa prevede che la produzione del 50% del fabbisogno giornaliero di ACS avvenga con l'impiego di fonti rinnovabili. Essendo gli edifici allacciati alla rete geotermica, la normativa stabilisce che non sono obbligatori in quanto tutto il riscaldamento è prodotto da energia rinnovabile. Pertanto si è deciso di adottare i pannelli fotovoltaici che producono corrente elettrica che viene usata direttamente per l'edificio e la parte in eccesso è vendibile sulla base di quanto previsto dal Conto Energia.

## La città nel verde: Progetto per Treviglio La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio



I due indicatori sopra riportati, il primo relativo all'energia primaria, per il quale è richiesta, nel caso di nuova costruzione, l'indicatore in classe A, mentre il secondo, che elabora i dati relativi all'energia termica, è attualmente ritenuto accettabile fino alla classe C, che equivale al non superamento dei 30 kWh/m² secondo quanto previsto dal D.P.R. 59/09.

La città nel verde: Progetto per Treviglio  
La Scuola Materna: Caputo Anderson Fabio