

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Sommario

01. PREFAZIONE	6
02. INQUADRAMENTO	6
03. LA STORIA	10
03.01. EVOLUZIONE STORICA	10
03.02. LA CITTÀ PREROMANA E ROMANA	10
03.03. LA CITTÀ MEDIOEVALE	11
03.04. DAL RINASCIMENTO ALL'OTTOCENTO	12
03.05. FINE OTTOCENTO E INIZIO NOVECENTO	14
04. L'ANALISI URBANA	17
05. RILIEVO FOTOGRAFICO DELLO STATO DI FATTO	24
06. DEFINIZIONE DEI CARATTERI DELL'INSEDIAMENTO	27
06.01. IPOTESI 1	31
06.02. IPOTESI 2	32
06.03. PRINCIPI DELL'IMPIANTO URBANO	32
07. PARCO E CITTÀ	35
07.01. PREMESSA	35
07.02. LA VIABILITÀ	36
07.03. PRINCIPIO DI INSEDIAMENTO BIOCLIMATICO	37
07.04. CONTROLLO QUALITÀ AMBIENTALE	38
07.05. IL SISTEMA DEL VERDE	50
07.06. LA RESIDENZA	52
07.07. I SERVIZI COLLETTIVI	52
08. LA COMPOSIZIONE	55
08.01. LA RESIDENZA	55
- LA RESIDENZA IN LINEA	55
08.02. I SERVIZI	56
- LA RESIDENZA UNIVERSITARIA	56
- LA CANOTTIERI	57
- LA SCUOLA MATERNA	58
- LA BIBLIOTECA	59
- LA SALA CIVICA	60
- L'ASILO NIDO	61

09. LA COSTRUZIONE	62
09.01. ANALISI DELLO STUDIO DELLA LUCE SOLARE MEDIANTE IL SOFTWARE ECOTECT	65
- DIAGRAMMA DEL PERCORSO SOLARE_SUNPATH	65
- DIAGRAMMA DELLE OMBRE_SHADOWRANGE	66
- LUCE DIURNA_DAYLIGHT FACTOR	67
- ANALISI PROIEZIONE OMBRE NELLA CORTE_EQUIDISTANT PROJECTION	68
09.02 PEDAGOGIA ATTRAVERSO L'USO DEL COLORE, DELLE FORME E DEI MATERIALI	69
- IL "METODO" DI BRUNO MUNARI	69
- ESPRESSIVITÀ DELLE FORME: IL CERCHIO, IL QUADRATO E IL TRIANGOLO	69
- COMUNICAZIONE VISIVA: I COLORI	72
- LA CONOSCENZA PLURISENSORIALE: I MATERIALI	73
10. IL COMPORTAMENTO STRUTTURALE	75
- VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	75
- AZIONI SULLE COSTRUZIONI	76
- AZIONE SISMICA	78
- AZIONE DEL VENTO	80
- AZIONE DELLA NEVE	80
- AZIONI PERMANENTI	81
- CARICHI VARIABILI	81
- AREE DI CARICO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	81
10.01. LA STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO	82
- SCELTE COMPOSITIVE E STRUTTURALI	82
- PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	82
- AZIONI SULLE COSTRUZIONI	83
- CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE	83
- CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO	84
10.02 DIMENSIONAMENTO DEL SOLAIO C.A.P O PREDALLES	86
10.03 DIMENSIONAMENTO DEI SETTI MURARI PRESENTI NELLA STRUTTURA	120
11. LE DOTAZIONI IMPIANTISTICHE	121
- INTRODUZIONE GENERALE	122
- LE CENTRALI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA	122
- IL RISCALDAMENTO E LA CLIMATIZZAZIONE	124
- IL CONFORT TERMICO	125
- LE FONTI RINNOVABILI	125
- LA REGOLA DEL POLLICE	126
- LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA	127
11.01. TABELLA GENERALE DI QUARTIERE	129

11.02. LA SCUOLA MATERNA (ASILO)	129
- CONDIZIONI TERMO IGROMETRICHE	131
- ABACO E CALCOLO TRASMITTANZE DEI SINGOLI PACCHETTI DI PARETE VERTICALI OPACHE	133
- ABACO E CALCOLO TRASMITTANZE DELLE SINGOLE APERTURE FINESTRATE VERT. E ORIZ.	134
- ABACO E CALCOLO TRASMITTANZE SOLAI DI COPERTURA	136
- PIANTE AL 100 CON CLASSIFICAZIONE DEI DIVERSI TIPI DI PARETI , SOLAI E FINESTRE	138
- DIAGRAMMA DI GLASER DEI SINGOLI PACCHETTI IN GENNAIO E LUGLIO	141
- CALCOLO DELLA POTENZA DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI E PER VENTILAZIONE	144
- DIMENSIONAMENTO IMPIANTO PANNELLI RADIANTI	146
- DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO	150
- DIMENSIONAMENTO SCARICO IMPIANTO IDRICO	152
- IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO	154
- CERTIFICAZIONE ENERGETICA	156

12. BIBLIOGRAFIA **160**

12.01. LA STORIA	160
12.02. L'ANALISI URBANA	160
12.03. LA COMPOSIZIONE	160
12.04. LA COSTRUZIONE	160
12.05. IL COMPORTAMENTO STRUTTURALE	160
12.06. LE DOTAZIONI IMPIANTISTICHE	160

13. RIDUZIONE DELLE TAVOLE **161**

TAVOLA 01.	L'ANALISI URBANA: STATO DI FATTO (1:5000)
TAVOLA 02.	L'ANALISI URBANA: IL PROGETTO (1:5000)
TAVOLA 03.	IL PLANIVOLUMETRICO (1:1000)
TAVOLA 04.	L'INSEDIAMENTO URBANO (1:500)
TAVOLA 05.	LA QUALITA' AMBIENTALE
TAVOLA 06.	L'ISOLATO (1:200)
TAVOLA 07.	L'ISOLATO (1:200)
TAVOLA 08.	LA SCUOLA MATERNA: LA COMPOSIZIONE (1:100)
TAVOLA 09.	LA SCUOLA MATERNA: LA COMPOSIZIONE (1:100)
TAVOLA 10.	LA SCUOLA MATERNA: LA COSTRUZIONE (1:20)
TAVOLA 11.	LA SCUOLA MATERNA: IL COMPORTAMENTO STRUTTURALE (1:100)
TAVOLA 12.	LA SCUOLA MATERNA: LE DOTAZIONI IMPIANTISTICHE

01. PREFERAZIONE

Il progetto per Bisentrato, frazione di Pozzuolo Martesana, consiste nella riqualificazione della Cava di Sabbia della società Rocca, in quanto, cessata l'attività estrattiva in tale ambito, si è venuta a creare un'area libera adiacente al centro storico e in prossimità del nuovo lago artificiale. Il suolo occupato dall'attività produttiva è stato dismesso, lasciando libero uno spazio che necessita di riqualificazione. Da qui l'opportunità di creare un nuovo insediamento sfruttando il bacino idrico, risultato dell'attività estrattiva sul territorio, che ha cambiato profondamente le potenzialità della piccola frazione. Si è quindi cercato di studiare le relazioni che il nuovo insediamento deve avere con il paese sovrastante e con l'intero hinterland milanese, data la vicina stazione del passante ferroviario. La prima funzione che ci siamo accorti mancare a livello sovralocale è un circolo di canottaggio che permettesse di ospitare gare a livello nazionale. La possibilità di raggiungere Milano e le sue università in pochi minuti (20 minuti circa da Città Studi) ci ha permesso di realizzare una torre universitaria. La volontà di ridare vita al centro storico di Bisentrato è stata affiancata dalla realizzazione di nuove residenze in stretto contatto con il verde e con il lago. Il solo sviluppo residenziale e di servizi a livello sovralocale non basta per creare un nuovo insediamento, quindi abbiamo dovuto valutare quali servizi potessero dare una migliore qualità al luogo. Dato il numero di 1200 abitanti circa, si è deciso di dotare l'intervento di: una biblioteca / mediateca che avesse oltre alla funzione culturale, anche un ruolo di raggruppamento sociale; una sala civica per ospitare mostre e conferenze, oltre che punto di aggregazione; un asilo nido e una scuola per l'infanzia per l'educazione e come servizio utile per le famiglie che andranno a stabilirsi; la riqualificazione di un vecchio fienile in laboratori creativi a disposizione degli abitanti e la conversione di una vecchia cascina come albergo, che potesse contenere le persone che graviteranno temporaneamente attorno al circolo sportivo.

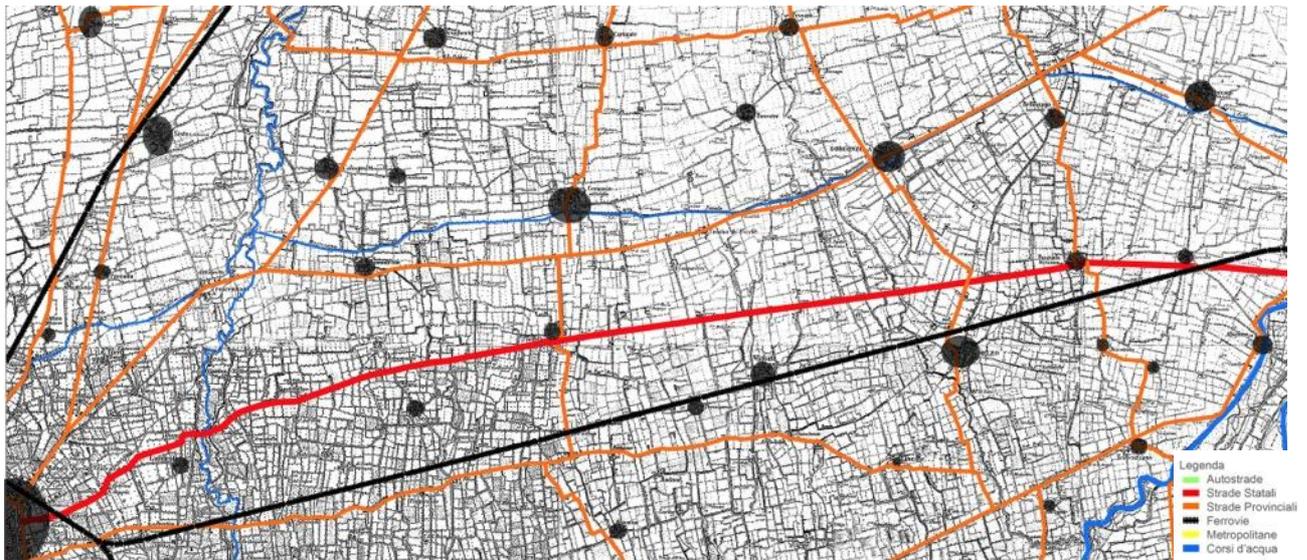
02. INQUADRAMENTO

"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."

Vittorio Gregotti

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 dare una conformazione del tracciato ordinatore. Una prima interpretazione del campo, supportato dallo studio delle diverse configurazioni spaziali, ci hanno permesso di capire il rapporto dialettico tra preesistenza e successive trasformazioni. L'evocazione di un'origine, di una traccia fondativa, comune sia alla città che alla campagna, è particolarmente interessante per l'evoluzione del progetto, alla ricerca di un elemento capace di corrispondere alle regole insediative di entrambe. Di seguito vengono fornite in modo sintetico e schematico le informazioni sul territorio, sia dal punto di vista morfologico, demografico e socio-economico per permettere di individuare la complessità dei rapporti che intercorrono tra le infrastrutture, il tessuto urbano, i corsi d'acqua e il rapporto tra costruito e campagna. Le fonti su cui sono state ricercate queste relazioni, sono le carte storiche del territorio, strumento utile per capire la complessità dell'ambito in cui si sta operando e come queste relazioni si sono evolute nel tempo, come hanno determinato la crescita e l'abbandono di alcuni centri.

A conclusione quindi di questo studio sulle trasformazioni che l'assetto territoriale ha subito nel corso del tempo, si può confermare la validità del tracciato ordinatore che, nonostante le modificazioni subite, persiste nell'attuale configurazione. Viene confermata la capacità della ferrovia di essere un elemento strutturante e regolatore delle trasformazioni, infatti ci vengono restituiti come agenti degli "spostamenti" morfologici della città, potremmo definirli come luoghi notevoli, capaci di innescare processi trasformativi per punti discreti che ribadiscono una persistenza di forza regolatrice nei nuovi rapporti interno - esterno, locale - globale.



IGM, 1889

Il primo documento utile per capire le relazioni a vasta scala è la cartografia dell'Istituto Geografico Militare, che segna un grande progresso per la comprensione di un territorio la cui struttura diventava sempre più complessa. Il sistema delle infrastrutture stradali e ferroviarie, i fiumi e i canali, la geografia naturale e quella degli insediamenti, le colture agricole sono tutti elementi minutamente descritti, costituendo per tutto il Paese uno strumento conoscitivo di grande importanza e significato. La prima infrastruttura tipica di questo periodo è rappresentata dalla ferrovia che collega Milano a Venezia, la cui fermata a Trecella fu fortemente voluta dalla famiglia Pallavicino. La strada ferrata separa subito Bisentrato da Pozzuolo; la presenza della ferrovia nella città di Melzo segnerà una sua rapida espansione. Dal punto di vista del collegamento stradale compare la Strada Statale Padana (SSP), tracciato importante in quanto riprende l'antico percorso della strada delle poste del Regno Lombardo Veneto. I centri urbani sono ancora di dimensioni molto contenute, divisi dalla campagna produttiva costruita tramite una rete di cascine.



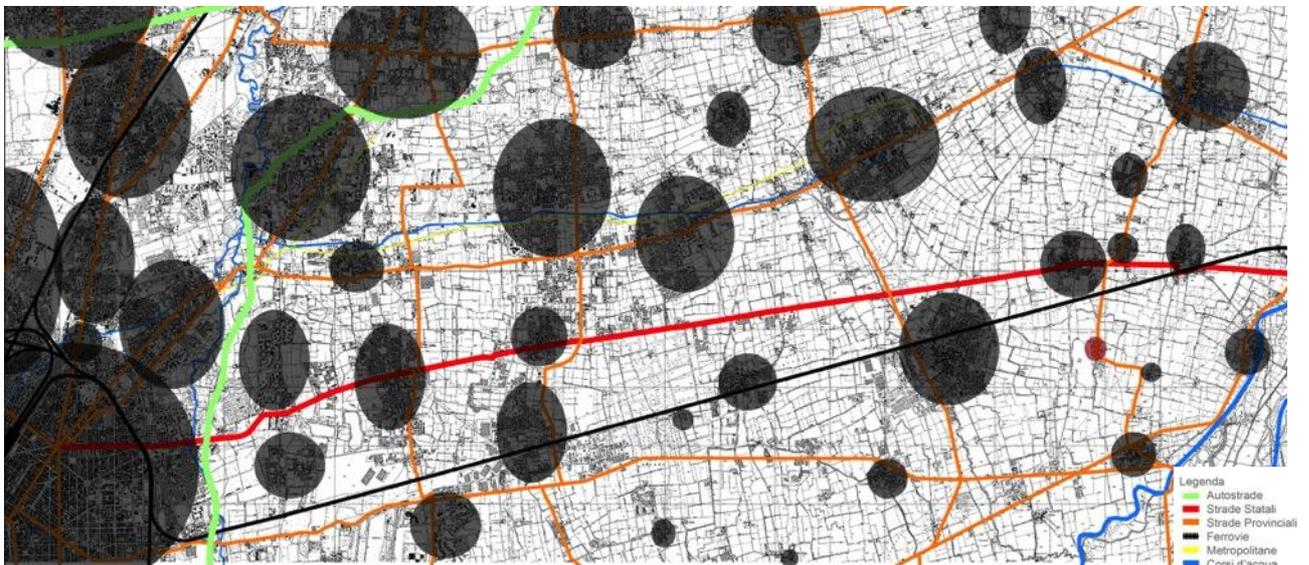
IGM, 1937

La seconda serie edita alle soglie del conflitto mondiale, rappresenta fedelmente il territorio Milanese a cinquanta anni dalla prima edizione, risultando così il documento più eloquente e anche l'unico, disponibile a quel tempo e a quella scala, per la lettura dei mutamenti nella geografia degli insediamenti umani e delle infrastrutture territoriali in particolare. Pur non mostrando crescita considerevoli nell'hinterland, si nota una modesta espansione di Melzo. Milano tuttavia vede una fase di espansione notevole, che porta la città a superare le mura. Il tessuto urbano inizia ad avanzare rispetto al nucleo storico visto in precedenza.



IGM, 1956

La serie delle tavolette del dopoguerra manifesta l'incapacità di riconvertire la destinazione di questa cartografia dalle esigenze militari a quelle civili. È rigorosamente evidente l'attività censoria: lo scalo di Linate, ben visibile nelle tavolette del 1936, è qui trasformato in bosco, mentre l'aeroporto diventa un pezzo di campagna. Nei primi decenni del dopoguerra la nuova rivoluzione industriale produce fenomeni di inurbamento nelle aree già consolidate e con forti presenze industriali in dimensioni tali da proporre l'ipotesi della formazione di aree metropolitane, più estese della città tradizionali italiane, in analogia alle megalopoli mondiali. Si nota quindi come l'espansione del tessuto urbano inizia velocemente ad appropriarsi del territorio delimitato dalle infrastrutture che ruotano intorno al nocciolo del centro abitato. Compare per la prima volta la cava di Bisentrato, di dimensioni ridotte rispetto a quelle attuali, mentre il centro storico non subisce sostanziali modifiche.



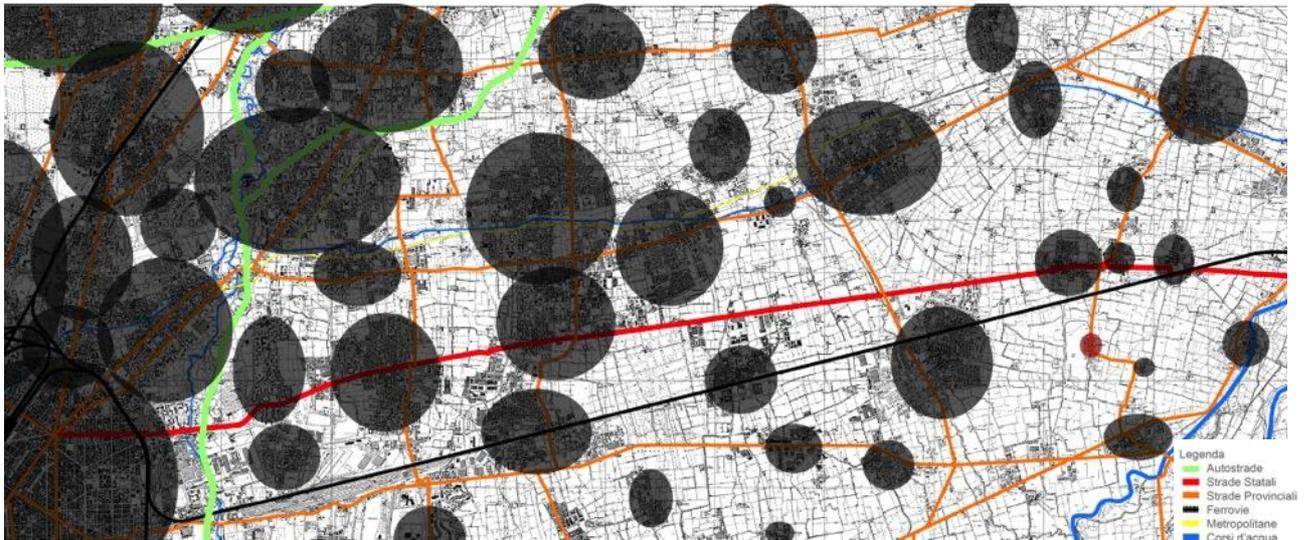
CTR, 1980

In questa Carta Territoriale Regionale abbiamo i primi episodi di conurbazione tra i comuni dell'hinterland milanese; il tessuto edificato arriva direttamente ai margini delle infrastrutture che diventano un vero e proprio limite d'espansione. La ferrovia e la Strada Statale si ponevano come il limite invalicabile, nuova cerchia difensiva, ordine separatore tra città e campagna.

Segrate e Pioltello si uniscono in un unico nucleo. Pozzuolo si espande ulteriormente e si evidenzia l'espansione lineare dei centri lungo la Martesana. Per Bisentrato non ci sono evoluzioni del tessuto storico urbano, ma continua l'attività estrattiva della Cava.

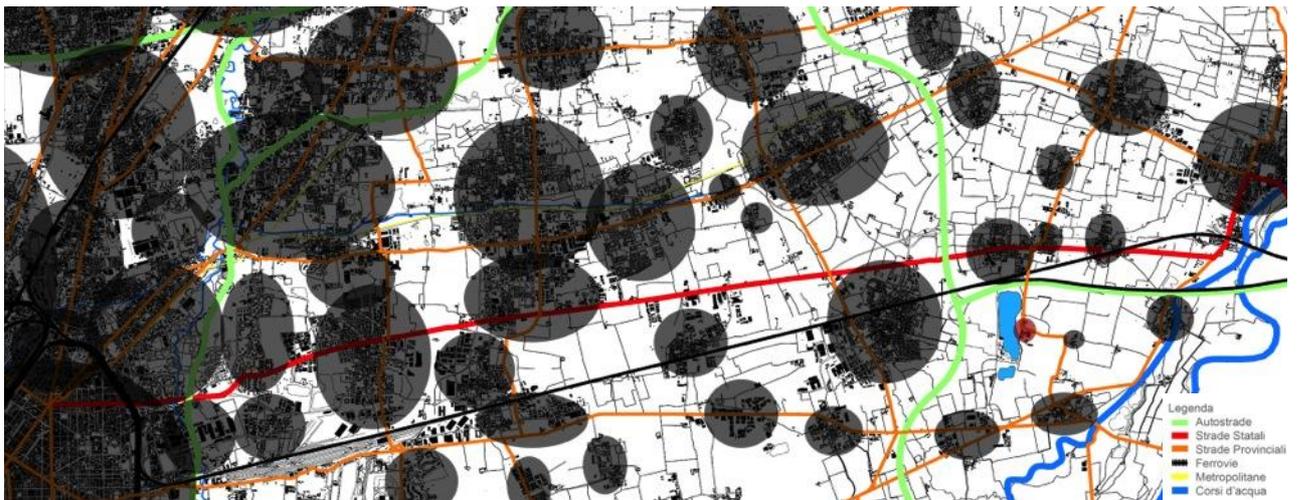
PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



CTR, 1994

Questa soglia evidenzia l'ulteriore espansione dei nuclei, che sorpassano il vincolo delle infrastrutture, inglobandole al loro interno; si noti anche il consolidamento della conurbazione tra Milano e Monza. Lo sviluppo della cava di Bisentrato e la cesura che le infrastrutture creano tra Pozzuolo e Bisentrato si fa sempre più marcato grazie al quadruplicamento della rete ferroviaria per l'Alta Velocità che collega Milano a Venezia.



SIT, 2012

Dato che la nostra area è ancora in corso di trasformazione, ci è sembrato interessante riportare la situazione attuale, in cui è prevista la pianificazione della TEM, connessa con il progetto della superstrada Bre.Be.Mi. Si evidenzia il quadruplicamento della linea ferroviaria Milano Venezia con il bivio presente subito ad est della stazione di Pozzuolo Martesana, la quale è stata inaugurata solo nel 2009, che permette di ricevere il traffico della linea suburbana S5-S6. A Bisentrato l'attività estrattiva è completata e si è proseguita nel bacino sud, protendendosi verso il confine amministrativo del comune di Trucazzano.

03. LA STORIA

03.01. Evoluzione Storica

Pur considerate come unico Comune, le tre località che compongono il territorio; Pozzuolo Martesana, Trecella e Bisentrato presentano ciascuna una propria storia ed un proprio centro storico ben conservato, che si può fare risalire approssimativamente al periodo romano.

03.02. La Città Preromana e Romana

Il Senato romano assegnava terre libere a quei militari che, dopo sedici anni di ferma e di guerre, avevano diritto ad una pensione ed a un consistente premio, detto *sors*, cioè risorsa di vita.

Il più antico personaggio romano a noi noto, che ebbe in dotazione queste terre, fu probabilmente Tito Muzio, che in guerra fu *Magister Fabrorum* (ingegnere del Genio) dell'esercito romano.

Per la sua capacità Tito Muzio riuscì in breve tempo, con l'ausilio della manodopera locale, a mettere a profitto il territorio che da il suo nome venne chiamato *Ager Mutianus*, cioè campagna di Muzio.

In un primo tempo incanalò il ramo dell'Adda chiamato "*Addetta*" che si staccava dall'alveo principale appena sotto la località di Albignano, in modo che non dilagasse allagando i terreni e nel tempo stesso accogliesse tutte le acque che stagnavano sul territorio.

In seguito l'Addetta venne chiamata Muzza in onore dell'ingegnere che duemila anni fa la incanalò.

Altro elemento di aggregazione e di nascita di queste località sono i percorsi viari tutt'ora presenti. Grandissima importanza ebbe per i governanti romani la rete viaria, strumento indispensabile di comunicazione, di commercializzazione, di organizzazione territoriale e militare. Caio Gracco, tenace tributo della classe plebea, fu uno strenuo assertore della rete viaria; l'impegno più grande che si assunse fu quello di raddrizzare le strade per la comodità del viandante: esse dovevano essere dritte attraverso i campi, lastricate, coperte con molta sabbia. Alla fine di ogni miglio (metri 1481.75) andava collocata una colonna di pietra – da qui il termine "miliare" – sulla quale venivano incise iscrizioni in onore delle autorità che avevano fatto costruire o sistemare le strade. Gli atti della visita pastorale, compiuti nel 1566, dal delegato dell'arcivescovo Carlo Borromeo, il sacerdote Cermentati, hanno conservato il ricordo di tale strada *Magistra Mediolanensis* dove si trovavano toponimi in seguito tolti dalle carte topografiche, perché indicanti località scomparse.

Il termine "*strata*" designa indubbiamente una strada consolare, dove il miliare risulta distante esattamente 6 miglia, cioè 9 km dalle mura romane della località più importante. Questa strada usciva dalle mura massimiane di Milano, dalla porta Argentea (l'attuale piazza San Babila) per proseguire anche fuori del territorio di Milano verso Brescia e, attraverso la via Postumia, portava ad Aquileia, quindi verso il *limes* del Danubio. Sempre nella descrizione di tale visita pastorale si ritrova il termine "pilastrello" (la pietra Miliare romana).

In seguito il territorio venne centuriato secondo le norme di un sistema tecnico di ripartizione geometrica dei terreni praticato dagli "Agrimensori" (i geometri di allora) per tutti i territori sottoposti alla colonizzazione romana. Si trattava di suddividere la terra in quadrati chiamati "*Heredia*" in quanto si potevano ereditare. Questo appezzamento era composto da due iugeri, il cui nome deriva dal gioco poiché era la quantità di superficie di terreno che un bue aggiogato poteva arare in una giornata.

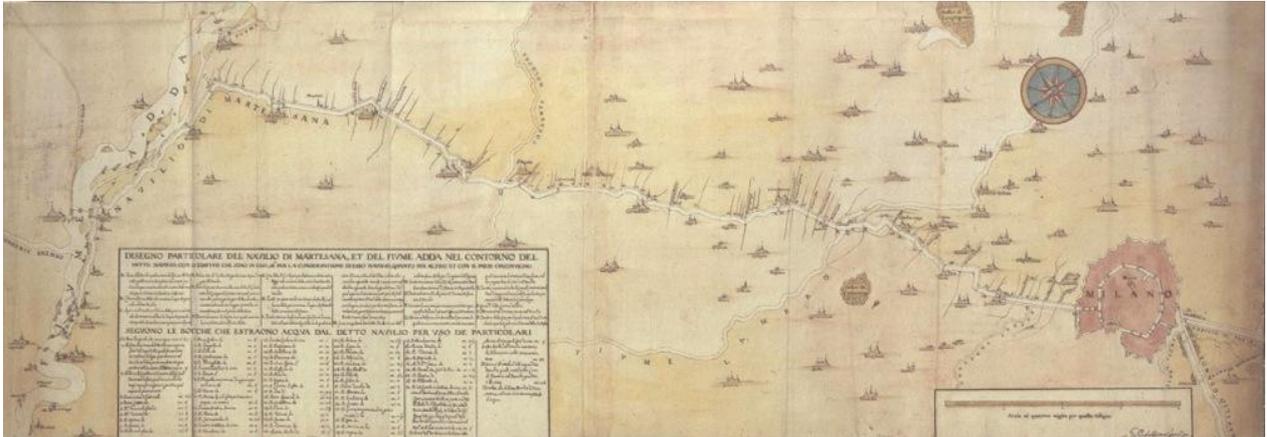
La centuriazione era completata quando vi erano 100 quadrati di heredia, corrispondenti a 852 pertiche milanesi. Il reticolato era formato dall'incrocio del *Cardo*, percorso viario nord – sud, con il *Decumano*, percorso viario est – ovest, al centro di una località. Con le invasioni barbariche la paziente e perfetta centuriazione romana, andò in progressivo disfacimento, con rotture di argini e distruzione di percorsi viari; si venne quindi a formare un terreno paludoso e selvatico, riportando il territorio all'origine come lo conoscevano i pastori celtici, probabili primi abitanti del luogo.

La denominazione "martesana" deriva non dal canale artificiale, bensì dalla regione Marzia.

Per quanto riguarda Bisentrato, si può presumere che il toponimo discenda dal nome *Bisentinus*: questo fa supporre che sul territorio vergine in epoca romana, si sia installato un *ex miles*, veterano di guerra a cui spettavano latifondi, il quale abbia proceduto alla bonifica del terreno. La località, verso la fine del XII secolo è menzionata con il nome di "*Bis - in - tratta*" allusione forse ad un terreno che forniva una cattiva rendita.

Per quanto concerne Pozzuolo, il nome deriva da “*pozzolo*” ovvero piccolo pozzo, o luogo con fonte. Favorita dal punto di vista economico per la sua vicinanza a Monza e Vimercate e per la sua ubicazione nei pressi di importanti assi fluviali, quali l'Adda ed il Naviglio della Martesana (costruito nel XV secolo durante la signoria sforzesca su Milano) ha inevitabilmente risentito degli eventi bellici che nel corso dei secoli hanno travagliato la zona.

Il nome di Trecella invece, potrebbe derivare dalle “*tre celle*”, che alcuni monaci avrebbero occupato per sfuggire a Uraja nel 1540 d.C., quando a seguito della ribellione contro i Goti, la città di Milano capitò.



Cartina Bisnati, 1619_ Questo documento rappresenta il corso della Martesana e il fiume Adda con le coordinate invertite.

03.03. La Città Medioevale

All'inizio dell'Alto Medioevo (dal VI al IX secolo) la descrizione del territorio delle tre comunità, Pozzuolo, Trecella e Bisentrato, si può ipotizzare simile al quadro di insieme dell'insediamento rurale del Milanese e della Padania in generale. L'area caratterizzata da un terreno boscoso e con presenza di acquitrini, viveva di un'economia basata sul bosco, sulla vite rampicante e sulla coltivazione di cereali poveri ma robusti (miglio e segale), mentre al margine del territorio di pertinenza di ogni comunità restavano i terreni a pascolo di uso pubblico. Il termine Comunella (variante di Comunalìa), attribuito ad un appezzamento boschivo di Bisentrato, è il segnale esplicito dell'esistenza di un comune rurale. Queste prime comunità raggiungono una precisa identità di “paese” attraverso i confini del territorio; si identificano nel luogo di culto che sorge nell'abitato, dalla presenza del pozzo d'acqua, senza il quale sarebbe impensabile il permanere dell'abitato, dal cimiterium, quale luogo di sepoltura.

Queste località, poste su un percorso viario romano di forte rilevanza, non poterono evitare i travagli provocati da eventi di guerra, come il conflitto tra Visconti e Torriani, il passaggio dei Lanzichenecchi, dell'esercito spagnolo, delle truppe francesi, che portarono ovunque distruzione e morte.

Con l'evolversi dell'evoluzione politica e storica il territorio venne suddiviso in proprietà di alcune famiglie eminenti, nonché dei monasteri e congregazioni di carità della città di Milano. Dopo tale periodo Bisentrato ritrova vigore grazie all'appartenenza al feudo di Melzo che viveva in quegli anni una notevole ripresa economica e demografica. Nel 1450 muore Filippo Visconti ed il ducato si disgregò. La Repubblica ebbe vita stentata ed il territorio milanese si ridusse. Venezia approfittò della debolezza di Milano per prendervi il Castello di Cassano e acquistare il Borgo di Melzo. Pozzuolo, Trecella e Bisentrato furono coinvolte negli scontri e luoghi di battaglia per conquistare il controllo dei valichi dell'Adda e delle arterie di comunicazione di Milano. Probabilmente fu il forte calo demografico dovuto alle morti e alle carestie, che portò all'emigrazione di uomini e famiglie verso la città. Con la morte di Gian Galeazzo, il feudo di Pozzuolo si stacca da quello di Melzo. Qui, nel 1499, il feudo viene affidato a Gian Giacomo Trivulzio, con esplicito riguardo alla funzione strategica della zona. Nel 1550 Pozzuolo, Trecella e Bisentrato smettono di essere terra di battaglie.

03.04. Dal Rinascimento all'Ottocento

Bisentrata era di proprietà dei Visconti; le vicende che ebbero come teatro Pozzuolo e dintorni, portarono a un totale ribaltamento: Maffeo Visconti fu tenuto prigioniero a Melzo, mentre Pietro Visconti, il "*Domus Loc*" della piccola Bisentrata diventava momentaneamente signore di Milano. Bisentrata, che tanto aveva dato nei secoli del medio evo centrale, da allora si ridusse ad un piccolo agglomerato rurale, sminuito nei suoi edifici, nella sua popolazione e quasi certamente anche nella sua giurisdizione territoriale.

Nella mappa del catasto di Carlo VI, del 1722, troviamo già evidenziati gli elementi costitutivi del comune che si sono conservati fino ad oggi:

- in località Pozzuolo: la Chiesa ed il Convento francescano, la Chiesa parrocchiale dedicata a Santa Maria Nascente, quali punti convergenti del centro storico;
- in località Trecella: è già esistente un primo nucleo della proprietà Resta Pallavicini con il terreno adiacente, che verrà poi trasformato in parco. Sono ben identificabili le "tre corti" antiche, formanti il centro storico con annessa la Chiesa dedicata a Sant'Anna, che si possono ipotizzare sorte intorno alle primitive "tre celle", menzionate nella descrizione dell'invasione dei Goti;
- in località Bisentrata: il mulino ad acqua "della Galanta" dal fontanile ivi esistente, degno di conservazione nella sua struttura originale ed ambientale; la Chiesa dedicata ai Santi Gervasio e Protaso.

Per l'intero territorio del Comune di Pozzuolo Martesana, mentre l'incremento demografico è stato controllato e contenuto, più rapida ed importante è risultata la trasformazione economica, specialmente negli ultimi trent'anni con il sorgere di medie imprese che assorbito la manodopera locale.

Nella seconda metà del '600, l'istituzione delle caserme fu una delle imprese più innovative e importanti del secolo, alla quale i demografi attribuiscono addirittura il contenimento e la scomparsa delle epidemie, che avevano funestato fino ad allora l'Europa. La popolazione era di 120 abitanti e viveva sparsa nei cascinali più che nel borgo. La strada per Milano, che acquisiva sempre maggiore importanza, nacquero ville nobili di cui un illustre esempio sono le ville sulla Martesana. Negli anni venti del '700 la situazione agricola di Pozzuolo Martesana si presenta molto importante: le coltivazioni agricole di frumento, segale, vite in grande abbondanza, fieno, moroni per l'allevamento dei bachi da seta, miglio, lino, boschi, erano distribuiti lungo le rogge che servivano per l'irrigazione. La fascia delle risorgive comprendeva: Fontanile della Rozza, sul confine con Pozzuolo, Fontanile dell'Acqua Torbida con omonima roggia, Fontanile S. Erasmo, Fontanile Soresina sul confine con Trucuzzano e Fontanile Galise. Con la dominazione austriaca, iniziò la serie di riforme che segnano la fine dell'autonomia locale per iniziare il centralismo statale. Lo scopo era ottenere una grande riforma fiscale attraverso il riordino catastale, il quale risultò poi mirato a far crescere gli introiti attraverso una rivalutazione delle proprietà. Lo sviluppo planimetrico, con la delineazione delle strade e il frazionamento delle proprietà terriere specificate nominalmente e numericamente nelle "Tavole d'Estimo", determinarono la prima fiscalizzazione dei beni e portarono al principio dell'uguaglianza tributaria. La mappa catastale del 1721 consente di fare alcune osservazioni sull'abitato. Il disegno permette di capire quale poteva essere la forma dei "*Locus Besentrati*" nel medioevo. Notiamo al centro del nucleo di Bisentrata la piazza, luogo pubblico per eccellenza, e adiacentemente si trovano gli orti, probabilmente erano gli antichi chiostri con orti pubblici. Sul lato orientale, probabilmente fortificato, troviamo la strada principale che va da nord a sud, che è l'attuale strada per Pozzuolo.



Pozzuolo, Catasto Teresiano _ 9837 pertiche (circa 50 proprietari), abitanti 1177

Da questa mappa possiamo capire che vi erano due colture prevalenti: arativo per campi a rotazione di foraggio e cereali; vigneti. Lungo le rogge e i confini si suppone che crescessero i moroni da gelso; vi è la presenza di appezzamenti a sodaglia e incolto acquitrinoso. Pozzuolo era attraversato dalla strada per Melzo che si incrocia con quella di Bellinzago, fittamente edificata. La parrocchiale della Natività e il congiunto oratorio S. Carlo, sono stati poi inglobati all'interno dell'espansione del 1800 della Chiesa. All'esterno del nucleo compatto si possono notare le future espansioni dell'abitato lungo la strada che porta al bivio per Inzago e Trecella. Poco sotto la strada per Melzo c'era la cascina Grande, la cascina S. Erasmo all'incrocio con i territori di Melzo e Gorgonzola con chiesa omonima, cascina Monte Cresceolo (Montecrisculo / Montecristolo) poco più a nord, cascina Piola, cascina Porra all'estremo nord di Pozzuolo.



Bisentrato, Catasto Teresiano _ 3241 pertiche, 300 abitanti

Il territorio, di cui più della metà destinato a campi di arativo (rotazione triennale: cereali, legumi e foraggio) tutti forniti da rogge d'irrigazione; 817 pertiche coltivate a vite; 450 pertiche a prato "adaquato" (marcite per il foraggio); 200 pertiche a risaia; circa 20 pertiche di bosco lungo le rogge o sui confini dei moroni da gelso. Numerose rogge e fossi, lungo i quali venivano piantati gelsi per la coltivazione del baco da seta, salici, piante da gabbo (Platani, Olmi, Erci, Capitozzati) per consolidare le ripe erbose del fosso.

Al centro di tale nucleo ancora nel 1700 si situava la piazza (luogo pubblico per eccellenza) con ai lati chiostri od orti pubblici. Sul lato orientale dell'abitato fortificato troviamo la strada provinciale che va da nord a sud; la Chiesa è orientata secondo i canoni ecclesiastici. Al di fuori del quadrilatero erano presenti il monastero delle monache domenicane. Sulla Roggia Molina c'era un mulino dotato di casa a corte e orto; è rimasta solo la roggia.

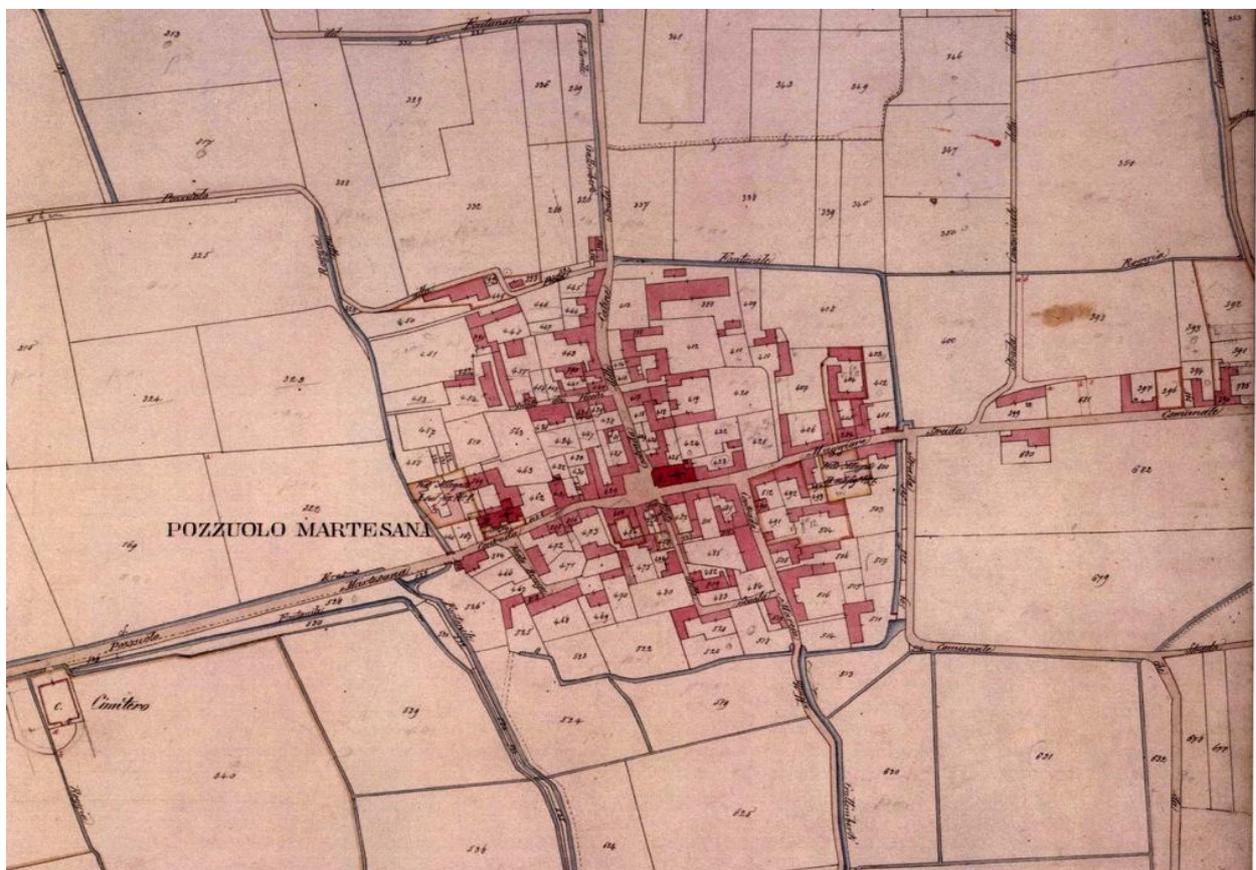
03.05. Fine Ottocento e inizio Novecento

Il Ducato di Milano, dopo un ventennio di guerre, fu assegnato alla corona d'Austria, la quale redige due catasti: Catasto di Carlo V sulla base delle rendite agrarie, distinzione tra bene civile e bene rurale; Catasto Teresiano indagine fondiaria, i beni sono ancorati al luogo di esistenza. Grazie al dominio austriaco i boschi e le paludi vengono riqualificati in appezzamenti agricoli. L'esigenza del governo austriaco di avere collegamenti più rapidi per lo spostamento di truppe con la sede centrale di Vienna, fa sì che si riqualifichino e costruiscano nuove strade. L'antica via Consolare Romana o Postale Regia, come la si chiamava in quel periodo, era divenuta troppo angusta e il ponte romano sull'Adda, già esistente tra Cassano e Albignano, sulla dirittura Trecella - Treviglio, era crollato in epoca remota. Riadattare la strada Regia allargandola tutta era impossibile poiché sui cigli di essa erano sorti e si erano sviluppati paesi quali Segrate, Pioltello, Pozzuolo e Trecella, le cui case costituivano vere e proprie strettoie impedenti un forte flusso di militari e carriaggi. Inoltre si sarebbe dovuto rifare il vecchio ponte e riadattato la strada al di là dell'Adda (cascina Seriole e cascina Lega) che, non ricevendo più traffico da secoli, era andata completamente in rovina e serviva, solo in alcuni tratti, come strada campestre. Questi furono i motivi per cui l'Imperial Regia Commissaria di Milano decise di costruire una nuovissima strada

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

per Brescia deviandola a Villa Fornaci, dalla ben tenuta strada Consolare Romana che portava a Bergamo, immettendola sui ponti esistenti sulla Muzza e sull'Adda a Cassano. Il 25 febbraio 1837, si era costituita una Società per azioni che si vedeva impegnata per la costruzione della ferrovia. I capitali furono subito reperiti, ma quando si trattò di stabilire il tracciato, nacquero i primi ritardi. Le città di Bergamo, Brescia e Treviglio erano avverse al piano originale che voleva far passare la ferrovia molto più a sud all'altezza di Paullo, i centri esposero la loro negazione, in quanto erano timorosi di essere tagliati fuori da un importante corrente di traffici, oltre a rivendicare la loro acquisita posizione di poli di smistamento per i traffici della Lombardia orientale. Queste furono indubbiamente le ragioni determinanti che convinsero i progettisti a rivedere il loro piano e a far passare la *Ferdinanda* lungo un tracciato vicino e parallelo alla Padana superiore. Il 15 febbraio 1846 lo stesso arciduca Ferdinando inaugurava il primo tratto fra Milano e Treviglio; con fermate a Melzo, Trecella, Cassano e Treviglio. La fermata nella piccola città di Trecella fu concessa dall'imperatore austriaco, per volere della famiglia Resta Pallavicino, con cui era in ottimi rapporti. Il tratto rettilineo della ferrovia Ferdinandea, nome dato in onore dell'Imperatore Ferdinando I d'Austria andava a lambire a sud dell'abitato di Trecella, scavalcando alcune strade esterne del paese. Durante le Guerre di Indipendenza tra Austriaci e Franco – Piemontesi, i tre comuni acquistano la propria indipendenza conservata poi fino alla prima metà del Novecento. Non si hanno grossi sviluppi dei tre centri, che tuttora conservano l'aspetto originario.



Pozzuolo, Catasto Napoleonico

Due grandissime opere viarie da parte del governatore austriaco coinvolgono direttamente il territorio: la nuova strada statale Milano-Brescia e la ferrovia Ferdinandea (in onore dell'imperatore Ferdinando I d'Austria) Milano-Venezia. L'antica strada consolare romana o postale regia era troppo angusta. La Strada Consolare Romana o Postale Regia che passava tra Segrate, Pioltello, Pozzuolo e Trecella. Pozzuolo decide di costruire una nuova strada per Inzago facendola deviare per Trecella. Il tracciato rettilineo della ferrovia andava a lambire a sud dell'abitato di Trecella scavalcando alcune strade esterne del paese.



Bisentrato, Catasto Napoleonico

Il paesaggio agrario pian piano inizia a modificarsi sotto la spinta speculativa che vede la coltura del riso molto più redditizia rispetto a quella dei foraggi e di altri cereali. Bisentrato era composta da una sola strada in ghiaia interna principale che collegava Pozzuolo con Incugnate. La strada era lunga 538 m e larga 5.20 m disposta a colmo. Nel catasto tra l'altro compaiono i fontanili che dovevano essere mantenuti con palafitte alle testate e spurgo dei fondali; altrimenti si allagavano le strade del paese mettendo in difficoltà la cittadinanza. Il Comune, per non lasciare la gente nell'umidità, rialzava le strade del paese così da far defluire le acque piovane nelle rogge e nei fontanili causando danni alle palafitte.

04. L'ANALISI URBANA

Bisentrato e la sua cava sono situate in un'area di straordinaria accessibilità, dovuta in parte allo stato attuale ed in parte ad un quadro previsionale articolato su diversi livelli di programmazione, che prevedono la realizzazione della Bre.Be.Mi e della TEM con ingresso tra Melzo e Pozzuolo Martesana. Questi fattori determinano per l'area notevoli opportunità localizzative e di rapido collegamento sia con l'hinterland milanese che con tutta la pianura padana.

Gli aspetti di maggior rilievo risultano essere:

- le infrastrutture primarie: l'autostrada Torino - Venezia (A4), la strada statale "Rivoltana" e la Monza - Melzo, le strade provinciali "Rivoltana" e "Cassanese"; l'alta velocità Torino - Venezia, la linea ferroviaria Milano - Venezia;
- la programmazione di importanti infrastrutture insistenti sul territorio: la nuova Tangenziale Esterna est di Milano (TEM), l'autostrada Bre.Be.Mi ed il potenziamento dei servizi di breve e lunga percorrenza, iniziative che si inseriscono all'interno della programmazione Nazionale ed Internazionale;
- la presenza della struttura aeroportuale Milano Linate, che completa in maniera decisiva le eccezionali caratteristiche di accessibilità dell'area.

L'assetto delle attuali infrastrutture e delle relative previsioni, congiuntamente ai servizi, determinano elevati livelli di accessibilità nei confronti delle diverse tipologie di mobilità (breve, medio e lungo raggio), offrendo le alternative modali maggiormente adeguate alle diverse tipologie ed esigenze di spostamento: collegamenti stradali con mezzo pubblico o privato, ferrovia, trasporto aereo.

Le infrastrutture esistenti e quelle future (ferrovia Milano - Venezia, Alta Velocità, TEM, Bre.Be.Mi) rappresentano da un lato una cesura del territorio, ma dall'altro lo rendono molto ben collegato con il territorio circostante.

L'area oggetto d'intervento è situata nella provincia di Milano, tra i comuni di Melzo, Pozzuolo Martesana e Trucazzano, in un'area a carattere prevalentemente agricolo. Il terreno è sub-pianeggiante, decrescente verso sud est, con un dislivello di circa 5 metri tra la sponda settentrionale e quella meridionale.

L'ambito progettuale è localizzato nel settore meridionale del Comune di Pozzuolo Martesana, in località Bisentrato, a cavallo del limite amministrativo del Comune di Trucazzano e in prossimità del territorio di Melzo. La cava si inserisce in un contesto prevalentemente agricolo, caratterizzato da campi coltivati a cereali con interposte cascine, alcune tuttora funzionanti.

Per quanto riguarda l'idrografia, la pendenza generale del territorio del 3 %, contraddistingue il reticolo idrografico superficiale sia per le rogge artificiali che per quelle naturali, che mantengono lo stesso andamento del territorio. Il principale corpo idrico nell'area di Bisentrato è rappresentato dal lago alimentato dall'acqua di falda, che ha un'estensione di circa 450.000 metri quadri. I principali corsi d'acqua della zona sono i fiumi Adda e Molgora, che scorrono ad una distanza superiore ai 2 km dall'area di cava e il canale Muzza che scorre a circa 1 km a sud est dell'area. La roggia principale nell'area di cava è rappresentata dalla Roggia Trobbia che costeggia il limite occidentale dell'area.

Così come dal Piano di Governo del territorio adottato il 06 giugno 2006 e ancora in fase di approvazione, si evince che è stato sviluppato sulla base della recente "Legge regionale per il Governo del Territorio" (L.R. 11 marzo 2005, n. 12) detta le norme per il governo del territorio lombardo, ispirandosi ai criteri di sussidiarietà, adeguatezza, differenziazione, sostenibilità, partecipazione, collaborazione, flessibilità, compensazione ed efficienza. Per quel che concerne il centro storico di Bisentrato, di modeste dimensioni e affine a quello del capoluogo in quanto prospiciente la viabilità principale, emerge, da un confronto delle mappe catastali del 1720 e 1850, una notevole attività di costruzione di nuovi edifici adiacenti a quelli esistenti. L'altezza prevalente è, anche in questo caso di due piani o inferiore e lo stato di conservazione degli edifici è variabile, si passa da edifici in buono stato ad altri che necessitano di opere più o meno intense di ristrutturazione. La residenza, i magazzini connessi alle abitazioni e le stalle rappresentano le maggiori destinazioni d'uso presenti nel centro storico. Il commercio al dettaglio è completamente assente mentre vi è la presenza di un solo esercizio pubblico e di un edificio di notevoli dimensioni adibito a terziario e deposito commerciale. Questo denota un certo grado di dipendenza del centro di Bisentrato dagli altri due centri di Pozzuolo e Trecella. Infine, per quanto riguarda i valori storico-ambientali, vi è un unico edificio a valore storico-monumentale sottoposto

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

a tutela, per il resto si osserva la prevalenza di edifici alterati da interventi successivi, molto degradati o in contrasto con gli ambiti di valore storico ambientale. La superficie occupata da cava attiva è di 668.497 mq, si attesta dunque al quinto posto e rappresenta il 5.41% dell'intero territorio dell'area. Le cave rappresentano un fattore di pressione importante in quanto comportano trasformazioni profonde degli ambiti interessati in funzione dello sfruttamento economico della risorsa mineraria. Oggi rappresentano parte del territorio compromesso che potrà tuttavia avere un importante sviluppo futuro in termini di riqualificazione ambientale. La provincia svolge un ruolo fondamentale per la funzione di tali attività, attraverso l'elaborazione del Piano Provinciale delle Cave. Questo piano è lo strumento con cui si attua la programmazione in materia di ricerca e coltivazione delle sostanze minerarie di cava. Nel territorio provinciale i materiali inerti estratti sono ghiaia, sabbia e argilla. Il Piano identifica le destinazioni d'uso finali e ne detta i criteri per il ripristino.

Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia



3° Suppl. Straordinario al n. 26 - 30 giugno 2006

AMBITO TERRITORIALE ESTRATTIVO	ATEg20	Bacino 4
--------------------------------	---------------	----------

CAVE INTERESSATE	Cava Bisentrato - PZ1			
COMUNI INTERESSATI	Pozzuolo Martesana, Truccazzano			
LOCALIZZAZIONE	Bisentrato			
CTR 1:10.000 - SEZIONI	BSe2			
CAPISALDI DI RIFERIMENTO	N° 01	N 5038153,72 m	E 1535255,19 m	m s.l.m. 112,79
	N° 02	N 5038428,41 m	E 1535390,44 m	m s.l.m. 113,64

SUPERFICIE DELL'AMBITO	78,95 ha	GIÀ COLTIVATA	a secco	-
			in falda	46,55 ha
VINCOLI PRESENTI	-			

CARATTERISTICHE DELLA FALDA	Quota media della falda (m s.l.m.) riferita al 29.09.2001	0151780072: 113,79 - (3,26)	0151780067: 109,08 - (3,42)	media: 111,43	
		cod. pozzo	logg.	quota	
	Soggiacenza massima registrata	0151780072	8,20	110,85	1992-2001
		0151780069	5,63	107,65	1989-2000
	Soggiacenza minima registrata	0151780072	2,23	114,82	1992-2001
	0151780069	2,56	110,82	1989-2000	
Direzione di flusso prevalente	N-S				
Gradiente idraulico locale (%)	3%				

PREVISIONE DI PIANO

SUPERFICIE AREA ESTRATTIVA	295.000 m ²	
VOLUME DI PIANO	3.120.000 m ³	
PROFONDITÀ MASSIMA DI SCAVO	40 m	-
		in falda 40 m
PRODUZIONE MEDIA ANNUA	312.000 m ³ /anno	
MODALITÀ DI COLTIVAZIONE	b = coltivazione in falda, profondità 40 m d = approfondimento di 7 m in falda	

DESTINAZIONE FINALE PROGRAMMATA	Uso fruttivo di interesse locale secondo progetto art.11, L.R. 14/98
---------------------------------	--

VOLUME DI RISERVA	Attribuzione di un volume pari al 10% del volume di Piano da utilizzare alla scadenza del Piano Cave, in caso di esaurimento dei volumi assegnati
-------------------	---

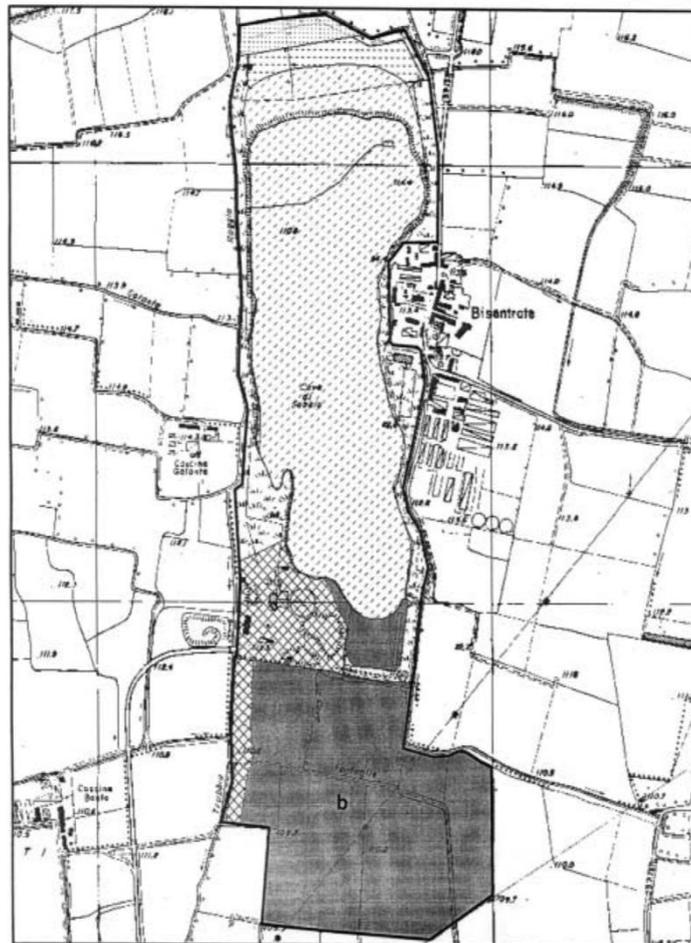
NOTA Il progetto di coltivazione e recupero dovrà contenere specifica valutazione del rapporto estensione dello specchio lacustre/superficie piezometrica, come da art. 31 della Normativa Tecnica

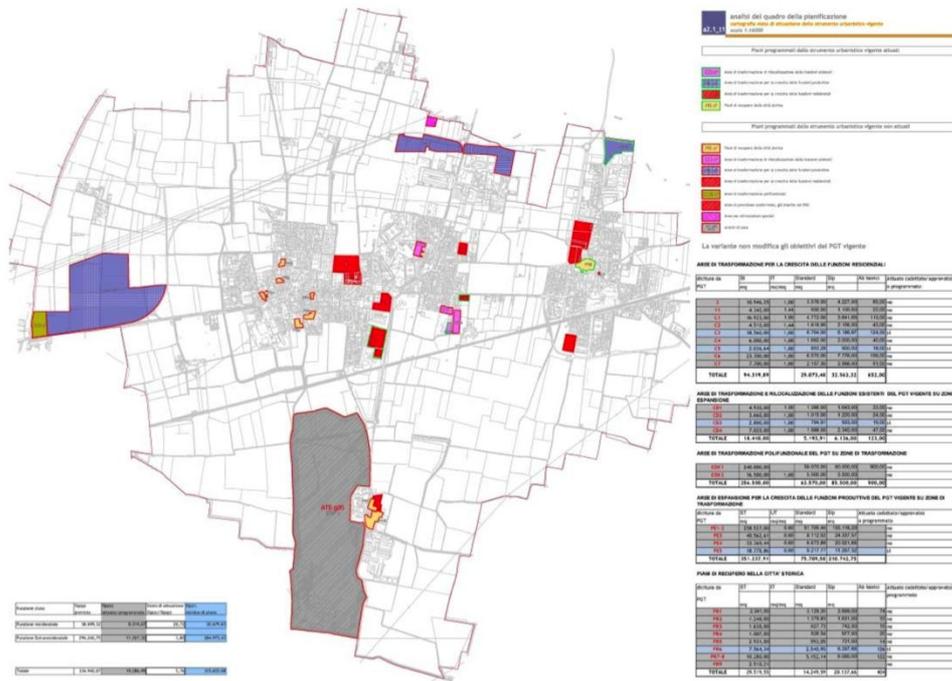
Modifiche e prescrizioni aggiuntive:

Inserimento della superficie a sud dell'ATE, come da planimetria alla pagina seguente.

Le modalità di escavazione, in sede di predisposizione del progetto dell'ATE, dovranno essere definite in base ad uno studio idrogeologico ed idraulico che garantisca l'equilibrio della falda, anche mediante il mantenimento di un setto di adeguate dimensioni, che tenga separato il lago esistente da quello che si verrà a creare.

Volume di piano: 3.500.000 mc.





La cartografia di riferimento e la tabella esposta di lato, consistono in una ricognizione delle zone di espansione – trasformazione previste dallo strumento urbanistico vigente, ambiti di trasformazione assoggettati a piano attuativo.

I macro obiettivi del PGT di Pozzuolo Martesana sono così definiti: riqualificazione dei patrimoni esistenti, la qualità dello spazio costruito (un paese giardino), il potenziale ecologico dello spazio aperto (un paese tra i campi), la capillarità delle reti e dei servizi (un paese attrezzato); promozione dello sviluppo economico e sociale della comunità, maggiore offerta per scelte di localizzazione razionale per il sistema produttivo, artigianale, logistico; compattamento dello sviluppo residenziale; trasformazione della ferita di Cava Rocca; coordinamento con le scelte a scala vasta, recepimento dei macro obiettivi del PTCP di Milano, partecipazione al Piano d'Area Martesana Adda e declinazione delle macro decisioni all'interno del quadro di coerenze del piano.

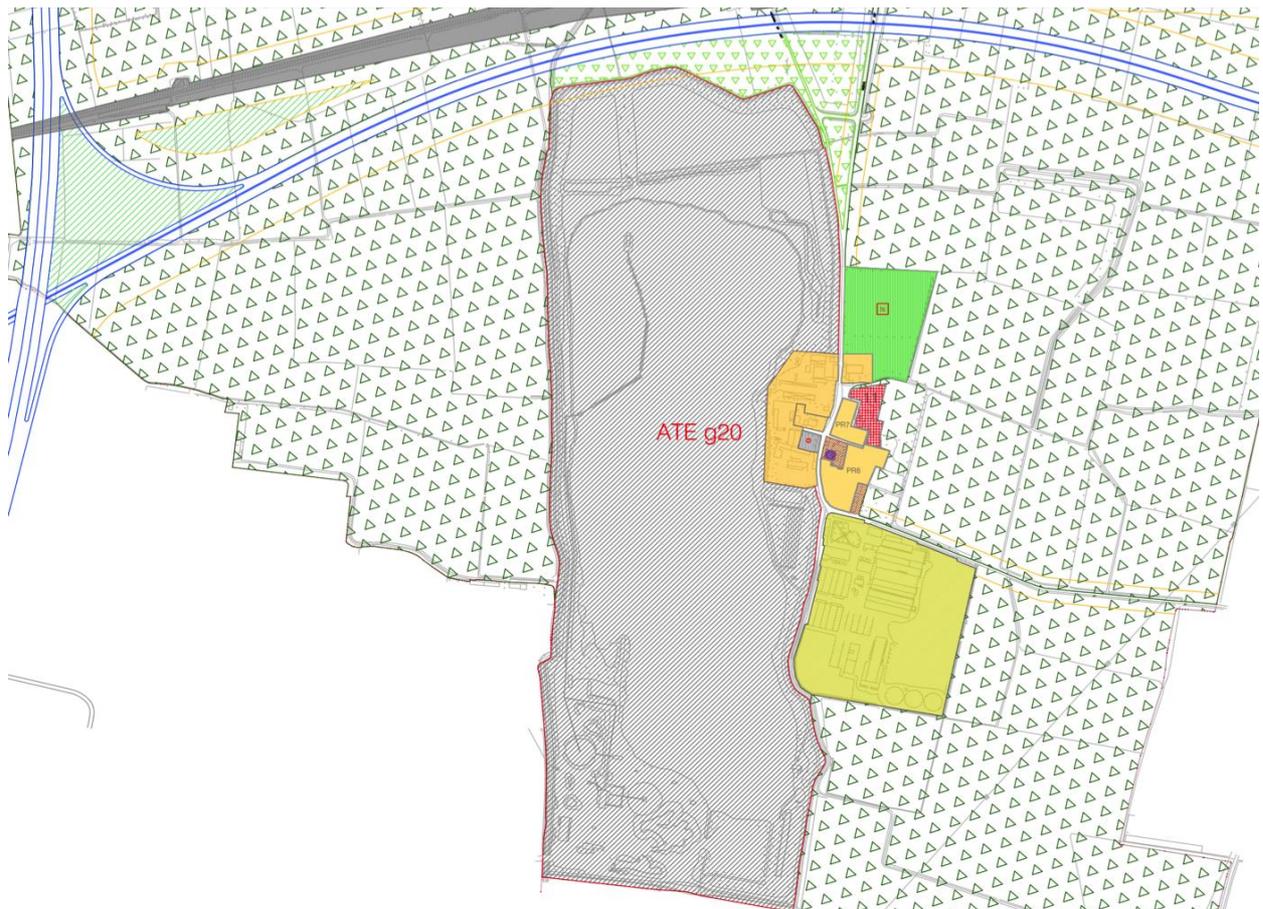
Gli obiettivi puntuali sono quelli di consolidare rafforzare il ruolo del Comune per:

- potenziare ed estendere la qualità del Centro Storico, con progetti di trasformazione degli spazi privati e soprattutto pubblici (strade, piste ciclabili, piazze, giardini) al fine di riconnettere il nucleo centrale e valorizzarlo mediante progetti di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente anche recente;
- riorganizzare la rete delle funzioni pubbliche, mediante il collegamento dei grandi nuclei pubblici: il Centro Scolastico (materna, elementari, medie), il Centro Civico (palazzo comunale, centro anziani, mercato), il Centro Sportivo (palestra, campi di calcio e tennis, spazi a verde), il tutto secondo criteri di efficienza e potenziamento delle strutture urbane e dei collegamenti tra le frazioni;
- realizzare una politica selettiva e articolata della residenza, ricalcolando l'effettivo fabbisogno determinato dai movimenti neutrali della popolazione, con un incentivo facilitato al recupero;
- accogliere le esigenze di insediamenti artigianali di servizio, salvaguardando ed incentivando la presenza delle attività non nocive e compatibili con la residenza e favorendone la dinamica di modifica ed avanzamento tecnologico;
- riorganizzare ed eventualmente incentivare gli insediamenti di tipo produttivo (artigianale, industriale e del trasporto) per diminuire in modo consistente il tasso di pendolarità in uscita e rapportandolo alla necessità di nuovi posti di lavoro all'interno del Comune;
- contribuire alla revisione del sistema del commercio, anche in funzione delle nuove normative e dei nuovi indirizzi (ex piano del commercio), mantenendo una stretta interconnessione anche con il sistema produttivo;

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

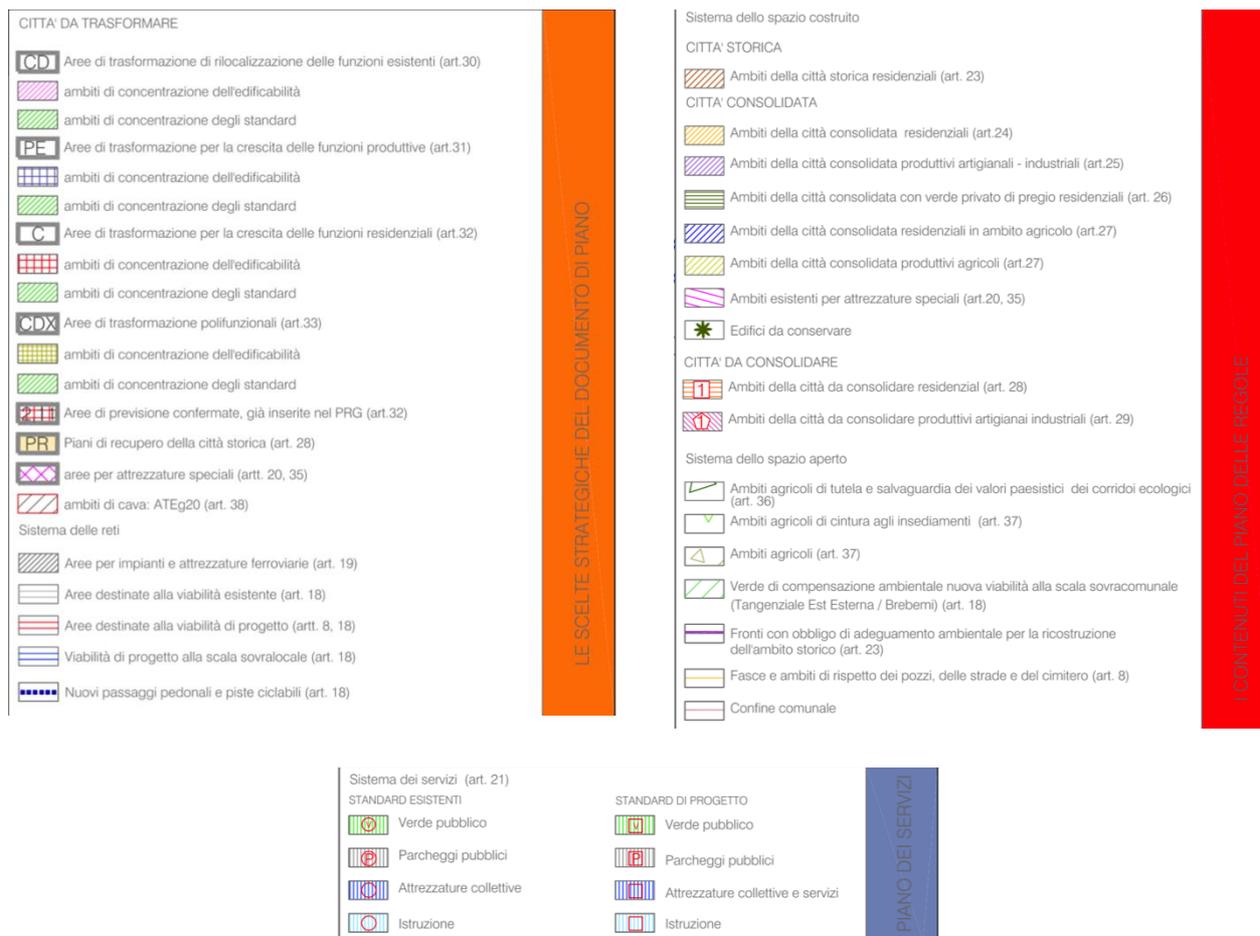
La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

- riordinare la rete stradale del nucleo centrale mediante la riqualificazione degli spazi pubblici, intesi anche come luoghi urbani complessi dove convivono varie funzioni da razionalizzare, anche con la ridefinizione delle sezioni stradali e dei materiali da usare;
- affrontare la riorganizzazione della mobilità (nuova bretella sud) e dei parcheggi (a corona del centro), aumentandone la dotazione e studiando nuovi percorsi ciclo- pedonali a connessione delle varie funzioni presenti nel comune;
- valorizzare il sistema del verde nel paesaggio urbano e dei grandi spazi aperti dell'agricolo, potenziando la qualità delle aree di proprietà comunale con un sistema di collegamento che le renda fruibili nel complesso come un grande unico sistema e incentivando l'uso agricolo corretto a salvaguardia dell'ambiente e applicando puntualmente le normative specifiche, ad esempio quella sull'impatto acustico e le indicazioni del reticolo idrografico minore;
- definire gli ambiti agricoli strategici così come richiesto dalla l.r. 12/05 e s.m.i. all'art 18 comma 2 lettera c), ambiti dalla particolare rilevanza agricola per i quali si prevedono forme di tutela, salvaguardia ma anche di promozione rivitalizzazione dell'attività agricola;
- realizzare il Parco locale di interesse sovracomunale in accordo e partecipazione con i Comuni Limitrofi, come espressione di una volontà locale, che si concretizza nella definizione di obiettivi di tutela, valorizzazione e riequilibrio territoriale;
- dotarsi di una nuova Normativa Tecnica di Attuazione (modificando e/o integrando quella vigente) e di un Regolamento Edilizio rivisitato in virtù dei nuovi criteri regionali, che scendano maggiormente nei dettagli (soprattutto per il centro storico) assegnando ad ogni ambito la specifica disciplina di trasformazione e arrivando a definire soluzioni guida di progetto pur con diversi livelli di prescrittività.



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



Il principale fattore di attrazione che garantisce qualità all'intervento, e quindi il successo nel lungo periodo, è la valorizzazione del bacino, non solo dal punto di vista sociale e sportivo, ma anche energetico. Il lago viene letto in chiave di energia rinnovabile autosufficiente, capace di mitigare l'ambiente circostante, grazie alla sua inerzia termica, oltre che essere sfruttato per la climatizzazione dell'intero intervento tramite pompe di calore geotermiche.

Il contesto della cava è costituito da un paesaggio ricco e complesso, in cui si possono leggere i diversi segni del territorio agricolo: troviamo le rogge in cui in alcune parti sono ancora costruite con la tipica conformazione della piantata padana, i fontanili e le strade sterrate per i mezzi agricoli. Qui l'elemento naturale prevale sull'edificato storico, molto concentrato e contenuto.

Il progetto di recupero della Cava Rocca si inserisce quindi nel contesto tipico del paesaggio agricolo della Pianura Padana, associato a segni evidenti di tecnologia industriale (le strutture di estrazione della cava) e di attività legate all'industria agricola e di allevamento (silos e stalle). Un progetto che si inserisce in questo contesto, non può fare a meno di confrontarsi con questa eredità, cercando di valorizzare sia il contesto industriale, agricolo e residenziale. Il fine è quello di integrarne le potenzialità all'interno del nuovo scenario che si verrà a creare. Ognuna di queste polarità racconta, attraverso modalità diverse, lo spirito del luogo, rappresentando in maniera esplicita le modalità di trasformazione del territorio, costruire un dialogo fra campagna e paesaggio, configurandosi come simbolo del cambiamento. Oggi Bisentrato è un borgo che ha ormai completamente perso segnali di vita, in quanto non offre potenzialità agli abitanti rimanendo ancorato al suo passato agricolo. Si nota proprio come il paese, che una volta era legato all'attività agricola, vero e proprio crocevia commerciale, ormai è in stato di degrado ed abbandono. Con il tempo ha perso ogni attrattività rispetto alle possibilità localizzative offerte dalle realtà limitrofe. Bisogna perciò ripensarne l'identità facendo leva sulle potenzialità insite nella sua posizione e nell'attrattiva del paesaggio, oltre che alla prossimità delle reti infrastrutturali veloci.

I processi di riqualificazione ambientale e funzionale propongono interventi atti a rimodellare anche le sponde del lago per migliorarne la fruibilità, oltre che collegarsi con i percorsi verdi a livello regionale e i parchi presenti sul territorio.

Dalla carta dei vincoli, si vede come l'effetto di schermatura del verde sia già abbastanza compatto verso le infrastrutture, così come in prossimità delle sponde della cava e delle rogge. Questo ci permette di andare ad intervenire solo in alcune parti con il rimboschimento e di prestare attenzione in fase di progettazione nel non rimuovere la piantumazione esistente già di buone dimensioni per l'ombreggiamento e in grado di contrastare i rumori molesti provenienti dalla strada ad alto scorrimento.

Dovranno anche essere rispettati: l'area di rispetto della Bre.Be.Mi, fascia di 40 metri dall'infrastruttura che non può essere edificata, il vincolo paesaggistico e di visuale all'interno dell'abitato, asse della Chiesa, la conservazione ed il riuso di due case di ringhiera. Molto dell'edificato presente è composta da edifici di scarso valore storico e da magazzini in pessimo stato di conservazione, pertanto si è provveduto a demolirli per fare spazio al verde e al nuovo edificato.

La testa del sistema è rappresentata dal convento dei frati, insediati da tempo nel territorio, responsabili della bonifica dei territori e di aver tramandato l'arte agricola. Adiacentemente è collocato un cascinale ormai in disuso e in pessimo stato, che abbiamo ritenuto importante riqualificare perché conserva caratteristiche e qualità urbana, in quanto costruisce la vecchia strada descrivendola. L'intenzione è quella di riconvertirlo in un bed & breakfast, cercando di mantenendo il suo carattere saliente, a supporto della canottieri e del bacino artificiale.

Il fienile di rilevanza storica e ben conservato sarà riqualificato in polo funzionale contenente laboratori creativi per la comunità, sale da poter affittare e utilizzabili per feste ed eventi.

La cascina, posta a conclusione del sistema, manterrà la sua funzione in quanto ancora attiva. Verranno prodotti generi alimentari caseari a disposizione della piccola comunità che si andrà ad insediare, creando un mercato a km 0. È stato ritenuto di elevata importanza conservare questa cascina, in vista delle previsioni future che investiranno il Comune di Milano. Infatti è prevista una riqualificazione di tutte le cascine del territorio riviste come un sistema agricolo importante per le comunità e la rieducazione alimentare basata sullo sfruttamento delle risorse del luogo.

Lo studio dell'edificato ci ha permesso di riconoscere una prevalenza di case aggregate a formare una corte, derivanti dalla loro origine agricola. Per non dimenticare le tracce del territorio, si è deciso di prenderle come riferimento ristudiandone le dimensioni e le proporzioni per arrivare ad una corte aperta e permeabile che conserva il carattere di polo attrattore verso il cuore.

L'attività estrattiva della cava, ha creato a sud ovest del bacino, un'area utilizzata per il deposito e lo smistamento della ghiaia estratta, lasciando sul territorio dei segni ben visibili e facenti parte dell'archeologia industriale propria degli anni dello sviluppo economico. Questa testimonianza viene lasciata sul territorio in quanto permette di ricostruire la storia del luogo.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



05. RILIEVO FOTOGRAFICO DELLO STATO DI FATTO



Indicazioni delle viste



1. L'ingresso a Bisentrato



2. La residenza in linea vincolata



3. Stato di abbandono degli edifici



4. Case che costruiscono la strada



5. La Chiesa e la casa in linea vincolata

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



Foto storica dell'attività estrattiva delle Cave Rocca



Lo stabile della società Cave Rocca in disuso



La conformazione delle sponde a sud



L'attività estrattiva di ghiaia e sabbia



Lo stoccaggio del materiale e la lavorazione



Vista dalla sponda dell'edificato del bacino e dei macchinari

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



La cava e il suo ambiente naturale



06. DEFINIZIONE DEI CARATTERI DELL'INSEDIAMENTO

"La progettazione urbana è, nella sua essenza, un'opera d'ordine."

Ludwig Hilberseimer

Gli aspetti presi in considerazione durante la fase preliminare di rilievo e di studio per l'ipotesi del nuovo insediamento sono molteplici in quanto si è dovuta affrontare la costruzione di una nuova città che garantisse la relazione tra gli edifici residenziali e collettivi. Dopo un'attenta analisi del contesto, della morfologia dei luoghi e di come questi si sono sviluppati nel tempo, sono state eseguite le prime ipotesi di progetto. Capire inizialmente come il territorio di Pozzuolo Martesana si è sviluppato è stato di estrema importanza: riconoscere una stratigrafia; dare per assodati alcuni elementi naturali che hanno fatto di questo luogo una risorsa, come la Cava e il Parco; gli elementi rurali, ricchi in questo contesto; focalizzare gli elementi storici permanenti, quali la Chiesa e il Convento con alcuni edifici di carattere storico rilevante; gli assi viari di collegamento all'interno ed all'esterno del territorio comunale; la ferrovia, come elemento di modernità e soprattutto intesa come nuova potenzialità di connessione al resto del territorio lombardo. Tutti questi aspetti sono stati utili per definire delle importanti relazioni con i luoghi, che siano essi naturali o artificiali, che siano privati o collettivi; dei rapporti con le infrastrutture esistenti e di nuova realizzazione; dei principi insediativi e di quelli compositivi; della definizione dei tipi edilizi e dei caratteri dell'architettura. Nel ripercorrere questi luoghi, si sono riscontrati dei significati storici forti e riconoscibili dai quali è scaturito un'idea di insediamento di tipo prettamente rurale, composto principalmente da cascine e corti, che rispecchiano un legame con il territorio circostante. Tutti questi elementi sono stati fondamentali per cercare di trovare un'idea di costruzione della nuova città. La ricerca di un'unità costituita da più luoghi dipendenti dal contesto naturale, quale luogo pubblico d'eccellenza e come elemento unificatore del progetto. Per la costruzione del nuovo insediamento si è guardato come le città antiche si sono rapportate all'acqua, per capire quali relazioni si instaurano tra l'edificato e il bacino.

Lago Maggiore, Angera, Varese



Foto aerea di Angera



Principio inserito nell'area di progetto

Il rapporto con il lago è designato allo spazio verde collettivo che fa da filtro tra l'edificato e l'acqua. La città è formata prevalentemente da edifici a corte, che descrivono le strade perpendicolari allo spazio collettivo verde, che si tramuta in un parco fungendo da connettore sociale. Individuando il lago come parte più collettiva, che deve essere fruibile da tutti, si è deciso di collocare lì la parte pubblica, sostituendo il verde, già molto presente, con una piazza – terrazza sul lago, in grado di contenere gli edifici più collettivi. Il resto dell'insediamento, nato dalla volontà di costruire gli spazi verdi centrali e le strade di quartiere, mantiene in linea il principio della forma a corte.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Lago d'Orta, Orta San Giulio, Novara



Foto aerea di Orta San Giulio



Principio inserito nell'area di progetto



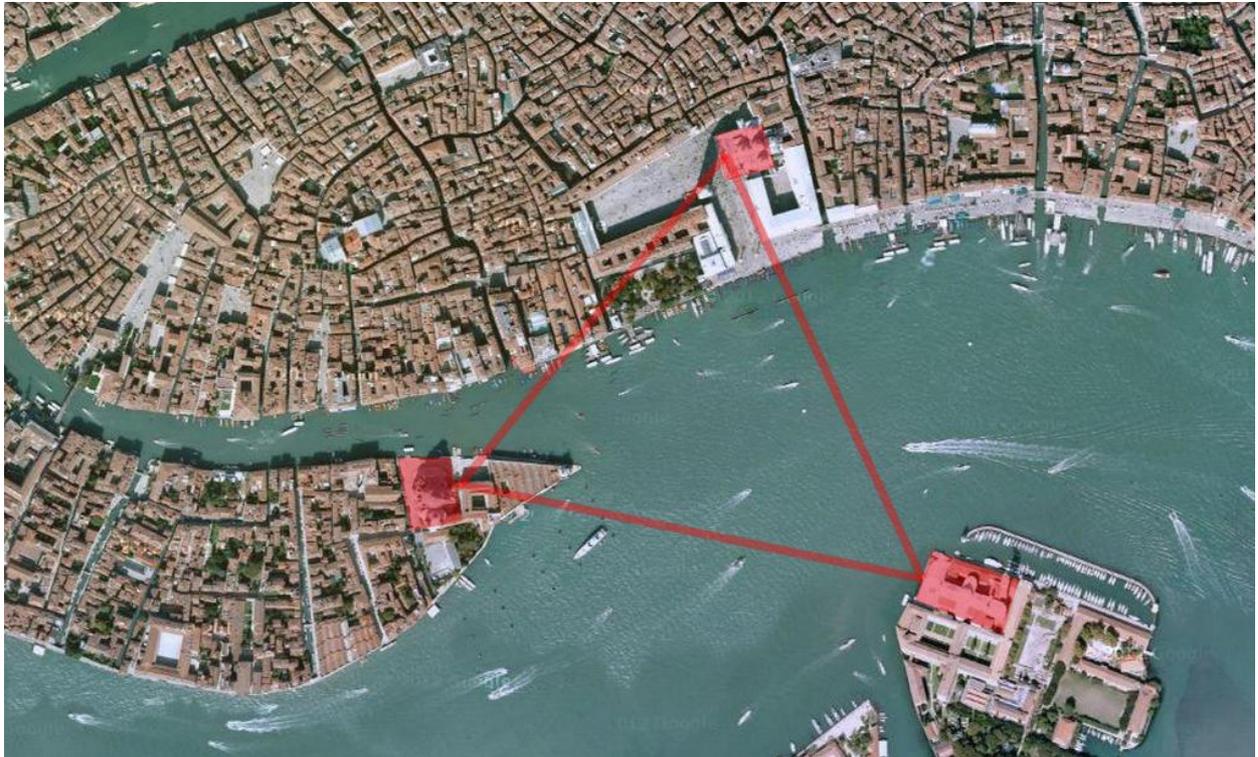
Il rapporto con il lago è dato dalla costruzione della piazza Motta, vero e proprio “salotto sul lago”, che giace perpendicolarmente ad esso. La piazza è circondata su tre lati da edifici ben proporzionati nello spazio, per buona parte porticati. Sul lato nord si trova il broletto (conosciuto anche come Palazzo della Comunità) risalente al 1582, costituito da un portico al piano terra, usato per il mercato, e una sala riunioni al primo piano, qui si esercitava il potere legislativo, oltre che esecutivo per mezzo del Consiglio Generale ed è considerato il simbolo del lungo periodo di autogoverno della Regione. Di fronte al broletto inizia un'ampia strada denominata “Motta”, che conduce alla Chiesa di Santa Maria Assunta (1485) fiancheggiata da case e palazzi storici e che crea un asse visivo verso il lago.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Questo tipo di relazione ci sembrava molto suggestiva per costruire il luogo pubblico per eccellenza, la piazza all'interno del nostro progetto, ricercando di costruire tramite il volume della biblioteca e della sala civica il "salotto sul lago" generato da edifici calibrati che costruiscono con i loro fronti la piazza stessa.

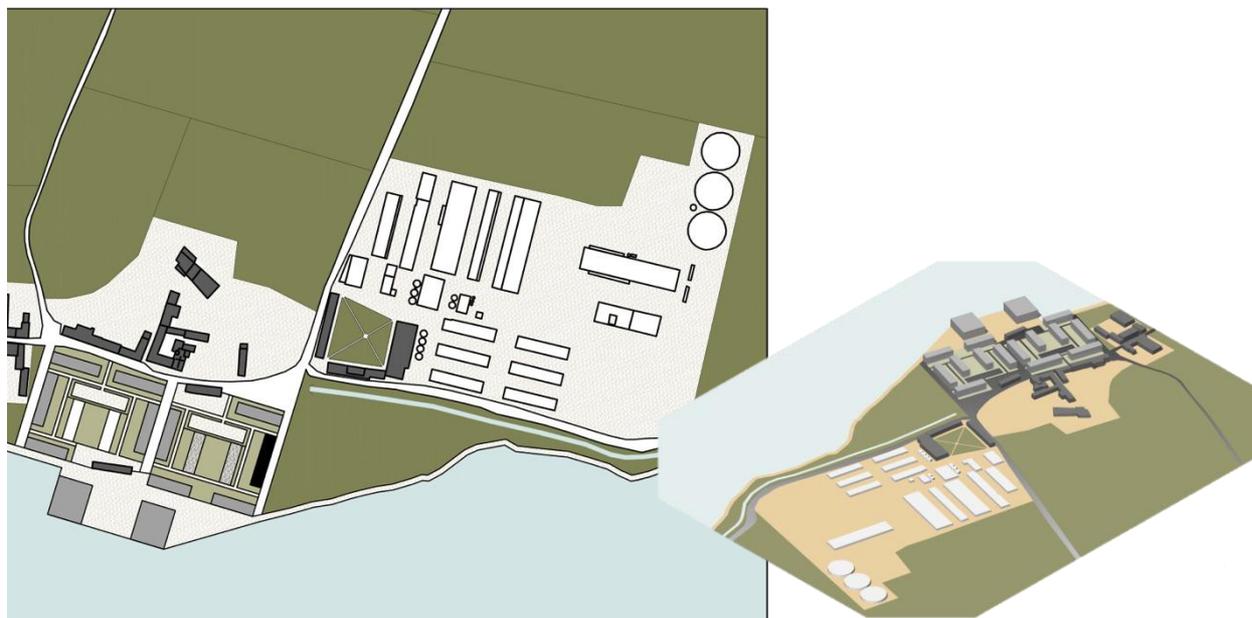
Venezia



Altra città presa come fonte di ispirazione, proprio per la bellezza e per il suo caratteristico rapporto con l'acqua, Venezia ci insegna, con il metodo della trilaterazione, a misurare lo spazio con punti notevoli, creando relazioni visive che ci permettono di capire le distanze.

Dovendo costruire il parco e il bacino d'acqua, ci servivano dei punti notevoli per poter misurare lo spazio: questo compito è stato affidato ai servizi che, in maniera differente, si rapportano con l'acqua: la piazza-terrazza che si eleva; la canottieri che invece ci entra completamente permettendo all'acqua di entrare al suo interno, il cinema all'aperto che invece si distacca grazie alle sue gradinate per poi arrivare al ponte che richiama i ponti galleggianti veneziani.

Da questa città bisogna anche imparare i diversi modi di relazionarsi con l'acqua, sempre diversi in base alle esigenze, non a caso è la città più studiata da tutti gli architetti, una bellezza senza tempo.

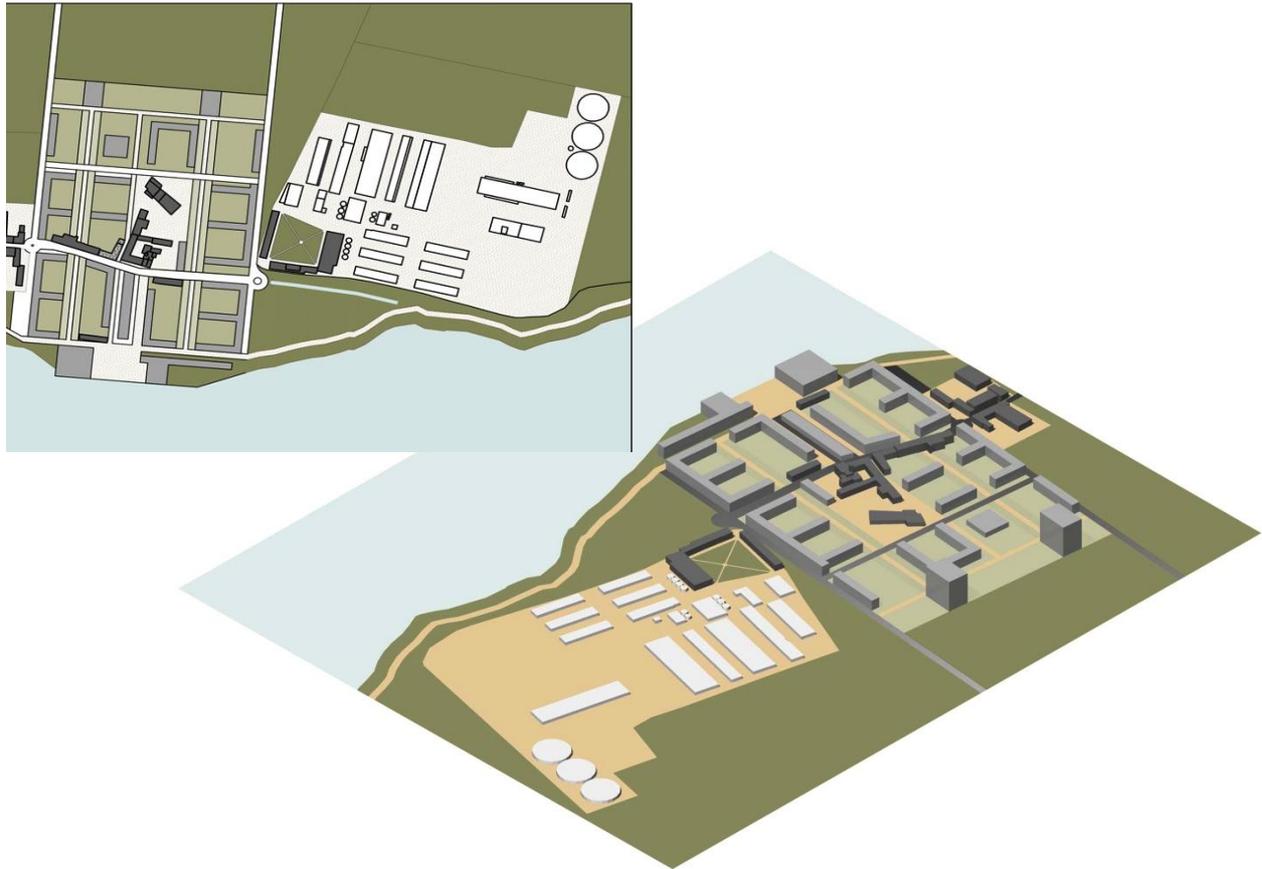


Prova di masterplan per lo studio degli spazi, modulo di La Fayette Park Mies Van Der Rohe e Ludwig Hilberseimer

L'idea di città alla quale si fa riferimento è un giusto mix tra la città e la campagna, dove l'artificio (geometricamente definito nella sua ferrea precisione) si colloca nella natura secondo rapporti armonici e dove alla perfezione della natura corrisponde quella inseguita nell'artificio, l'una e l'altra, composti in un quadro organico di corrispondenza. Si tratta di una condizione residenziale adatta alle fasce di abitanti che, per problemi diversi, sceglie di stabilirsi nelle parti esterne della città. Un aspetto inedito del progetto era rappresentato dalla struttura mista e fortemente differenziata delle tipologie edilizie, comprese in una struttura formale saldamente geometrica nella quale il disegno preciso degli edifici e la massiccia conformazione delle case alte conferiscono all'insieme un carattere di particolare rilevanza urbana. Le case basse con patio e le case a schiera sono poste direttamente a contatto con la natura. Il tema della costruzione della città attraverso unità d'insediamento caratterizzate dalla presenza di tipi residenziali misti, dell'insieme degli spazi verdi, intesi come l'elemento nel quale la città si costruisce, ci sembra un buon punto di partenza per la caratterizzazione del nostro intervento.

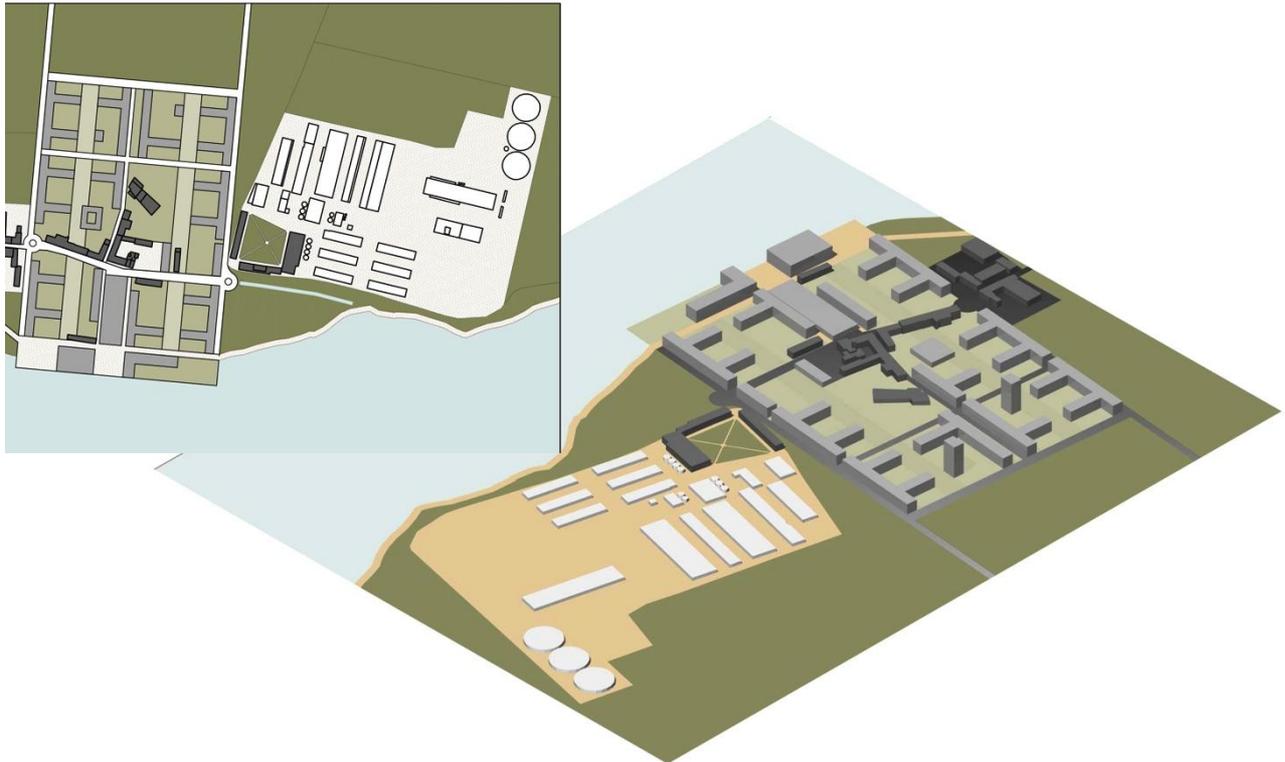
Di seguito vengono riportati gli stati di avanzamento del progetto, tramite modelli di studio schematici, per capire le relazioni tra insediamento, formato da edifici residenziali e collettivi, il lago e la campagna circostante, cercando di integrare il costruito esistente.

06.01. Ipotesi 1



Si è quindi cercato di riportare all'interno del progetto tutti i principi sopra studiati, per la costruzione della città. La costruzione degli isolati, viene fatta in parte con le linee che delimitano in maniera netta solo i limiti dell'intervento, mentre all'interno lo spazio è permeabile in tutte le direzioni, con pochi elementi che ripartiscono e suddividono lo spazio. Ci siamo accorti che le grandezze degli isolati che si andavano a creare erano troppo grandi, inoltre la suddivisione non creava al suo interno spazi definiti e con un ruolo, ma solo tanto spazio destinato al verde senza una gerarchia o uno scopo. Il limite dell'insediamento è definito dalle torri, che però sembrano essere posizionate fuori dalla logica dell'insediamento, oltre che a impedire la relazione diretta tra lago e campagna, questo ci ha permesso di ripensare alla loro posizione e al loro ruolo sia all'interno dell'isolato, che a scala urbana. Le corti non sono descritte dagli edifici, anche se quest'ultimi li delimitano, in quanto ci sono sempre dei fronti privati e pubblici che si rimandano, non dando un'identità al luogo. Anche la collocazione dei servizi non è calibrata in maniera egualitaria all'interno del masterplan. Le strade interne non sono costruite e le corti centrali non sono protette dal passaggio delle auto. Tutti questi problemi ci hanno permesso di ripensare alle qualità dei luoghi, proprio a partire dal loro interno, per creare una serie di relazioni dal minuto al grande, che ci permettesse di avere successivi rimandi e articolando lo spazio in una matryoska di luoghi che ci portavano dalla dimensione urbana a quella umana. Si vede anche la volontà di non andare a mutare l'esistente, ma di piegare il rigido principio secondo le preesistenze, cercando di integrarle in modo armonico all'interno dello schema urbano che si stava costruendo.

06.02. Ipotesi 2



Prova di masterplan per lo studio degli spazi, inserimento

Si è quindi cercato di riportare all'interno del progetto tutti i principi sopra studiati, per la costruzione della città. La costruzione degli isolati, con le lunghe case in linea che delimitassero la corte e le strade, ci sembrava la soluzione ottimale per iniziare a dare carattere ai luoghi e agli edifici stessi, creando una serie di relazioni tra costruito e non costruito. La casa in linea, più alta doveva confrontarsi con le schiere più basse, che descrivevano la corte privata dell'insediamento. La corte privata rimandava ad un verde centrale più collettivo, che permettesse di collegare il lago e la campagna attraverso la costruzione di un parco centrale con il compito di schermare gli spazi semi-privati e che desse unitarietà all'intero intervento. La suddivisione della città in sei isolati, di dimensioni 100 x 100 metri è nata dalla lettura del centro storico e dei vincoli paesaggistici imposti dal PGT. La volontà di relazionare ogni isolato come un pezzo di città, ci ha permesso di costruire una rete di servizi, collocati uno in ogni isolato, permette di non creare gerarchia tra gli stessi.

06.03. Principi dell'impianto urbano

Da tutte le ipotesi fatte, si è potuto capire quali sono i principi su cui si fonda il nostro progetto, ovvero quelle regole che devono essere evidenti e mantenute a ogni scala del progetto. Riteniamo quindi che sia utile costruire la città attraverso l'impiego di tipi misti, ci deve essere la compresenza di edifici residenziali alti e bassi, in cui la diversificazione è ricondotta al soddisfacimento dei desideri e delle esigenze degli individui, distinti tra coloro che hanno piacere di abitare a contatto con la natura e con il suolo e tra coloro che amano vivere sopra, nel cielo. Per quanto riguarda la viabilità, ci è sembrato utile eliminare, per quanto possibile, il traffico automobilistico di attraversamento e ridurre il più possibile quello all'interno dell'insediamento. Si è sentita la necessità di mantenere molto verde all'interno del nostro intervento, cercando di diversificare le qualità di quest'ultimo, che risulta essere l'elemento ordinatore e comune dell'intero progetto. L'accesso ai parchi e alle corti verdi è solo pedonale; questi parchi presentano al loro interno diverse funzioni collettive e sociali utili per l'insediamento. Dovendo rispondere anche ad esigenze energetiche e di confort per gli spazi sia confinati che aperti, è necessario porre attenzione all'orientamento degli edifici e degli spazi verdi collettivi, nonché controllare le ombre portate dai corpi di fabbrica sulle altre abitazioni.

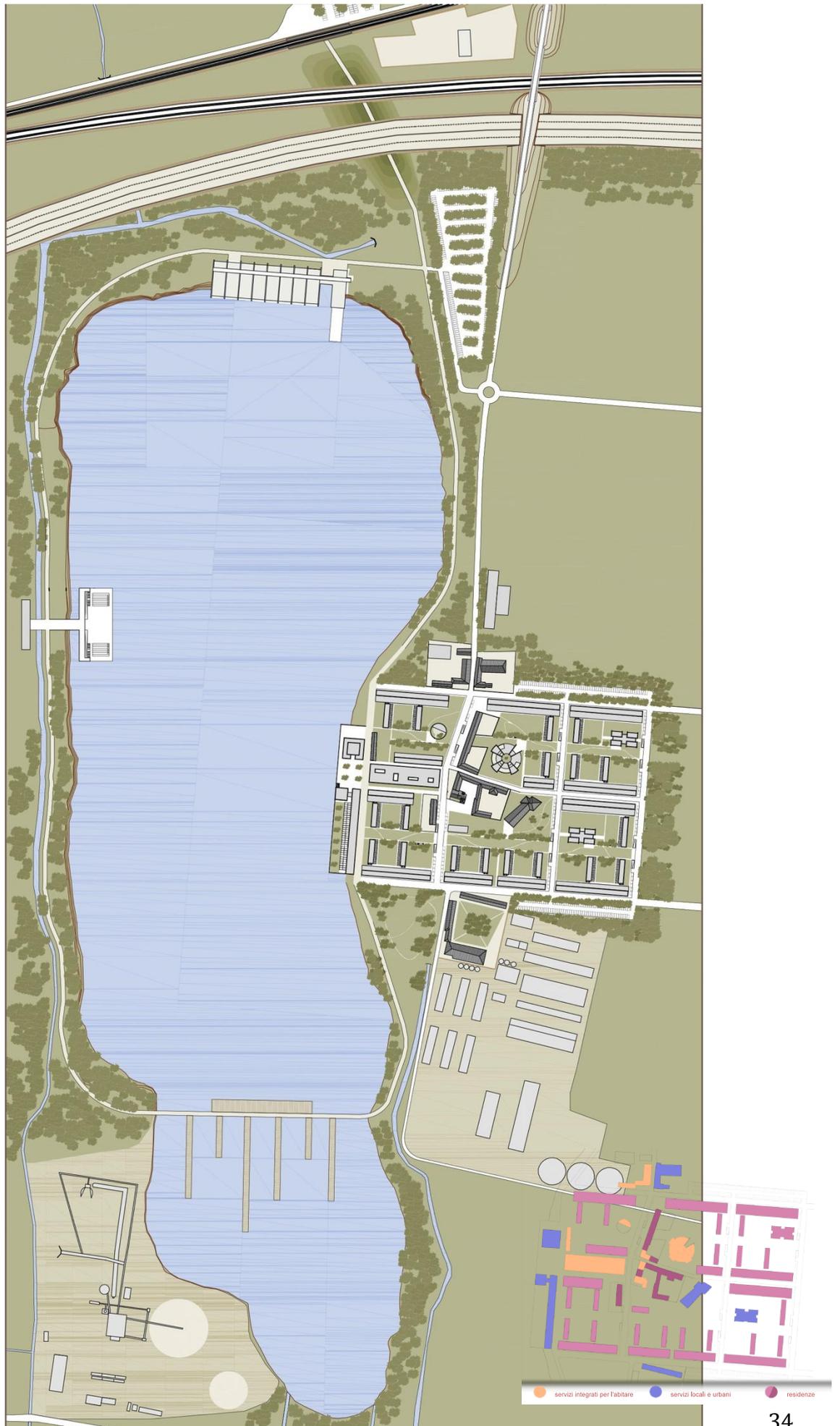
Gli edifici residenziali in linea devono delineare la corte e la strada, avendo il duplice compito di descrivere due spazi: uno più permeabili sul verde e uno più compatto su strada. Le schiere descrivono i limiti della corte e del boulevard centrale che deve essere lasciato libero, per la presenza dei parcheggi sotterranei, quindi le essenze vengono piantate sul limite della corte, la quale ha verde profondo, aiutando a descrivere questo elemento, oltre che schermare durante il periodo estivo e dare un senso di ritmo al percorso.

I servizi collettivi da collocare all'interno dell'insediamento sono: una biblioteca e una sala civica, che hanno il compito di descrivere la "piazza – terrazza" sul lago, in quanto sono gli edifici della cultura e delle relazioni sociali; gli asili (nido e materna) sono collocati all'interno della corte, proprio per essere schermati e protetti dal flusso dei veicoli, oltre che essere facilmente raggiungibili a piedi; la residenza universitaria che deve stabilire un rapporto tra le residenze e l'altra torre residenziale, è posizionata anch'essa all'interno della corte, perché al piano terra ospita dei servizi aperti a tutti. I servizi vengono collocati uno per isolato in modo da dare la stessa qualità ad ognuno, favorendo la circolazione pedonale all'interno dell'intervento. L'ispirazione del modello deriva dall'isolato romano, in quanto si costruisce un fronte compatto su strada, racchiudendo le funzioni collettive e sociali al suo interno.

La canottieri, anche se sembra essere isolata e staccata dall'edificato, instaura con il cinema all'aperto, il percorso e i pontili delle trilaterazioni e dei rimandi che permettono di misurare il parco e di creare dei collegamenti tra tutti gli avvenimenti del progetto.

Tutti gli avvenimenti sul percorso non sono mai frontali tra di loro, proprio per non creare delle relazioni privilegiate, ma invece costruire una serie di rimandi.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE
La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



07. PARCO E CITTÀ'

“Progettare le città significa ordinare le cose in se stesse e nelle loro reciproche relazioni. La progettazione è, nella sua essenza, un’opera di ordine nella terribile confusione della nostra epoca. L’autentica qualità è raggiunta attraverso le proporzioni e le proporzioni non costano proprio nulla”.

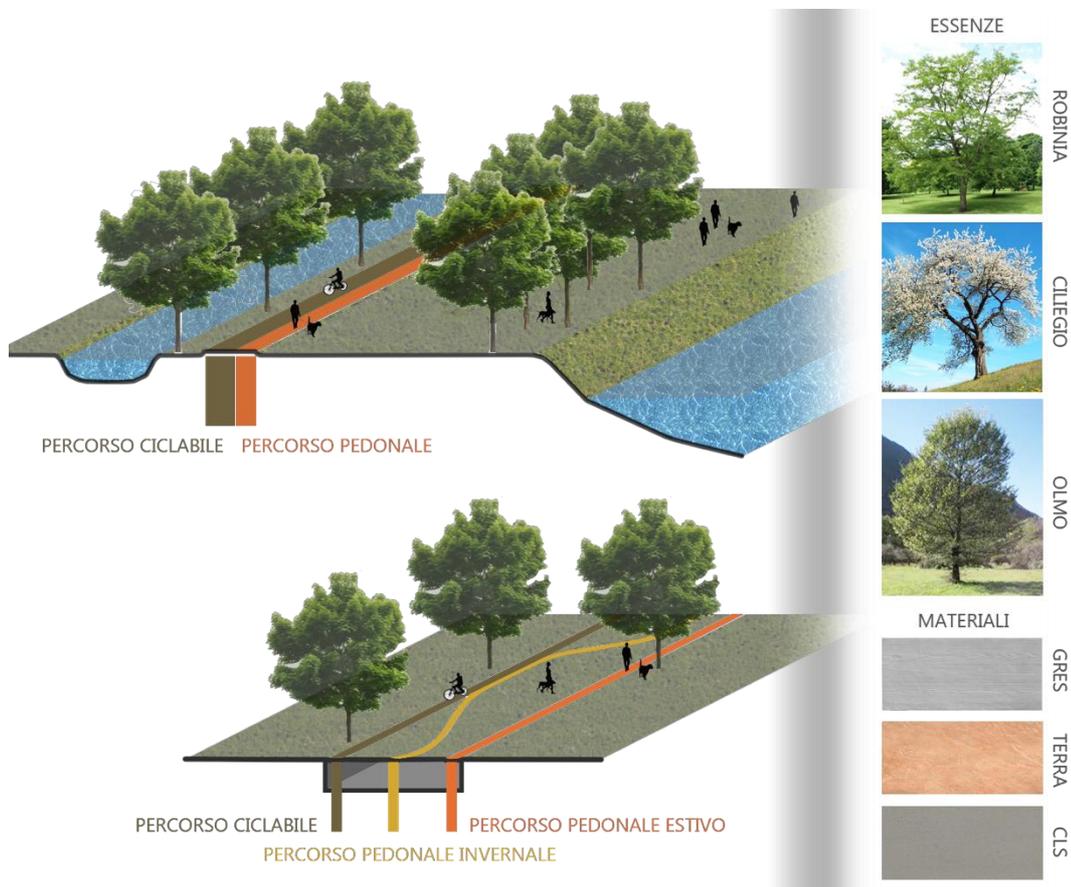
Mies Van Der Rohe

07.01. Premessa

Il problema attuale della progettazione è quello di interrogarsi, con l’ausilio degli strumenti adeguati e specifici del nostro fare e nel concreto delle opere, su quali siano oggi le concezioni della realtà che vi attraversano e in quale modo architettonico ci mettiamo in relazione critica con esse.

Il progetto per Bisentrato prenderà avvio con il recupero di alcune strutture esistenti del borgo storico in cui potranno insediarsi nuove attività a tema che conferiranno immediata identità all’intervento. In un’ottica di complementarità e di valorizzazione reciproca il processo di urbanizzazione avverrà a partire da Bisentrato: il nuovo intervento sottolineerà le qualità del borgo che ritroverà in questo modo la sua vitalità mediante un rinnovato ruolo di centralità urbana. Un’importante finalità urbanistica del progetto è connettere parti di territorio vicine, ma che di fatto, non interagiscono. Il ridisegno delle rive si attesta sugli antichi tracciati storici del territorio, che sono stati valutati adeguati al nuovo intervento. Senza ricorrere a nuove infrastrutture, si opera quindi un processo di avvicinamento del lago alla città di Pozzuolo Martesana che ottiene in questo modo un nuovo affaccio mediante una strategia d’uso non solo delle sponde, ma anche dell’acqua, tramite la canottieri, il cinema – zona concerto e i pontili.

Il nuovo disegno delle sponde consente di considerare la nuova presenza strategica del lago: le due sponde a ovest e a est sono state pensate secondo le linee agricole preesistenti, formando un percorso ciclo-pedonale che collega i vari avvenimenti sul lago. Questo percorso che costeggia la roggia è lasciato molto naturalistico, con pavimentazione in terra battuta, sufficientemente largo per il percorso pedonale e ciclabile nei due sensi di marcia, senza interferire tra loro e all’occorrenza diventare carrabile per i mezzi di soccorso. La sponda ovest è rivolta verso il parco agricolo sud di Milano, mentre quella a est deve confrontarsi con il nuovo borgo di Bisentrato.



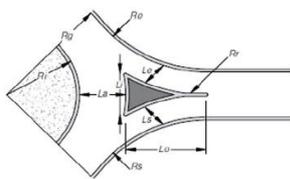
07.02. La Viabilità

La rete viaria carrabile deve distinguersi in almeno due livelli: di collegamento interquartiere e di distribuzione locale. È importante la presenza di una rete pedonale che consenta agli abitanti di ogni età di raggiungere senza difficoltà scuole, negozi, uffici locali, verde pubblico e ogni altro luogo di interesse collettivo. La concentrazione di più tipologie tende a generare un mix di viabilità più o meno costante in tutto il tessuto viario.

I parametri e le caratteristiche del tracciato sono regolate dal PUT della regione Lombardia che si riassume nella tabella seguente:

Disciplina delle intersezioni e degli attraversamenti pedonali							
Tipologia stradale	Velocità di progetto	Tipo di intersezione	Distanza minima delle intersezioni	Regolazione svolte a sinistra	Passi carrabili	Tipo di attraversamento	Ubicazioni e distanze
Strada di quartiere	50 km/h	organizzate a raso	100	controllato	raggruppati	semaforizzati o zebrati	all'incrocio
Strade locali	25 km/h	non organizzate	non specificata	ammesso	diretti	zebrati	100 m

Per la progettazione delle rotonde fare riferimento al codice della strada e consultare la seguente tabella:



Parametri		dimensioni (Rg)		
		12.00 m	15.00 m	20.00 m
Larghezza dell'anello (L_a)	$6 < L_a < 9$ m	7.00 m	7.00 m	7.00 m
Bordo carrabile (B_f)	$B_f = 1,50$ m	1.50 m	1.50 m	0.00 m
Raggio interno (R_i)	$R_i = R_g - L_a - B_f$	3.50 m	6.50 m	13.00 m
Raggio di entrata (R_e)	$8 < R_e < 15$ m	10.00 m	12.00 m	12.00 m
Larghezza corsia entrata (L_e)	$3 < L_e < 4$ m	4.00 m	4.00 m	4.00 m
Larghezza corsia uscita (L_s)	4 m $< L_s < 5$ m	4.00 m	4.00 m	4.50 m

Per evitare l'attraversamento di veicoli, anche di mezzi pesanti, si è deciso di deviare il flusso appena dopo il cavalcavia. La strada a scorrimento veloce che bypassa il centro abitato, con larghezza di corsia maggiore, limita il traffico di solo passaggio e per il transito dei mezzi pesanti, mentre si è pensato di lasciare la strada attuale per il passaggio dei residenti. Le strade interne al quartiere sono state pensate per consentire il flusso veicolare in entrambe le direzioni e passano all'esterno dell'isolato delimitandolo.

La sezione stradale si presenta con spazi di sosta che comprendono filari di alberi, i quali permettono di schermare il percorso pedonale. I parcheggi pubblici sono posizionati sia lungo gli assi viari sia in apposite aree attrezzate, mentre i parcheggi privati, a disposizione dei soli residenti, sono collocati al di sotto dei percorsi centrali adibiti a verde, raggiungibili tramite rampe poste lungo i limiti dei singoli isolati. All'interno delle singole corti troviamo i sistemi di risalita, che hanno la funzione di separare le corti private dal percorso centrale e di creare l'area di manovra sottostante.

Per quanto riguarda i percorsi ciclopedonali, questi si collegano ad un sistema più ampio, in particolare nel nostro progetto si è creato un percorso posizionato lungo la sponda della cava in modo da servire le singole attività presenti nel parco e diventare carrabile qualora ce ne sia la necessità.



07.03. Principio di insediamento bioclimatico

L'obiettivo di risparmio ed efficienza energetica è stato raggiunto anche grazie ad una progettazione bioclimatica ad hoc, sia per la fascia climatica di contesto, che per le condizioni microclimatiche locali. In particolare le strategie progettuali si riferiscono a:

- orientamento e posizione dell'edificio: si è cercato di sviluppare gli edifici secondo la direttrice est – ovest in modo da massimizzare la superficie dell'involucro esposta a sud, per sfruttare meglio l'irraggiamento solare nel periodo invernale e garantire condizioni di confort adeguate all'interno degli ambienti cercando di minimizzare il ricorso degli impianti. Per ottenere questo obiettivo è necessario analizzare il percorso del sole durante tutto l'arco dell'anno. Inoltre si è tenuto in considerazione la direzione dei venti dominanti, che possono aumentare le dispersioni termiche attraverso l'involucro nel periodo invernale, poiché favoriscono lo scambio termico convettivo. Le brezze derivanti dalla cava e dal verde intorno all'area d'intervento svolgono un effetto di raffrescamento nel periodo più caldo.
- Materiali e isolamento: i materiali isolanti sono stati scelti tra quelli che corrispondano alle caratteristiche della circolare del Ministero della Sanità del 15.03.2000, ma anche in grado di garantire una trasmittanza sempre minore rispetto alla normativa di legge, per limitare il più possibile le perdite di calore invernali, ma tenendo conto anche della condizione estiva, infatti la posizione dell'isolamento sempre esterna alla massa inerziale non permette l'accumulo di calore, bloccandolo prima di entrare all'interno.

Per quanto attiene gli aspetti concettuali, il progetto urbano "climaticamente responsabile" dovrebbe ispirarsi al principio dei giardini storici, in cui l'impianto architettonico e paesaggistico differiva da clima a clima e dove, al mutare delle stagioni, si poteva pian piano individuare zone maggiormente confortevoli. Nel progetto urbano la qualità è quindi basata su un corretto mix di elementi naturali e tecnologici.

07.04. Controllo qualità ambientale

La nostra scelta è stata quella di costruire un'architettura che avesse come obiettivo la progettazione "consapevole" degli edifici in grado di risolvere l'eventuale divario tra la concezione estetica – formale e quella energetica – funzionale, alla base di un approccio progettuale integrato che garantisca la qualità del risultato anche sotto il profilo prestazionale, economico ed ambientale. In questo contesto, in cui l'edificato non è molto intenso, si è pensato di costruire una nuova città tenendo conto di questi principi, in modo da creare un legame tra il sistema costruttivo dell'edificio, i sistemi impiantistici e la composizione.

L'organizzazione degli spazi in funzione del moto del sole e dello studio dell'irraggiamento solare del sito, sono parte integrante della ricerca di soluzioni tipologiche e di insediamento.

Questo tipo di approccio può contribuire a saldare il momento progettuale a quello realizzativo, in quanto, solo attraverso il controllo di tutte le fasi del processo, è possibile ottenere un prodotto edilizio che esprima la compatibilità tra tutti i parametri sopra citati, al fine di ottenere un prodotto edilizio che risulti: gradevole, durevole, funzionale, accessibile, comodo e sano, efficiente¹ e competitivo².

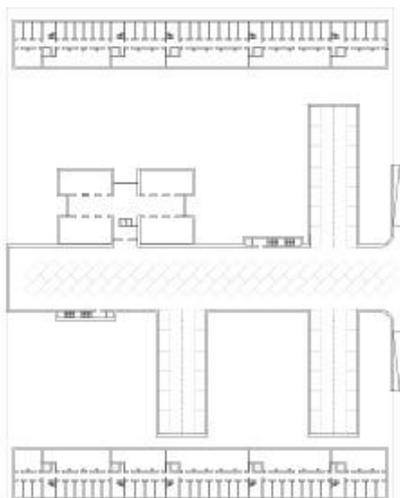
Adattando l'edificio alle caratteristiche dell'ambiente circostante si cerca di ottenere il maggior vantaggio dal punto di vista termico e luminoso, permettendo di sfruttare al massimo l'intorno per migliorare le condizioni di confort. Si è quindi deciso di utilizzare componenti e sistemi edilizi in grado di assolvere oltre che alla loro funzione estetica e compositiva, una funzione energetica, ossia come, attraverso la costruzione, si possono captare, accumulare, conservare, restituire l'energia termica della radiazione solare, come ad esempio gli spazi loggiati, oppure sfruttando al meglio la ventilazione naturale degli ambienti.

Si è iniziato con un'analisi a livello urbano, basata sullo studio di diversi aspetti relativi a irraggiamento solare e oscuramento dovuto a interazioni tra i vari corpi di fabbrica.

Il potenziale solare passivo delle costruzioni è determinato dall'insediamento degli edifici. Le relazioni che risultano dal raffronto con gli altri edifici, gli alberi e la topografia, condizionano il disagio provocato dalle ombre riportate. L'insediamento degli edifici modifica il microclima dell'ambiente diretto e favorisce, o aggrava, le condizioni climatiche degli edifici vicini; questo soprattutto per gli spazi esterni.

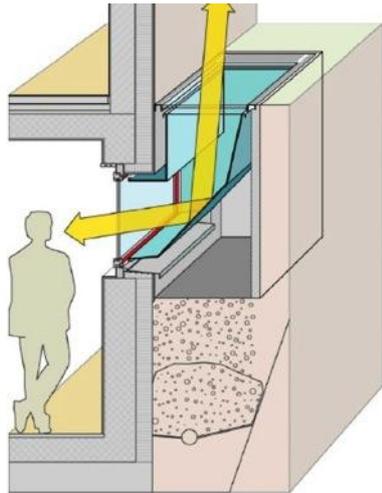
AREE DI SOSTA

Per i parcheggi interrati, posti sotto l'area collettiva verde e anch'essi di carattere collettivo pensati a raso senza distinzione, si è optato per delle soluzioni che garantissero un buon confort sia per la qualità dell'aria tramite bocchette di areazione, che per l'illuminazione tramite un sistema captante dei raggi solari, in modo da soddisfare i requisiti di illuminazione.

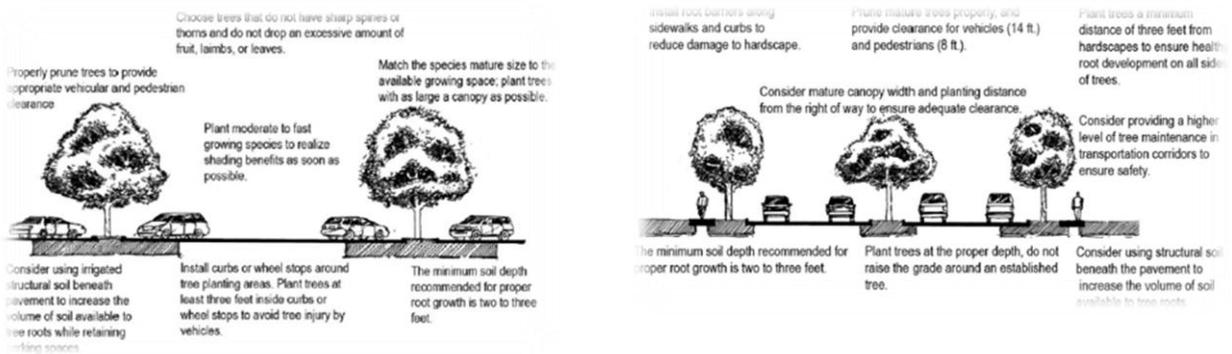


¹ Con efficiente si intende un edificio che consuma poche risorse naturali ed energetiche.

² Per competitivo ci si riferisce alla riduzione di costi di manutenzione e gestione.



Per i parcheggi situati in prossimità dell'area di intervento, sono stati pensati con criterio, in modo da rendere queste aree ausiliarie piacevoli e funzionali. La piantumazione in queste zone non deve arrecare danni agli autoveicoli, sporcandoli con frutti e resine, è stata scelta con attenzione. Inoltre le radici della pianta non devono essere troppo superficiali altrimenti danneggerebbero il manto stradale. Quindi si è deciso di usare in questa parte prevalentemente l'olmo campestre.



SOLEGGIAMENTO

L'intensità della radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre varia in funzione dell'angolo che i raggi formano con la superficie captante. La disponibilità di luce naturale sul sito presenta una forte influenza sul comportamento termico dell'edificio e di come si vivono gli spazi esterni tra gli edifici.

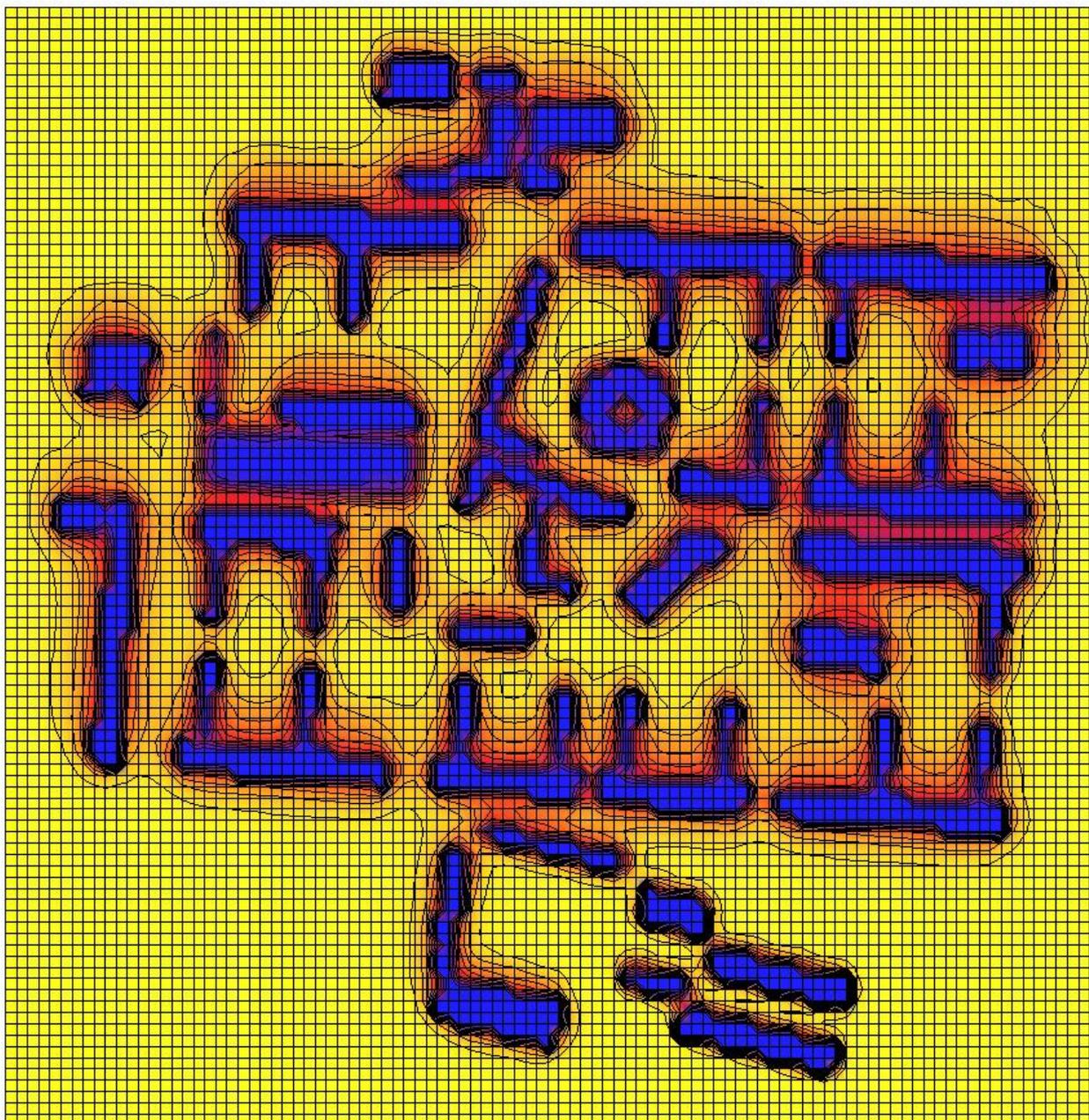
La geometria della radiazione e la presenza delle ostruzioni, sono utili per l'analisi della disponibilità di luce naturale. Per questo è necessario valutare l'andamento della radiazione solare per i diversi orientamenti degli involucri degli edifici.

L'analisi è di tipo quantitativo e indica, per un periodo specifico, la media giornaliera della radiazione solare incidente su ciascuna delle celle discrete della griglia.

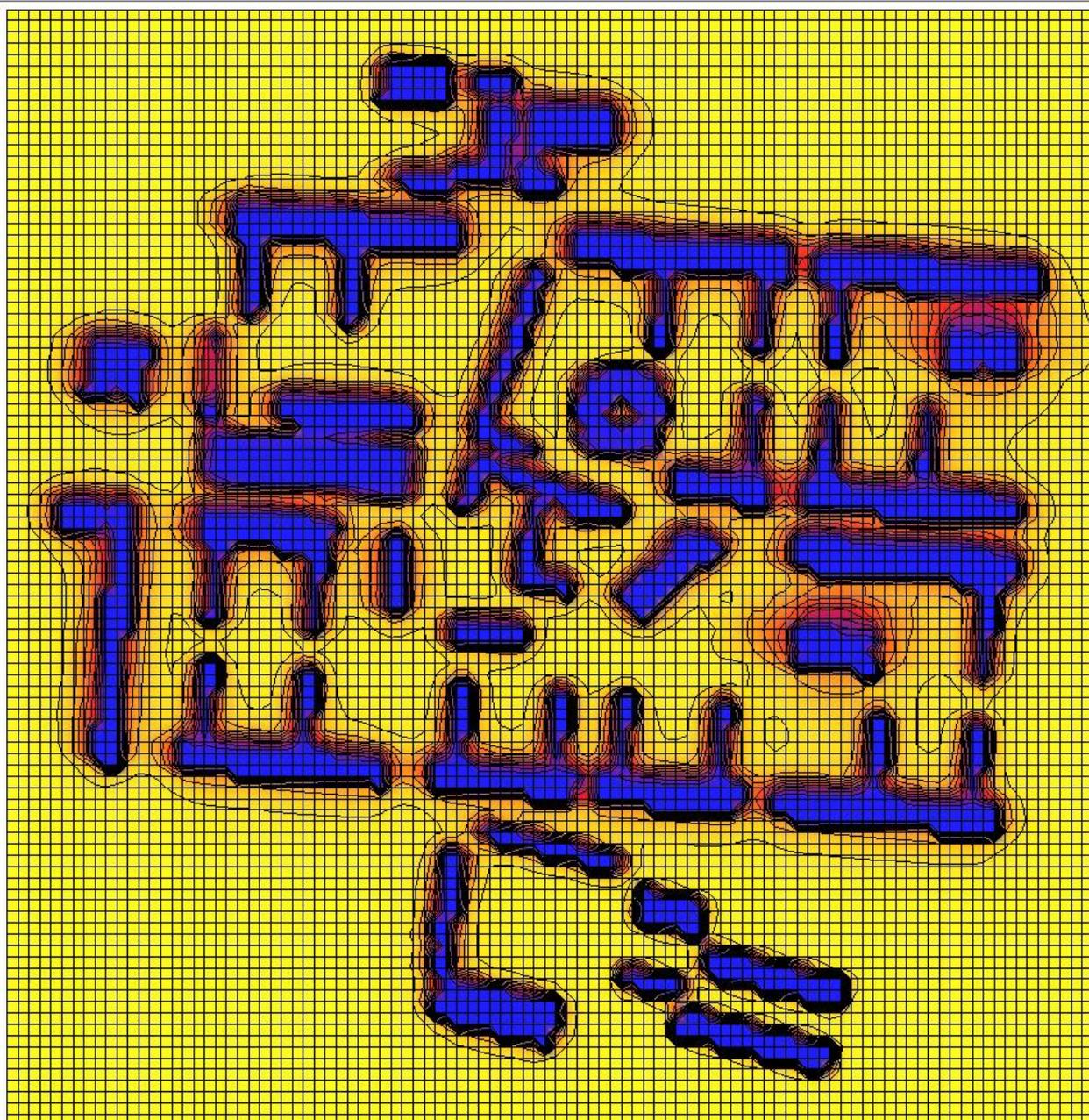
La griglia di analisi, ovvero il piano su cui vengono calcolati i valori della simulazione, è posizionata in modo da essere congruente con il tipo di analisi fatta e della densità adeguata a discernere il grado di dettaglio.

Per questo motivo la griglia è stata posizionata a un metro di altezza dal piano di calpestio e dimensionata in modo da avere una buona caratterizzazione degli ambienti.

Le prime analisi del soleggiamento, sono state fatte per l'intero insediamento, in quanto è utile capire le zone più colpite e quindi più calde questo parametro ci ha permesso di capire l'efficacia della scelta dei materiali da usare al suolo, oltre che l'estrema importanza del verde all'interno di un tessuto edificato.

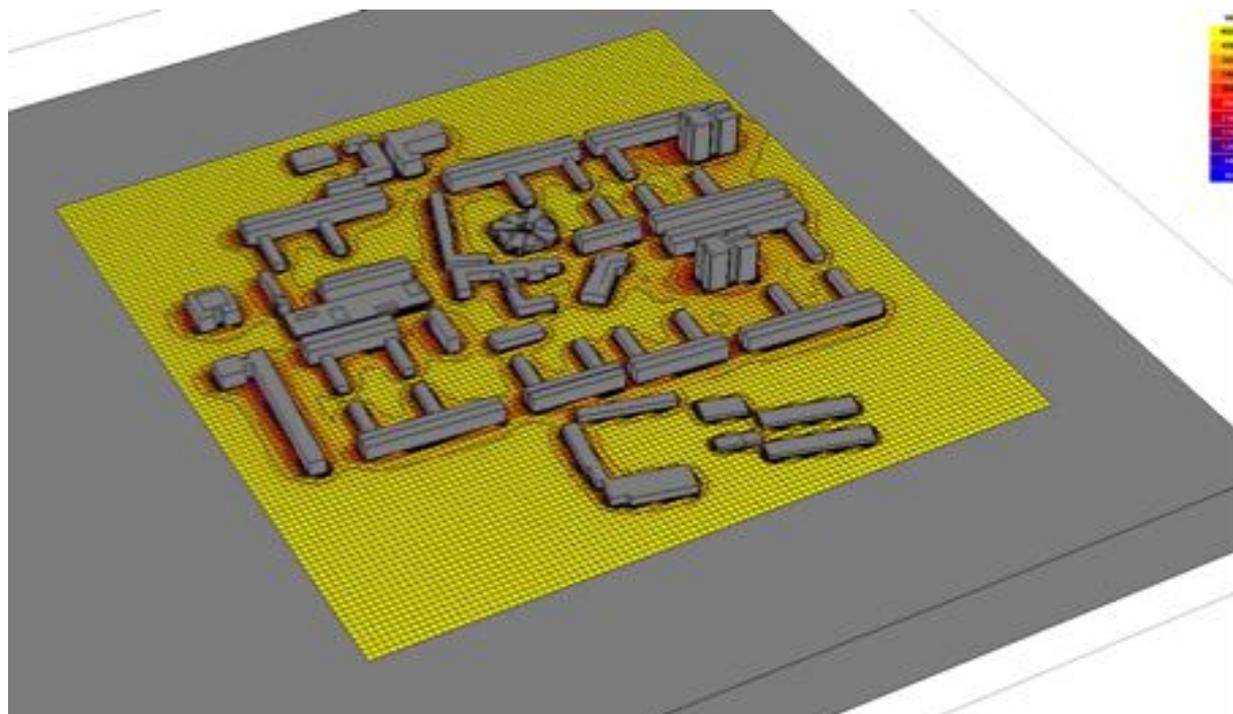


21 Dicembre (solstizio invernale)

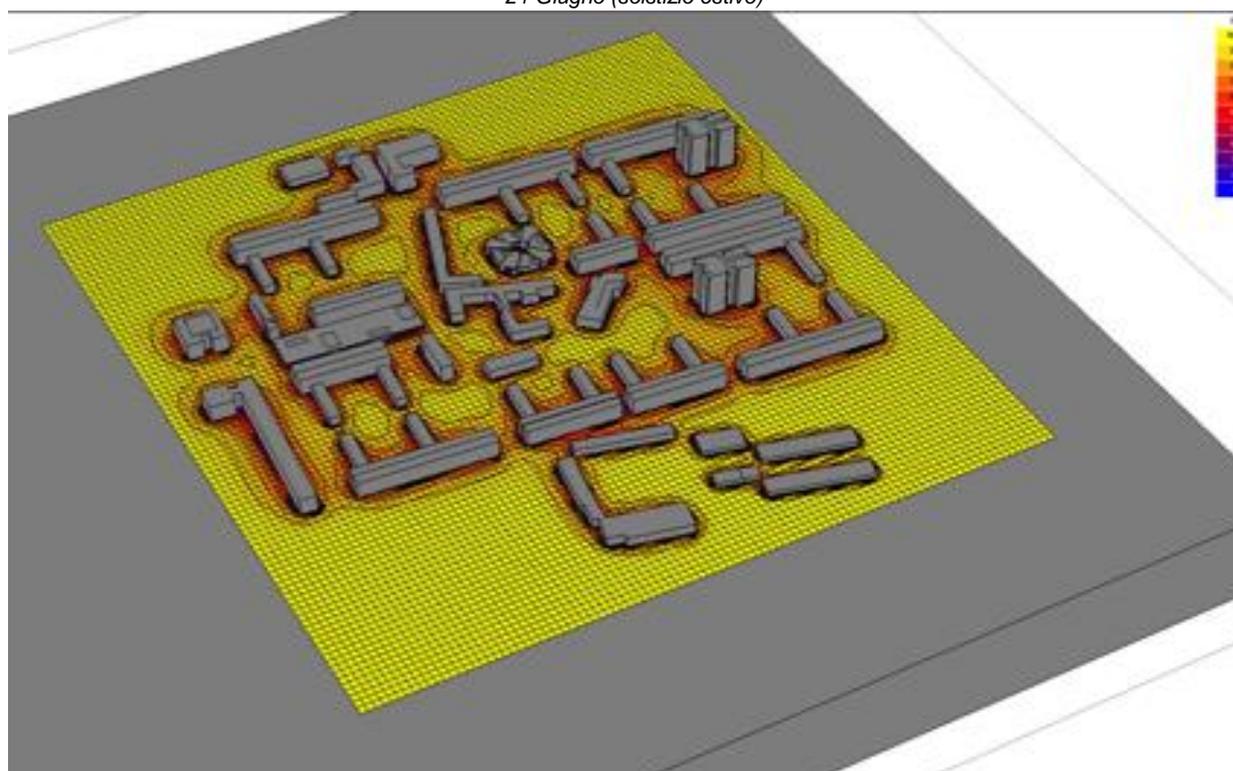


21 Giugno (solstizio estivo)

Le analisi sono state effettuate nei due giorni di riferimento che permettono di capire come si comportano qualitativamente le radiazioni nell'arco di tutto l'anno, definendo un periodo di minimo ed uno di massimo. Data la scarsa comprensione e una possibile male interpretazione dei dati possiamo vedere anche in assonometria l'esigua dimensione delle zone protette da surriscaldamento nei mesi estivi e invernali. Le zone fredde, evidenziate in pianta, coincidono pertanto con i volumi coperti dagli edifici.



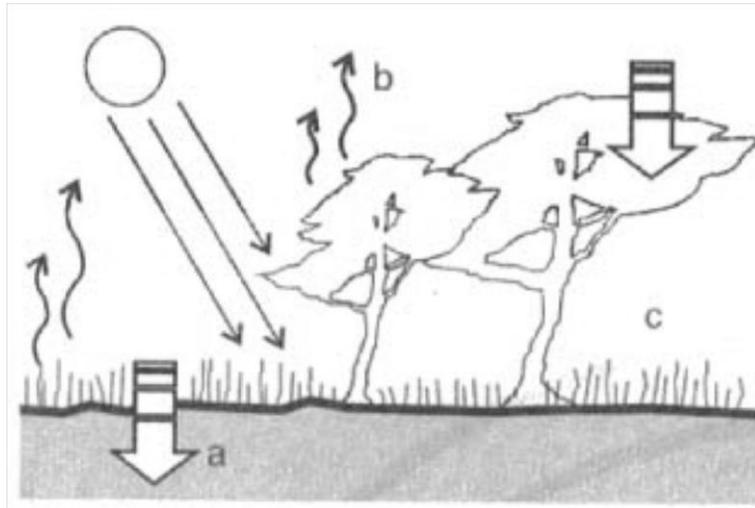
21 Giugno (solstizio estivo)



21 Dicembre (solstizio invernale)

L'analisi ha dato modo di evidenziare la necessità di diversificare le condizioni ambientali sia degli spazi verdi che dei boulevard, per diminuire gli effetti estivi dell'irraggiamento sul percorso pedonale, il quale rimarrebbe altrimenti soleggiato durante i periodi più caldi dell'anno. Grazie a questa analisi si possono evitare gli effetti negativi dovuti al surriscaldamento, riducendo l'apporto termico di riflessione e di calore assorbito dall'involucro, regolando di conseguenza il microclima esterno ed interno. A tale scopo, si è deciso di intervenire con l'effetto mitigante della vegetazione, in quanto risulta essere un metodo molto apprezzato dal punto di vista della qualità ambientale, del risparmio energetico e della godibilità degli spazi. La vegetazione contribuisce con la produzione di vapore acqueo al mantenimento del grado di

umidità dell'ambiente, influenza il ristagno e l'assorbimento idrico, riducendo o favorendo l'evaporazione al suolo.



Per tale motivo il boulevard è stato suddiviso in tre parti: un percorso sinuoso nel verde centrale che non risente della presenza degli alberi, due percorsi lineari e paralleli alla fascia centrale caratterizzati dalla presenza di alberi ad alto fusto autoctoni disposti in modo naturale, con il compito di schermare il percorso nel periodo estivo.

Essenze autoctone



Robinia pseudoacacia

altezza: 16 – 20 m
larghezza chioma: 5 – 7 m
sistema radicale: espanso, forte, poco profondo
longevità: non supera i 2 secoli
fioritura: aprile – luglio



Ciliegio campestre

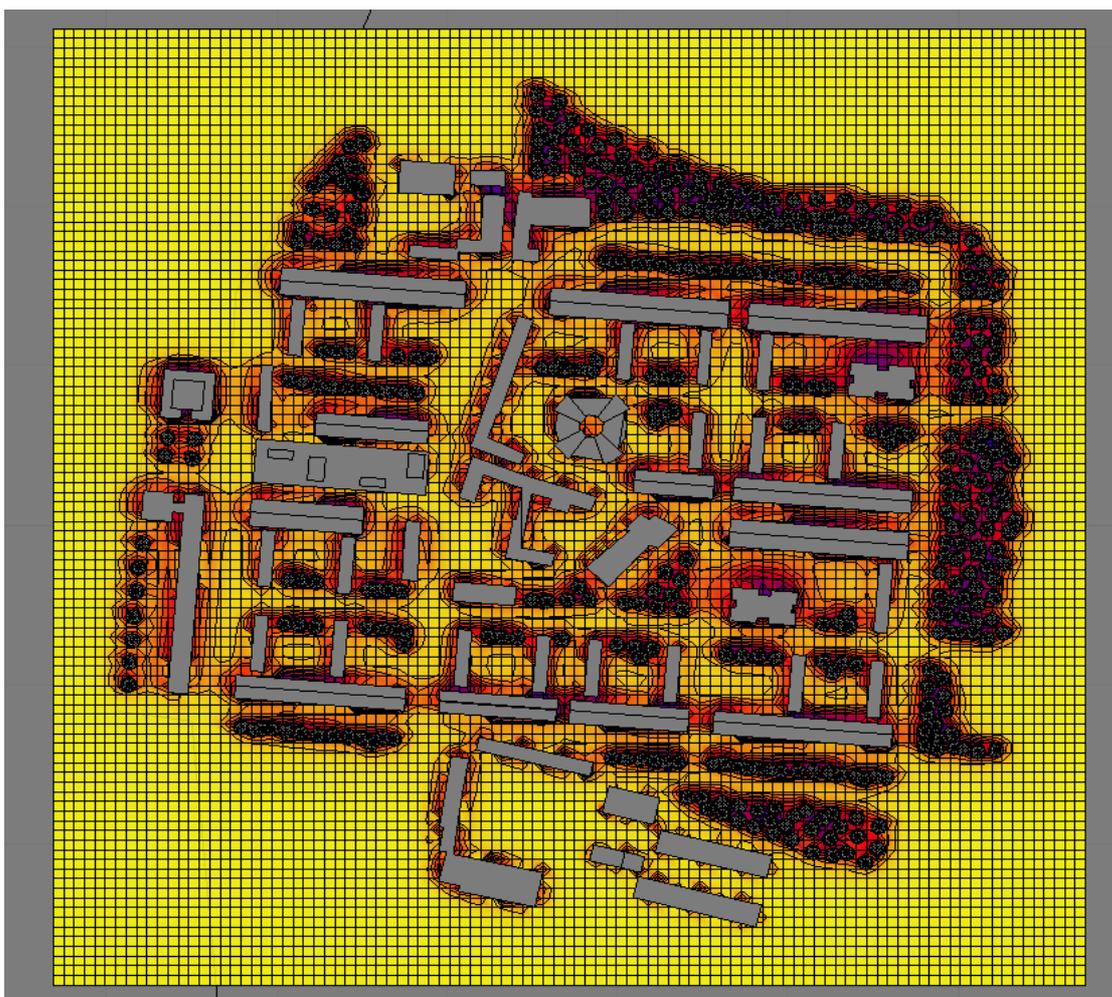
altezza: 18 – 25 m
larghezza chioma: 8 – 10 m
sistema radicale: robusto, molto esteso e ramifica anche in profondità
longevità: non supera 1 secolo
fioritura: marzo - aprile



Olmo campestre

altezza: 25 – 30 m
larghezza chioma: 9 – 12 m
sistema radicale: robusto, molto esteso e ramifica anche in profondità
longevità: circa 500 anni
fioritura: poco significativa

Per verificare l'effetto schermante della vegetazione è stato modellato un nuovo masterplan che includesse i volumi delle chiome (8m di raggio come media, considerando anche le dimensioni dei fusti appena impiantati). Lo scopo dell'analisi non è solo quello di verificare che avvenga una mitigazione delle condizioni di soleggiamento al suolo (risultato peraltro ovvio e scontato), ma anche valutare dove tali effetti si producono, in quale misura e in che tempi.



Estate, condizioni con foglie.

Possiamo vedere dalle immagini sopra come la situazione estiva sia migliorata sul viale, mentre l'ombreggiamento non aumenta laddove già sussiste carenza di illuminazione naturale diretta. Questo ci permette di dire che il posizionamento del verde risulta corretto non creando criticità.

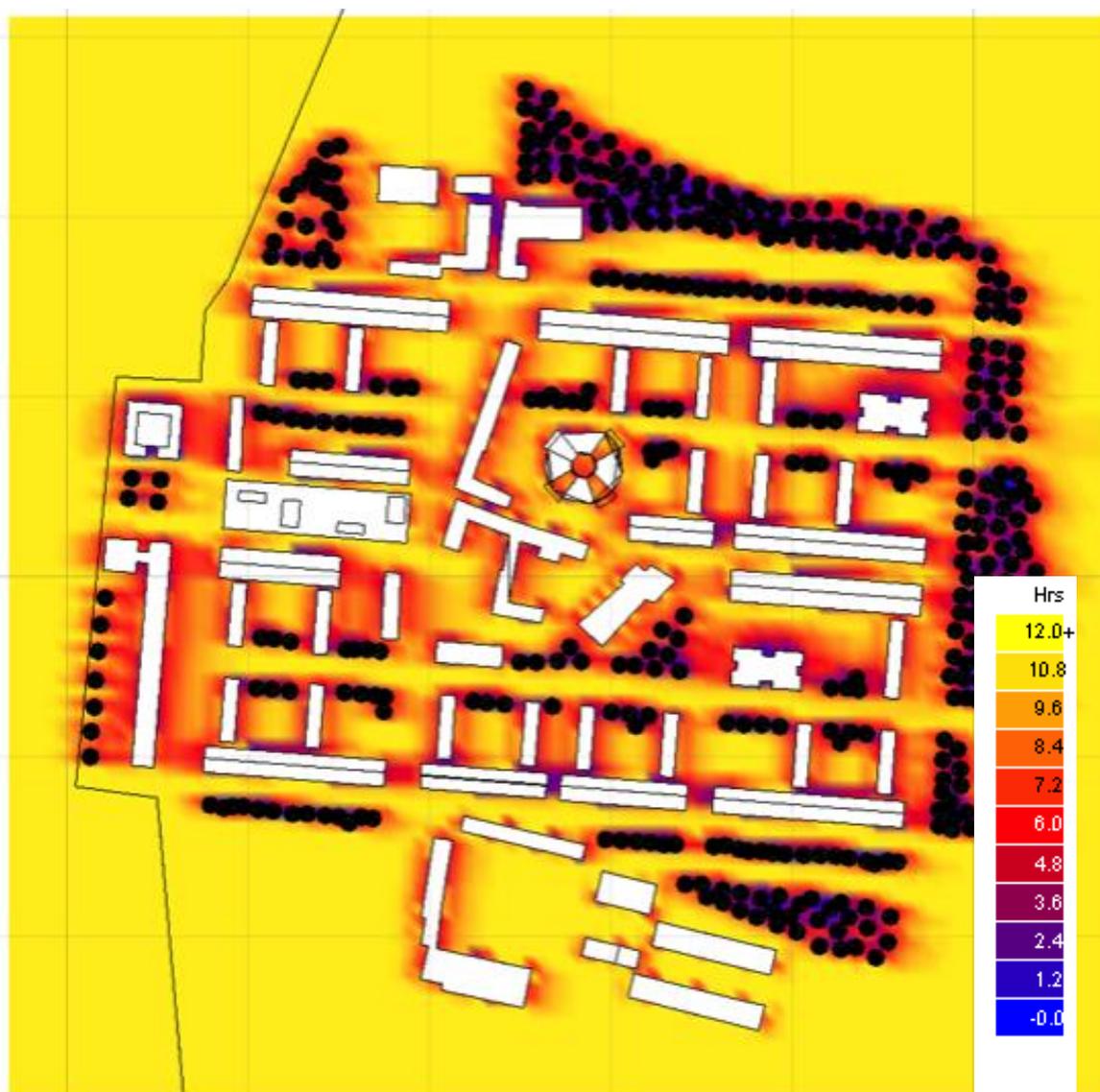
In particolare i filari che chiudono le corti interne costruiscono una zona con irraggiamento ridotto antistante il boulevard o davanti agli edifici esposti direttamente a sud, mitigando le condizioni dove serve e non omogeneamente.

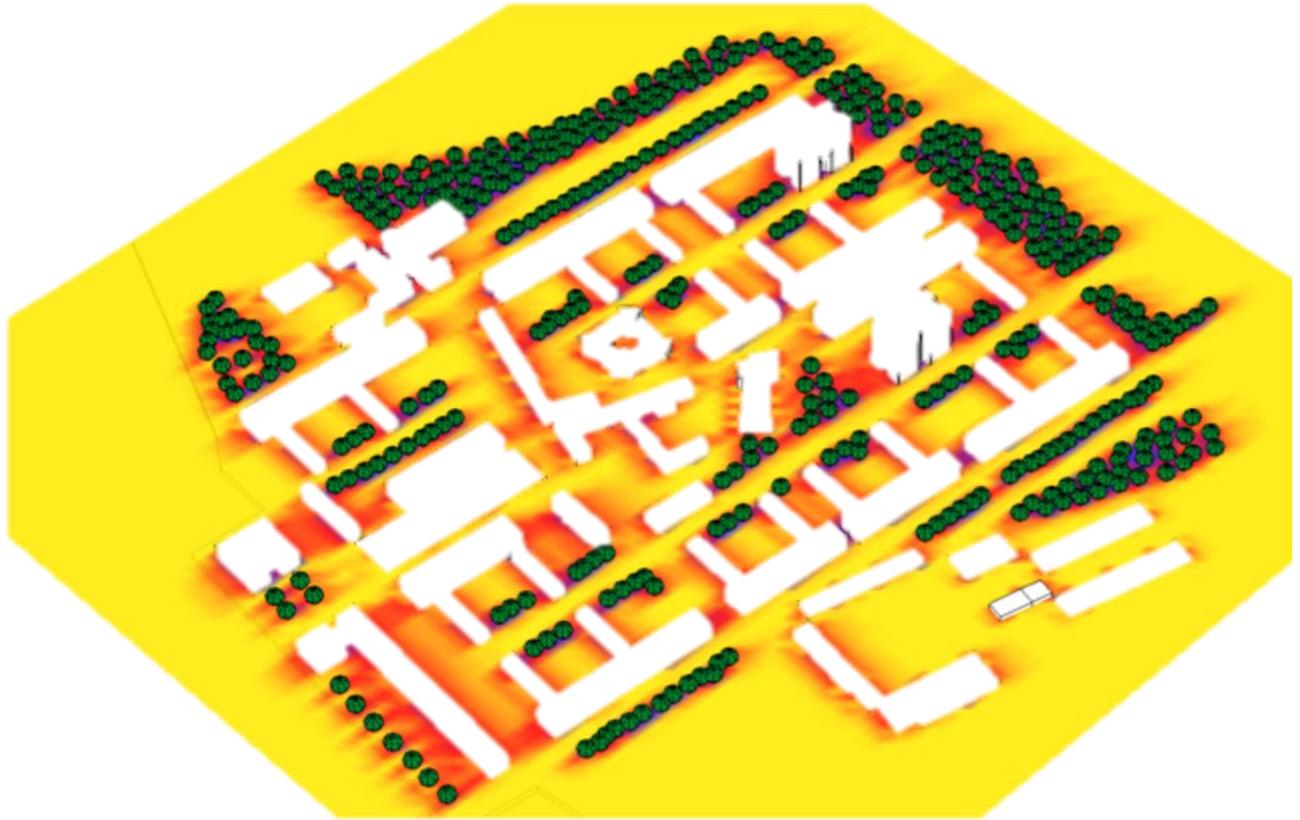
PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Analisi più accurata di quella solare è quella di verifica di insolazione che permette di verificare il tempo in cui la superficie riceve luce nel periodo selezionato.

Il periodo di analisi per la verifica è quello estivo (1 Giugno - 31 Agosto) dalle 7:30 alle 20:30, momento in cui gli effetti di schermatura sono più richiesti.





Per verificare gli effetti del verde aggiunto a livello urbano, Ecotect è in grado di distinguere qualitativamente e quantitativamente le ombre portate da un oggetto a un altro. L'analisi in questione è chiamata "Shading & Overshading" e permette di verificare quali ombre sono presenti in uno specifico punto durante la durata del periodo di riferimento solitamente annuale. Altro fattore da considerare è che in inverno il fogliame cade e l'oscuramento prodotto dalle chiome non rappresenta un ostacolo all'illuminazione naturale degli edifici o dei percorsi. Inoltre tutti i filari, tranne due perimetrali agenti da "filtro" rispetto al traffico esterno, sono distanziati dalle facciate nord, per permettere durante tutto l'anno un'eccellente illuminazione diffusa naturale.

L'ipotesi fatta per la fase di rimboschimento, soprattutto perimetrale, lavora congiuntamente con il disegno del masterplan e dei venti registrati. A nord del masterplan infatti l'oasi crea un microclima proprio e consistente grazie alle notevoli dimensioni; è in grado di intercettare i venti serali che vanno da nord a sud durante l'estate, migliorando il clima delle corti più piccole.

SHADOW RANGE

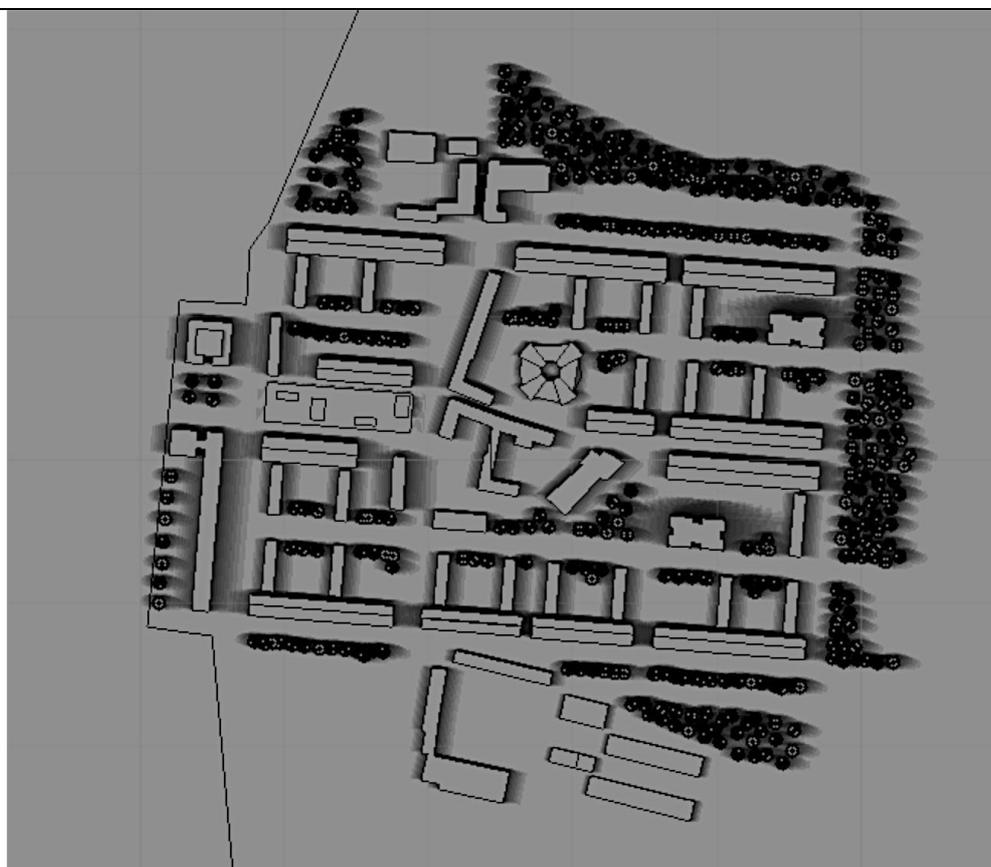
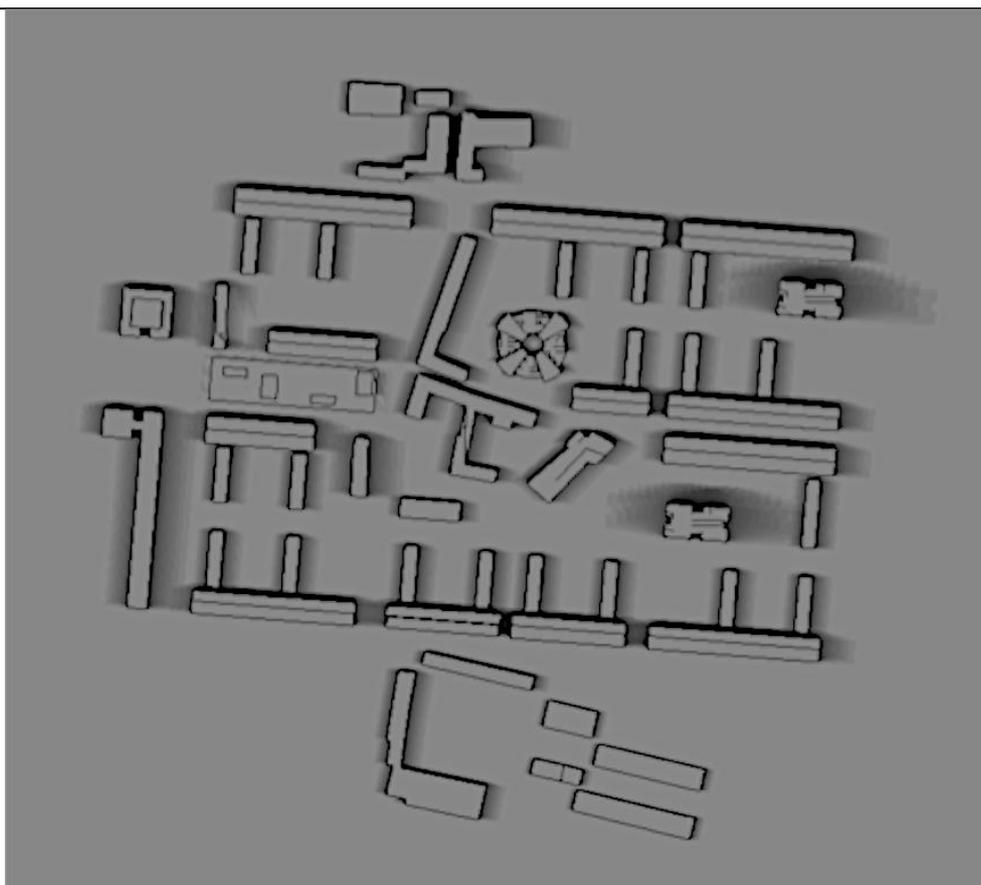
Shadow range, dall'inglese "intervallo delle ombre" è un'analisi qualitativa che consiste nella sovrapposizione delle ombre proiettate durante un preciso intervallo temporale.

L'immagine risultante permette di comprendere dove le sovrapposizioni sono più frequenti e quindi individuare in modo intuitivo le aree dove l'oscuramento dovuto a uno o più corpi di fabbrica si sovrappone ripetutamente nell'intervallo temporale scelto, definendo così un'area scarsamente illuminata e carente di luce diretta durante tutto il periodo stabilito.

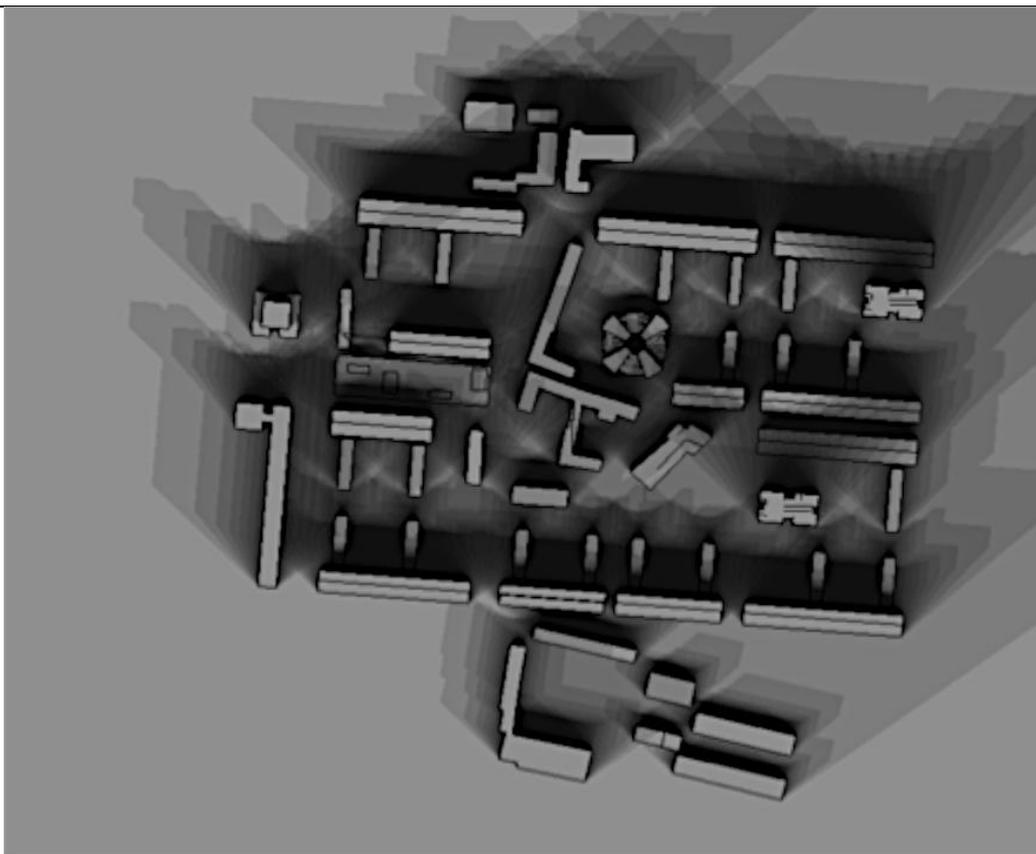
La presenza di tali aree può essere benefica o deleteria rispetto alle scelte di progetto che devono essere adeguatamente studiate a priori.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



*Solstizio d'estate, condizione normale (in alto) e con verde (in basso).
Si noti l'assenza di ombre portate su zone già critiche.*



Situazione Invernale (in alto) e con verde (in basso).

Queste analisi servono a definire qualitativamente le condizioni a livello del terreno per stabilire eventuali iniziative progettuali atte a mitigare effetti globali o locali dell'intervento.

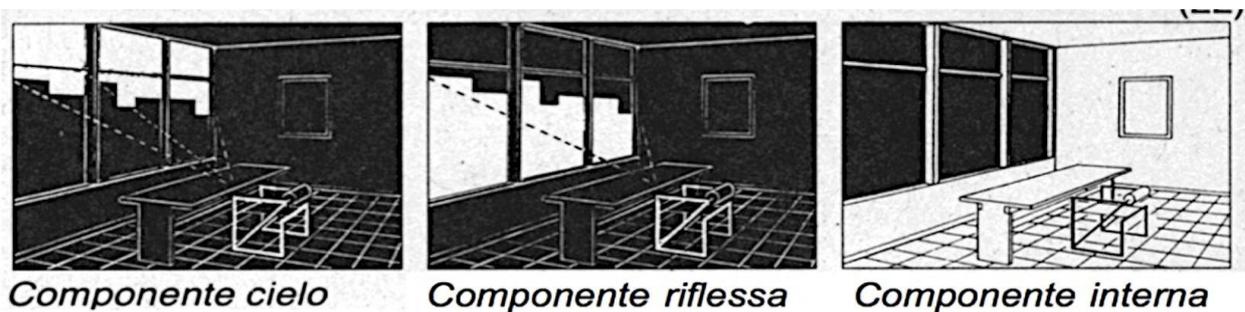
L'analisi a livello urbano è stata effettuata limitatamente all'area dell'insediamento, a causa dell'alta densità edificatoria e dell'importanza dei percorsi nel disegno urbano; infatti ci ha consentito di evidenziare eventuali criticità proprio su questi spazi, per poterli poi risolvere in maniera mirata.

Il concetto climatico consiste nella creazione di un involucro dinamico capace di trasformare il clima esterno in un clima interno confortevole e controllabile.

Il potenziale dell'illuminazione naturale è funzione della superficie visibile del cielo e delle riflessioni, i vantaggi dell'illuminazione naturale sono: eccellente rendimento luminoso, eccellente resa dei colori, gratuità.

L'illuminazione naturale è sottoposta a variazioni quantitative e qualitative costanti: alle nuvole, alla situazione geografica, all'orientamento, alla stagione e all'ora del giorno.

La disposizione delle finestre, la profondità e la geometria del locale, il colore dei muri e del soffitto, come pure il mobilio, sono elementi che influenzano direttamente la distribuzione della luce naturale.



Il fattore di luce diurna (FDL) viene misurato quando il cielo è nuvoloso per verificare se la sono rispettati i requisiti minimi della normativa. Questo fattore è definito come rapporto tra l'illuminazione naturale su un piano di lavoro e l'illuminazione misurata contemporaneamente su un piano orizzontale all'esterno. Si compone di tre apporti distinti: componente del cielo, componente riflessa e componente interna.

In realtà le condizioni sono molto variabili ed è necessario pensare alla luce diurna non solo da punto di vista quantitativo, ma anche di qualità dell'illuminazione naturale:

- protezione contro l'abbagliamento secondo l'orientamento, la meteorologia, la stagione, l'ora e la destinazione d'uso;
- colori utilizzati e i loro contrasti rispettivi, di norma una stanza chiara procura un migliore benessere visuale;
- disposizione delle stanze in funzione della loro destinazione d'uso: cambia l'illuminazione richiesta in base al lavoro che si sta svolgendo;
- dimensioni relative alle aperture: una finestra piccola può provocare abbagliamento in quanto la stanza risulta buia (apporto minimi); al contrario grandi finestre producono un'illuminazione uniforme, ma l'esposizione diretta al sole può causare perdite/accumuli termici elevati;
- ci deve comunque essere una complementarità tra illuminazione naturale e artificiale.

07.05. Il Sistema del Verde

La concezione della natura deve essere letta come dimora per l'uomo: il verde è definito in relazione all'uomo, egli non può dominarla ma solo svelarla. Le corti centrali vengono pensate come un unico grande parco centrale, grazie alla rete di percorsi e sentieri per le passeggiate, avendo cura di pensare alla vita nel parco sia in inverno che in estate, diversificando i percorsi e le zone di sosta, in base alle necessità stagionali. L'idea generale è quella di costruire delle ville nel parco, questo determina un importante principio compositivo che condiziona l'affaccio degli edifici. Il progetto del suolo viene pensato e articolato in modi differenti: infatti troviamo podi, differenziazione tra percorsi e gerarchia tra gli spazi.

Numerose sono le funzioni svolte dal verde urbano all'interno del nostro progetto:

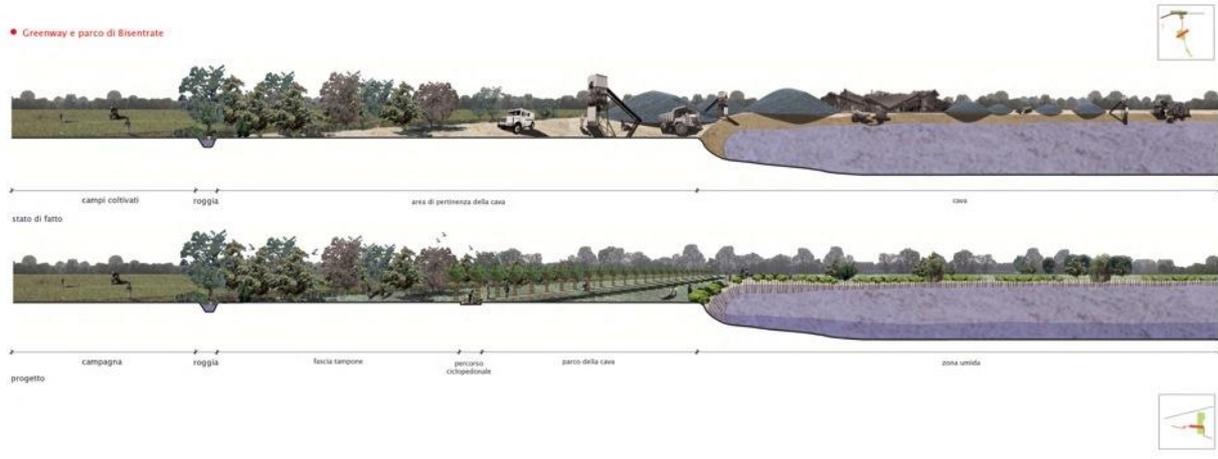
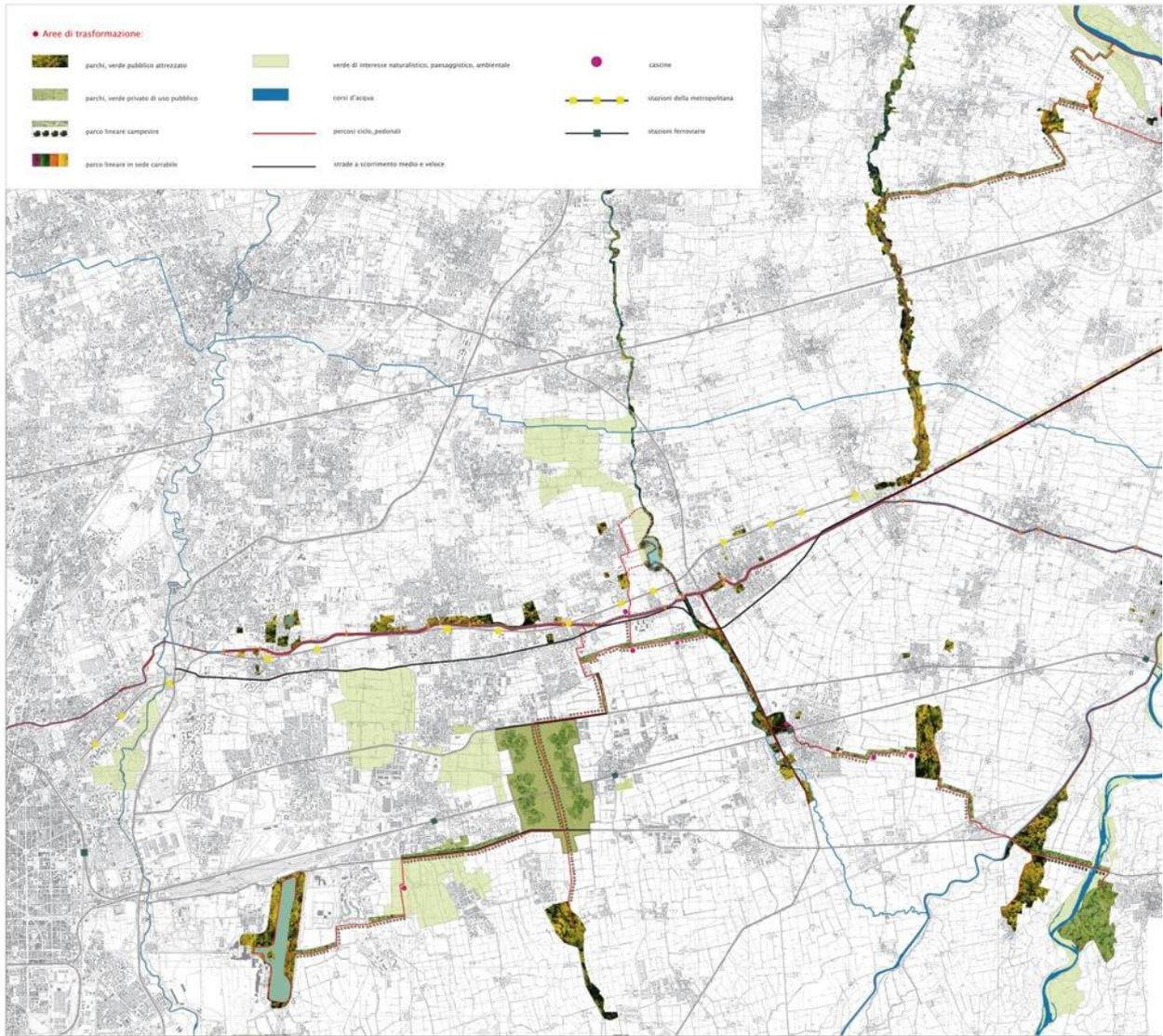
- funzione ecologico-ambientale: il verde costituisce un fondamentale elemento di presenza ecologica ed ambientale, che contribuisce in modo sostanziale a mitigare gli effetti di degrado e gli impatti prodotti dalla presenza delle edificazioni e dalle attività dell'uomo. La presenza del verde, come abbiamo già detto, contribuisce a regolare gli effetti del microclima cittadino attraverso l'aumento dell'evapotraspirazione, regimando così i picchi termici estivi con una sorta di effetto di condizionamento naturale dell'aria, ideale per il free cooling;
- funzione protettiva: il verde fornisce un'importante effetto di protezione e tutela del territorio, soprattutto come nel nostro caso in prossimità delle sponde della cava, dei fontanili e delle rogge;
- funzione sociale e ricreativa: il parco ed i percorsi studiati con l'arredo urbano consentono di soddisfare un'importante esigenza ricreativa e sociale e di fornire un fondamentale servizio alla collettività, rendendolo più vivibile e a misura umana;
- funzione estetico-architettonica: in quanto migliora decisamente il paesaggio urbano rendendo più gradevole la permanenza in città.

Il grande parco, che ha un'estensione di circa 117.576 m², è stato sfruttato per creare e costruire i percorsi ciclabili e pedonali che collegano tutto il parco e l'insediamento. L'intento progettuale iniziale è nato dalla volontà di costruire un grande parco collegato da un anello ciclopedonale, che incontra diverse funzioni e diversi ambienti: la zona faunistica alla quale viene affiancato una zona picnic e un percorso di fitness, la zona concerti o cinema all'aperto estivo, il centro sportivo di canottaggio, l'insediamento urbano verso cui tende due bracci (boulevard) per ricollegarsi alla campagna produttiva circostante, l'azienda agricola La Fulvia, per finire ad uno scorcio sull'attività estrattiva delle cave Rocca. Il grande parco che abbraccia la cava, penetra nella città e stabilisce una relazione con il tessuto urbano. È proprio compito della piantumazione delineare i due boulevard che tagliano a metà la grande corte, riuscendo a creare un verde molto più proporzionato alla misura dell'uomo. Queste corti verdi sono i giardini delle residenze, oltre che essere una zona di filtro tra un ambiente privato (la casa) e un ambiente pubblico (la strada). Il verde non è solo quello del parco, è anche quello che invade le strade con un sistema di "filari verdi", vie e viali con grandi alberi, quando le dimensioni delle strade lo permettono, o con piante più piccole, quando gli spazi sono più limitati. Queste alberature consentono al parco di penetrare nel tessuto urbano esistente, creano corridoi ecologici lungo gli assi est-ovest e nord-sud nell'intera città, riconnettono le aree verdi tra loro e con il sistema dei parchi, del verde e dei percorsi ciclopedonali esistenti e in progetto.

Il parco lavora in sinergia con gli altri corridoi ecologici e parchi a livello regionale, come il parco della Martesana, il Parco della Cerca e il Parco agricolo sud.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



07.06. La Residenza

Alla residenza viene dato il compito di affrontare il tema del recinto. Questa dialettica tra tema, caratteristiche e scelte tecnico – costruttive, è sviluppata attraverso un processo logico che conduce senza equivoci a soluzioni uniche, conseguenze delle scelte progettuali fatte a scala maggiore.

La scelta della tipologia a corte deriva dalla volontà di creare una relazione significativa con il contesto rurale e di definire un grande verde centrale che ha il ruolo di contenere la direttrice generale del progetto che richiama la relazione tra la cava e la campagna.

Questi edifici permettono di descrivere una gerarchia di corti posizionate una all'interno dell'altra: si parte dalla più esterna che descrive il limite dell'intervento, per giungere poi alla definizione del singolo isolato che viene ripetuto più volte; all'interno di questo un'ultima corte semi privata è delineata dalle schiere. Il ruolo dell'edificio in linea è quello di descrivere quindi l'isolato e di conseguenza la maglia stradale, mentre quello delle case a schiera è quello di delimitare la corte interna.

Gli ingressi agli appartamenti tagliano il volume in senso nord sud, quindi il senso di chiusura che ha l'edificio risulta interrotto dagli accessi.

Il carattere del verde centrale è di essere l'elemento unificatore dell'intero sistema: le piccole corti, si rimandano a questo asse senza delimitarlo.

Prendendo in considerazione l'edificio in linea questa differenziazione di affaccio (su strada e su corte) è riscontrabile anche per quanto riguarda la costruzione dei due fronti: quello su strada risulta essere più compatto, il rapporto tra aperture e tamponature è a favore della seconda; quello sulla corte è molto permeabile e costruito prevalentemente da superfici vetrate che tentano di collegare direttamente l'interno dell'abitazione con il verde esterno.

Le schiere sono dei duplex adagiate su un basamento; quest'ultimo consente di relazionarsi direttamente con la corte ma allo stesso tempo di sopraelevarsi per concedere all'appartamento di avere una maggiore privacy.

07.07. I Servizi Collettivi

Il numero di abitanti insediati ha permesso di collocare all'interno dell'intervento un numero di servizi adeguato per garantire una qualità dei luoghi ottimale. I servizi sono pensati come delle eccezioni all'interno dell'isolato prettamente residenziale, costruendo una gerarchia di luoghi differenti. Vengono distinti due livelli di servizi: uno a scala locale che risultano essere l'asilo nido, la scuola materna, i bar e il mercato coperto; quelli a scala sovralocale sono la biblioteca, la sala civica, la canottieri e la residenza universitaria.

La biblioteca e la sala civica, con i loro affacci che interagiscono, hanno il ruolo di costruire simultaneamente la piazza fronte lago. Il loro compito è quello di lavorare a sistema per attivare una vivace vita culturale e sociale.

In base ai dati raccolti si suggerisce la creazione di una biblioteca che abbia come bacino di utenza tra i 3000 e i 5000 utenti, in grado quindi di richiamare anche l'utenza dei centri più vicini: Truccazzano, Trecella non dotati di una biblioteca propria. Il piccolo servizio bibliotecario dovrebbe avere una dotazione da 9000 a 15000 volumi. (con 15 mq ogni 1000 volumi).

La biblioteca potrebbe avere quindi una dimensione di 230-250 mq minimi.

Il numero può essere calcolato sia in base alla affluenza sia in base al numero di volumi, anche se i 2 parametri devono in qualche modo essere mediati tra loro.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

POPOLAZIONE DI RIFERIMENTO			
n. abitanti serviti		3.000	5.000
DOTAZIONE DI LIBRI E SPAZI DELLA BIBLIOTECA (ADULTI + RAGAZZI)			
Volumi in scaffali aperti	quantità per 1000 abitanti	1.333	800
	capacità totale	4.000	4.000
Ingombro a terra	minimo pari a 100 mq.	100 minimo	100 minimo
	sup. (15 mq/1000 volumi)		
Patrimonio della biblioteca	dotaz. unitaria (vol./abit.)	3	3
	dotazione totale	9.000	15.000
Libri di consultazione	percentuale del patrimonio	1%	2%
	numero volumi consultabili	min. 100	300
Posti a sedere:	numero posti	5	8
	superficie richiesta (mq)	15	24
DOTAZIONE DI PERIODICI E RELATIVI SPAZI			
Dotazione di periodici		50 minimo	50
Spazi per consultazione periodici	numero posti	1	1
	superficie richiesta (mq)	3	3
DOTAZIONE DI LIBRI E SPAZI PER I RAGAZZI			
Dotazione libri per ragazzi	libri dedicati (1/3 patrimonio)	2970	4950
Spazio prestito per i ragazzi	prestito (16 mq/1000 vol)	64	64
Spazio attività per i ragazzi	attività (come pubblico)	1,5 mq per posto di lettura	
	attività di elaborazione	3,0 mq per posto di attività	

Per la sala civica la dotazione minima è la seguente:

- sala civica da 300 posti;
- spazio espositivo flessibile da 500mq;
- 2 Sale conferenze con spazi commutabili;
- servizio di ristoro integrato.

La residenza universitaria a torre, insieme all'altra torre residenziale, hanno il ruolo di *landmark*, in quanto Bisentratese non possiede nessun elemento di spicco, e di chiusura del sistema insediativo in quanto collocate a chiusura dei due assi verdi.

La legge 338 del 2000 fornisce i dettagli per conoscere la dotazione minima, le prestazioni qualitative richieste e le dimensioni da rispettare per gli alloggi:

- Numero sale studio: Numero studenti * 0.05
- Caffetteria con sala ludica/servizio ristoro interno
- Sala informatica completa di scanner, stampante, fotocopiatrice e plotter
- Lavanderie comuni con lavatrici e asciugatrici

La canottieri ha un ruolo attrattivo in quanto è quella che agisce di più a scala sovracomunale, posizionata in sommità della cava, punto raggiungibile facilmente dalla stazione e dal paese. Grazie alle funzioni di quest'ultima, ha un diretto contatto con l'acqua, che entra all'interno dell'edificio. Insieme alla piazza ed al cinema all'aperto ha la responsabilità di trilaterare, ovvero permette di misurare oggetti a lunga distanza.

Il polo sportivo deve contenere i seguenti spazi:

- una palestra coperta per canottaggio con vasca voga ; 250 mq
- palestra fitness; 200 mq
- rimessa canoe e spazio manutenzione 100 mq
- club house 250 mq.

Gli asili sono posizionati all'interno dell'isolato in quanto necessitano di protezione e di facile accesso tramite i percorsi pedonali. Le dotazioni sono:

- lo spazio per le attività ordinate: deve servire una sola sezione, o deve essere opportunamente studiato per consentire, nella sua forma, una serie di possibili variazioni dell'arredo;
- lo spazio per le attività libere: può servire una, due o tre sezioni; la sua forma non dipende dal metodo pedagogico, ma dalle attività di movimento o di partecipazione allo spettacolo che vi si possono svolgere

- lo spazio per le attività pratiche: deve, compatibilmente con lo svolgimento delle sue funzioni, essere integrato con lo spazio totale della sezione per le sue funzioni pedagogiche ed educative. Ciascuna sezione deve comprendere lo spogliatoio e i relativi servizi igienici;
- la mensa: può essere collocata in uno spazio a sé stante, comune a tutte le sezioni, con disimpegno; lo spazio destinato alla mensa deve essere studiato anche come spazio commutabile
- gli spazi esterni: le attività ordinate o quelle libere possono svolgersi in parte al chiuso e in parte all'aperto, gli spazi relativi devono essere in stretta relazione con lo spazio esterno anche per consentire l'esercizio dell'osservazione e della sperimentazione diretta a contatto con la natura. Lo spazio può essere comune a più sezioni e devono essere previsti spazi coperti, ma aperti. Per la scuola materna, la distribuzione avviene a diretto contatto con il terreno di gioco e di attività all'aperto.

La vita economica è racchiusa sotto il mercato coperto che ospita tutti i servizi a livello di quartiere ed è studiato per mantenere la direzionalità visiva imposta dal PGT. È costituito da una maglia di pilastri che sorreggono la grande copertura, intervallati da volumi pieni che ospitano i servizi.

Per il cinema all'aperto le dotazioni degli ambienti (sia chiusi che a cielo aperto) devono fare riferimento al titolo 5 del DM Interno 19 agosto 1996 n.261 "regola di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo".

Infatti il decreto identifica i luoghi all'aperto, "come luoghi ubicati in delimitati spazi all'aperto attrezzati con impianti appositamente destinati a intrattenimenti o spettacoli e con strutture apposite per lo stazionamento del pubblico." Le dimensioni e la dotazione sono quindi da definire attentamente perché fortemente vincolate.

È possibile quindi dedurre le seguenti conclusioni a livello urbanistico:

- l'asilo potrà essere usato in periodo extrascolastico (doposcuola) per migliorare il servizio ai residenti, durante il periodo di non utilizzo può ospitare attività ricreative;
- la biblioteca dovrà essere accessibile sempre senza vincoli di orario, ospitare eventi e manifestazioni che promuovono e valorizzano nuovi scrittori e l'incentivo alla lettura, la possibilità di informarsi gratuitamente e la completa disposizione delle aule informatizzate;
- le attività commerciali sono distribuite nell'area centrale dell'insediamento con spazi attrezzati;
- la viabilità interna deve scoraggiare l'ingresso al quartiere dei veicoli e privilegiare gli spostamenti a piedi o in bici.

08. LA COMPOSIZIONE

"L'architettura non è altro che l'ordine, la disposizione, la bella apparenza, la proporzione delle parti tra loro, la convenienza e la distribuzione."

Michelangelo Buonarroti

Affrontando un progetto si può facilmente constatare che le soluzioni al problema della sua impostazione generale sono totalmente numerose da generare spesso un profondo e durevole senso di incertezza, pari a quello che, come è noto, prova uno scrittore davanti al foglio bianco a fronte di questa condizione di resistente indecisione, nella quale l'a priori e l'a posteriori si confrontano, l'architetto dispone comunque di una serie di strumenti per attivare quel processo conoscitivo e creativo che porterà alle scelte progettuali definitive. Un processo che, come si è già detto, parte da una prefigurazione più o meno definita, materializzata di solito da uno schizzo, spesso semplicemente allusiva o evocativa di architetture che presentano un'assonanza con quanto si sta cercando di esprimere. Al contempo l'architetto deve costruire le proprie decisioni a partire da alcuni riferimenti a modelli architettonici precisi, rispetto ai quali produrre variazioni orientate. A tutto ciò va aggiunto il contributo della tipologia, che interviene come un catalizzatore fondamentale nella fase iniziale del progetto, facendo depositare gli elementi principali della composizione in una struttura complessa ed evolutiva la quale, più che definire i parametri funzionali e rappresentativi dell'edificio, ha il compito di garantire ad esso la necessità strutturale fondata sulla gerarchia tra le parti e su un senso di superiore unità. Il momento in cui la categoria tipologica entra in gioco non è definibile con esattezza, nel senso che essa è intrinseca al genere di edificio che si sta pensando, e quindi agisce nelle prime fasi del processo progettuale ma anche, in misura diversa, quando il programma architettonico ha preso forma.

Se si guarda alla molteplicità delle possibili soluzioni di un progetto ci si può rendere conto che l'apparente infinità delle scelte si iscrive in un numero limitato di morfologie compositive. Si tratta di poche connessioni strutturali che danno vita a famiglie di organizzazioni formali, riconoscibili nel loro codice genetico al di là della loro caratterizzazione specifica.

La composizione architettonica mette insieme elementi costruttivi: gli spazi non sono qualcosa di primitivo, ma il derivato della disposizione di quegli elementi. Il lavoro dell'architetto è quello di fronteggiare il problema della coerenza di valori culturali, estetici e morali con esigenze materiali. Gli uni e le altre a loro volta non sono privi di interne contraddizioni. La composizione serve a garantire spazi di misura confortevole per poter svolgere le attività alle quali l'edificio è destinato. Il nostro obiettivo è quello di produrre coerenze tra gli elementi costruttivi delle strutture e gli spazi dell'edificio. Pertanto le misure degli elementi costruttivi e i ritmi della loro disposizione non possono contraddire la disposizione e le misure degli spazi, cioè l'efficienza delle loro relazioni e l'equilibrio dei loro dimensionamenti.

08.01. La Residenza

La Residenza in linea

Si è scelto di dare unitarietà alla corte, quindi gli edifici che si affacciano su essa devono avere caratteri molto simili. Da questo principio si è riscontrato un problema di tipo tecnologico, in quanto: le linee costituenti l'isolato hanno un orientamento opposto: quella a nord con le ampie finestrate a sud presenta un'ottimale esposizione, mentre quella a sud, dovendo affacciare i soggiorni sulla corte centrale ha il problema del confort termico soprattutto nel periodo invernale.

Da qui l'idea di trattare i due corpi di fabbrica in maniera differente: l'edificio a nord ha un loggiato continuo adeguatamente profondo che permette di schermare i raggi solari in estate e di facilitare l'ingresso della radiazione in inverno; mentre il loggiato dell'edificio a sud non è continuo ma, tramite delle rientranze, permette di aumentare la superficie vetrata e quindi i guadagni solari.

La suddivisione ritmica del prospetto ha permesso di ottenere una maggiore somiglianza dei due edifici. Inoltre il passo della maglia, di 3 metri circa, ha permesso di variare il taglio degli appartamenti, oltre che, tramite due campate, corrispondere alla dimensione del lato corto delle schiere per creare integrità tra di essi.

La distribuzione è concepita per servire contemporaneamente due appartamenti per piano, in quanto la tipologia scelta è quella del doppio affaccio.

La pianta è studiata per percepire subito i due caratteri distinti che ha il singolo appartamento: entrando dalla porta d'ingresso ci si trova in una zona filtro che collega la zona notte, molto più privata che si rispecchia anche dal prospetto più chiuso e la zona giorno più collettiva che rimanda all'affaccio più permeabile e la possibilità di uscire sulla loggia per godere del verde esterno.

Gli spazi della casa sono ben proporzionati e di dimensioni comode. Anche internamente è possibile distinguere i due caratteri della casa tramite le tecnologie adottate: il muro che contiene la zona notte è visibile anche internamente per la sua grande sezione muraria, al quale si affianca la struttura a telaio che permette di riempire gli spazi delle campate con una superficie completamente vetrata.

08.02. I Servizi

La Residenza universitaria

“La stanza è l'inizio dell'architettura. È il luogo della mente. Fra gli elementi di una stanza il più meraviglioso è la finestra. Che fettina di sole ha la tua stanza?”

Louis Kahn

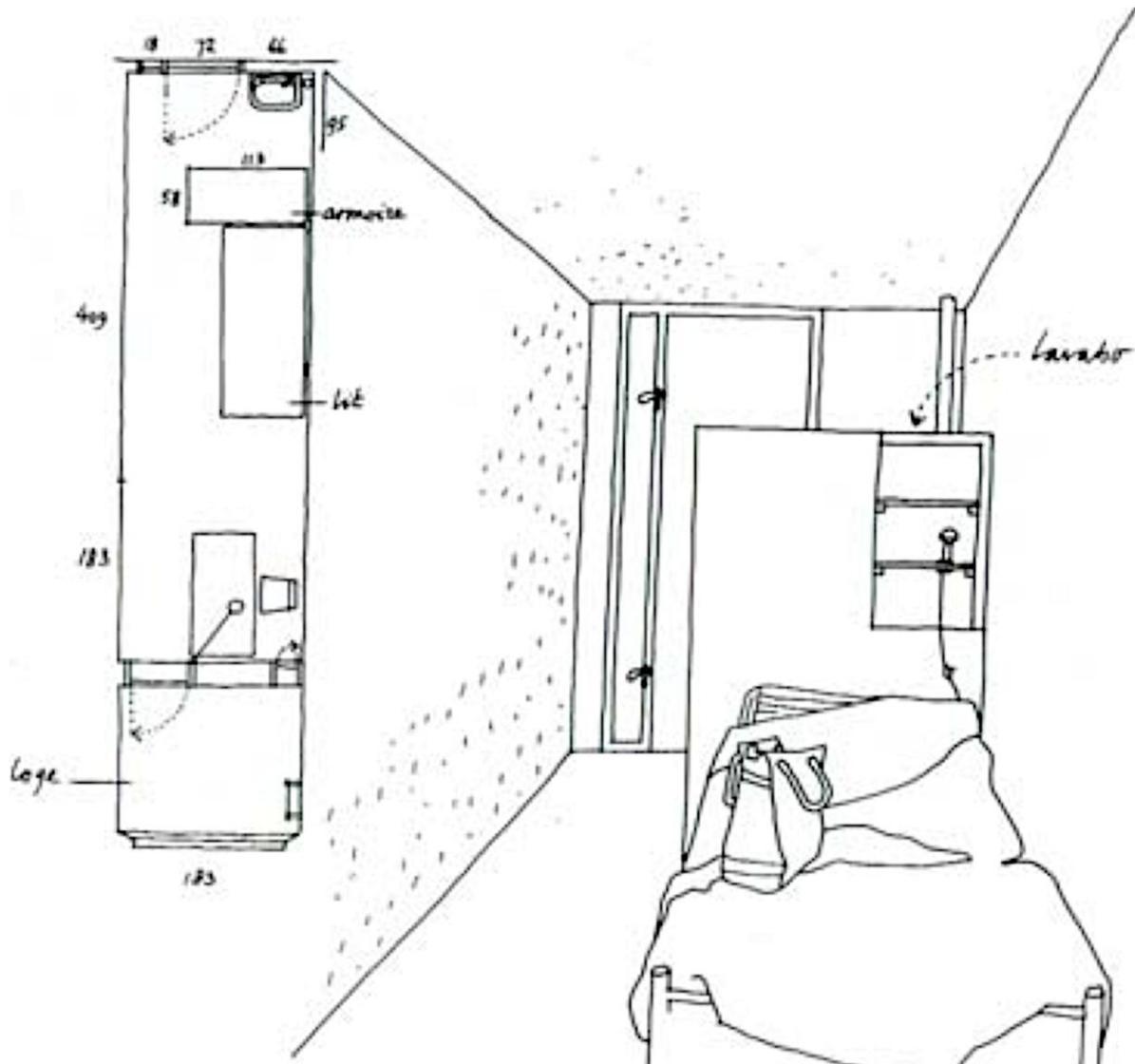
Per affrontare il tema del vivere collettivo per studenti, si è deciso di prendere ispirazione da due grandi maestri dell'architettura: Le Corbusier per quanto riguarda il modulo della camera, pensata come successione di luoghi che determinano un diverso uso dello spazio; Kahn per quanto riguarda il tema delle finestre, pensate come elementi dello stare e del vivere, oltre che del guardar fuori.

Lo studio della singola cellula abitativa ripetuta più volte a piano e inserita in un volume di pietra ha permesso di identificare un modulo che, ripetuto 4 volte, delimita il volume massimo occupato dal piano. Lo spazio che si viene a creare tra i moduli ha permesso di collocarvi all'interno le zone comuni e le risalite. Questa differenziazione degli spazi e delle funzioni è visibile in prospetto per la diversa proporzione delle superfici vetrate: le zone comuni, in doppia altezza, sono dotate di finestre *oversize* che descrivono l'aspetto comunitario; mentre la camera ha una finestra molto più contenuta e ritmata che richiama le proporzioni umane.

Il modulo delle camere è posizionato per essere sempre con l'affaccio sul verde, infatti la costruzione si sviluppa in lunghezza generando una pianta rettangolare. Lo sviluppo di un asse predominante est – ovest ha permesso di collocarvi gli ingressi al piano terra e diventare zona comune ai piani sovrastanti, mentre sull'asse perpendicolare sono state posizionate le risalite e i servizi ausiliari. Le cucine, dovendo servire molte persone sono state inserite in ogni piano, mentre i soggiorni, spazio di relazione, accorpano due piani.

Al piano terra sono presenti i servizi di carattere più collettivo: le sale lettura, che necessitano di una posizione più protetta e quindi posizionate a nord, la sala conferenze ed il bar che sono collocati verso i percorsi e quindi più accessibili dall'esterno.





Lo spazio della finestra come luogo dello stare e dello studio.

La Canottieri



Darsena – Arsenale, Venezia.

Il polo sportivo, adagiato sulla sponda della cava, è principalmente dedicato alle varie discipline di canottaggio, e pertanto il suo legame con l'acqua è forte sia da un punto di vista associativo che strettamente funzionale. E' proprio in funzione di questo secondo aspetto che lo struttura è divisa in ampi spazi separati da setti portanti, per creare una relazione univoca tra funzione ospitata e la porzione di

acqua antistante. Modello e tipologia di riferimento diventano quindi le darsene coperte, che permettono l'attracco di canoe, il riparo e messa a terra delle imbarcazioni e l'accesso all'acqua delle stesse da banchine accostate ai setti portanti. Misure e spazi sono stati fortemente influenzati dalle dimensioni e dalle necessità operative delle canoe sportive. Per esempio il modulo tipo prevede una luce tra setto e setto di 15 metri, sufficienti ad accogliere 2 canoe K19 con equipaggio a remi estesi, nonché le banchine per permettere l'imbarco degli sportivi lungo i 19 metri di lunghezza delle canoe più lunghe. I setti sono composti da un telaio in acciaio su cui sono montati dei tamponamenti. La sequenza di shed perpendicolari allo specchio d'acqua, è resa permeabile da vari passaggi al livello dello specchio d'acqua e da una passerella sospesa al livello del terreno. I setti inoltre proseguono distanziandosi dal resto del rivestimento, permettendo anche in facciata una chiara lettura della sequenza di spazi. La scelta di delegare ai setti la funzione strutturale è stata una necessaria conseguenza della tipologia costruttiva. Quasi tutti i componenti o le parti della fabbrica hanno una connessione strutturale diretta al setto più vicino o entrambi. La funzione strutturale dei setti viene rafforzata dal ritmo e dalla costanza delle sue caratteristiche lungo tutta la fabbrica. Eccezione alla regola è, per necessità, la grande copertura sulla piscina adibita a polo Kayak. Avendo necessità di garantire una luce libera per tutta l'ampiezza della piscina (35m x 25m) la scansione dei setti è stata sostituita da due travi lamellari appoggiate a pilastri, che vanno a sostituire in modo esatto la funzione portante e la qualità architettonica del setto, mantenendone appunto il ritmo e la funzione di supporto.

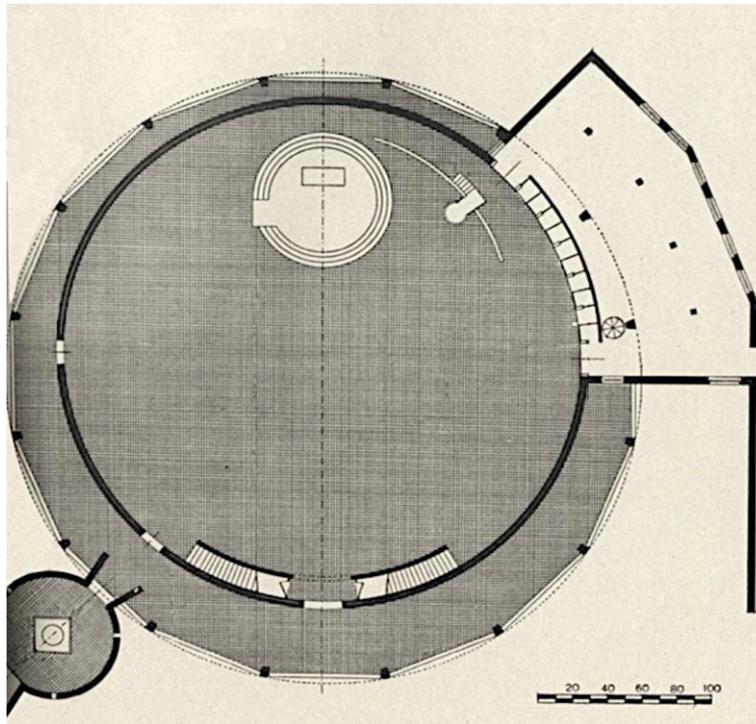
La copertura degli shed è supportata dal telaio in acciaio interno ai setti. L'orditura primaria di travi portanti in lamellare è agganciata al telaio mediante staffatura in acciaio e quindi imbullonata. La scansione di questa prima orditura produce un effetto di profondità e scandisce l'ordine in cui le aperture cadono per collegare un modulo a quello adiacente.

La prima orditura ha anche scopo di definire strutturalmente la passerella sospesa, sorreggendo quest'ultima attraverso dei tiranti e definendo lo spazio occupato dalle persone.

La Scuola materna

La scuola d'infanzia è posizionata all'interno della corte in prossimità dei percorsi e ne costituisce un'eccezione.

Dal punto di vista compositivo questo edificio ha un carattere introverso: le aule e gli spazi comuni affacciano, attraverso ampie vetrate, sulla corte centrale interna. Tutti gli ambienti sono volutamente progettati per affacciarsi sul verde centrale protetto in quanto i bambini necessitano di protezione, al riparo da occhi indiscreti, senza avere aperture all'esterno ad eccezione dell'ingresso. Planimetricamente l'asilo si distribuisce in modo radiale: le tre sezioni sono intersecate dal percorso che divide l'ambiente in attività speciali e a tavolino. Il percorso, tramite restringimenti ed allargamenti, permette di avere lo spazio di distribuzione ma anche contenere il refettorio e la zona gioco. Adiacente a questa fascia si sviluppano i servizi, alcuni con accesso indipendente, e i cortili delle singole sezioni, pensati come aree per l'illuminazione che come giardini delle aule.



Chiesa S. Maria Nascente, 1958 Milano _ Ridolfi, Magistretti

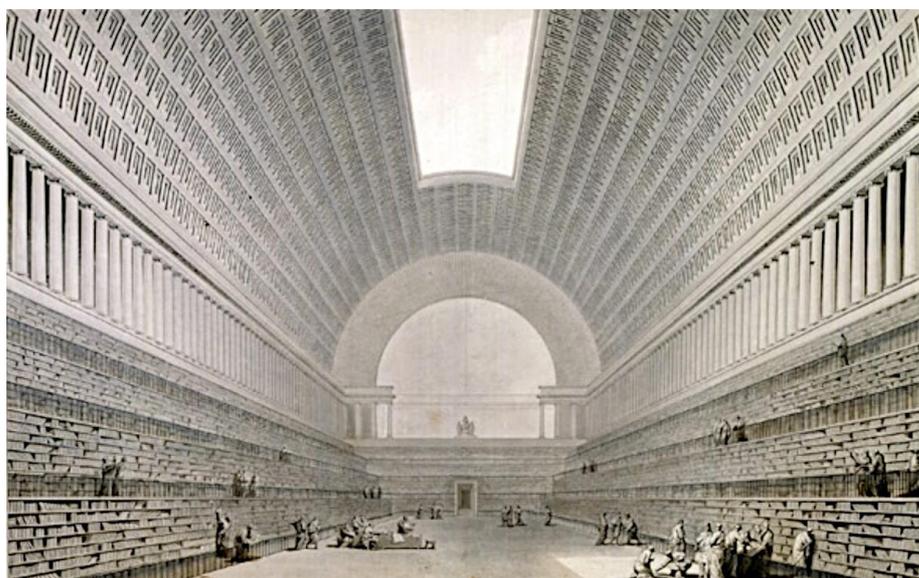
La Biblioteca

La biblioteca è stata pensata come un'aggregazione di tre volumi: uno a base quadrata che ospita il caffè letterario con la sezione dei periodici, l'ingresso e la lunga aula centrale pensata come una galleria a doppia altezza mentre al piano sovrastante vengono collocate le aule per le riunioni, i corsi e la sala informatica.

Per la zona lettura ci si è ispirati alla biblioteca di Boullée, in quanto ci sembra interessante la disposizione dei volumi e delle sale lettura, cercando di creare una relazione con il parco privato della biblioteca e con il lago.

Il volume corrispondente alla galleria ha il ruolo di chiusura dei percorsi verdi urbani, oltre che quello di descrivere la piazza.

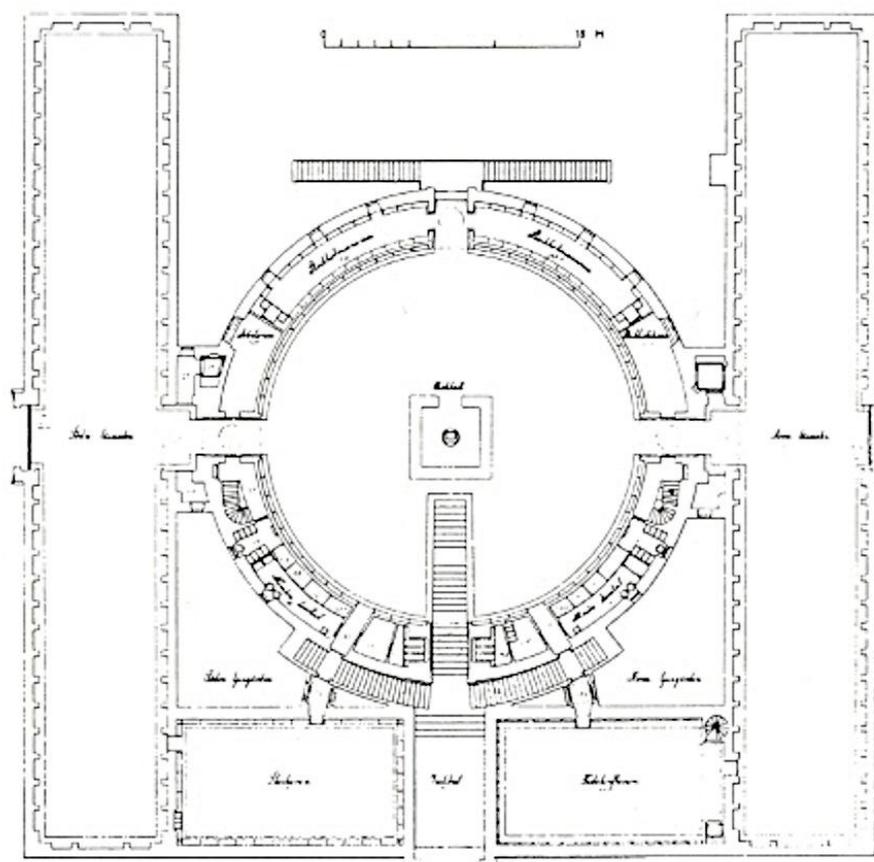
La galleria è divisa in due parti: una di sala lettura schermata dal passaggio delle persone grazie alle librerie in doppia altezza raggiungibili tramite ballatoio.



Bibliothèque nationale _Deuxieme projet pour la Bibliotheque du Rois 1785

La Sala civica

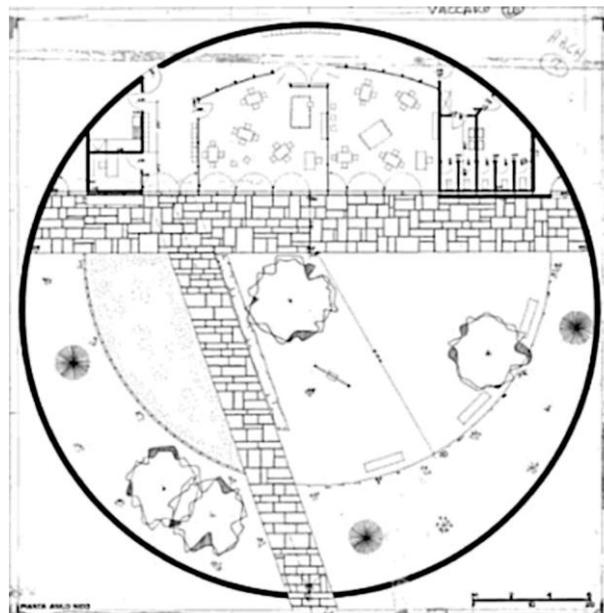
Per questo edificio collettivo, non analizzato, si è scelto di condividere il principio compositivo di Erik Gunnar Asplund per la biblioteca municipale di Stoccolma. La scelta è derivata dal fatto che compositivamente l'edificio si presenta con un'aula centrale e delle sale laterali adatte per le funzioni espositive.



Biblioteca civica di Stoccolma, 1920-28_ Gunnar Asplund

L'Asilo nido

Per questo edificio collettivo, non analizzato, si è scelto di condividere il principio compositivo di Giuseppe Vaccaro nell'asilo nido nato a servizio dell'intervento INA – CASA a Piacenza. L'architetto ripensa e definisce lo spazio dedicato all'educazione, all'apprendimento sociale e alla socializzazione dei bambini attraverso un'interpretazione soggettiva del tipo sacro; l'architetto traccia con un gesto forte, ma primordiale il recinto all'interno del quale perimetrare il giardino della scuola d'infanzia. La sua parte più nevralgica viene poi pensata attraverso un'ulteriore delimitazione, questa volta mediante un segmento, contenente le due aule, la stanza del personale, i servizi igienici ed una piccola cucina.



09. LA COSTRUZIONE

"L'obiettivo dell'architettura non è di essere interessante, ma di essere l'esito di un lavoro ragionevole".

Mies Van Der Rohe

Dall'affermazione convinta che "noi dobbiamo imparare a lavorare con la tecnologia, usando i materiali del nostro tempo", emerge e si rinforza l'atteggiamento attento al costruire, sostenuto dall'affermazione che la forma non è il fine del lavoro architettonico, ma solo il risultato, mentre il progetto nasce sempre dalla comprensione di un tema, dalla sua enunciazione e dal suo sviluppo. La tecnica quindi rappresenta sempre un qualcosa in più di un semplice mezzo o fattore funzionale. In essa si disvela un valore formativo e culturale che consente di affrontare un ordine svincolato dell'arbitrio della soggettività, tenendo all'architettura come cultura del costruire e alla tecnica, se correttamente interpretata, come strumento per accedere al mondo dei significati e dei valori. L'architettura inizia dove il problema tecnico viene superato, poiché citando di nuovo Mies Van Der Rohe "l'architettura abbia poco nulla a che fare con la ricerca di forme interessanti o con le inclinazioni personali. La vera architettura è sempre oggettiva, ed è espressione dell'intima struttura dell'epoca nel cui contesto si sviluppa". Il ruolo e l'apporto della tecnologia in relazione all'architettura è così concepito nel senso dell'adempimento che essa svolge: solo quando questo si compie si è in presenza di un coerente rapporto tra i due aspetti, di una relazione particolarmente stretta in cui l'una diventa espressione dell'altra, traghettando l'architettura su un piano oggettivo e non decorativo.

È dalla conoscenza delle negatività e positività offerte dal contesto, che è possibile derivare specifiche strategie di progetto, finalizzate a strutturare in modo ottimizzato le potenzialità offerte dallo sviluppo della tecnologia edilizia e della ricerca per la messa a punto di soluzioni costruttive innovative.

Per affrontare in termini risolutivi il problema della sostenibilità è necessario rivedere completamente il modo di fare progetto, rendendo centrali tutte le azioni che mirano a ridurre l'importanza dei sistemi impiantistici voraci di energia nell'attivazione di idonee condizioni ambientali e a rendere primario il ricorso a energie derivanti da risorse rinnovabili.

È dunque proprio in ambito edilizio che si possono individuare le linee più promettenti di sviluppo, laddove si sostituisca all'approccio tradizionale basato su analisi specialistiche, sviluppate in fasi separate, analisi e sviluppi progettuali integrati in grado di dare effettivamente luogo ai cosiddetti function integrate system. Sistemi in cui la partitura edilizia e l'impiantistica operino in sinergia nel definire, a fronte di specifiche situazioni climatiche e ambientali, adeguate situazioni di confort e di riduzione della dipendenza energetica da fonti rinnovabili.

Appare evidente come una corretta progettazione debba partire dall'analisi delle forzanti ambientali negative e di quelle positive. Ciò evidenzia la possibilità di operare non solo sul sistema dell'involucro, ma anche sulle sue coerenze esterne, per esempio attraverso schermi vegetali, barriere, deflettori di brezze, bacini idrici, superfici riflettenti e altro ancora.

È quindi indispensabile una corretta e approfondita analisi della situazione microclimatica e del contesto ambientale per valutare le criticità da controllare e le potenzialità offerte dal sito a cui fare ricorso per il controllo delle condizioni ambientali interne.

Ci sembra interessante riportare le scelte tecnologie fatte in una breve sinossi che accomuna tutti gli edifici del masterplan.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Strumenti di modulazione prestazionale	Obiettivi	Logiche di messa a sistema	Note
INVOLUCRO			
Chiusure opache orizzontali e verticali: studio di soluzioni ad alta resistenza termica o comunque conforme alla normativa vigente in ottica di risparmio energetico.	Cercare di equilibrare i fabbisogni termici ai guadagni solari e ai carichi interni.	Le chiusure opache hanno un comportamento quasi adiabatico. La scelta dei serramenti (in alluminio con taglio termico) è stata fatta in funzione dell'andamento della temperatura esterna nel mese più rigido, mentre per il mese più caldo si è posizionato un adeguato elemento schermante.	Grazie alla scelta di pacchetti tecnologici altamente prestanti, abbiamo potuto dare meno importanza al rapporto S/V, conformando gli edifici in maniera architettonica, questo ci ha permesso di avere un'articolazione architettonica estremamente libera. Per il componente vetrato si è scelto un vetro con alto fattore solare e un'alta trasmissione luminosa.
INERZIA TERMICA DELL'EDIFICIO			
Chiusure opache	Ridurre i flussi termici entranti durante la stagione estiva adottando due strategie: aumento della resistenza termica, aumento dell'inerzia termica della parete.	L'elevato fattore di riduzione, già soddisfatto attraverso la resistenza termica, rende irrilevante lo sfasamento.	Si è deciso di isolare dall'esterno le masse conduttive, in modo da contribuire, seppur in termini ridotti, a sviluppare un opportuno comportamento inerziale dell'edificio nel suo complesso.
Persiane isolanti	Equilibrare durante la notte le dissolvenze termiche alla fornitura di calore dovuta ai soli carichi interni.	Si è modulata la resistenza del complesso serramento – persiana in funzione dei carichi interni e delle dispersioni dovuti ai ricambi meccanizzati.	Tecnica adottata negli edifici residenziali, in cui la resistenza termica degli infissi di facciata (soprattutto per le residenze con il soggiorno a nord) si dovrebbe avvicinare a quella delle chiusure opache. Il dispositivo è vantaggioso sia in inverno che in estate quando l'alloggio non è abitato (durante il giorno). La localizzazione scelta per tale elemento è esterna.
Chiusure trasparenti	Fornire ai locali il maggior illuminamento naturale, nel periodo invernale avere rilevanti guadagni diretti di energia solare per cercare, quando possibile, di ridurre la richiesta di energia per il riscaldamento. Per l'estate invece, la presenza di aperture contrapposte favorisce i riscontri d'aria.	Diverso dimensionamento delle superfici finestrate rispetto all'orientamento, evitare il più possibile di inserire finestre a ovest, soprattutto per la condizione estiva, in quanto è il fronte più irradiato dal sole nelle ore più calde della giornata.	Le residenze in linea, sono state pensate in modo da avere un'articolazione planivolumetrica est – ovest. Nel caso delle residenze con soggiorno a nord, il diverso trattamento delle grandi vetrate a nord è stato opportunamente valutato e risolto con schermi coibentati per l'inverno e finestre più prestanti. Per le case a schiera, con sviluppo nord – sud, le finestre ad ovest sono opportunamente schermate con un sistema di pergolati.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Strumenti di modulazione prestazionale	Obiettivi	Logiche di messa a sistema	Note
Schermi esterni	Evitare un eccessivo surriscaldamento nel periodo estivo, favorire il guadagno solare nel periodo invernale.	I sistemi di schermatura permettono di regolare il fattore solare, sono posizionati esternamente per schermare la radiazione solare prima che entri nell'edificio e posizionate in modo da non ostacolare la ventilazione naturale.	Nella canottieri, costruita direttamente sull'acqua, fonte di riverberazione del raggio luminoso, le schermature sono state appositamente studiate tramite software. Per la residenza universitaria, si è scelto di adottare un sistema di oscuramento solo per la vetrata che racchiude la zona studio della camera, mentre per gli ambienti al piano terra non servono schermature. Per le residenze in linea con soggiorno a sud, si è scelto di schermare la radiazione estiva tramite un loggiato continuo, che permette in inverno i guadagni solari.
VENTILAZIONE			
Naturale in condizioni di free running	Mantenere una corretta qualità dell'aria, asportare calore quando è necessario, consentire la movimentazione delle masse d'aria per migliorare la sensazione di benessere soprattutto in estate.	L'organizzazione interna degli edifici è stata progettata in modo da favorire i riscontri d'aria tra serramenti contrapposti. Dove non è stato possibile avere un riscontro diretto, si è optato per la movimentazione tramite doppie altezze con le finestre posizionate a differenti quote per innescare i moti convettivi.	La presenza di brezza nei mesi più caldi, grazie alle oasi urbane e alla presenza del bacino d'acqua, migliora la qualità dell'aria indoor. Nelle residenze è sempre garantito il doppio affaccio e il riscontro d'aria diretto. Nelle residenze universitarie, si è deciso di variare la posizione delle aperture, per innescare i moti convettivi nelle stanze, mentre negli ambienti comuni si è deciso di adottare le doppie altezze per risolvere il problema. Nella canottieri vi è un doppio affaccio e gli ambienti sono a doppia altezza per garantire il comfort interno. Nella scuola materna l'abbondare della superficie vetrata fa sì che in ogni ambiente si crei un moto convettivo tale da garantire un'adeguata ventilazione.
Ventilazione meccanica	Attivare in modo controllato i ricambi d'aria necessari per la salubrità degli ambienti.	Mantenere l'umidità relativa su valori accettabili è sufficiente per evacuare l'inquinamento interno.	Tutti gli edifici ad eccezione della scuola materna, sono dotati di impianto di ventilazione meccanica con recuperatore di calore.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Strumenti di modulazione prestazionale	Obiettivi	Logiche di messa a sistema	Note
IMPIANTISTICA			
Pavimentazioni radianti	Gestire il controllo della temperatura operante attraverso variazione della temperatura superficiale dei pavimenti.	Il sistema radiante scelto è del tipo senza inerzia, che permette una regolazione istantanea.	Il controllo delle condizioni di confort interne è gestito tramite pannelli radianti allacciati ad un impianto di geotermia centralizzato.
Geotermia	Consente di sfruttare l'inerzia termica del terreno e dell'acqua di lago, per diminuire il delta termico dei fluidi sia nel caso invernale che estivo.	In estate la temperatura superficiale del pavimento è abbassata con acqua di falda in reti tubiere annegate nei massetti; attraverso intercapedini a parete dove circola aria precedentemente raffrescata in tubazioni entro terra. In inverno, le sonde servono le pompe di calore, come strumenti di preriscaldamento invernale.	Avendo scelto di non sfruttare l'inerzia dell'organismo edilizio, si è deciso di sfruttare quella del terreno e del lago attraverso pompe di calore. Il sistema è abbinato ad un impianto di trattamento dell'aria che permette di controllare l'umidità relativa, evitando i problemi di condensa nei pacchetti tecnologici e negli ambienti.

09.01. Analisi dello studio della luce solare mediante il software *Ecotect*

Per la scuola materna è stato effettuato attraverso l'utilizzo del software *Ecotect*, lo studio delle condizioni interne della sezione considerando come altezza di simulazione della luce solare l'altezza media delle attività di gioco e di tavolino e all'altezza dei bambini tra gli 80 e 120 cm.

L'analisi specifica degli interni è stata spezzata in diverse parti per permettere alla griglia ortogonale di coincidere il più possibile con la giacitura radiale degli spazi.

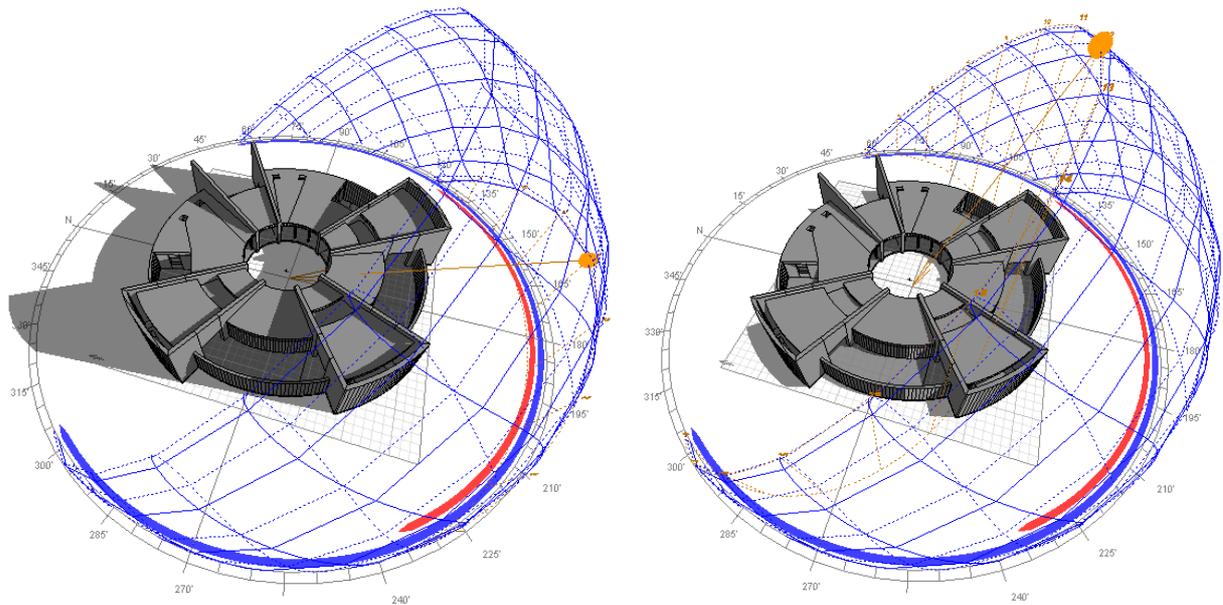
Le analisi effettuate sono state svolte per permettere varie considerazioni esposte qui di seguito.

Diagramma del percorso solare _ Sunpath

I diagrammi del percorso del sole sono un modo conveniente di rappresentare le variazioni annuali del percorso del Sole attraverso il cielo in un unico schema 2D. Il loro uso più immediato è che l'azimut solare e altitudine possono essere letti direttamente per qualsiasi ora del giorno e nei diversi giorni dell'anno. Essi forniscono inoltre una sintesi unica di posizione solare che il progettista può utilizzare come riferimento quando si considerano i requisiti di ombreggiatura e dei requisiti di progettazione. La generazione di ogni riga che segna il percorso del sole, viene fatto determinando la posizione esatta dello stesso che percorre il cielo in incrementi sub-orari per ogni data - nella maggior parte dei casi alla 1 ° o 21 di ogni mese. Questo viene poi proiettato con una cupola sull'immagine piana, come mostrato di seguito.

Data la forma circolare dell'edificio e il relativo oscuramento dei suoi prospetti esterni, questa analisi è servita a valutare qualitativamente la situazione di esposizione della corte interna - e quindi delle aule - rispetto alla posizione del sole.

L'analisi è diversificata nelle due stagioni.



A sinistra: Sunpath Invernale, A destra Sunpath Estivo

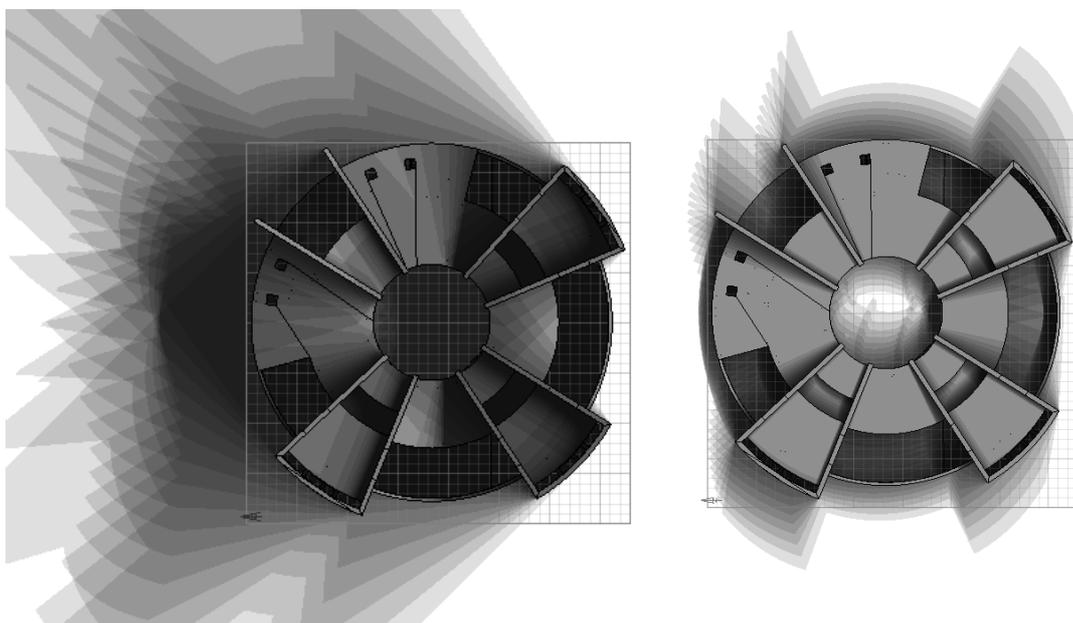
L'analisi nella stagione invernale, ci permette di valutare il ridotto apporto solare diretto che permea

Diagramma delle ombre _ Shadowrange

Shadow range, dall'Inglese "intervallo delle ombre" è un'analisi qualitativa che consiste nella sovrapposizione delle ombre proiettate durante un preciso intervallo temporale.

L'immagine risultante permette di comprendere dove le sovrapposizioni sono più frequenti e quindi individuare in modo intuitivo le aree dove l'oscuramento dovuto a uno o più corpi di fabbrica si sovrappone ripetutamente nell'intervallo temporale scelto, definendo così un'area scarsamente illuminata e carente di luce diretta.

La presenza di tali aree può essere benefica o deleteria rispetto alle scelte di progetto e, l'individuazione di queste aree, permette di intraprendere scelte architettoniche o ambientali adeguate a priori.



Analisi dello Shadow range estiva e invernale

Luce diurna _ Daylight Factor

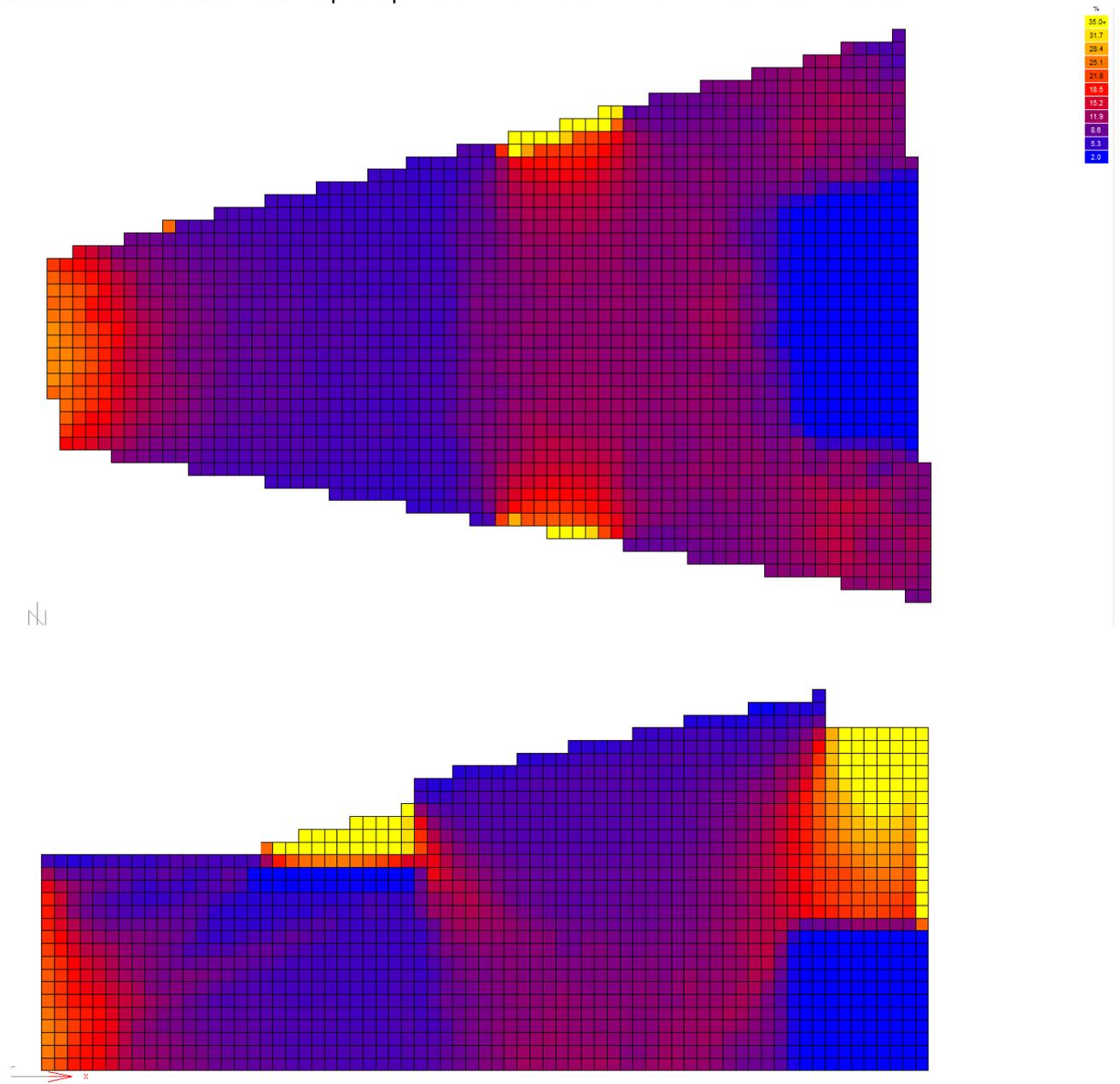
L'analisi è stata effettuata nell'area della sezione, ci permette di analizzare la condizione interna di visibilità rispetto alle condizioni di luce esterne.

Questo permette di visualizzare come si distribuisce la luce naturale e con quali valori.

In ultima analisi questa verifica ci permette di affrontare situazioni di abbagliamento o di oscuramento con sistemi adeguati come per esempio schermature o illuminazione artificiale supplementare, e di sapere in che momento dell'anno o della giornata questi dovranno essere impiegati.

Lo studio del fattore di luce diurna per la scuola materna, è stato studiato per permettere un fattore di luce diurna del 2% su l'altezza tipica media dei tavolini da gioco di 40 cm.

L'analisi ha evidenziato le zone più esposte e l'effetto del controsoffitto sul risultato finale.



Un fattore di luce diurna pari o superiore al 2% è garantito, generando un apprezzabile effetto di diffusione, mentre a terra la luminosità è leggermente inferiore al 5% ma sempre superiore al minimo per garantire visibilità.

Laddove la luce è insufficiente si agisce con illuminazione elettrica selettiva, già predisposta per l'uso serale della struttura.

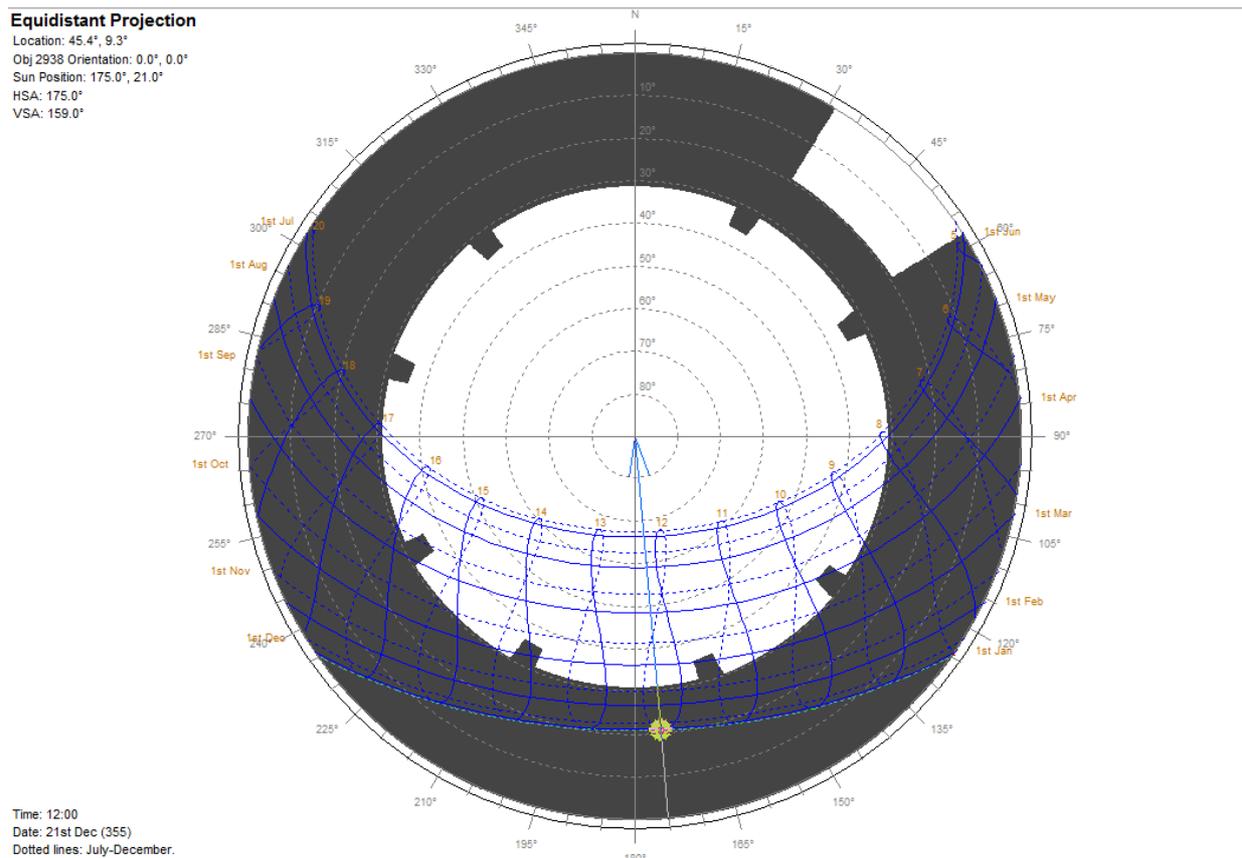
Analisi proiezione ombre nella corte _ Equidistant Projection

Esistono diversi tipi di analisi per la proiezione delle ombre. Per la scuola materna si è adoperato il sistema di **equidistant projection**. Usando questo metodo la distanza radiale è semplicemente un fattore lineare dell'angolo altitudine. Così la variazione relativa raggio tra tutti gli angoli è lo stesso, quindi non c'è propensione sia zenitale che orizzontale.

Il diagramma riportato qui sotto si basa sui seguenti criteri:

- Il cerchio con raggio di 90 mm rappresenta il cielo dell'emisfero sul piano orizzontale.
- Il centro del cerchio rappresenta punto di osservazione.
- La scala perimetro dà gli angoli azimutali (α).
- Cerchi concentrici danno gli angoli di quota (θ).
- Un gruppo di curve che si estendono da est a ovest mostrare il percorso del sole in date diverse. Le due curve estreme mostrano percorso del sole in due solstizi., Il 21 giugno e il 21 dicembre. Percorsi di *Sun* per altri giorni si trovano tra questi due estremi.
- Distanza verticale rappresentano mezzogiorno solare. Gruppo di linee curve su entrambi i lati del raggio verticale rappresentano le ore solari tra l'alba e il tramonto.

In estate, nonostante la luce colpisca l'involucro (e non sia quindi bloccata dalle residenze adiacenti), quella che effettivamente entra dal loggiato è di componente riflessa o diffusa dall'ambiente e non diretta come avviene in inverno, quando il sole è più basso e penetra all'interno per diverse ore.



09.02. Pedagogia attraverso l'uso del colore, delle forme e dei materiali

Metodo di Bruno Munari

Per la progettazione della scuola materna, si è pensato anche di impiegare un discorso pedagogico-costruttivo compositivo attraverso degli elementi architettonici partendo dall'idea di laboratorio attraverso il "Metodo" di Bruno Munari. Esso rappresenta un luogo di creatività, libertà, sperimentazione, scoperta ed apprendimento attraverso il gioco, dove sviluppare la capacità di osservazione ed imparare a guardare la realtà che ci circonda con tutti i sensi per meglio conoscerla.. I laboratori si propongono di avvicinare i bambini all'arte attraverso "il fare".

La conoscenza plurisensoriale, l'osservazione della natura e delle opere d'arte, la sperimentazione di materiali, strumenti e tecniche, attraverso il gioco come scoperta, secondo il principio del " **fare insieme per capire**" e del " **non dire cosa fare, ma come fare**", stimolano la creatività infantile come premessa al conseguimento di una personalità originale ed autonoma.

I bambini sono liberi di scegliere la tecnica che più gli piace, di sperimentarne anche più di una.

E' proprio l'esperienza visiva e manuale che avvicinerà a tali linguaggi, attraverso una molteplicità di sollecitazioni che educeranno il bambino al linguaggio dell'arte fornendogli spunti sui caratteri tattili di oggetti e materiali, sull'espressività delle forme attraverso il senso visivo, sul rapporto con la musica e, quindi, l'ascolto, suggerendogli un modo di conoscere e di procedere che egli stesso sperimenterà realizzando da sé le sue opere.

Non si tenderà quindi a far imitare un'opera o a ricrearla, ma piuttosto a fornire spunti creativi che il bambino rielaborerà, evitando un'assimilazione passiva e provocando invece la mobilitazione verso suggestioni creative che potenzino i percorsi originali insiti in ogni bambino.

La conoscenza di questi elementi formativi concorrerà a formare individui capaci di esprimersi anche nel campo delle comunicazioni visive di cui l'arte è lo stadio più alto e personale.

Espressività delle forme: il cerchio, il quadrato e il triangolo³

Ogni giorno abbiamo modo di osservare come i bambini possiedano forti intuizioni geometriche. Intuiscono e usano con semplicità i concetti di forma, distanza e uguaglianza; riconoscono le proprietà che cambiano con una trasformazione e quelle che rimangono invariate; confrontano superfici e volumi. Nella scuola dell'infanzia ci si trova ad avere il compito di rendere il bambino consapevole di tale patrimonio di intuizioni, valorizzandolo e consolidandolo.

Molte sono le esperienze che, in questo senso, aiutano a costruire percorsi significativi.

L'osservazione e lo studio del mondo naturale sono stati sempre fonti di conoscenza e di scoperte: dalle svariate forme presenti in natura (nei minerali, nei vegetali, negli animali) l'uomo ha saputo ricavare spunti, suggerimenti che gli hanno consentito di ideare oggetti con sempre nuove forme.

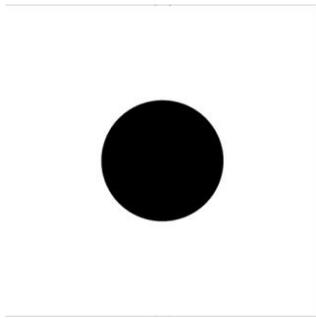
La realtà ci offre una varietà infinita di forme; alcune ricorrono con una maggiore frequenza e ci appaiono più immediate, più familiari, più distinguibili.

Studiando le forme presenti in natura, possiamo scoprire che le forme geometriche più frequenti, quelle primarie o base, dalle quali ricaviamo tutte le altre, anche le più complesse, sono: il cerchio, il quadrato (e il triangolo). Da queste è infatti possibile ricavare tutte le altre mediante variazioni delle loro componenti e combinazioni varie.

Prese isolatamente o aggregate secondo criteri prestabiliti di carattere espressivo o funzionale, le forme elementari rappresentano da sempre un prezioso nucleo di riferimento formale.

Si può, quindi, definire che le forme geometriche sono un'importante strumento a disposizione per la conoscenza di un bambino. I cerchi, i quadrati (ma anche i triangoli) non sono soltanto poligoni, ma racchiudono al loro interno significati e mezzi narrativi utili per comunicare in modo efficace e persuasivo. Come affermava Munari: *"il quadrato, il cerchio e il triangolo equilatero, sono le tre forme basilari per lo studio delle strutture, delle forme, della modulazione e della accumulazione. La conoscenza delle caratteristiche e delle possibilità di queste forme basilari, permette al progettista di progettare con maggiore facilità e competenza"*.

³ Tratto da tre libri di Bruno Munari : il cerchio, il quadrato, il triangolo.



Il cerchio



Il quadrato



Il triangolo

Il cerchio

“Se il quadrato risulta legato all'uomo e alle sue costruzioni: all'architettura, alle strutture armoniche, alla scrittura ecc., il cerchio ha relazioni divine. Un cerchio ha rappresentato e rappresenta ancora l'eternità, non avendo principio né fine”.

Bruno Munari

Significato.

Sono molti i significati mistici legati alla forma circolare: l'infinito, la continuità eterna ed il divino solo per citarne alcuni. Secondo un antico testo persino Dio avrebbe la forma di un cerchio, il cui centro è dappertutto ma la circonferenza in nessun luogo.

Il cerchio è presente in moltissimi alfabeti antichi ed è una delle prime figure disegnate dai bambini. La circonferenza è comune anche nel mondo naturale, ed in quanto tale viene spesso definita “linea organica”, al contrario delle linee rette e spigolose, più simili alle creazioni umane ed artificiali.

Se da un lato la circonferenza suggerisce movimento ed instabilità, allo stesso tempo evoca un senso di protezione umana e di sicurezza, data la sua somiglianza con l'abbraccio materno e la posizione fetale.

Applicazioni grafiche.

Dal punto di vista grafico il cerchio è una figura che trasmette dinamicità e movimento; ma basta poco per fermarla: un qualsiasi punto disegnato sul perimetro ne arresta la rotazione.

La forma circolare ha un forte potere magnetico perché attira l'occhio dell'osservatore. Il cerchio è molto efficace per enfatizzare concetti importanti nonché per “staccare” i soggetti dallo sfondo (nel teatro la luce chiamata “occhio di bue” viene utilizzata per far risaltare un attore, proiettando sul palcoscenico un fascio di luce circolare).

Per quanto concerne l'ordine e la disposizione, Munari suggeriva: *“Un disco, poggiato su di un piano, non si può metterlo in disordine; perciò quasi sempre i piatti sono rotondi: è più semplice disporli sulla tavola. Se fossero esagonali, quadrati, ottagonali, rettangolari, creerebbero problemi di allineamento e messa in ordine che complicherebbero la preparazione della tavola da pranzo”.*

Il quadrato

“Alto e largo quanto un uomo con le braccia aperte, il quadrato sta, nelle più antiche strutture e nelle immagini rupestri dei primi uomini, a significare l'idea di recinto, di casa, di paese”.

Bruno Munari

Significato.

Secondo un antico detto cinese “l'infinito è un quadrato senza angoli”. Il quadrato è una figura armonica, stabile e sicura. La sua struttura è presente in moltissimi motivi decorativi del passato ed è alla base dell'architettura di Babilonia. Inoltre lo si ritrova in giochi antichi quali la dama e gli scacchi. Le figure quadrangolari hanno una connotazione umana ed appaiono più comprensibili perché create dall'uomo (a differenza delle linee curve che vengono spesso interpretate come naturali). Il quadrato è quotidianamente presente nella vita di tutti i giorni: edifici, libri e strumenti di lavoro generalmente hanno forme spigolose.

Applicazioni grafiche.

Il quadrato suggerisce sicurezza: è stabile, solido e con i piedi ben piantati a terra. Possiamo però destabilizzarlo ruotandolo e posizionandolo su di un spigolo: quello che si ottiene è movimento ed instabilità.

Il triangolo

“Ogni triangolo (sia acuto, rettangolo o equilatero) ha un suo profumo spirituale. Paragonato ad altre forme questo profumo si differenzia, acquista delle sfumature, ma rimane fondamentalmente immutabile, come il profumo della rosa che non si può confondere con quello della mammola”

Prof. Michele Emmer

Significato.

Il triangolo è molto frequente in natura: provate ad affettare un comune cetriolo e lo troverete nella sua sezione. La sua forma è stata ampiamente utilizzata nelle architetture di Frank Lloyd Wright. Il triangolo equilatero esprime un equilibrio dinamico: la sua posizione stabile è messa in movimento dagli angoli appuntiti che invitano l'occhio a fuggire.

Applicazioni grafiche.

Dal punto di vista grafico il triangolo è un vettore: volendo paragonarlo alla parola scritta potremmo dire che il triangolo equivale ad un verbo, mentre le altre figure sono soggetti e complementi. La forma triangolare infatti suggerisce uno spostamento, indica una direzione ed invoglia lo sguardo a seguirne il percorso tracciato.

In campo grafico il triangolo viene comunemente utilizzato per indicare e dirigere (freccia). Inoltre la sua somiglianza con i segnali stradali di pericolo lo rende adatto per mettere in rilievo concetti importanti (assimilabile alla funzione del cerchio).

Utilizzando il triangolo è necessario fare attenzione al modo in cui dirige lo sguardo dell'osservatore: l'occhio infatti ha la tendenza a seguire gli angoli ed a muoversi lungo gli spigoli. Se un triangolo è posto troppo vicino al bordo dell'impaginato rischierà di far uscire troppo in fretta lo sguardo, vanificando così l'intento comunicativo del progetto.

Nella progettazione della scuola materna si è pensato di dare espressività alle forme in correlazione all'architettura mediante delle finestre che affacciano sui cortili adiacenti le sezioni dedicate alle attività a tavolino, con forma circolare a quadrata. Queste aperture si presentano con due altezze differenti: il cerchio con un'altezza da terra di 1.20m e il quadrato con un'altezza da terra di 40 cm. Con queste differenti altezze si è voluto tematizzare queste due figure elementari: il quadrato che risponde all'altezza fisica di un bambino dai 3 ai 6 anni e che, quindi, gli permette di vedere all'interno dei cortili ; mentre il cerchio che permette all'adulto, come il bambino, di avere lo stesso sguardo, ma con altezza differente.

Comunicazione visiva: i colori

Un'altra questione fondamentale legata all'architettura ma partendo sempre dal concetto di laboratorio di Munari è la comunicazione visiva attraverso l'uso dei colori.

Per associare la comunicazione visiva all'espressività delle forme, si è voluto rievocare il famoso pittore russo Vasilij Vasil'evič Kandinskij ⁴ con il suo celebre quadro "Giallo, rosso e blu".⁵



Giallo, rosso, blu è un dipinto ad olio su tela di cm 127 x 200 realizzato nel 1925

Mediante l'uso dei colori primari, che danno anche il nome all'opera pittorica, si crea insieme alle forme geometriche una tensione che percorre tutta la tela. Nel quadro sono evidenti e presenti le forme geometriche: curve, linee parallele o in singola posizione, cerchi, quadrati e rettangoli partendo proprio dall'associazione dei tre colori primari e secondari mediante la combinazione dei primi. L'incontro fra figure, segni e colore sviluppa una ricerca continua di significato a cui si sottopone l'osservatore più attento. E' un dialogo cromatico e geometrico senza fine. I colori trascinano l'occhio in una fase di riposo, quasi di sogno, mentre le figure geometriche aguzzano l'attenzione.

Come per Kandinskij questo quadro gli suscita delle emozioni, la scelta dei colori può fornirci utili indicazioni sulla vita emotiva di ciascun bambino. Esiste, evolutivamente parlando, un parallelismo tra enfasi del colore ed emotività, per cui i bambini dai tre ai sei anni, sono quelli più impulsivi, hanno un forte interesse per il colore associato poi alla forma del disegno. Attraverso degli studi pedagogici, le tonalità sono tanto più forti quanto più il bambino è piccolo, con l'aumentare dell'età subentrano le sfumature ed i toni si fanno meno violenti. Sia per l'effetto dell'insegnamento scolastico che per lo sviluppo del ragionamento i colori si raffreddano. Nella scuola materna i bambini preferiscono i colori intensi e caldi, mentre i bimbi più critici e controllati a quest'età scelgono colori freddi.

⁴ Vasilij Vasil'evič Kandinskij, in russo: Василий Васильевич Кандинский, noto anche come Vassily Kandinsky (Mosca, 4 dicembre 1866 – Neuilly-sur-Seine, 13 dicembre 1944), è stato un pittore russo, creatore della pittura astratta.

⁵ *Giallo, rosso, blu* è un dipinto ad olio su tela di cm 127 x 200 realizzato nel 1925 dal pittore Vasilij Kandinskij. È conservato al Centre Pompidou di Parigi.

I bambini piccoli non si preoccupano che i colori corrispondano agli oggetti reali, **il fanciullo usa il colore sotto la spinta delle emozioni**. Per il bambino il colore come abbiamo già visto per la dimensione dell'oggetto è una proprietà contingente all'oggetto e ha per lui un valore emotivo, per cui se la mamma ha i capelli biondi disegnerà tutte figure femminili con capelli biondi, oppure il prato è sempre verde, anche quando è marrone perché la prima volta che lo ha visto era verde.

Per quanto riguarda la progettazione della scuola materna, si è voluto dare importanza all'uso dei colori associando alle tre sezioni i tre colori primari proprio perché i tre colori sono pensati come il punto di partenza per dare "voce" alle emozioni libere di ciascun bambino come lo stesso pittore russo ha fatto per il suo quadro.

La conoscenza plurisensoriale : I materiali

"Fin da ragazzo sono stato uno sperimentatore..., curioso di vedere cosa si poteva fare con una cosa, oltre a quello che si fa normalmente. Durante l'infanzia siamo in quello stato che gli orientali definiscono Zen: la conoscenza della realtà che ci circonda avviene istintivamente mediante quelle attività che gli adulti chiamano gioco. Tutti i ricettori sensoriali sono aperti per ricevere dati: guardare, toccare, sentire i sapori, il caldo, il freddo, il peso e la leggerezza, il morbido e il duro, il ruvido e il liscio, i colori, le forme, le distanze, la luce, il buio, il suono e il silenzio ... tutto è nuovo, tutto è da imparare e il gioco favorisce la memorizzazione".

Bruno Munari

Un bambino dunque 'immerso' nella natura con tutti i sensi, contemplatore attivo, attento alla natura in movimento, all'azione dell'acqua e dell'aria... suggestioni potenti che saprà poi trasformare in creazioni artistiche e far vedere anche a noi in un altro modo il mondo in cui viviamo. ⁶ Munari, sempre attento, sensibile, ha saputo trarre un insegnamento, quello che lo ha portato a sviluppare la conoscenza plurisensoriale nei bambini. Il linguaggio tattile è la prima forma di comunicazione del bambino, ma a differenza degli altri sensi, comporta infatti un contatto con altri corpi e materie: fonte non solo di conoscenza, ma anche di piacere, e proprio per questo a lungo considerato tabù nella cultura occidentale.

Dobbiamo dunque aiutare i bambini a esercitare tutti i sensi, soprattutto nelle scuole materne dove si usano troppo presto i mezzi pittorici quando invece i bambini vorrebbero continuare ad esplorare... Aiutiamo i bambini a crescere liberi da stereotipi e a sviluppare tutti i sensi, aiutiamoli a non perdere il senso della vita.

I bambini sono molto attratti dalla quantità e dalla varietà dei materiali, della messa in scena per stupire, per suscitare curiosità e far venire la voglia di fare: è qui che si dovrebbe manifestare la creatività dell'operatore, non nel suggerire che cosa fare. Promuovere la scoperta di cose nuove favorendo la conoscenza, e stimolare il pensiero progettuale creativo sono tra gli obiettivi principali dei Laboratori Metodo Munari.

Il primo momento è dedicato all' esplorazione e alla scoperta dei vari materiali. Spetta all'adulto aiutare i bambini a dare un nome giusto alle cose: così si allarga la loro conoscenza.

Invece di lunghe spiegazioni, è preferibile «far vedere come si fa» con 'azioni-gioco' percepibili attraverso i sensi. Azioni-gioco alla scoperta di come utilizzare in modo non convenzionale materiali e strumenti. «Con il gioco il bambino partecipa globalmente; al contrario, se ascolta si distrae perché continua a pensare ad altre cose».

Compito dell'educatore, osserva Munari, è dare ai bambini tutte le informazioni di tipo tecnico, senza suggerire temi già predisposti dagli adulti. Osserviamolo in azione: gioca insieme ai bambini, sperimenta, crea qualcosa di nuovo che li stimola e incuriosisce. Solo così imparano. Si continua a giocare con il tatto, per conoscere e creare con tutti i sensi. Solo così si può sviluppare in appieno il tema della polisensorialità definita dal laboratorio di Bruno Munari.

⁶ Bruno Munari, *Arte come mestiere*, Economica Laterza 1966.

Anche per il progetto della scuola materna si definisce il tema della polisensorialità dei materiali intesa da Bruno Munari con una pluralità di materiali tattili affinché suscitasse a ciascun bambino, un'emozione. Nella composizione progettuale, infatti, si è voluto creare un giardino nella corte circolare con un prato e un albero al centro di essa. Si è scelto di piantare come specie arborea un *liquidambar orientalis*⁷, perché durante l'anno la pianta assume i diversi connotati scanditi dall'alternarsi delle stagioni. Inoltre nella stagione autunnale la pianta (essendo a foglia caduca) inizia a "spogliarsi" della sua chioma e le tante foglie assumono una diversa cromia di colori che "colorano" il giardino.



Liquidambar orientalis : l'albero, la chioma, le foglie, i frutti

Nei cortili adiacenti le sezioni, sono presenti diversi materiali che vanno a costituire questi giardini. Questa scelta compositiva è dovuta al discorso della conoscenza dei diversi materiali che il bambino scopre mediante la tattilità di ciascun elemento. Questi luoghi sono costituiti da : ghiaia (con tre diverse tonalità), sassi, sabbia e corteccia di alberi. Oltre a questi, si sono voluti creare altri spazi dove si piantassero delle specie di essenze aromatiche anche per far conoscere e sviluppare, oltre al senso del tatto il senso del gusto.



Sabbia



Ghiaia



Corteccia di albero

⁷ *Liquidambar* è un genere delle Altingiacee (in precedenza attribuito alle Amamelidiacee), originari del Nord America e coltivati in Italia nelle località a clima mite come piante ornamentali, dalle foglie simili agli aceri. Secondo il sistema Cronquist il genere *Liquidambar* appartiene alla famiglia delle Amamelidiacee, dell'ordine delle Sassifragali. La classificazione filogenetica attribuisce il genere alla famiglia delle Altingiacee.

10. IL COMPORTAMENTO STRUTTURALE

"L'architettura è l'arte di fabbricare."

Francesco Milizia

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto. La sicurezza e le prestazioni di un'opera devono essere valutate in relazione agli stati limite⁸ che si possono verificare durante la vita nominale. La durabilità⁹ è una qualità essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera; deve essere garantita attraverso un'opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione.

Le opere strutturali devono essere verificate:

- a) per gli stati limite ultimi¹⁰ che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni;
- b) per gli stati limite di esercizio¹¹, in relazione alle prestazioni attese.

Per la valutazione della sicurezza si devono adottare criteri semiprobabilistici scientificamente comprovati, così come definisce la normativa NTC2008. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. I frattili vengono generalmente assunti pari al 5%. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza, si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza, espresso dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto

$F_{dj} = F_{kj} \times \gamma_{Fj}$ delle azioni.

I coefficienti parziali di sicurezza γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale e all'azione, tengono conto della variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

I requisiti richiesti di resistenza, funzionalità e robustezza si garantiscono verificando il rispetto degli stati limite ultimi e degli stati limite di esercizio della struttura, dei componenti strutturali e dei collegamenti. Gli stati limite ultimi¹² da verificare, ove necessario sono:

- stato limite di equilibrio, al fine di controllare l'equilibrio globale della struttura e delle sue parti durante tutta la vita nominale comprese le fasi di costruzione e di riparazione;
- stato limite di collasso, corrispondente al raggiungimento della tensione di snervamento oppure delle deformazioni ultime del materiale e quindi della crisi o eccessiva deformazione di una sezione di una membratura o di un collegamento, o alla formazione di un meccanismo di collasso o all'instaurarsi di fenomeni di instabilità dell'equilibrio negli elementi componenti o nella struttura nel suo insieme, considerando anche fenomeni locali d'instabilità dei quali si possa tener conto eventualmente con riduzione delle aree delle sezioni resistenti;

⁸ Per stato limite si intende la condizione superata la quale, l'opera non è più in grado di soddisfare le esigenze per le quali è stata progettata.

⁹ La durabilità è definita come la conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture.

¹⁰ Sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportante la perdita di ben, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera.

¹¹ Sicurezza nei confronti degli stati limite di esercizio: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio.

¹² Stato limite ultimo: corrisponde al valore estremo della capacità portante (limite di collasso) o ad altre forme di cedimento strutturale che possono mettere in pericolo la sicurezza delle persone (quali ribaltamento e instabilità).

- stato limite di fatica, controllando le variazioni tensionali indotte dai carichi ripetuti in relazione alle caratteristiche dei dettagli strutturali interessati.

Gli stati di esercizio¹³ da verificare, ove necessario, sono:

- stati limite di deformazione e/o spostamento, al fine di evitare deformazioni e spostamenti che possano compromettere l'uso efficiente della costruzione e dei suoi contenuti, nonché il suo aspetto estetico;
- stati limite di vibrazione, al fine di assicurare che le sensazioni percepite dagli utenti garantiscano accettabili livelli di confort ed il cui superamento potrebbe essere indice di scarsa robustezza e/o indicatore di possibili danni negli elementi secondari;
- stato limite di plasticizzazioni locali, al fine di scongiurare deformazioni plastiche che generino deformazioni irreversibili ed inaccettabili;
- stato limite di scorrimento dei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza, nel caso che il collegamento sia stato dimensionato a collasso per taglio dei bulloni.

Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

Per quanto riguarda l'edificio in progetto, la vita nominale dell'opera V_N , intesa come numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel nostro caso, si tratta di un'opera ordinaria con $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alla conseguente interruzione operativa o di un eventuale collasso, la scuola materna è nella classe d'uso II: edifici per i quali è previsto un normale affollamento, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali.

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R derivante dall'espressione:

$$V_R = V_N \times C_U$$

dove V_N è la vita nominale dell'opera

C_U è il coefficiente d'uso che viene espresso in funzione della classe d'uso.

Vita nominale V_n per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita nominale V_n (in anni)
1. Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≥ 10
2. Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o d'importanza normale	≥ 50
3. Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o d'importanza strategica	≥ 100

Azioni sulle costruzioni

Le azioni elementari agenti sulla costruzione possono essere caratterizzate attraverso coefficienti di combinazione delle azioni. Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazione fondamentale impiegata per gli **stati limite ultimi (SLU)**:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Qj} \psi_{0j} Q_{kj} \text{ con } \psi_{0j} = 0,7$$

- combinazione caratteristica impiegata per gli **stati limite di esercizio irreversibili (SLE_i)**:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{kj} \psi_{0j} \text{ con } \psi_{0j} = 0,7$$

¹³ Stato di esercizio: stato al di là del quale non risultano più soddisfatti i requisiti di esercizio prescritti; esso comprende quindi situazioni che comportano un rapido deterioramento della struttura (come tensioni negli elementi) o la perdita di funzionalità (come deformazioni eccessive per un utilizzo normale della struttura).

- combinazione frequente impiegata per gli **stati limite di esercizio reversibili (SLE_R)**:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{kj} \psi_{1j} \text{ con } \psi_{ij} = 0,7$$

- combinazione sismica impiegata per **SLU e SLE connessi all'azione sismica**:

$$E + G_1 + G_2 + P + Q_{kj} \psi_{2j} \text{ con } \psi_{2j} = 0,3$$

Le azioni caratteristiche sono:

G₁: il valore caratteristico del peso proprio di tutti gli elementi strutturali, del peso del terreno (quando pertinente), delle forze indotte dal terreno e dalla pressione dell'acqua, degli spostamenti e deformazioni imposte, del ritiro e viscosità, degli spostamenti differenziali;

G₂: il valore caratteristico del peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P: il valore caratteristico della forza di pretensione e precompressione;

Q_{kj}: il valore caratteristico della j-esima azione variabile.

I carichi permanenti e la forza di precompressione sono sempre presenti e costanti nel tempo (in realtà la forza di precompressione è massima all'inizio, in fase di tiro, per poi assestarsi ad un valore leggermente minore in esercizio).

Per i carichi variabili, invece, è estremamente improbabile che agiscano tutti contemporaneamente e con i loro valori massimi. Per tale motivo si considera un'unica azione variabile per volta agente con il suo valore massimo, mentre tutte le altre sono moltiplicate per dei coefficienti riduttivi $\psi_{0j} < 1$ determinati statisticamente imponendo che il contemporaneo verificarsi di tutte le azioni variabili abbia la stessa probabilità di non essere superato dell'azione variabile di base della combinazione.

Da queste combinazioni simboliche discendono numerose combinazioni di carico agli SLU stante la variabilità dei coefficienti γ , a seconda che il contributo di ciascun carico sia favorevole o sfavorevole alla sicurezza, e l'opportunità di assumere uno alla volta ciascuno dei carichi $Q_{k,j}$ come carico base. I coefficienti di combinazione $\psi_{0,j}$, da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche, tengono conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Il coefficiente $\psi_{1,j}$ definisce il valore frequente dell'azione variabile $Q_{k,j}$, assimilabile al frattile di ordine 95% della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento.

Il coefficiente $\psi_{2,j}$ definisce il valore quasi permanente dell'azioni variabile $Q_{k,j}$, assimilabile al valore medio della distribuzione temporale dell'intensità.

Per la verifica dello stato limite di fessurazione, la normativa impone l'utilizzo delle combinazioni di carico frequenti e quasi permanenti a seconda delle condizioni ambientali (ambiente poco aggressivo, moderatamente aggressivo, molto aggressivo).

Essi assumono valori differenti in funzione della destinazione d'uso della costruzione, come descritto nella successiva tabella.

Categoria /Azione variabile	$\psi_{0,j}$	$\psi_{1,j}$	$\psi_{2,j}$
Cat. A Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Cat. B Uffici	0.7	0.5	0.3
Cat. C Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Cat. D Ambienti ad uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Cat. E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1.0	0.9	0.8
Cat. F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0.7	0.7	0.6
Cat. G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0.7	0.5	0.3
Cat. H Coperture	0.0	0.0	0.0
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0
Azioni sismiche	0.7	0.5	0.3

Le azioni permanenti¹⁴ (G) da inserire nelle combinazioni delle azioni legate all'azione gravitazionale, sono determinate a partire dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali di cui è composta la costruzione, sia nelle parti strutturali, sia in quelle non strutturali. I carichi variabili¹⁵ (Q) sono ricavati dalle NTC2008 in relazione ai valori nominali minimi.

I carichi sono considerati come applicati staticamente¹⁶, salvo casi particolari i cui gli effetti dinamici devono essere debitamente valutati (vento e sisma)¹⁷.

Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione; la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondenti $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli **stati limite di esercizio** sono:

- **stato limite di operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **stato limite di danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli **stati limite ultimi** sono:

- **stato limite di salvaguardia della vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **stato limite di prevenzione del collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono:

Stati limite		P_{VR} nel periodo di riferimento
Stato limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stato limite ultimo	SLV	10%
	SLC	5%

¹⁴ Si intendono le azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, al cui variazione di intensità nel tempo è da considerarsi trascurabile. Rientrano in questa categoria: i pesi propri degli elementi strutturali e non, gli spostamenti e le deformazioni imposte durante il progetto, pretensione e precompressione, ritiro e viscosità, spostamenti differenziali.

¹⁵ Si intendono le azioni sulla struttura con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo, possono essere di breve o lunga durata.

¹⁶ Vengono considerati statici, ovvero come azioni applicate alla struttura che non provocano accelerazioni significative della stessa o di alcune sue parti.

¹⁷ Verranno studiati come azioni pseudo-statiche, ovvero azioni dinamiche rappresentabili mediante un'azione statica equivalente.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Per Bisentrato, la categoria di sottosuolo di riferimento è la C in cui si hanno la presenza di depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s compresi tra 180 – 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Ai fini del presente calcolo l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito da:

$$\begin{aligned} S_e(T) &= a_g S \eta F_o [(T/T_B)+(1/\eta F_o) \times (1- T/T_B)] && \text{con } 0 \leq T \leq T_B \\ S_e(T) &= a_g S \eta F_o && \text{con } T_B \leq T \leq T_c \\ S_e(T) &= a_g S \eta F_o (T_c/T) && \text{con } T_c \leq T \leq T_D \\ S_e(T) &= a_g S \eta F_o (T_c T_D/T^2) && \text{con } T_D \leq T \end{aligned}$$

dove **S** è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo la relazione $S = S_S S_T = 1$

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, nel nostro caso è pari a 1

F_o è il valore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_c = 0.15$ s

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, $T_B = T_c / 3 = 0.05$ s

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione $T_D = 1.00$ s

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} S_{ve}(T) &= a_g S \eta F_v [(T/T_E)+(1/\eta F_v) \times (1- T/T_B)] && \text{con } 0 \leq T \leq T_B \\ S_{ve}(T) &= a_g S \eta F_v && \text{con } T_B \leq T \leq T_c \\ S_{ve}(T) &= a_g S \eta F_v (T_c/T) && \text{con } T_c \leq T \leq T_D \\ S_{ve}(T) &= a_g S \eta F_v (T_c T_D/T^2) && \text{con } T_D \leq T \end{aligned}$$

dove **T** e **S_{ve}** sono rispettivamente, il periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e **F_v** è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1.35 F_o (a_g / g)^{0.5}.$$

Azione del vento

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti.

La velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove $v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri legati alla regione in cui sorge la costruzione in funzione di zone definite dalla normativa tecnica; mentre a_s è l'altitudine sul livello del mare, espressa in metri, del sito dove sorge la costruzione.

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	K_s [1/s]
1	Valle D'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (eccetto Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (eccetto Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona orientale)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona occidentale)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Trieste	30	1500	0,010
9	Isole minori e mare aperto	31	500	0,020

Per Bisentrates, frazione di Pozzuolo Martesana, situata a 121 metri slm, va usata la prima espressione e quindi si ha: $V_b = 25$ m/s.

Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t = 0.8 \times 1.50 \times 1.0 \times 1.0 = 1.20 \text{ kN/m}^2$$

dove q_s è il carico neve sulla copertura
 μ_i è il coefficiente di forma della copertura, in funzione dell'angolo α formato dalla falda con l'orizzontale. Per una copertura piana si considera un coefficiente pari a **0.8**.
 q_{sk} è il valore caratteristico i riferimento del carico neve al suolo, per un periodo di ritorno di cinquant'anni, definito in funzione della quota del sito di realizzazione dell'edificio sul livello del mare (a_s) e della zona geografica di appartenenza.

Azioni permanenti

Sono considerati permanenti i carichi non rimuovibili durante il normale esercizio della costruzione, come tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti, controsoffitti, impianti ed il peso proprio degli elementi strutturali. Si valutano sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi per unità di volume dei materiali costituenti. Per procedere al computo dei carichi permanenti si fa riferimento ai pesi unitari previsti dalla normativa. Vengono conteggiati anche i carichi permanenti non strutturali, ovvero non rimuovibili durante il normale esercizio della costruzione. Essi devono essere valutati sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi dell'unità di volume dei materiali costituenti. I carichi degli orizzontamenti, che hanno orditura unidirezionale, ma con capacità di ripartizione trasversale, si possono schematizzare come carichi uniformemente ripartiti.

Carichi variabili

Questa tipologia di carico comprende i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da: carichi verticali uniformemente distribuiti q_k , carichi verticali concentrati Q_k e carichi orizzontali lineari H_k . I carichi verticali concentrati, Q_k , formano oggetto di verifiche locali distinte e non vanno sovrapposti ai corrispondenti carichi verticali ripartiti. Essi devono essere applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dell'orizzontamento; in assenza di precise indicazioni può essere considerata una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm.

Aree di carico degli elementi strutturali

Il calcolo di un qualsiasi elemento strutturale inizia effettuando l'analisi dei carichi, generalmente riferita a metro quadro; successivamente è necessario determinare il carico complessivo che si scarica ad esempio su un pilastro oppure il carico che grava su ogni metro lineare di una trave. Occorre quindi determinare per ogni membratura l'area di carico¹⁸ moltiplicando il carico unitario, ricavato dall'analisi, per l'area di carico si ottiene il carico complessivo. L'area di carico di ciascun membratura viene definita tracciando gli interassi degli elementi strutturali che gravano sulla membratura stessa.

¹⁸ Per area di carico si intende quella superficie di solaio, orizzontale o inclinato oppure di volta che presume, con sufficiente approssimazione, scarichi i pesi permanenti ed i carichi di esercizio sull'elemento strutturale considerato.

10.01. La Struttura in Cemento Armato

Scelte compositive e strutturali

Per la tipologia strutturale dell'asilo, si è cercato, durante le fasi evolutive del progetto, di distinguere formalmente e strutturalmente due parti dell'edificio. La scuola materna presenta infatti due differenti soluzioni strutturali: alcune parti composte da pilastri e travi; altre da setti murari di forma trapezoidale e di forma rettangolare in cemento armato gettato in opera.

I pilastri scandiscono principalmente l'andamento compositivo dell'asilo: la corte interna che si crea è circondata da una serie di pilastri ad interasse costante. Dove sono presenti le sezioni didattiche e l'ingresso, i setti, che individuano gli spazi descritti, fanno sì che la continuità dei pilastri venga a mancare creando degli spazi adatti alle attività. Alla presenza dei pilastri, sono presenti le travi che presentano due o tre file (a seconda degli spazi che vanno a ricoprire) di luci differenti tra pilastro e pilastro. Questo è dovuto proprio al fatto che la scuola materna si presenta come forma circolare. Altri setti murari fanno da confine tra lo spazio di distribuzione (con annessi lo spazio gioco e il refettorio) e i cortili delle sezioni didattiche. Questi sono "bucati" da finestre che permettono sia la visuale interna/esterna degli utenti sia la presenza di luce solare all'interno degli spazi..

La struttura è caratterizzata totalmente da 1 piano fuori terra. All'interno delle sezioni, però, sono soppalcati degli spazi sopra al livello dei servizi. Viene di seguito illustrato e analizzato il comportamento strutturale della parte a telaio e dei setti murari.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in tabella.

Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1	1.5	2

Quindi, considerando la residenza come opera ordinaria ($V_N \geq 50$), e in classe d'uso II, il periodo di riferimento risulta essere **50 anni**.

Azioni sulle Costruzioni

- **PERMANENTI (G)**

Azioni che agiscono per tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con approssimazione costanti nel tempo

- *peso proprio di tutti gli elementi strutturali (G_1)*: è ovviamente il carico che il peso della struttura stessa esercita su se stessa. Dipende quindi dal volume dell'elemento strutturale e dal materiale con cui è realizzata, in particolare dal suo peso specifico

- *peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G_2)*: è il carico esercitato sull'elemento strutturale dagli elementi costruttivi fissi che esso deve sorreggere. Esso quindi dipende dal numero di elementi fissi che la struttura deve reggere e dal materiale con cui essi sono realizzati.

- **VARIABILI (Q)**
E' il carico relativo all'utilizzo a cui è sottoposta la struttura: essi possono essere o meno presenti ed attivi sulla struttura stessa, nonché i carichi di origine ambientale a cui essa potrebbe essere soggetta, come il carico da neve.
- **ECCEZIONALI (Q)**
Azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura: incendi, esplosioni, urti ed impatti.
- **SISMICHE (E)**
Azioni derivanti dai terremoti.

Calcolo dell'azione della neve

Il carico da neve sulla copertura è dato dalla formula:

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

dove:

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico della neve al suolo, per un periodo di riferimento di ritorno di cinquant'anni, definito in funzione della quota del sito di realizzazione dell'edificio sul livello del mare (a_s) e della zona geografica di appartenenza.



Zone di carico da neve

Pozzuolo Martesana: zona I

$a_s = 121$ m s.l.m.

$q_{sk}(\text{con } a_s < 200 \text{ m}) = 1.5 \text{ kN/m}^2$

C_e è il coefficiente di esposizione che modifica il valore del carico della neve in funzione delle caratteristiche topografiche dell'area.

Topografia battuta da venti: area pianeggiante non ostruita, esposta su tutti i lati.

Per la presenza di parapetti pieni che ostacolano la rimozione della neve dalla copertura si considera:

$$C_e = 1$$

C_t è il coefficiente termico, che può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico di neve a causa dello scioglimento della stessa a seguito della perdita del calore della costruzione.

$$C_t = 1$$

μ_i è il coefficiente di forma della copertura; è in funzione dell'angolo α che la copertura forma con l'orizzonte. Per coperture piane, cioè per $0^\circ < \alpha < 30^\circ$: $\mu_i = 0,8$

Considerando la presenza di parapetti pieni che possono facilitare l'accumulo di neve contro le pareti, è opportuno maggiorare il coefficiente di forma da 0,8 a 1.

$$\mu_i = 1$$

Si ha quindi:

$$q_s = 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Calcolo dell'azione del vento

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_d \cdot C_p$$

zona	descrizione	V b,0 [m/s]	a0 [m]	ka [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino, Veneto, Friuli	25	1000	0.01

V_b= velocità di riferimento

a_s= altitudine sul livello del mare: 121 m

$$V_b = V_{b,0} \quad \text{per } a_s < a_0$$

$$V_b = V_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_s > a_0$$

V_b= 25 m/s

q_b è la pressione cinetica di riferimento e risulta pari a ($\frac{1}{2} \rho V_b^2$)

dove ρ = densità dell'aria = 1.25 kg/m³

$$q_b = (1.25 \cdot 25^2) / 2 = 390.63 \text{ N/m}^2$$

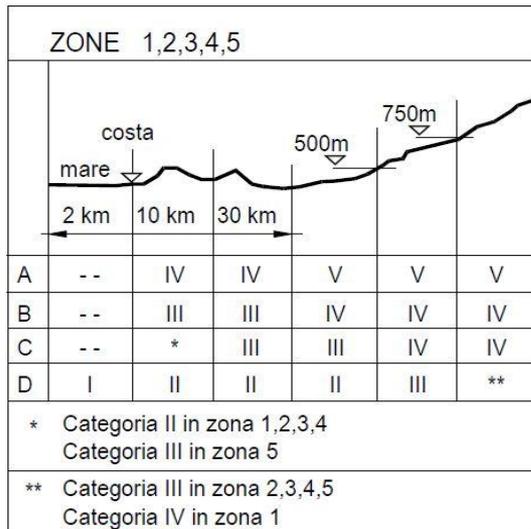
C_e è il coefficiente di esposizione che dipende dalla quota z del punto a cui si calcola la pressione, dalla rugosità e dalla topografia del terreno, dall'esposizione del sito ove sorge la costruzione. È dato dalla formula:

$$C_e(z) = C_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)]$$

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.



Classe di rugosità del terreno C: aree con ostacoli diffusi.

Distanza dal mare superiore di 30 km.

Quota s.l.m. inferiore ai 500 m.

Categoria di esposizione del sito	k_r	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

C_t = coefficiente di topografia = 1

Z = altezza dell'edificio = 7.00 m (si è considerato l'altezza della sezione in questo caso più alta)

$$C_e(7.00) = 0,2^2 \cdot 1 \cdot \ln(7.00/0,1) \cdot [7 + 1 \cdot \ln(7.00/0,1)] = 0.23 \text{ kN/m}^2$$

10.02. Dimensionamento del Solaio C.A.P o Predalles

La lastra Predalle in c.a.p. o lastra predalles precompressa è un elemento **modulare prefabbricato in cemento armato precompresso**, con soola di spessore cm 4, 5 e 6, (per spessori maggiori consultare l'ufficio tecnico di competenza), armato con rete elettrosaldata ed irrigidito con trallicci elettrosaldati incorporati nel getto.

I moduli hanno base standard 250 cm di larghezza e possono essere ridotti a sottomoduli in funzione delle esigenze progettuali.

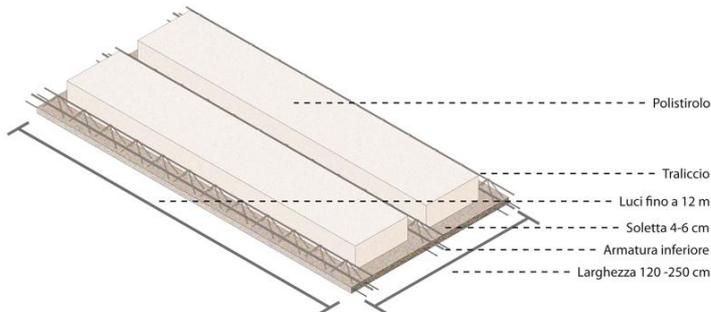
La lunghezza dei manufatti va da un minimo 100 cm e può arrivare a coprire fino 1400 cm di luce con tutte le sottomisure realizzabili (per misure particolari consultare l'ufficio tecnico).

La lastra predalle precompressa può essere fornita con o senza elementi di alleggerimento incorporati al getto (pani di polistirolo) e con o senza armatura in acciaio calcolata per i sovraccarichi richiesti dal cliente.

La lastra Predalle precompressa si adatta a qualsiasi sistema costruttivo permettendo una ampia flessibilità compositiva abbinata ad una sensibile riduzione dei tempi di produzione e di messa in opera in cantiere. La velocità e la facilità nella messa in opera permette all'impresa di economizzare nella realizzazione della struttura e offre anche una maggiore sicurezza in cantiere rispetto ai solai tradizionali.

La lastra Predalle in c.a.p. consente nelle fasi di montaggio un maggior distanziamento dei sostegni rompitratta (1.50 ml da valutarsi a seconda dei casi) rispetto ai normali solai in c.a.

Con l'ausilio del traliccio gettato in stabilimento la lastra Predalles garantisce una parziale autoportanza al getto di completamento, riducendo sensibilmente le opere provvisorie di carpenteria o puntellature in fase di montaggio.



Dimensionamento del solaio di copertura a tre campate SOLAIO DI COPERTURA

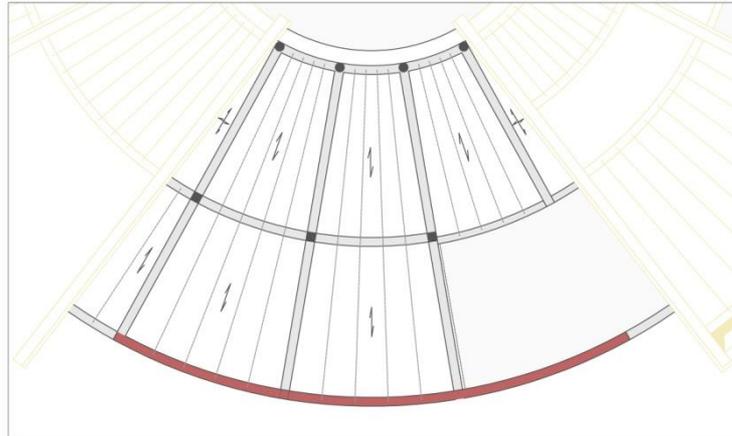
ANALISI DEI CARICHI

- Azione variabile Q:
Tra il carico da neve (1.50 kN/m^2) e il sovraccarico d'esercizio per coperture accessibili di edifici residenziali (2.00 kN/m^2) si sceglie il più gravoso, quindi: $Q = 2.00 \text{ kN/m}^2$
- Azione permanente strutturale G_1 :
Getto collaborante in calcestruzzo armato e solaio Predalles 25 + 5 cm:
peso proprio + getto integrativo, $G_1 = 3.30 \text{ kN/m}^2$
- Azione permanente non strutturale G_2 :
intonaco di cemento sabbia e calce per esterno: $1800 \text{ kg/m}^3 * 0.02 \text{ m} = 36 \text{ kg/m}^2$
impermeabilizzante in fogli in PE: $0.5 \text{ kg/m}^3 * 0.016 \text{ m} = 1.52 \text{ kg/m}^2$
massetto di pendenza: $400 \text{ kg/m}^3 * 0,04 \text{ m} = 16 \text{ kg/m}^2$
isolamento in polistirolo espanso in granuli: $17 \text{ kg/m}^3 * 0.14 \text{ m} = 2.40 \text{ kg/m}^2$
impermeabilizzante in fogli in PE: $0.5 \text{ kg/m}^3 * 0.016 \text{ m} = 1.52 \text{ kg/m}^2$
solaio Predalles
intonaco in calce e gesso: $1400 \text{ kg/m}^3 * 0.02 \text{ m} = 28 \text{ kg/m}^2$
Eventuali:
bordi in calcestruzzo = 220 kg/m^2
pannelli fotovoltaici = 37 kg/m^2
 $G_2 \text{ totale} = 3.43 \text{ kN/m}^2$

Combinazione di carichi agli stati limite ultimi:

$$E = 1.3 * G_1 + 1.5 * G_2 + 1.5 * Q = 11.69 \text{ kN/m}^2$$

Essendo che lo sviluppo della scuola materna si presenta radiale, per questo procedimento di calcolo si considera la trave (evidenziata di rosso) con luce maggiore di 5.98 m . Dalla tabella tecnica del materiale, per una distanza di 6.00 m, il sovraccarico uniformemente distribuito è sopportabile da lastre di spessore minimo di 30 cm. **VERIFICATA**



Dimensionamento delle strutture orizzontali

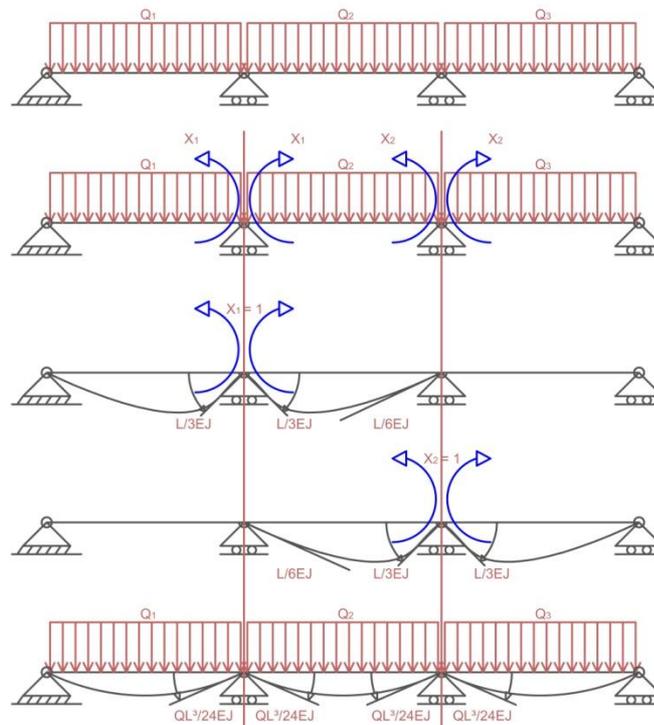
Si verifica la trave esterna schematizzabile come una trave continua su quattro appoggi. Essa è realizzata con calcestruzzo classe 25/30 e armature in acciaio B450C.

Combinazioni di carichi

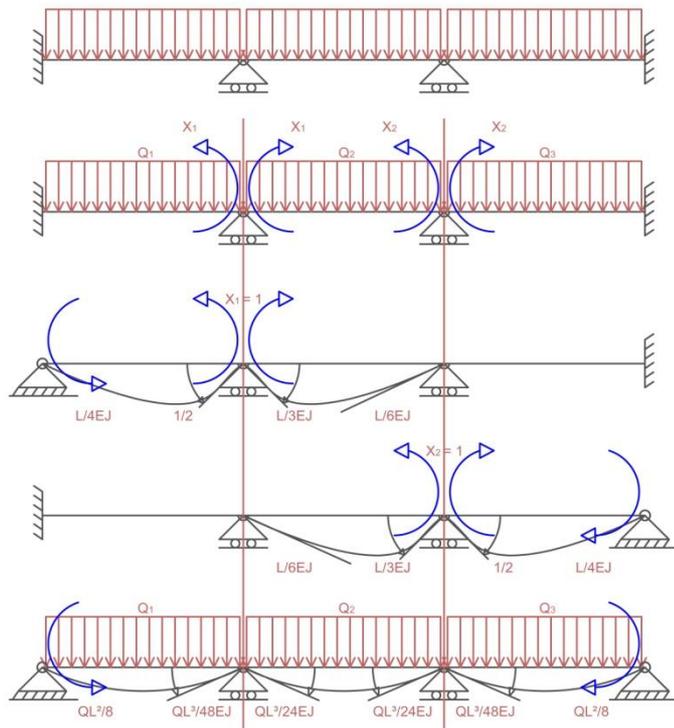
Le cinque combinazioni di carico prese in considerazione servono a massimizzare il momento flettente a metà delle campate laterali, agli appoggi e a metà della campata centrale. Attraverso la risoluzione degli schemi statici mediante il **metodo delle forze**, si è voluto verificare i seguenti casi:

- **Cerniera – Cerniera, Cerniera Passante**
- **Incastro – Incastro**

Metodo delle forze attraverso l'utilizzo delle **cerniere**



Metodo delle forze attraverso l'utilizzo degli **incastri**

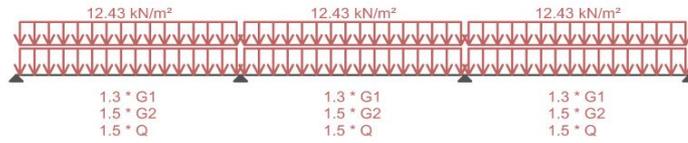


Di seguito vengono riportati le combinazioni dei carichi agli Stati Limiti Ultimi con i relativi diagrammi di involuppo del taglio e del momento, per ogni singolo caso, risultanti dalle quattro diverse combinazioni di carico. Il progetto e la verifica della sezione della trave verrà fatto considerando i più gravosi carichi nei valori finali.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

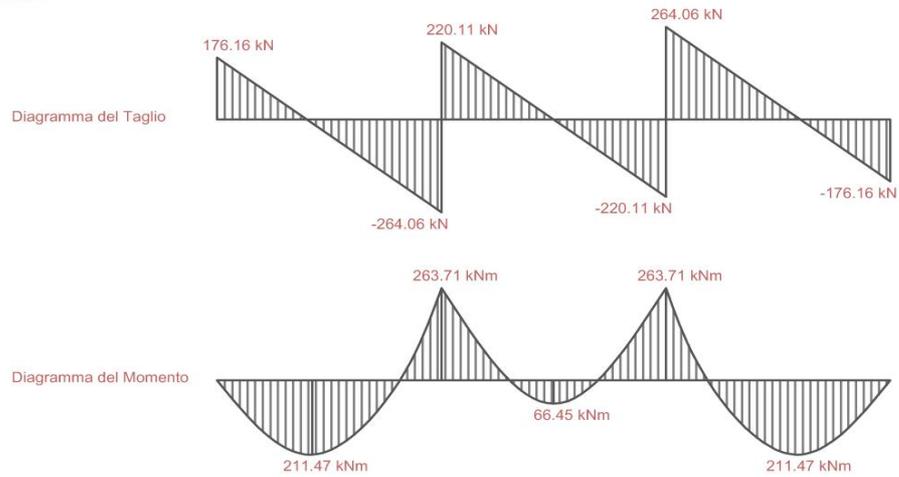
La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

CASO 1 : Sovraccarico equidistribuito su tutte e tre le campate

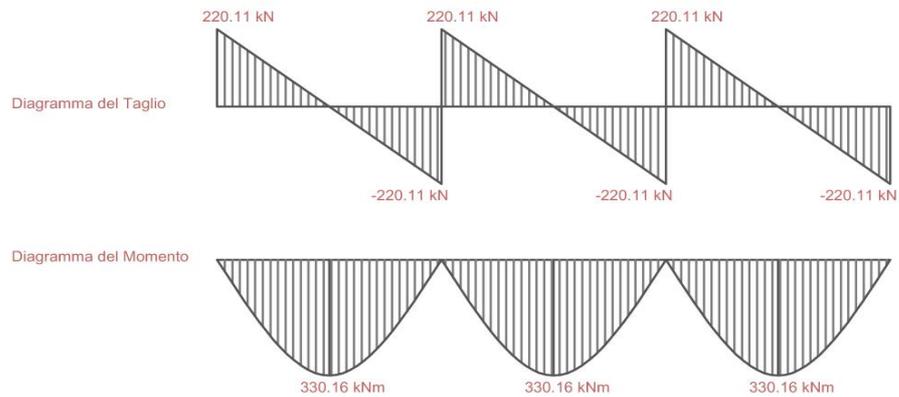


G1 = Azione permanente strutturale
G2 = Azione permanente non strutturale
Q = Azioni variabili

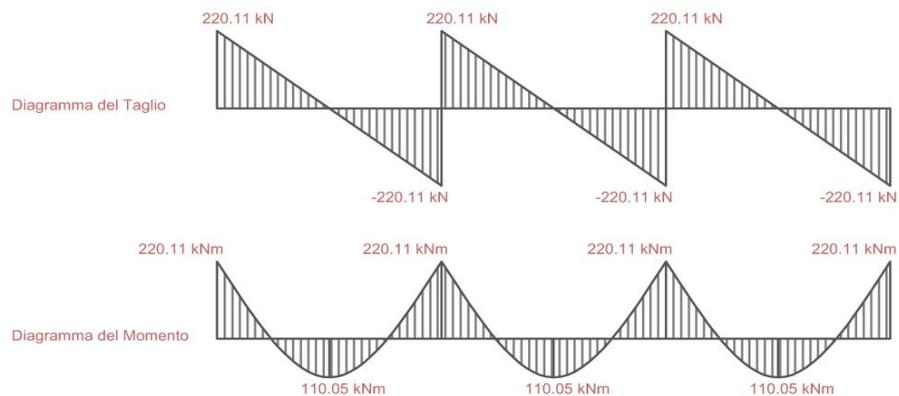
Cerniera - Cerniera



Cerniera Passante



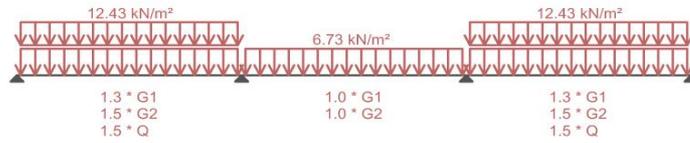
Incastro - Incastro



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

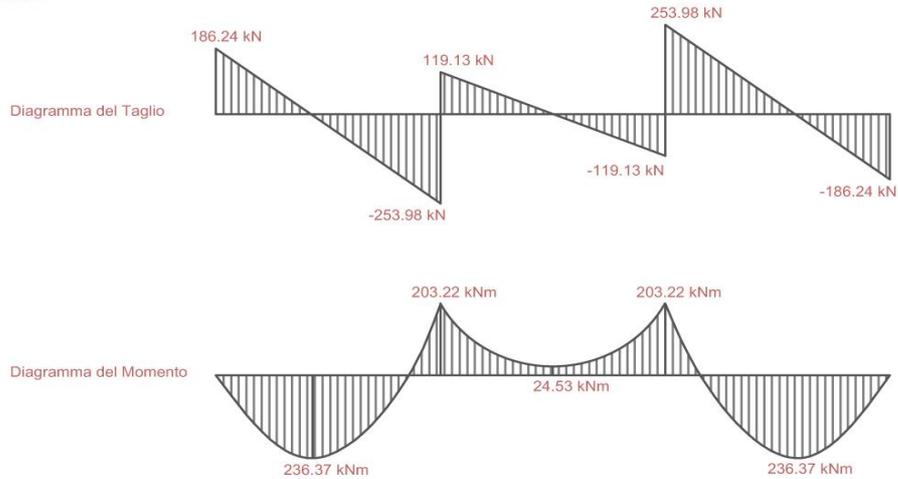
La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

CASO 2 : Sovraccarico nella prima e terza campata e carico nella seconda

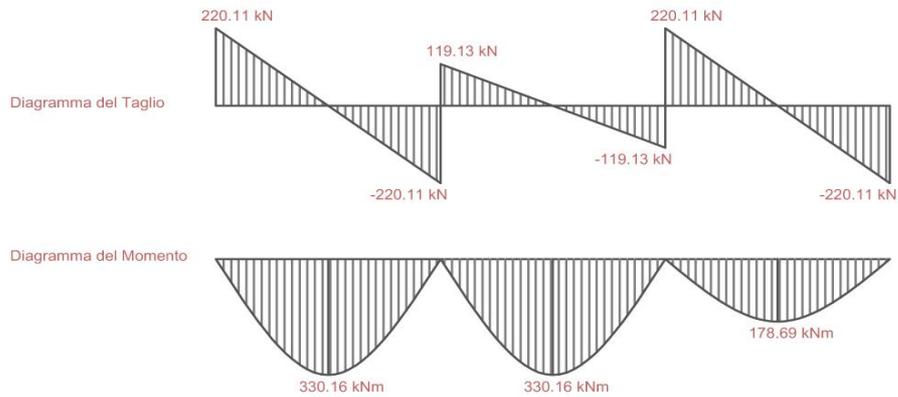


G1 = Azione permanente strutturale
 G2 = Azione permanente non strutturale
 Q = Azioni variabili

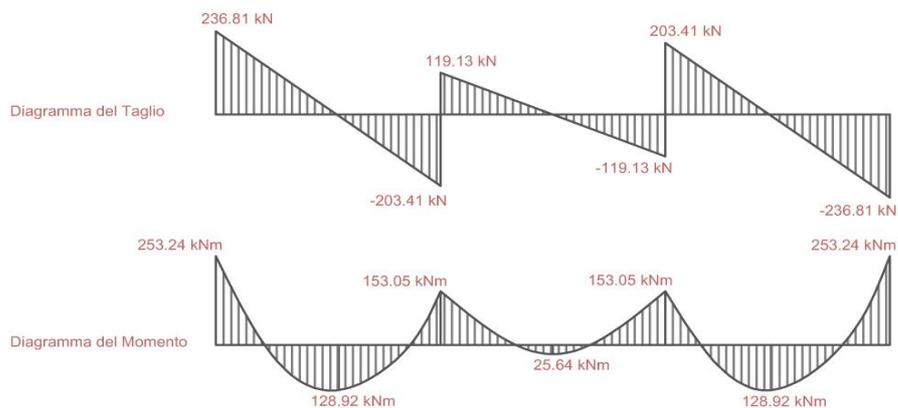
Cerniera - Cerniera



Cerniera Passante



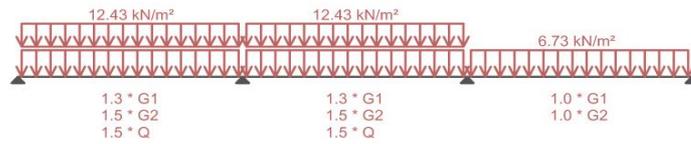
Incastro - Incastro



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

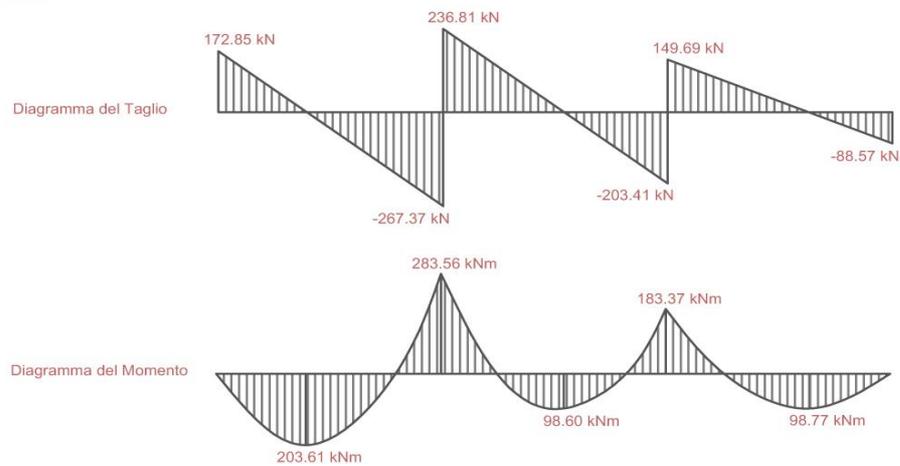
La scuola materna : Giancarlo Marco Soinelli

CASO 3 : Sovraccarico nelle prime due campate e carico nella terza
 (*simmetrico: sovraccarico nelle ultime due campate e carico nella prima)

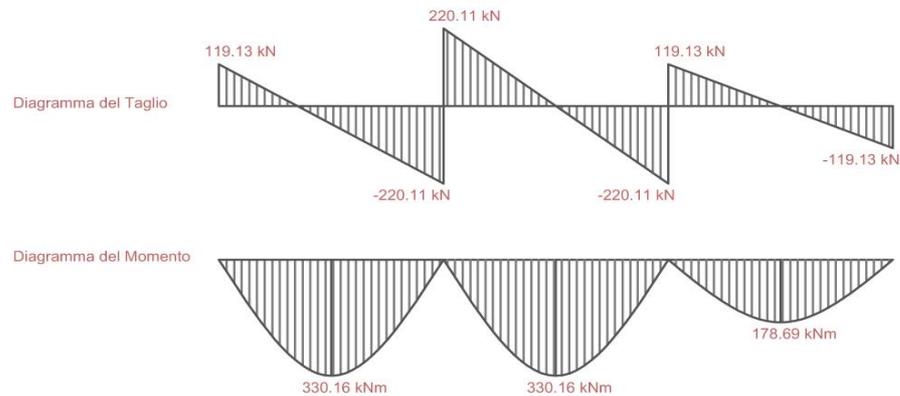


G1 = Azione permanente strutturale
 G2 = Azione permanente non strutturale
 Q = Azioni variabili

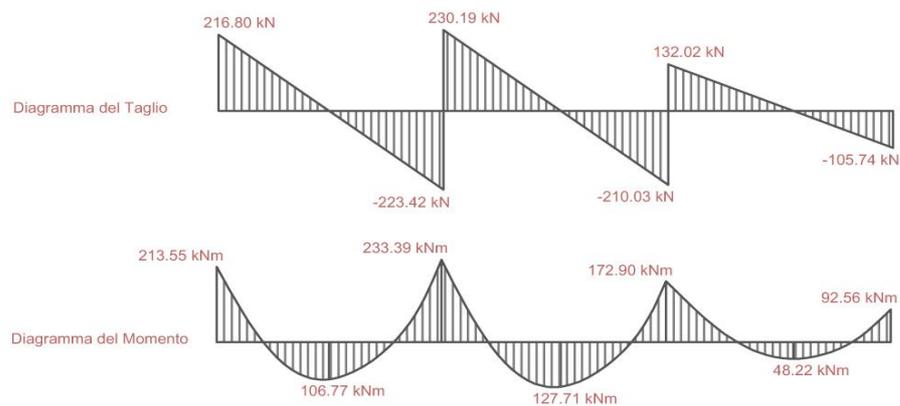
Cerniera - Cerniera



Cerniera Passante



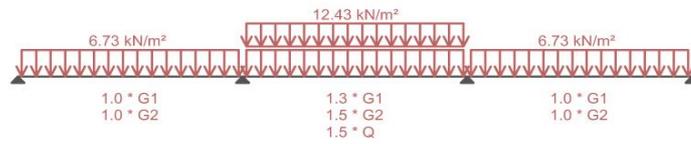
Incastro - Incastro



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

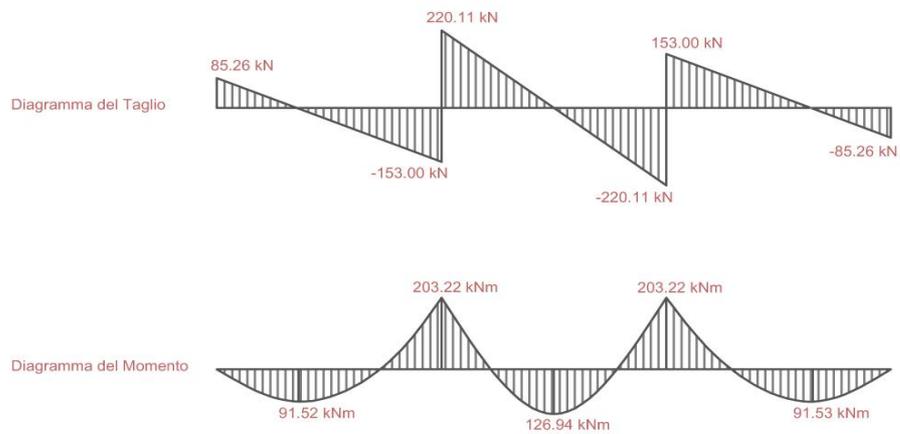
La scuola materna : Giancarlo Marco Soinelli

CASO 4 : Sovraccarico nella campata centrale e carico nella prima e nella terza

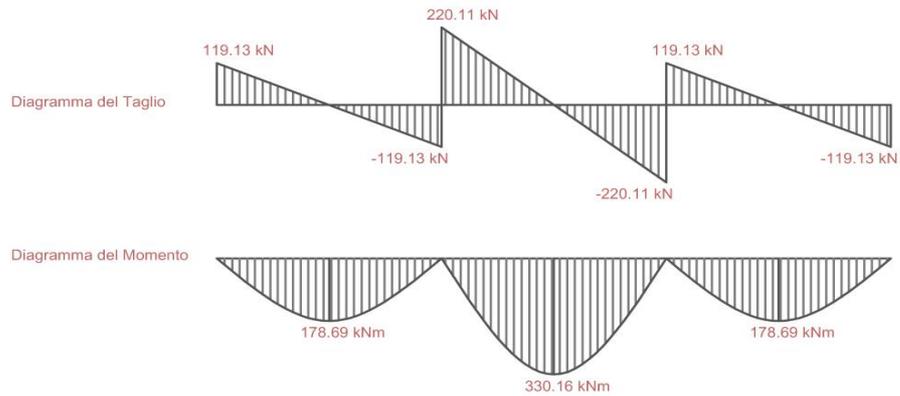


G1 = Azione permanente strutturale
 G2 = Azione permanente non strutturale
 Q = Azioni variabili

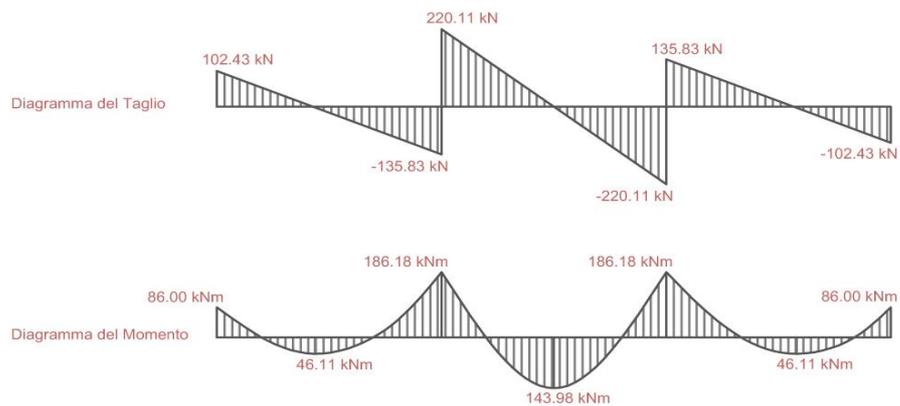
Cerniera - Cerniera



Cerniera Passante

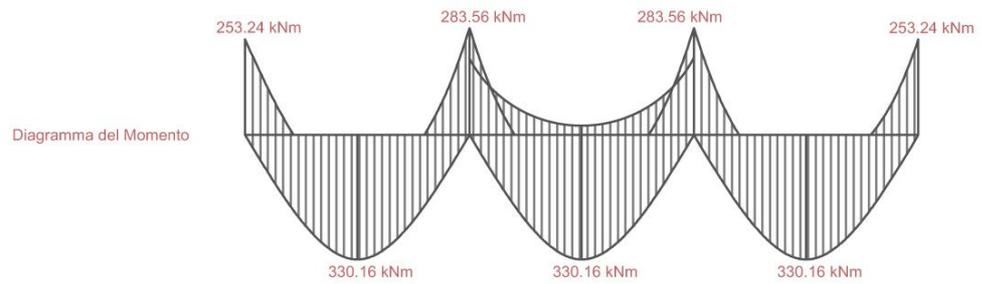
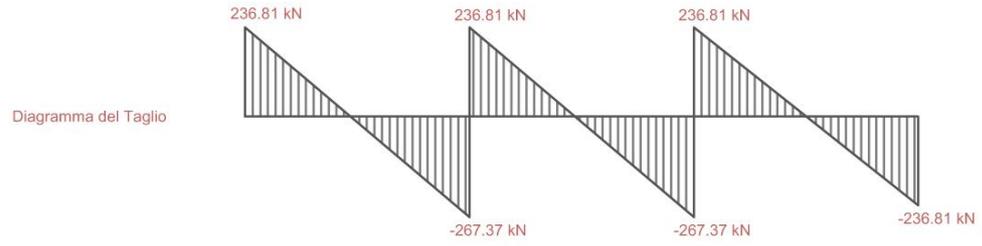


Incastro - Incastro



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



Progetto e sezione della trave

Si è scelto quindi di realizzare travi in spessore di solaio per ottenere impalcati perfettamente piani. L'altezza complessiva della trave risulta pari allo spessore determinato dal solaio Predalles previsto e dal getto collaborante sovrastante, quindi 0.30m.

Altezza utile della trave $d = (0.30 - 0.04) \text{ m} = 0.26 \text{ m}$

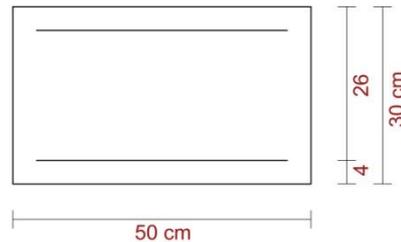
Dimensione della base = $b = ((r')^2/d^2) * M_{\text{max diagramma di inviluppo}}$

Dimensione della base = $b = ((0.01)^2/0.26^2) * 330.16 \text{ kNm (diagramma di inviluppo)} = 0.48 \text{ m} \sim 0.50 \text{ m}$

dove:

r' è un coefficiente legato al tipo di calcestruzzo, con il seguente valore consigliato per travi a spessore = 0,01 (per calcestruzzo C25/30)

$M_{\text{max diagramma di inviluppo}}$ in valore assoluto ricavato dal diagramma.



Dimensionamento dell'armatura longitudinale

Essendo che la trave si presenta con un diagramma dei momenti flettenti simmetrico, si calcola il dimensionamento dell'armatura longitudinale nei tre punti seguenti:

1) SEZIONE INIZIALE DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE SUPERIORI

$$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max diagramma di inviluppo}} / (0.9 * d * f_{yd}) = 27 \text{ cm}^2$$

dove:

$M_{\text{max diagramma di inviluppo}} = 253.24 \text{ kNm}$ (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di inviluppo);

$f_{yd} = \text{resistenza di calcolo dell'armatura (riferita allo snervamento)} = f_y / 1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2$

(con f_y tensione caratteristica di snervamento, che per l'acciaio scelto B450C è pari a 450 N/mm^2 , e 1.15 coefficiente parziale di sicurezza γ_s relativo all'acciaio).

Utilizzando travi a spessore di solaio a quattro braccia, vi è la necessità di adoperare come minimo di armatura quattro barre superiori e quattro barre inferiori, lungo tutta la trave a due campate, infittendo dove è necessario.

Si utilizzano tondini $\phi 24$ (area della sezione = 4.52 cm^2)

Doppia armatura:

Armatura tesa superiore = $6 \phi 24 \quad A_s = 27.14 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore = $4 \phi 24 \quad A'_s = 18.10 \text{ cm}^2$

$$M = 0.9 * d * A_s * f_{yd} = 0.9 * 26 \text{ cm} * 27.14 \text{ cm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2 = 248.5 \text{ kNm (valore ottenuto in modo approssimato per costruire il diagramma di ricoprimento del momento)}$$

2) SEZIONE A META' DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE INFERIORI

$$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max diagramma di inviluppo}} / (0.9 * d * f_{yd}) = 36 \text{ cm}^2$$

dove:

$M_{\text{max diagramma di inviluppo}} = 330.16 \text{ kNm}$ (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di inviluppo);

Armatura tesa superiore = $4 \phi 24 \quad A_s = 18.10 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore $8 \phi 24 \quad A'_s = 36.19 \text{ cm}^2$

$$M = 0.9 * d * A_s * f_{yd} = 0.9 * 26 \text{ cm} * 36.19 \text{ cm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2 = 331.37 \text{ kNm}$$

3) SEZIONE FINALE DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE SUPERIORI

$$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max}} \text{ diagramma di involucro} / (0.9 * d * f_{yd}) = 31 \text{ cm}^2$$

dove:

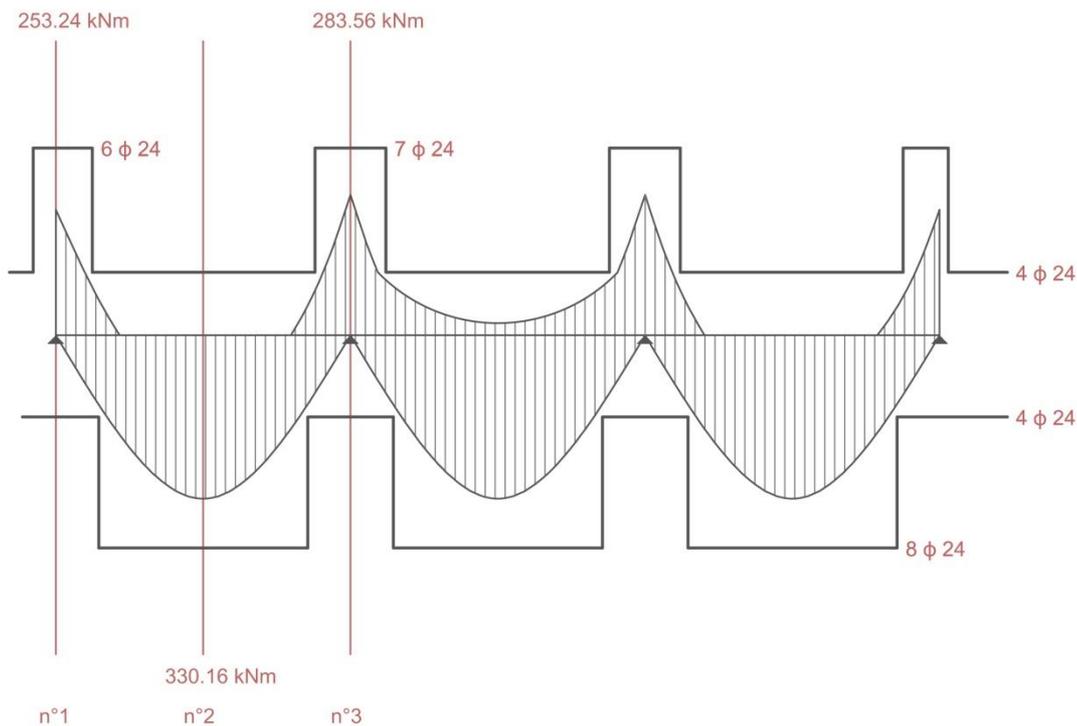
M_{max} diagramma di involucro = 283.56 kNm (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di involucro);

$$\text{Armatura tesa superiore} = 7 \phi 24 \quad A_s = 31.67 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura compressa inferiore} = 4 \phi 24 \quad A'_s = 18.1 \text{ cm}^2$$

$$M = 0.9 * d * A_s * f_{yd} = 0.9 * 26 \text{ cm} * 31.67 \text{ cm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2 = 290.00 \text{ kNm}$$

Si riporta il diagramma di ricoprimento del momento.



Ora è necessario verificare che le sette sezioni della trave, oltre a ricoprire il diagramma delle trazioni sollecitanti, rispettino anche le condizioni di duttilità, ovvero che la rottura si abbia dal lato dell'acciaio.

VERIFICA DELLA SEZIONE n°1 A INIZIO CAMPATA

$$\text{Armatura tesa superiore} = 6 \phi 24 \quad A_s = 27.14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura compressa inferiore} = 4 \phi 24 \quad A'_s = 18.10 \text{ cm}^2$$

$$X = \text{Altezza dell'asse neutro gli Stati Limiti Ultimi} = (f_{yd} * (A_s - A'_s)) / (f_{cu} * b * 0.8)$$

dove f_{cu} rappresenta la tensione ultima di calcolo ed è pari a $\alpha * f_{cd} = 0.85 * f_{cd} = 0.85 * f_{ck} / 1.6 = 0.85 * 25 / 1.6 \text{ N/mm}^2 = 13.3 \text{ N/mm}^2$ (per classi di calcestruzzo C25/20)

$$X = ((2714 - 1810) \text{ mm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 * 0.8 * 500 \text{ mm}) = 66.49 \text{ mm}$$

$$X/d = 66.49 \text{ mm} / 500 \text{ mm} = 0.13 < 0.26$$

Campo delle deboli armature

$$M_{Rd} = f_{yd} * A'_s * (d - c) + f_{cu} * b * 0.8 * X * (d - 0.4 * X)$$

$$= 391.3 * 1810 * (260 - 40) + 13.3 * 500 * 0.8 * 66.49 * (260 - 0.4 * 66.49) = 320.94 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} < M_{Rd}$$

$$253.24 \text{ kNm} < 320.94 \text{ kNm}$$

La sezione risulta verificata**VERIFICA DELLA SEZIONE n°2 A META' DELLA CAMPATA**

Armatura tesa superiore = 6 ϕ 24 $A_s = 27.14 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore 8 ϕ 24 $A'_s = 36.19 \text{ cm}^2$

$$X = ((3619 - 2714) \text{ mm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 * 0.8 * 500 \text{ mm}) = 66.56 \text{ mm}$$

$$X/d = 66.56 \text{ mm} / 500 \text{ mm} = 0.13 < 0.26$$

Campo delle deboli armature

$$\begin{aligned} MR_d &= f_{yd} * A'_s * (d - c) + f_{cu} * b * 0.8 * X * (d - 0.4 * X) \\ &= 391.3 * 2714 * (260 - 40) + 13.3 * 500 * 0.8 * 66.56 * (260 - 0.4 * 66.56) = 513.59 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Med < MRd

$$330.16 \text{ kNm} < 513.59 \text{ kNm}$$

La sezione risulta verificata**VERIFICA DELLA SEZIONE n°3 A FINE CAMPATA**

Armatura tesa superiore = 7 ϕ 24 $A_s = 31.67 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore = 4 ϕ 24 $A'_s = 18.10 \text{ cm}^2$

$$X = ((3167 - 1810) \text{ mm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 * 0.8 * 500 \text{ mm}) = 99.81 \text{ mm}$$

$$X/d = 99.81 \text{ mm} / 500 \text{ mm} = 0.20 < 0.26$$

Campo delle deboli armature

$$\begin{aligned} MR_d &= f_{yd} * A'_s * (d - c) + f_{cu} * b * 0.8 * X * (d - 0.4 * X) \\ &= 391.3 * 1810 * (260 - 40) + 13.3 * 500 * 0.8 * 99.81 * (260 - 0.4 * 99.81) = 389.53 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Med < MRd

$$283.56 \text{ kNm} < 389.53 \text{ kNm}$$

La sezione risulta verificata**Verifica dei limiti sull'armatura prescritti dalla Normativa**

Verifica dei minimi normativa (area dell'armatura longitudinale in zona tesa)

$$A_{s \text{ min}} = 0.026 * (f_{CTM} / f_{yk}) * b * d \geq 0.0013 * b * d$$

dove:

$$f_{CTM} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2 \text{ (con } f_{ck} = 0.83 * R_{ck} = 25, \text{ per calcestruzzo C 25/30);}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2, \text{ per acciaio B450C.}$$

$$A_{s \text{ min}} \text{ normativa} = 2.50 \text{ cm}^2$$

Armatura minima disposta in zona compressa = 4 ϕ 24

$$A_{s \text{ min}} = 18.10 \text{ cm}^2$$

Verifica dei massimi normativi

$$A_{s \text{ max}} \text{ normativa} = 0.04 * A_c (30 * 50) = 60 \text{ cm}^2$$

Armatura massima disposta in zona tesa 8 ϕ 24

$$A_{s \text{ max}} = 36.19 \text{ cm}^2 < 60 \text{ cm}^2$$

Giunzioni per sovrapposizione

Per quanto riguarda le barre di ferro, sia inferiori che superiori, che corrono lungo tutta la lunghezza della trave, poiché i ferri hanno lunghezza limitata, è necessario effettuare delle giunzioni affiancando (per sovrapposizione) due barre. Nella zona di sovrapposizione si ha un graduale trasferimento di tensioni dalla prima barra al calcestruzzo e da questo alla seconda barra.

Le sovrapposizioni sono state previste nelle zone di minor tasso di lavoro delle barre, evitando di interrompere nella stessa sezione un numero elevato di barre.

Dimensionamento dell'armatura trasversale

La presenza delle armature trasversali:

1. Diminuisce le tensioni di trazione da flessione nelle sezioni di incastro delle mensole ("denti del pattino");
2. Limita l'apertura delle fessure diagonali in campo elastico, dunque preservando e migliorando il trasferimento del taglio per effetto ingranamento degli inerti;
3. Confina e dunque aumentando la resistenza a compressione di zone sollecitate da comportamento ad arco;
4. Impedisce il cedimento di ancoraggio, allorché fessure da "splitting" si sviluppano nelle zone di ancoraggio.

Per la verifica della struttura sollecitata a taglio si utilizza il metodo standard, in cui la trave viene assimilata in prossimità della crisi ad un traliccio composto da bielle compresse in calcestruzzo inclinate a 45° rispetto all'orizzontale.

Se $V_{sd} > V_{RD1}$ è richiesta l'armatura a taglio.

Il calcolo del taglio resistente di elementi armati a taglio è basato sui valori:

- V_{RD2} : massima forza di taglio di calcolo che può essere sopportata senza rottura delle bielle compresse convenzionali di calcestruzzo

- V_{RD3} : forza di taglio di calcolo che può essere sopportata da un elemento con armatura a taglio, il cui collasso è attivato dallo snervamento dell'armatura a taglio.

Si calcola V_{RD1} , ovvero l'azione resistente di calcolo a taglio assorbibile dal calcestruzzo. Si considera anche l'incremento di resistenza offerto dai 4 ϕ 24 correnti lungo tutta la trave:

$$V_{RD1} = T_r \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho) \cdot b \cdot d = 89.88 \text{ kN}$$

Dove:

$$k = 1.6 - d = 1.34 > 1;$$

$$T_r = \text{resistenza a taglio di riferimento} = 0.25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 0.30 \text{ N/mm}^2;$$

$$\rho = \text{rapporto tra armatura tesa e area lorda della sezione} (\leq 2\%) = (4 \cdot 4.52) / (50 \cdot 26) = 0.013$$

Nel caso in cui il taglio nelle sezioni $V_{ED} < V_{RD1}$, la N.T.C. 2008 prescrive:

$$A_{st \text{ min}} = 1.5 \cdot b = 750 \text{ mm}^2/\text{m}$$

- minimo 3 staffe al metro

- passo non superiore a 0.8 volte $d = 20.8 \text{ cm}$

Si sceglie di utilizzare staffe ϕ 6 con un passo pari a 13 cm.

$$A_{st} = 33 \text{ mm}^2 \cdot 4 / 0.13 = 1015 \text{ mm}^2/\text{m}$$

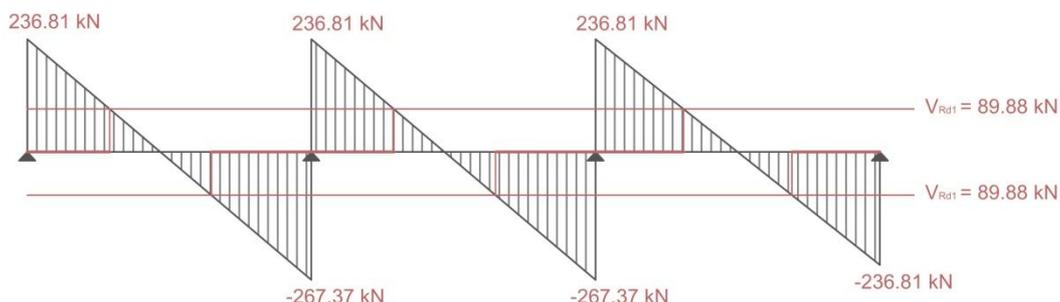
Nel caso in esame, non risulta sforzi in cui $V_{ED} < V_{RD1}$

Nella trave a tre campate, si sviluppano i seguenti sforzi di taglio:

89.88 kN < 236.81 kN La sezione, pertanto, deve essere armata a taglio

89.88 kN < 267.37 kN La sezione, pertanto, deve essere armata a taglio

Si determinano i tratti da armare a **taglio**, nel grafico indicati con il colore



Si calcola **VRD2** che rappresenta il valore del taglio resistente di calcolo assorbibile dall'anima prima della rottura per schiacciamento delle bielle compresse di calcestruzzo.

$$\mathbf{VRD2} = \frac{1}{2} * v * f_{cd} * b * 0.9 * d$$

Dove:

$$v = 0.7 - (f_{ck}/200) = 0.575 \geq 0.5.$$

$$\mathbf{VRD2} = 447.38 \text{ kN} > 236.81 \text{ kN}$$

$$\mathbf{VRD2} = 447.38 \text{ kN} > 267.37 \text{ kN}$$

Si calcola il valore **VRD3** (taglio resistente quando avviene la rottura delle staffe) per un tratto lungo 1 metro.

$$\mathbf{VRD3} = (n_b * A_{sw} * 0.9 * d * f_{ywd}) / s$$

Dove:

n_b = numero dei bracci;

A_{sw} = area della singola sezione delle staffe ($4 \phi 8 = 2.00 \text{ cm}^2$);

f_{ywd} = resistenza di calcolo dell'armatura (riferita allo snervamento) per la staffa = 13.30 N/mm^2 ;

s = passo delle staffe.

Dove lo sforzo di taglio si presenta pari a 236.81 kN , si ipotizza un passo pari a 10 cm

$$\mathbf{VRD3} = 248.98 \text{ kN} > \mathbf{VED} = 236.81 \text{ kN}$$

Dove lo sforzo di taglio si presenta pari a 267.37 kN , si ipotizza un passo pari a 8 cm

$$\mathbf{VRD3} = 311.22 \text{ kN} > \mathbf{VED} = 267.37 \text{ kN}$$

Si riporta il diagramma di ricoprimento del taglio con il passo delle staffe.



Dimensionamento delle strutture verticali

Si verifica a compressione il pilastro che presenta la maggiore area d'influenza (evidenziata di rosso) (5.62 m * 5.00 m).

I pilastri sono realizzati con calcestruzzo classe 25/30 e armature in acciaio B450C.

Si ipotizza un pilastro nel piano con sezione di 25 * 25 cm.

Vengono di seguito riportati i calcoli relativi all'analisi dei carichi gravanti sul pilastro del piano copertura che gli grava al di sopra, al suo dimensionamento e alla sua verifica.

ANALISI DEI CARICHI

SOLAIO DI COPERTURA

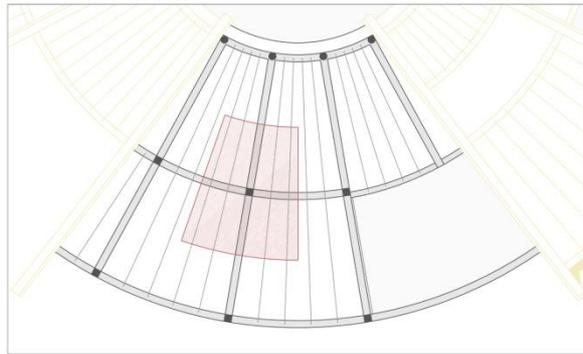
a) Azione variabile, Q : sovraccarico d'esercizio per coperture accessibili =
= 2 kN/m² * 28.1 m² = **Q = 56.2 kN**

b) Azione permanente strutturale G₁ : Getto collaborante in calcestruzzo armato e solaio Predalles 25 + 5 cm: peso proprio + getto integrativo = **G₁ = 92.73 kN**

c) Azione permanente non strutturale G₂ : intonaco di cemento sabbia e calce per esterno, impermeabilizzante in fogli in PE, massetto di pendenza, isolamento in polistirolo espanso in granuli, impermeabilizzante in fogli in PE, intonaco in calce e gesso. Eventuali: bordi in calcestruzzo, pannelli fotovoltaici. **G₂ = 96.38 kN**

Combinazione di carichi agli Stati Limite Ultimi:

$$E = 1.3 * G_1 + 1.5 * G_2 + 1.5 * Q = 349.42 \text{ kN}$$



Si calcola l'area minima della sezione di calcestruzzo:

$$A_{cls \text{ min}} \geq E / f_{cu}$$

Dove f_{cu} rappresenta la tensione ultima di calcolo ed è pari a $\alpha * f_{cd} = 0.85 * f_{cd} = 0.85 * f_{ck} / 1.6 = 0.85 * 25 / 1.6 \text{ N/mm}^2 = 13.3 \text{ N/mm}^2$ (per classe di calcestruzzo C25/30)

$$A_{cls \text{ min}} = 262 \text{ cm}^2$$

Ipotizzando una sezione quadrata:

$$l = \sqrt{A_{cls \text{ min}}} = 16.18 \text{ cm}$$

Dato che la normativa tecnica prescrive la sezione minima di un pilastro pari a 25 * 25 cm, si decide di adottare una sezione 30 * 30 cm.

$$A_{cls \text{ eff}} = 900 \text{ cm}^2$$

Si dimensiona l'area dell'acciaio:

$$A_{s \text{ min}} \geq 0.10 * NE / f_{yd}$$

Dove f_{yd} rappresenta la tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio = 391.3 N/mm² per acciaio B450C

$$A_{s \text{ min}} = 0.26 \text{ cm}^2$$

Per normativa l'area dell'acciaio non deve comunque essere inferiore di $0.003 * A_{cls \text{ eff}}$

$$A_{s \text{ min}} = 2.70 \text{ cm}^2$$

Si scelgono di utilizzare 4 ϕ 12

$$\text{Area di ciascun tondino } \phi 12 = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ eff}} = 4.52 \text{ cm}^2$$

La forza normale resistente di calcolo è la seguente:

$$N_r = f_{cu} * A_{cls \text{ eff}} + f_{yd} * A_{s \text{ eff}} = 1373.87 \text{ kN}$$

Perché la verifica risulti soddisfatta è necessario che: $(NE/N_r) \leq 1$

$$(NE/N_r) = 349.42 / 1373.87 = 0.25 \leq 1$$

La sezione risulta soddisfatta

Dimensionamento del solaio di copertura a due campate SOLAIO DI COPERTURA

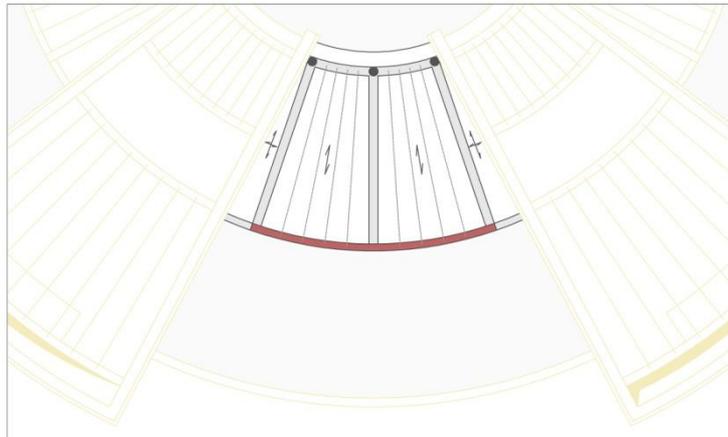
ANALISI DEI CARICHI

- Azione variabile Q:
Tra il carico da neve (1.50 kN/m^2) e il sovraccarico d'esercizio per coperture accessibili di edifici residenziali (2.00 kN/m^2) si sceglie il più gravoso, quindi: $Q = 2.00 \text{ kN/m}^2$
- Azione permanente strutturale G_1 :
Getto collaborante in calcestruzzo armato e solaio Predalles 25 + 5 cm:
peso proprio + getto integrativo, $G_1 = 3.30 \text{ kN/m}^2$
- Azione permanente non strutturale G_2 :
intonaco di cemento sabbia e calce per esterno: $1800 \text{ kg/m}^3 * 0.02 \text{ m} = 36 \text{ kg/m}^2$
impermeabilizzante in fogli in PE: $0.5 \text{ kg/m}^3 * 0.016 \text{ m} = 1.52 \text{ kg/m}^2$
massetto di pendenza: $400 \text{ kg/m}^3 * 0.04 \text{ m} = 16 \text{ kg/m}^2$
isolamento in polistirolo espanso in granuli: $17 \text{ kg/m}^3 * 0.14 \text{ m} = 2.40 \text{ kg/m}^2$
impermeabilizzante in fogli in PE: $0.5 \text{ kg/m}^3 * 0.016 \text{ m} = 1.52 \text{ kg/m}^2$
solaio Predalles
intonaco in calce e gesso: $1400 \text{ kg/m}^3 * 0.02 \text{ m} = 28 \text{ kg/m}^2$
Eventuali:
bordi in calcestruzzo = 220 kg/m^2
pannelli fotovoltaici = 37 kg/m^2
 $G_2 \text{ totale} = 3.43 \text{ kN/m}^2$

Combinazione di carichi agli stati limite ultimi:

$$E = 1.3 * G_1 + 1.5 * G_2 + 1.5 * Q = 11.69 \text{ kN/m}^2$$

Come sopra, per questo procedimento di calcolo si considera la trave (evidenziata in rosso) con luce maggiore di 4.05 m . Dal punto di vista compositivo, si è scelto di adottare lo stesso pacchetto del solaio a tre campate di 30 cm e, presentandosi con dimensioni decisamente minori a quella già calcolata, la lastra sarà sicuramente **VERIFICATA**



Dimensionamento delle strutture orizzontali

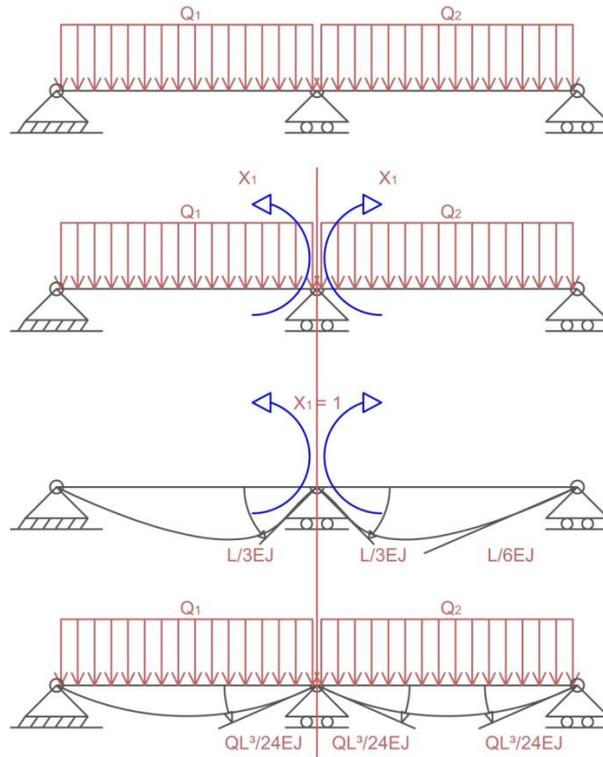
Si verifica la trave esterna schematizzabile come una trave continua su quattro appoggi. Essa è realizzata con calcestruzzo classe 25/30 e armature in acciaio B450C.

Combinazioni di carichi

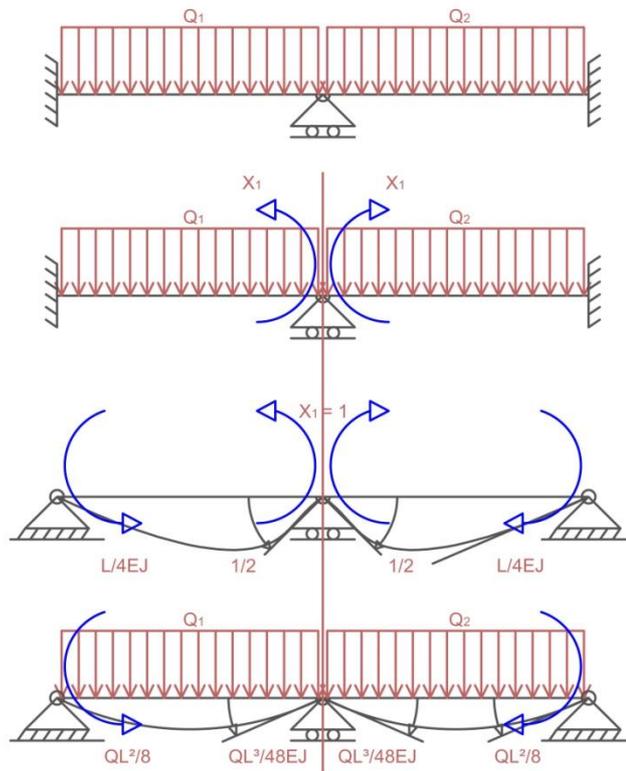
Le due combinazioni di carico prese in considerazione servono a massimizzare il massimo momento flettente in campata, e il minimo momento agli appoggi. Attraverso la risoluzione degli schemi statici mediante il **metodo delle forze**, si è voluto verificare i seguenti casi:

- **Cerniera – Cerniera, Cerniera Passante**
- **Incastro – Incastro**

Metodo delle forze attraverso l'utilizzo delle **cerniere**



Metodo delle forze attraverso l'utilizzo degli **incastri**

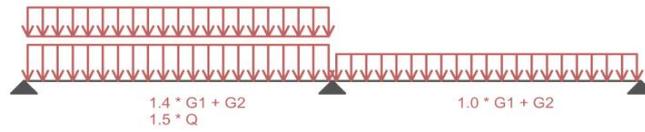


Di seguito vengono riportati le combinazioni dei carichi agli Stati Limiti Ultimi con i relativi diagrammi di involuppo del taglio e del momento, per ogni singolo caso, risultanti dalle due diverse combinazioni di carico. Il progetto e la verifica della sezione della trave verrà fatto considerando i più gravosi carichi nei valori finali.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

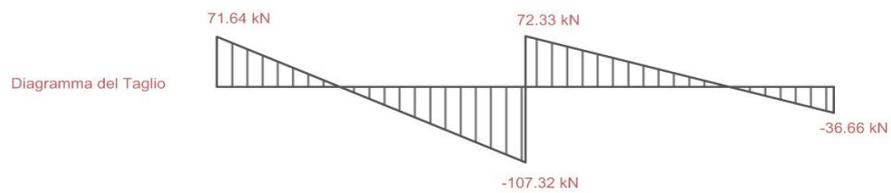
La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

CASO 1 : Combinazioni di carichi per la determinazione del massimo momento in campata

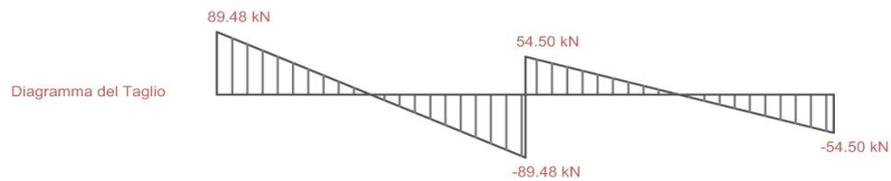


G1 = Azione permanente strutturale
G2 = Azione permanente non strutturale
Q = Azioni variabili

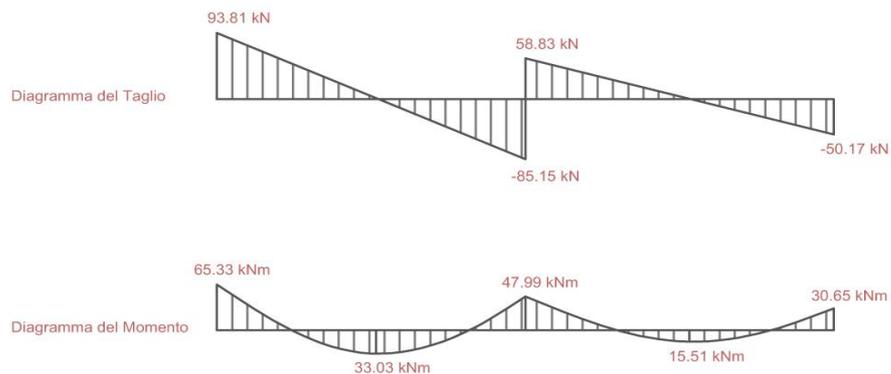
Cerniera - Cerniera



Cerniera Passante



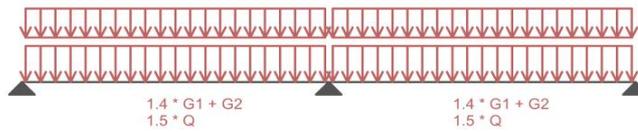
Incastro - Incastro



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

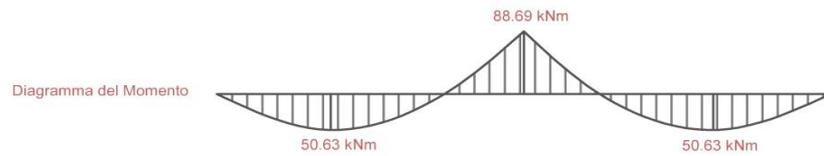
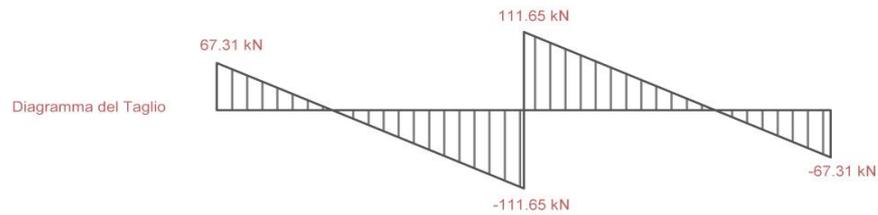
La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

CASO 2 : Combinazioni di carichi per la determinazione del minimo momento all'appoggio

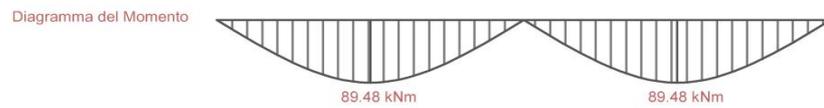
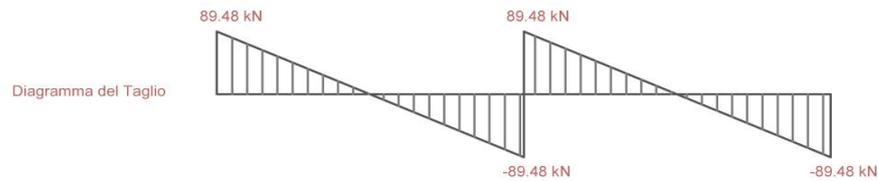


G1 = Azione permanente strutturale
G2 = Azione permanente non strutturale
Q = Azioni variabili

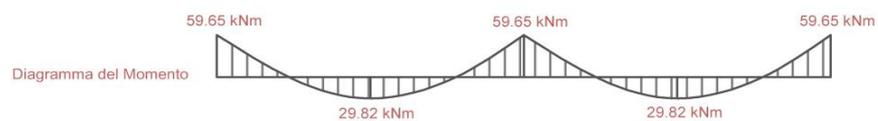
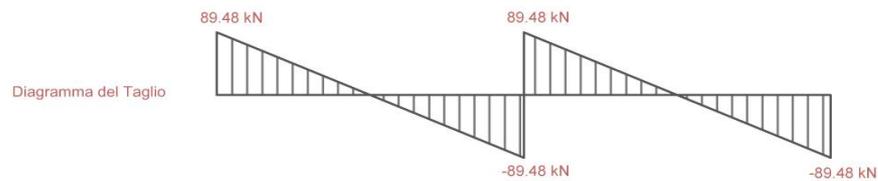
Cerniera - Cerniera



Cerniera Passante

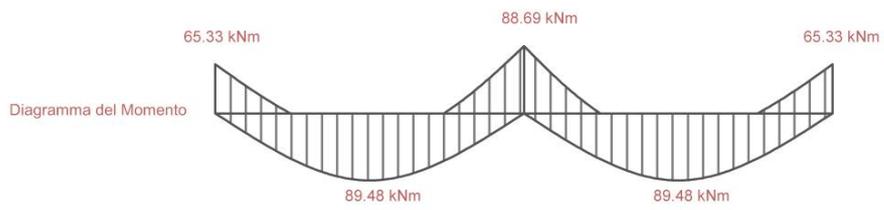
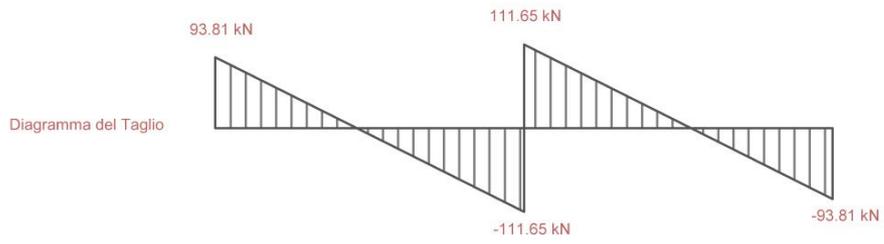


Incastro - Incastro



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



Progetto e sezione della trave

Si è scelto quindi di realizzare travi in spessore di solaio per ottenere impalcati perfettamente piani. L'altezza complessiva della trave risulta pari allo spessore determinato dal solaio Predalles previsto e dal getto collaborante sovrastante, quindi 0.30m.

Altezza utile della trave $d = (0.30 - 0.04) \text{ m} = 0.26 \text{ m}$

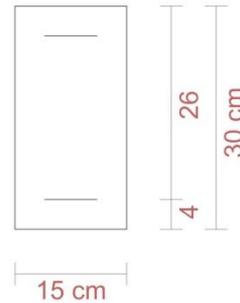
Dimensione della base = $b = ((r')^2/d^2) * M_{\text{max}}$ diagramma di inviluppo

Dimensione della base = $b = ((0.01)^2/0.26^2) * 89.48 \text{ kNm}$ (diagramma di inviluppo) = 0.13 m ~ 0.15 m

dove:

r' è un coefficiente legato al tipo di calcestruzzo, con il seguente valore consigliato per travi a spessore = 0.01 (per calcestruzzo C25/30)

M_{max} diagramma di inviluppo in valore assoluto ricavato dal diagramma



Dimensionamento dell'armatura longitudinale

Essendo che la trave si presenta con un diagramma dei momenti flettenti simmetrico, si calcola il dimensionamento dell'armatura longitudinale nei tre punti seguenti:

1) SEZIONE INIZIALE DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE SUPERIORI

$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max}} \text{ diagramma di inviluppo} / (0.9 * d * f_{yd}) = 7.5 \text{ cm}^2$

dove:

M_{max} diagramma di inviluppo = 65.33 kNm (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di inviluppo);

f_{yd} = resistenza di calcolo dell'armatura (riferita allo snervamento) = $f_y / 1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2$

(con f_y tensione caratteristica di snervamento, che per l'acciaio scelto B450C è pari a 450 N/mm², e 1.15 coefficiente parziale di sicurezza γ_s relativo all'acciaio).

Utilizzando travi a spessore di solaio a quattro braccia, vi è la necessità di adoperare come minimo di armatura quattro barre superiori e quattro barre inferiori, lungo tutta la trave a tre campate, infittendo dove è necessario.

Si utilizzano tondini $\phi 18$ (area della sezione = 2.54 cm²)

Doppia armatura:

Armatura tesa superiore = 4 $\phi 18$ $A_s = 10.18 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore = 4 $\phi 18$ $A'_s = 10.18 \text{ cm}^2$

$M = 0.9 * d * A_s * f_{yd} = 0.9 * 26 \text{ cm} * 10.18 \text{ cm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2 = 93.21 \text{ kNm}$ (valore ottenuto in modo approssimato per costruire il diagramma di ricoprimento del momento).

2) SEZIONE A META' DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE INFERIORI

$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max}} \text{ diagramma di inviluppo} / (0.9 * d * f_{yd}) = 9.7 \text{ cm}^2$

dove:

M_{max} diagramma di inviluppo = 89.48 kNm (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di inviluppo);

Armatura tesa superiore = 4 $\phi 18$ $A_s = 10.18 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore 5 $\phi 18$ $A'_s = 12.72 \text{ cm}^2$

$$M = 0.9 \cdot d \cdot A_s \cdot f_{yd} = 0.9 \cdot 26 \text{ cm} \cdot 12.72 \text{ cm}^2 \cdot 391.3 \text{ N/mm}^2 = 116.47 \text{ kNm}$$

3) SEZIONE FINALE DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE SUPERIORI

$$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max diagramma di involucro}} / (0.9 \cdot d \cdot f_{yd}) = 9.7 \text{ cm}^2$$

dove:

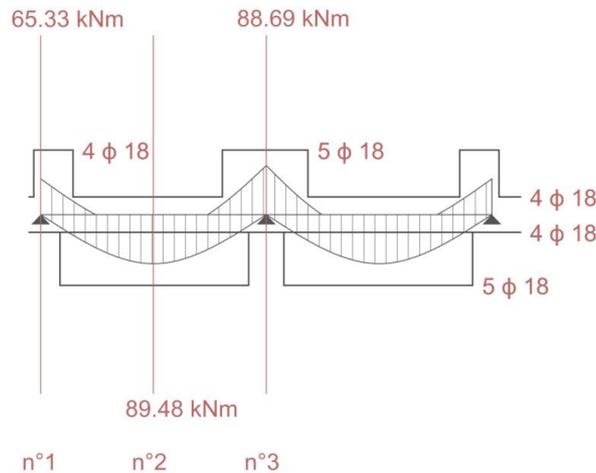
$M_{\text{max diagramma di involucro}} = 88.69 \text{ kNm}$ (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di involucro);

Armatura tesa superiore = $5 \phi 18 \ A_s = 12.72 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore = $4 \phi 18 \ A'_s = 10.18 \text{ cm}^2$

$$M = 0.9 \cdot d \cdot A_s \cdot f_{yd} = 0.9 \cdot 26 \text{ cm} \cdot 12.72 \text{ cm}^2 \cdot 391.3 \text{ N/mm}^2 = 116.47 \text{ kNm}$$

Si riporta il diagramma di ricoprimento del momento.



Ora è necessario verificare che le sette sezioni della trave, oltre a ricoprire il diagramma delle trazioni sollecitanti, rispettino anche le condizioni di duttilità, ovvero che la rottura si abbia dal lato dell'acciaio.

VERIFICA DELLA SEZIONE n°1 A INIZIO CAMPATA

Armatura tesa superiore = $4 \phi 18 \ A_s = 10.18 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore = $4 \phi 18 \ A'_s = 10.18 \text{ cm}^2$

$X = \text{Altezza dell'asse neutro gli Stati Limiti Ultimi} = (f_{yd} \cdot (A_s - A'_s)) / (f_{cu} \cdot b \cdot 0.8)$

dove f_{cu} rappresenta la tensione ultima di calcolo ed è pari a $\alpha \cdot f_{cd} = 0.85 \cdot f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.6 = 0.85 \cdot 25 / 1.6 \text{ N/mm}^2 = 13.3 \text{ N/mm}^2$ (per classi di calcestruzzo C25/20)

$$X = ((1018 - 1018) \text{ mm}^2 \cdot 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 \cdot 0.8 \cdot 150 \text{ mm}) = 0.00 \text{ mm (armatura simmetrica)}$$

$$X/d = 0.00 \text{ mm} / 150 \text{ mm} = 0.00 < 0.26$$

Campo delle deboli armature

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot A'_s \cdot (d - c) + f_{cu} \cdot b \cdot 0.8 \cdot X \cdot (d - 0.4 \cdot X)$$

$$= 391.3 \cdot 1018 \cdot (260 - 40) + 13.3 \cdot 150 \cdot 0.8 \cdot 0.00 \cdot (260 - 0.4 \cdot 0.00) = 69.21 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} < M_{Rd}$$

$$65.33 \text{ kNm} < 87.64 \text{ kNm}$$

La sezione risulta verificata

VERIFICA DELLA SEZIONE n°2 A META' DELLA CAMPATA

Armatura tesa superiore = $4 \phi 18 \ A_s = 10.18 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore $5 \phi 18 \ A'_s = 12.72 \text{ cm}^2$

$$X = ((1272 - 1018) \text{ mm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 * 0.8 * 150 \text{ mm}) = 6.23 \text{ mm}$$

$$X/d = 6.23 \text{ mm} / 150 \text{ mm} = 0.04 < 0.26$$

Campo delle deboli armature

$$\begin{aligned} MR_d &= f_{yd} * A'_s * (d - c) + f_{cu} * b * 0.8 * X * (d - 0.4 * X) \\ &= 391.3 * 1018 * (260 - 40) + 13.3 * 150 * 0.8 * 6.23 * (260 - 0.4 * 6.23) = 90.20 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{ed} < MR_d$$

$$89.48 \text{ kNm} < 90.20 \text{ kNm}$$

La sezione risulta verificata

VERIFICA DELLA SEZIONE n°3 A FINE CAMPATA

$$\text{Armatura tesa superiore} = 5 \phi 18 A_s = 12.72 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura compressa inferiore} = 4 \phi 18 A'_s = 10.18 \text{ cm}^2$$

$$X = ((1272 - 1018) \text{ mm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 * 0.8 * 150 \text{ mm}) = 99.81 \text{ mm}$$

$$X/d = 6.23 \text{ mm} / 500 \text{ mm} = 0.04 < 0.26$$

Campo delle deboli armature

$$\begin{aligned} MR_d &= f_{yd} * A'_s * (d - c) + f_{cu} * b * 0.8 * X * (d - 0.4 * X) \\ &= 391.3 * 1810 * (260 - 40) + 13.3 * 500 * 0.8 * 99.81 * (260 - 0.4 * 99.81) = 90.20 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{ed} < MR_d$$

$$88.69 \text{ kNm} < 90.20 \text{ kNm}$$

La sezione risulta verificata

Verifica dei limiti sull'armatura prescritti dalla Normativa

Verifica dei minimi normativa (area dell'armatura longitudinale in zona tesa)

$$A_{s \text{ min}} = 0.026 * (f_{CTM} / f_{yk}) * b * d \geq 0.0013 * b * d$$

dove:

$$f_{CTM} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2 \text{ (con } f_{ck} = 0.83 * R_{ck} = 25, \text{ per calcestruzzo C 25/30);}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2, \text{ per acciaio B450C.}$$

$$A_{s \text{ min}} \text{ normativa} = 2.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura minima disposta in zona compressa} = 4 \phi 18$$

$$A_{s \text{ min}} = 10.18 \text{ cm}^2$$

Verifica dei massimi normativi

$$A_{s \text{ max}} \text{ normativa} = 0.04 * A_c (30 * 15) = 18 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armatura massima disposta in zona tesa} 5 \phi 18$$

$$A_{s \text{ max}} = 12.72 \text{ cm}^2 < 18 \text{ cm}^2$$

Giunzioni per sovrapposizione

Per quanto riguarda le barre di ferro, sia inferiori che superiori, che corrono lungo tutta la lunghezza della trave, poiché i ferri hanno lunghezza limitata, è necessario effettuare delle giunzioni affiancando (per sovrapposizione) due barre. Nella zona di sovrapposizione si ha un graduale trasferimento di tensioni dalla prima barra al calcestruzzo e da questo alla seconda barra.

Le sovrapposizioni sono state previste nelle zone di minor tasso di lavoro delle barre, evitando di interrompere nella stessa sezione un numero elevato di barre.

Dimensionamento dell'armatura trasversale

La presenza delle armature trasversali:

1. Diminuisce le tensioni di trazione da flessione nelle sezioni di incastro delle mensole ("denti del pattine");
2. Limita l'apertura delle fessure diagonali in campo elastico, dunque preservando e migliorando il trasferimento del taglio per effetto ingranamento degli inerti;
3. Confina e dunque aumentando la resistenza a compressione di zone sollecitate da comportamento ad arco;
4. Impedisce il cedimento di ancoraggio, allorché fessure da "splitting" si sviluppano nelle zone di ancoraggio.

Per la verifica della struttura sollecitata a taglio si utilizza il metodo standard, in cui la trave viene assimilata in prossimità della crisi ad un traliccio composto da bielle compresse in calcestruzzo inclinate a 45° rispetto all'orizzontale.

Se $V_{sd} > V_{RD1}$ è richiesta l'armatura a taglio.

Il calcolo del taglio resistente di elementi armati a taglio è basato sui valori:

- V_{RD2} : massima forza di taglio di calcolo che può essere sopportata senza rottura delle bielle compresse convenzionali di calcestruzzo

- V_{RD3} : forza di taglio di calcolo che può essere sopportata da un elemento con armatura a taglio, il cui collasso è attivato dallo snervamento dell'armatura a taglio.

Si calcola V_{RD1} , ovvero l'azione resistente di calcolo a taglio assorbibile dal calcestruzzo. Si considera anche l'incremento di resistenza offerto dai 4 ϕ 18 correnti lungo tutta la trave:

$$V_{RD1} = T_r \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho) \cdot b \cdot d = 31.36 \text{ kN}$$

Dove:

$$k = 1.6 - d = 1.34 > 1;$$

$$T_r = \text{resistenza a taglio di riferimento} = 0.25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 0.30 \text{ N/mm}^2;$$

$$\rho = \text{rapporto tra armatura tesa e area lorda della sezione} (\leq 2\%) = (4 \cdot 2.54) / (15 \cdot 26) = 0.02$$

Nel caso in cui il taglio nelle sezioni $V_{ED} < V_{RD1}$, la N.T.C. 2008 prescrive:

$$A_{st \text{ min}} = 1.5 \cdot b = 750 \text{ mm}^2/\text{m}$$

- minimo 3 staffe al metro

- passo non superiore a 0.8 volte $d = 20.8 \text{ cm}$

Si sceglie di utilizzare staffe ϕ 6 con un passo pari a 13 cm.

$$A_{st} = 33 \text{ mm}^2 \cdot 4 / 0.13 = 1015 \text{ mm}^2/\text{m}$$

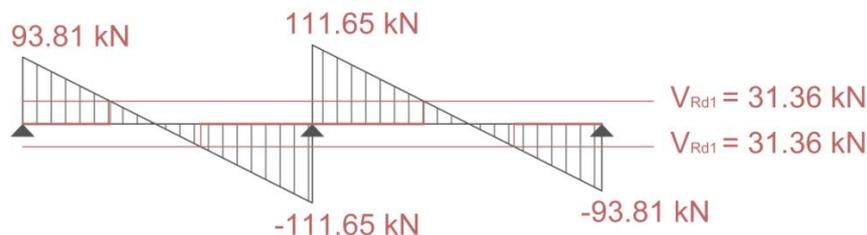
Nel caso in esame, non risulta sforzi in cui $V_{ED} < V_{RD1}$

Nella trave a due campate, si sviluppano i seguenti sforzi di taglio:

31.36 kN < 93.81 kN La sezione, pertanto, deve essere armata a taglio

31.36 kN < 111.65 kN La sezione, pertanto, deve essere armata a taglio

Si determinano i tratti da armare a taglio, nel grafico indicati con i tratti rossi



Si calcola V_{RD2} che rappresenta il valore del taglio resistente di calcolo assorbibile dall'anima prima della rottura per schiacciamento delle bielle compresse di calcestruzzo.

$$V_{RD2} = \frac{1}{2} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0.9 \cdot d$$

Dove:

$$v = 0.7 - (f_{ck}/200) = 0.575 \geq 0.5.$$

$$V_{RD2} = 134.21 \text{ kN} > 93.81 \text{ kN}$$

$$V_{RD2} = 134.21 \text{ kN} > 111.65 \text{ kN}$$

Si calcola il valore V_{RD3} (taglio resistente quando avviene la rottura delle staffe) per un tratto lungo 1 metro.

$$V_{RD3} = (n_b \cdot A_{sw} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{ywd}) / s$$

Dove:

N_b = numero dei bracci;

A_{sw} = area della singola sezione delle staffe ($4 \phi 8 = 2.00 \text{ cm}^2$);

F_{ywd} = resistenza di calcolo dell'armatura (riferita allo snervamento) per la staffa = 13.30 N/mm^2 ;

s = passo delle staffe.

Dove lo sforzo di taglio si presenta pari a 93.81 kN , si ipotizza un passo pari a 25 cm

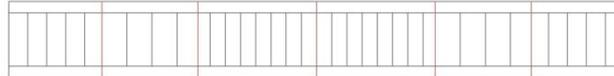
$V_{RD3} = 99.59 \text{ kN} > V_{ED} = 93.81 \text{ kN}$

Dove lo sforzo di taglio si presenta pari a 111.65 kN , si ipotizza un passo pari a 20 cm

$V_{RD3} = 124.49 \text{ kN} > V_{ED} = 111.65 \text{ kN}$

Si riporta il diagramma di ricoprimento del taglio con il passo delle staffe

$\phi 8/25 \quad \phi 8/33 \quad \phi 8/20 \quad \phi 8/20 \quad \phi 8/33 \quad \phi 8/25$



Dimensionamento delle strutture verticali

Si verifica a compressione il pilastro che presenta la maggiore area d'influenza (evidenziata di rosso (4.24 m * 3.12 m).

I pilastri sono realizzati con calcestruzzo classe 25/30 e armature in acciaio B450C.

ANALISI DEI CARICHI

SOLAIO DI COPERTURA

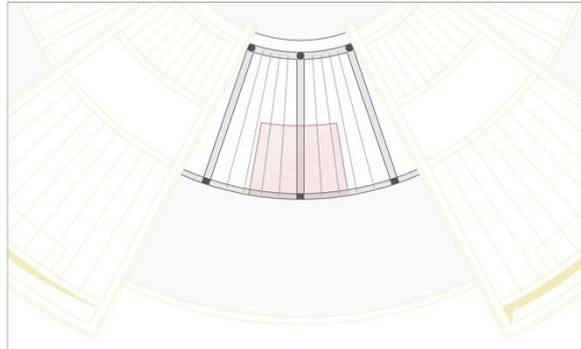
a) Azione variabile, Q : sovraccarico d'esercizio per coperture accessibili =
 $= 2 \text{ kN/m}^2 * 13.23 \text{ m}^2 = Q = 26.46 \text{ kN}$

b) Azione permanente strutturale G1 : Getto collaborante in calcestruzzo armato e solaio Predalles 25 + 5 cm: peso proprio + getto integrativo = $G1 = 43.66 \text{ kN}$

c) Azione permanente non strutturale G2 : intonaco di cemento sabbia e calce per esterno, impermeabilizzante in fogli in PE, massetto di pendenza, isolamento in polistirolo espanso in granuli, impermeabilizzante in fogli in PE, intonaco in calce e gesso. Eventuali: bordi in calcestruzzo, pannelli fotovoltaici. $G2 = 45.37 \text{ kN}$

Combinazione di carichi agli Stati Limite Ultimi:

$$E = 1.3 * G1 + 1.5 * G2 + 1.5 * Q = 164.50 \text{ kN}$$



La sezione risulta soddisfatta in quanto per scelte compositive, si decide di adottare la stessa dimensione calcolate per i pilastri nel caso delle tre campate.

Mettendo a confronto la combinazione dei carichi agli SLU del caso delle 3 campate rispetto a quella delle 2 campate, di può notare che la prima è maggiormente caricata rispetto a quest'ultima calcolata. Questo è dovuto non alla presenza dei carichi Q, G1 e G2 in quanto si presentano con uguale sollecitazione di carico; ma all'area d'influenza diversa tra i due pilastri maggiormente caricati per entrambi i solai.

Dimensionamento del solaio di copertura a una campata SOLAIO DI COPERTURA

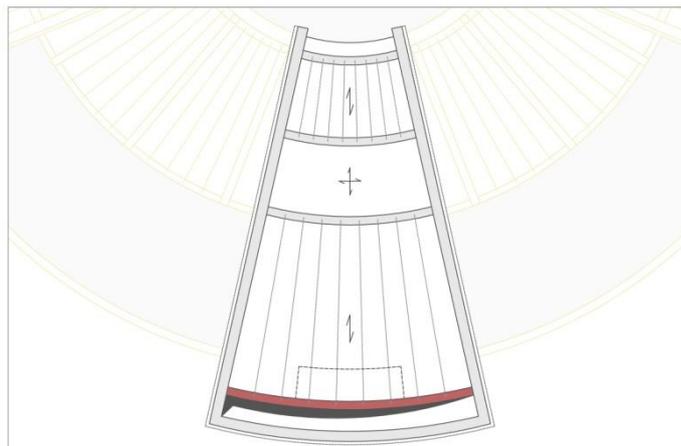
ANALISI DEI CARICHI

- Azione variabile Q:
Tra il carico da neve (1.50 kN/m^2) e il sovraccarico d'esercizio per coperture accessibili di edifici residenziali (2.00 kN/m^2) si sceglie il più gravoso, quindi: $Q = 2.00 \text{ kN/m}^2$
- Azione permanente strutturale G_1 :
Getto collaborante in calcestruzzo armato e solaio Predalles 30 + 5 cm:
peso proprio + getto integrativo, $G_1 = 3.60 \text{ kN/m}^2$
- Azione permanente non strutturale G_2 :
lastra zincata $700 \text{ kg/m}^3 * 0.01 \text{ m} = 7 \text{ kg/m}^2$
bitume polimero su V.V sp. 3.2 mm: $0.5 \text{ kg/m}^3 * 0.032 \text{ m} = 1.52 \text{ kg/m}^2$
isolamento in polistirolo espanso in granuli: $17 \text{ kg/m}^3 * 0.14 \text{ m} = 2.40 \text{ kg/m}^2$
impermeabilizzante in fogli in PE: $0.5 \text{ kg/m}^3 * 0.016 \text{ m} = 1.52 \text{ kg/m}^2$
solaio Predalles
intonaco in calce e gesso: $1400 \text{ kg/m}^3 * 0.02 \text{ m} = 28 \text{ kg/m}^2$
 $G_2 \text{ totale} = 1.44 \text{ kN/m}^2$

Combinazione di carichi agli stati limite ultimi:

$$E = 1.3 * G_1 + 1.5 * G_2 + 1.5 * Q = 9.84 \text{ kN/m}^2$$

Come le prime due, anche per questa trave si adotta un procedimento di calcolo prendendo in considerazione la trave (evidenziata in rosso) con luce maggiore di 8.95 m . Dalla tabella tecnica del materiale, per una distanza di 9.00 m, il sovraccarico uniformemente distribuito è sopportabile da lastre di spessore minimo di 35 cm. **VERIFICATA**



Dimensionamento delle strutture orizzontali

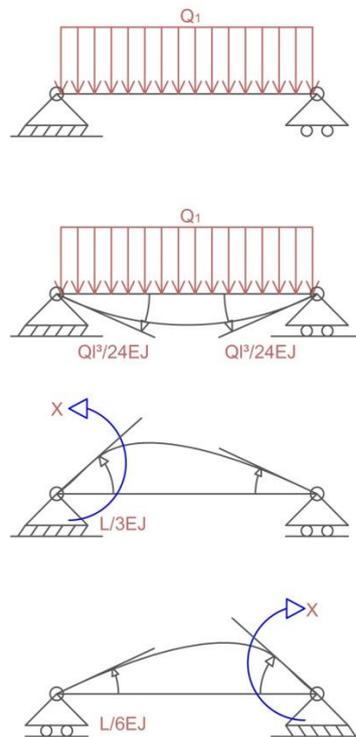
Si verifica la trave esterna schematizzabile come una trave continua su quattro appoggi. Essa è realizzata con calcestruzzo classe 25/30 e armature in acciaio B450C.

Combinazioni di carichi

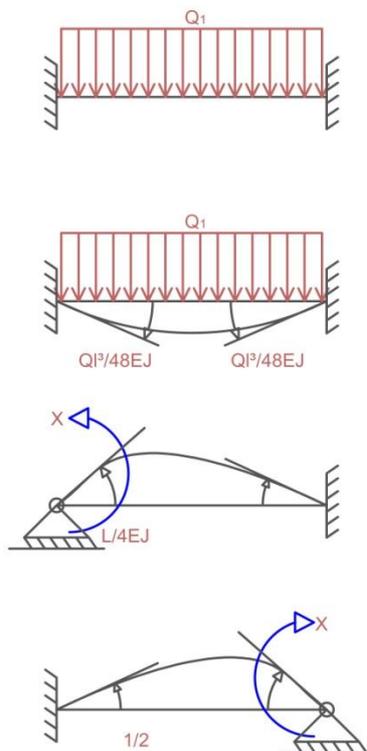
Le combinazioni di carico prese in considerazione servono a massimizzare il momento flettente a metà della campata e il momento flettente agli appoggi. Attraverso la risoluzione degli schemi statici mediante il **metodo delle forze**, si è voluto verificare i seguenti casi:

- Cerniera – Cerniera
- Incastro – Incastro

Metodo delle forze attraverso l'utilizzo delle **cerniere**



Metodo delle forze attraverso l'utilizzo degli **incastri**

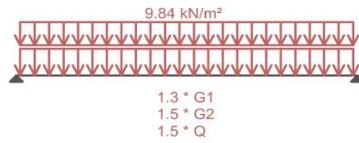


Di seguito vengono riportati le combinazioni dei carichi agli Stati Limiti Ultimi con i relativi diagrammi di involuppo del taglio e del momento, risultanti dalle combinazioni di carico. Il progetto e la verifica della sezione della trave verrà fatto considerando i più gravosi carichi nei valori finali.

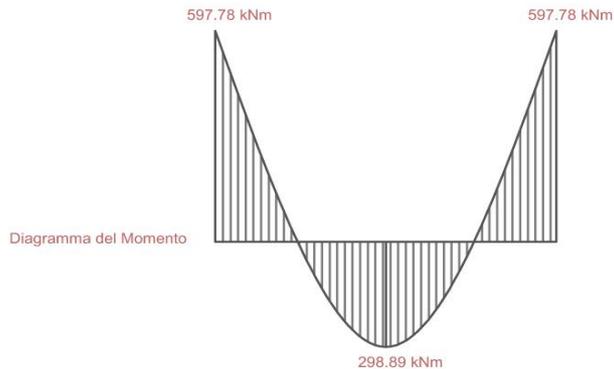
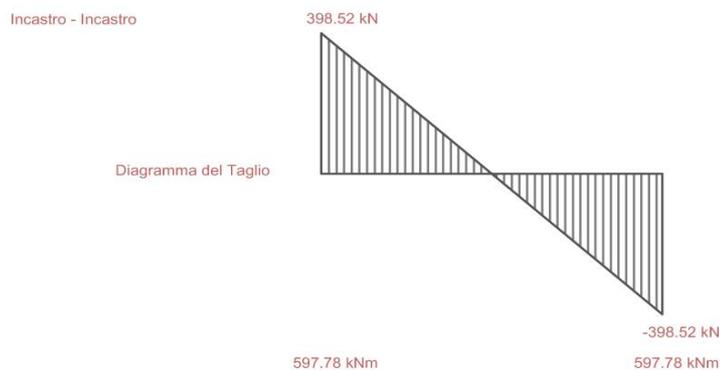
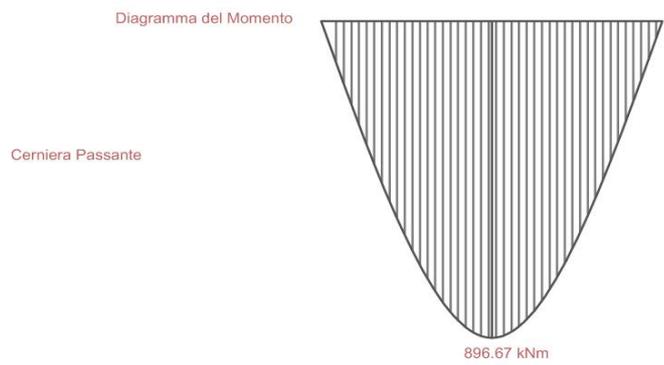
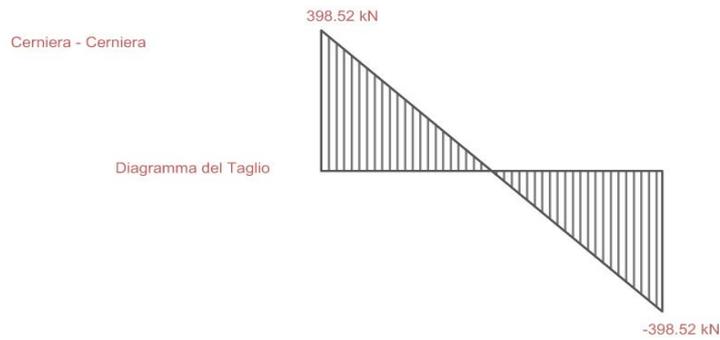
PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

CASO : Carico distribuito su tutta la campata

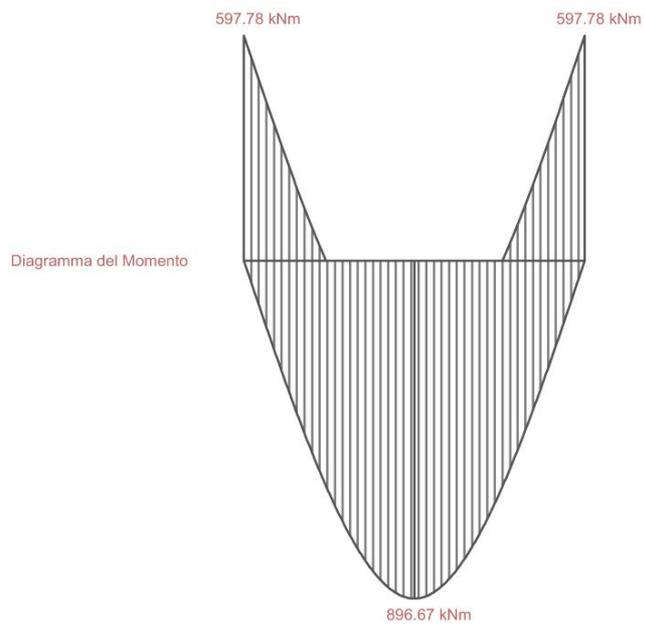
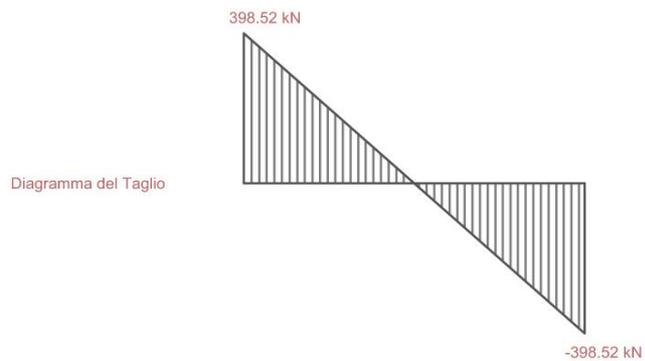


G1 = Azione permanente strutturale
G2 = Azione permanente non strutturale
Q = Azioni variabili



PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



Progetto e sezione della trave

Si è scelto quindi di realizzare travi in spessore di solaio per ottenere impalcati perfettamente piani.

L'altezza complessiva della trave risulta pari allo spessore determinato dal solaio Predalles previsto e dal getto collaborante sovrastante, quindi 0.35 m.

Altezza utile della trave $d = (0.35 - 0.04) \text{ m} = 0.31 \text{ m}$

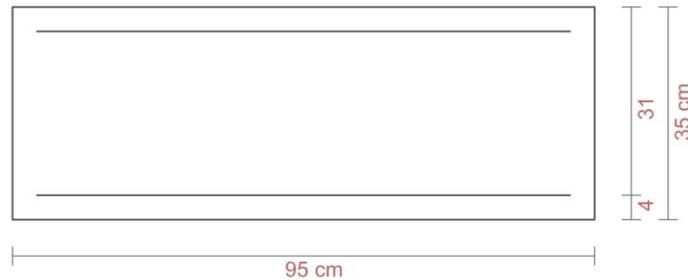
Dimensione della base = $b = ((r')^2/d^2) * M_{\text{max}}$ diagramma di inviluppo

Dimensione della base = $b = ((0.01)^2/0.31^2) * 896.67 \text{ kNm}$ (diagramma di inviluppo) = 0.93 m ~ 0.95 m

dove:

r' è un coefficiente legato al tipo di calcestruzzo, con il seguente valore consigliato per travi a spessore = 0.01 (per calcestruzzo C25/30)

M_{max} diagramma di inviluppo in valore assoluto ricavato dal diagramma



Dimensionamento dell'armatura longitudinale

Essendo che la trave si presenta con un diagramma dei momenti flettenti simmetrico, si calcola il dimensionamento dell'armatura longitudinale nei due punti seguenti:

1) SEZIONE INIZIALE E FINALE DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE SUPERIORI

$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max}} \text{ diagramma di inviluppo} / (0.9 * d * f_{yd}) = 54.7 \text{ cm}^2$

dove:

M_{max} diagramma di inviluppo = 597.78 kNm (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di inviluppo);

f_{yd} = resistenza di calcolo dell'armatura (riferita allo snervamento) = $f_y / 1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2$

(con f_y tensione caratteristica di snervamento, che per l'acciaio scelto B450C è pari a 450 N/mm², e 1.15 coefficiente parziale di sicurezza γ_s relativo all'acciaio).

Utilizzando travi a spessore di solaio a quattro braccia, vi è la necessità di adoperare come minimo di armatura quattro barre superiori e quattro barre inferiori, lungo tutta la trave, infittendo dove è necessario.

Si utilizzano tondini $\phi 24$ (area della sezione = 4.52 cm²)

Doppia armatura:

Armatura tesa superiore = 13 $\phi 24$ $A_s = 58.76 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore = 10 $\phi 24$ $A'_s = 45.20 \text{ cm}^2$

$M = 0.9 * d * A_s * f_{yd} = 0.9 * 31 \text{ cm} * 58.76 \text{ cm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2 = 641.50 \text{ kNm}$ (valore ottenuto in modo approssimato per costruire il diagramma di ricoprimento del momento)

2) SEZIONE A META' DELLA CAMPATA, CON MASSIMA TRAZIONE NELLE ARMATURE INFERIORI

$A_{s \text{ min}} = M_{\text{max}} \text{ diagramma di inviluppo} / (0.9 * d * f_{yd}) = 82.1 \text{ cm}^2$

dove:

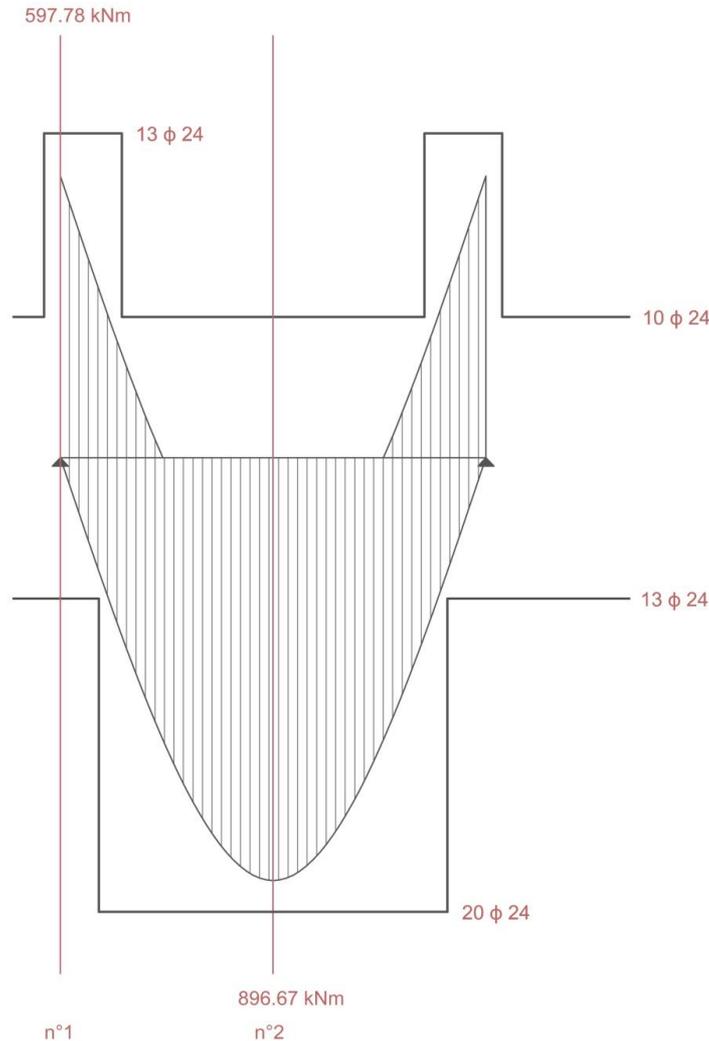
M_{max} diagramma di inviluppo = 896.67 kNm (valore di momento flettente nella sezione in esame facendo riferimento al diagramma di inviluppo);

Armatura compressa superiore = 13 $\phi 24$ $A_s = 58.76 \text{ cm}^2$

Armatura tesa inferiore 20 $\phi 24$ $A'_s = 90.40 \text{ cm}^2$

$$M = 0.9 \cdot d \cdot A_s \cdot f_{yd} = 0.9 \cdot 31 \text{ cm} \cdot 90.40 \text{ cm}^2 \cdot 391.3 \text{ N/mm}^2 = 986.92 \text{ kNm}$$

Si riporta il diagramma di ricoprimento del momento.



Ora è necessario verificare che le due sezioni della trave, oltre a ricoprire il diagramma delle trazioni sollecitanti, rispettino anche le condizioni di duttilità, ovvero che la rottura si abbia dal lato dell'acciaio.

VERIFICA DELLA SEZIONE n°1 A INIZIO CAMPATA E A FINE CAMPATA

Armatura tesa superiore = 13 φ 24 $A_s = 58.76 \text{ cm}^2$

Armatura compressa inferiore = 10 φ 24 $A'_s = 45.20 \text{ cm}^2$

$X = \text{Altezza dell'asse neutro gli Stati Limiti Ultimi} = (f_{yd} \cdot (A_s - A'_s)) / (f_{cu} \cdot b \cdot 0.8)$

dove f_{cu} rappresenta la tensione ultima di calcolo ed è pari a $\alpha \cdot f_{cd} = 0.85 \cdot f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.6 = 0.85 \cdot 25 / 1.6 \text{ N/mm}^2 = 13.3 \text{ N/mm}^2$ (per classi di calcestruzzo C25/20)

$$X = ((5876 - 4520) \text{ mm}^2 \cdot 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 \cdot 0.8 \cdot 950 \text{ mm}) = 52.49 \text{ mm}$$

$$X/d = 52.49 \text{ mm} / 950 \text{ mm} = 0.06 < 0.31$$

Campo delle deboli armature

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot A'_s \cdot (d - c) + f_{cu} \cdot b \cdot 0.8 \cdot X \cdot (d - 0.4 \cdot X)$$

$$= 391.3 \cdot 4520 \cdot (310 - 40) + 13.3 \cdot 950 \cdot 0.8 \cdot 52.49 \cdot (310 - 0.4 \cdot 52.49) =$$

$$= 900.63 \text{ kNm}$$

$M_{ed} < M_{Rd}$

597.78 kNm < 630.88 kNm

La sezione risulta verificata**VERIFICA DELLA SEZIONE n°2 A META' DELLA CAMPATA**

Armatura compressa superiore = 13 ϕ 24 $A_s = 58.76 \text{ cm}^2$

Armatura tesa inferiore 20 ϕ 24 $A'_s = 90.40 \text{ cm}^2$

$$X = ((9040 - 5876) \text{ mm}^2 * 391.3 \text{ N/mm}^2) / (13.3 \text{ N/mm}^2 * 0.8 * 150 \text{ mm}) = 122.48 \text{ mm}$$

$$X/d = 122.48 \text{ mm} / 950 \text{ mm} = 0.13 < 0.31$$

Campo delle deboli armature

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= f_{yd} * A'_s * (d - c) + f_{cu} * b * 0.8 * X * (d - 0.4 * X) \\ &= 391.3 * 5876 * (310 - 40) + 13.3 * 950 * 0.8 * 122.48 * (310 - 0.4 * 122.48) = \\ &= 90.20 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$M_{ed} < M_{Rd}$

896.67 kNm < 943.94 kNm

La sezione risulta verificata**Verifica dei limiti sull'armatura prescritti dalla Normativa**

Verifica dei minimi normativa (area dell'armatura longitudinale in zona tesa)

$$A_{s \text{ min}} = 0.026 * (f_{CTM} / f_{yk}) * b * d \geq 0.0013 * b * d$$

dove:

$$f_{CTM} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2 \text{ (con } f_{ck} = 0.83 * R_{ck} = 25, \text{ per calcestruzzo C 25/30);}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2, \text{ per acciaio B450C.}$$

$$A_{s \text{ min}} \text{ normativa} = 2.50 \text{ cm}^2$$

Armatura minima disposta in zona compressa = 10 ϕ 24

$$A_{s \text{ min}} = 45.20 \text{ cm}^2$$

Verifica dei massimi normativi

$$A_{s \text{ max}} \text{ normativa} = 0.04 * A_c (35 * 95) = 133 \text{ cm}^2$$

Armatura massima disposta in zona tesa 20 ϕ 24

$$A_{s \text{ max}} = 90.40 \text{ cm}^2 < 133 \text{ cm}^2$$

Giunzioni per sovrapposizione

Per quanto riguarda le barre di ferro, sia inferiori che superiori, che corrono lungo tutta la lunghezza della trave, poiché i ferri hanno lunghezza limitata, è necessario effettuare delle giunzioni affiancando (per sovrapposizione) due barre. Nella zona di sovrapposizione si ha un graduale trasferimento di tensioni dalla prima barra al calcestruzzo e da questo alla seconda barra.

Le sovrapposizioni sono state previste nelle zone di minor tasso di lavoro delle barre, evitando di interrompere nella stessa sezione un numero elevato di barre.

Dimensionamento dell'armatura trasversale

La presenza delle armature trasversali:

1. Diminuisce le tensioni di trazione da flessione nelle sezioni di incastro delle mensole ("denti del pattine");
2. Limita l'apertura delle fessure diagonali in campo elastico, dunque preservando e migliorando il trasferimento del taglio per effetto ingranamento degli inerti;
3. Confina e dunque aumentando la resistenza a compressione di zone sollecitate da comportamento ad arco;
4. Impedisce il cedimento di ancoraggio, allorché fessure da "splitting" si sviluppano nelle zone di ancoraggio.

Per la verifica della struttura sollecitata a taglio si utilizza il metodo standard, in cui la trave viene assimilata in prossimità della crisi ad un traliccio composto da bielle compresse in calcestruzzo inclinate a 45° rispetto all'orizzontale.

Se $V_{sd} > VRD1$ è richiesta l'armatura a taglio.

Il calcolo del taglio resistente di elementi armati a taglio è basato sui valori:

- $VRD2$: massima forza di taglio di calcolo che può essere sopportata senza rottura delle bielle compresse convenzionali di calcestruzzo

- $VRD3$: forza di taglio di calcolo che può essere sopportata da un elemento con armatura a taglio, il cui collasso è attivato dallo snervamento dell'armatura a taglio.

Si calcola $VRD1$, ovvero l'azione resistente di calcolo a taglio assorbibile dal calcestruzzo. Si considera anche l'incremento di resistenza offerto dai 4 ϕ 18 correnti lungo tutta la trave:

$$VRD1 = Tr \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho) \cdot b \cdot d = 150.44 \text{ kN}$$

Dove:

$$k = 1.6 - d = 1.29 > 1;$$

$$Tr = \text{resistenza a taglio di riferimento} = 0.25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 0.30 \text{ N/mm}^2;$$

$$\rho = \text{rapporto tra armatura tesa e area lorda della sezione} (\leq 2\%) = (4 \cdot 2.54) / (95 \cdot 31) = 0.003$$

Nel caso in cui il taglio nelle sezioni $VED < VRD1$, la N.T.C. 2008 prescrive:

$$A_{st \text{ min}} = 1.5 \cdot b = 750 \text{ mm}^2/\text{m}$$

- minimo 3 staffe al metro

- passo non superiore a 0.8 volte $d = 20.8 \text{ cm}$

Si sceglie di utilizzare staffe ϕ 6 con un passo pari a 13 cm.

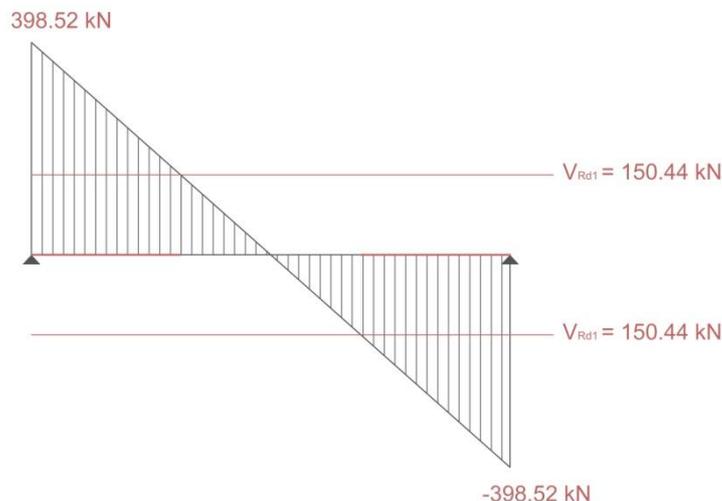
$$A_{st} = 33 \text{ mm}^2 \cdot 4 / 0.13 = 1015 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Nel caso in esame, non risulta sforzi in cui $VED < VRD1$

Nella trave a una campata, si sviluppano i seguenti sforzi di taglio:

150.44 kN < 398.52 kN La sezione, pertanto, deve essere armata a taglio

Si determinano i tratti da armare a taglio, nel grafico indicati con i tratti rossi



Si calcola $VRD2$ che rappresenta il valore del taglio resistente di calcolo assorbibile dall'anima prima della rottura per schiacciamento delle bielle compresse di calcestruzzo.

$$VRD2 = \frac{1}{2} \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b \cdot 0.9 \cdot d$$

Dove:

$$v = 0.7 - (f_{ck}/200) = 0.575 \geq 0.5.$$

$$VRD2 = 1013.48 \text{ kN} > 398.52 \text{ kN}$$

Si calcola il valore **VRD3** (taglio resistente quando avviene la rottura delle staffe) per un tratto lungo 1 metro.

$$VRD3 = (n_b * A_{sw} * 0.9 * d * f_{ywd}) / s$$

Dove:

n_b = numero dei bracci;

A_{sw} = area della singola sezione delle staffe ($4 \phi 8 = 2.00 \text{ cm}^2$);

F_{ywd} = resistenza di calcolo dell'armatura (riferita allo snervamento) per la staffa = 13.30 N/mm^2 ;

s = passo delle staffe.

Dove lo sforzo di taglio si presenta pari a 398.52 kN , si ipotizza un passo pari a 7 cm

$$VRD3 = 424.08 \text{ kN} > VED = 398.52 \text{ kN}$$

Si riporta il diagramma di ricoprimento del taglio con il passo delle staffe



10.03. Dimensionamento dei setti murari presenti nella struttura

I setti murari presenti nella scuola materna, sono costituiti da cemento armato gettato in opera. Ai fini del calcolo, si è preso come riferimento i seguenti due casi per le differenti tipologie di murature che la struttura presenta:

Muri perimetrali in edifici a 1 p.f.t. (evidenziati in rosso)

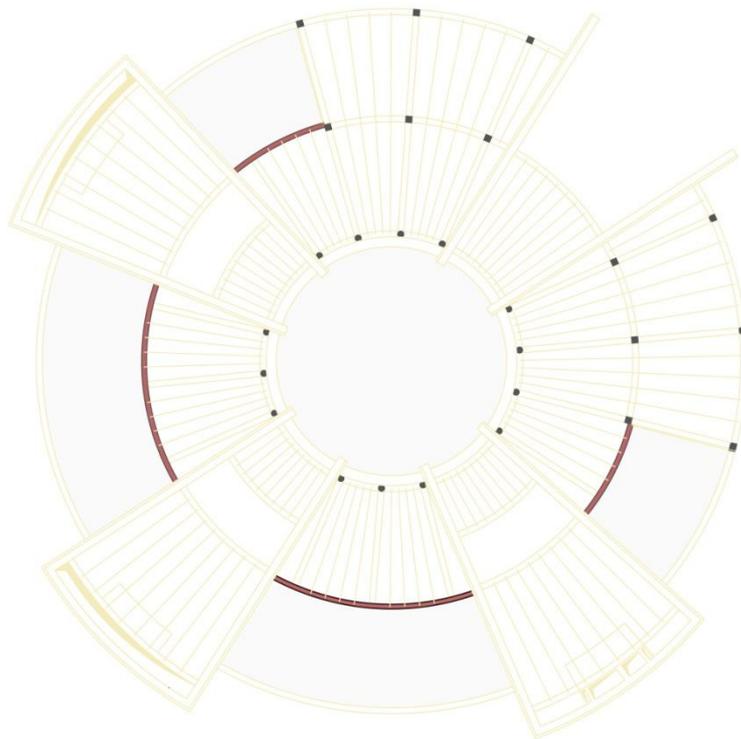
(relativi ai setti che confinano lo spazio comune con annessi l'area gioco e il refettorio con i cortili delle sezioni didattiche)

$$m = h * l / (12 * (\sqrt{h^2 + l^2}))$$

considerando:

la max luce $l = 5.90$ m ed $h = 3.00$ m (altezza muro)

$$m = 3.00 * 5.90 / (12 * (\sqrt{5.90^2 + 3.00})) = 0.22 \text{ m}$$



Muri perimetrali in edifici a 1 p.f.t. con costruzioni laterali più basse (evidenziati in rosso)

(relativi ai setti che costituiscono l'ingresso e le sezioni didattiche)

$$m = (h_1 + h_2) * l / (24 * (\sqrt{h_2^2 + l^2}))$$

considerando:

h_1 = l'altezza max del muro trapezoidale

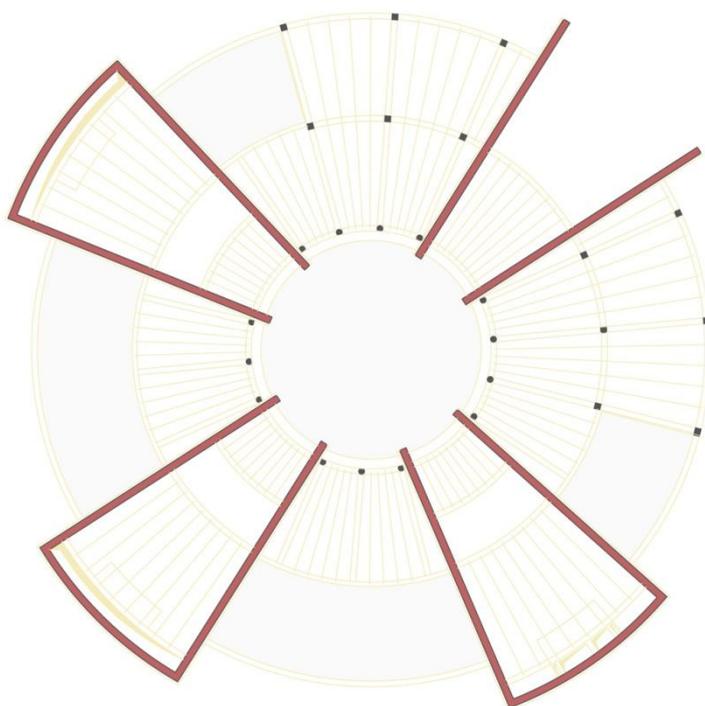
h_2 = l'altezza della costruzione laterale ai setti

l = la luce tra i due setti

$$m = (7.10 + 3.49) * 10.35 / (24 * (\sqrt{7.10 + 10.35}))$$

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli



11. LE DOTAZIONI IMPIANTISTICHE

Introduzione generale

La qualità di un progetto architettonico è determinata da un'iterazione consapevole tra le varie tematiche del progetto che devono risultare oculte sotto tutti gli aspetti. La resa architettonica deve essere integrata, già nelle prime fasi progettuali, con le discipline più tecniche del costruire; questo per formulare proposte che possano realizzarsi concretamente, senza subire stravolgimenti importanti in fase successiva di approfondimento, adottando quindi la filosofia del progetto integrato. La visione dell'architetto deve quindi essere completa e non deve trascurare nulla per ottenere il risultato estetico voluto, ma anche prestando attenzione alle problematiche energetiche ed ambientali. Il tema della realizzazione di una nuova città nel comune di Bisentrato, ci ha permesso di affrontare la tematica impiantistica a varie scale: dalla realizzazione di sistemi urbani per l'approvvigionamento energetico (centrale geotermica di quartiere che soddisfa le richieste estive ed invernali) fino al livello di dettaglio delle dotazioni per ogni singolo edificio sia esso residenziale o collettivo.

Le soluzioni progettuali adottate attualmente possono assicurare un soddisfacente benessere ambientale all'interno degli edifici, cercando di ridurre d'estate gli apporti solari, promuovendo misure di dispersione del calore e d'inverno adottando strategie di controllo climatico che favoriscono i guadagni solari e limitino le dispersioni di calore. Alla base della progettazione del comfort è importante l'analisi di alcuni parametri come la temperatura dell'aria interna del locale e delle pareti stesse, oppure delle caratteristiche specifiche del sito, ad esempio delle ombre proiettate dagli edifici circostanti o dagli oggetti sulle superfici vetrate dello stesso edificio.

Le centrali di produzione dell'energia

Attualmente il comune di Pozzuolo Martesana utilizza massimamente centrali di produzione dell'energia termica tradizionali. Il nuovo insediamento previsto nella frazione di Bisentrato, data la sua collocazione vicino a un nuovo lago artificiale, potrebbe sfruttare le riserve termiche delle acque con una centrale di produzione geotermica, oltre che sfruttare l'influenza benefica di un bacino d'acqua in prossimità dell'abitato che permette di mitigare il clima e di incentivare naturalmente correnti d'aria. L'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia, cosiddetta pulita, è una tematica sempre più all'ordine del giorno a tutte le scale. Se i primi appelli ad una conversione all'energia pulita sono venuti negli anni passati da organismi sovranazionali, oggi, dalla Comunità Europea, fino ad arrivare al singolo stato membro, sono state approvate numerose norme che ne incentivano l'utilizzo, volgendo ormai verso l'obbligatorietà ad un adeguamento tecnologico specialmente per le nuove costruzioni. L'obiettivo da noi ambito che rispecchia il Piano 20-20-20 è quello di utilizzare fonti rinnovabili per ridurre le emissioni di gas serra e i consumi. Gli impianti ad energie rinnovabili non devono essere visti come degli elementi aggiuntivi da porre a posteriori, ma al contrario, devono ambire ad una completa integrazione con l'architettura. Nel nostro caso specifico sono state adottate due differenti tecnologie: la geotermia e gli impianti fotovoltaici. Questo ci consente di produrre i fluidi termici per la climatizzazione e l'acqua calda sanitaria (**ACS**) tramite fonti rinnovabili (impianto geotermico), e produrre una quota di Energia Elettrica tramite impianti fotovoltaici. La geotermia con pompa di calore che, nel nostro caso, utilizza come sorgente termica l'acqua per le Autorità dell'Energia è classificata come fonte energetica rinnovabile. La posizione del nuovo insediamento, in prossimità di un lago artificiale alimentato dall'acqua di falda, ci consente l'utilizzo di quest'ultima come fluido di scambio. Per poter sfruttare al meglio questo tipo di impianto è opportuno abbinarlo a impianti interni con tipologie che permettono di utilizzare temperatura di mandata nell'ordine dei 40°C come nel caso di pannelli radianti. Questa scelta impiantistica ci permette inoltre di utilizzare lo stesso impianto per produrre acqua refrigerata nel periodo estivo con il vantaggio di meglio sfruttare, anche per il raffrescamento, l'impianto e di migliorare il bilancio termico della fonte primaria (il bacino d'acqua artificiale) che verrà in inverno leggermente raffreddato, ma in estate leggermente riscaldato (con un Δt comunque fra i 3 e i 5 gradi ed un impatto termico annuale quasi nullo). La centrale geotermica è ubicata in posizione baricentrica rispetto all'intervento, in modo da poter servire agevolmente e con limitate dispersioni termiche dovute alle linee di distribuzione, tutti gli edifici.



Planivolumetrico: schema rete distribuzione impianto geotermico

Il riscaldamento e la climatizzazione

Dopo la definizione del sistema generale di approvvigionamento energetico, il passo successivo che si è compiuto è stato quello di analizzare le caratteristiche di ogni singolo edificio progettato per poter individuare quale tipo di impianto possa meglio rispondere alle proprie esigenze.

Il sistema fisico confinato dalla superficie esterna dell'edificio può essere considerato un sistema termodinamico aperto, operante in regime mediamente stazionario, **al quale può essere applicato il Primo Principio della Termodinamica**. L'equazione del bilancio energetico in termini di potenza termica media riferita ad un generico intervallo di tempo dt :

$$Q_{nd} + Q_{sol} + Q_{int} + Q_{tr} + Q_{ve} = C (dt / dt) \text{ espresso in [W]}$$

dove: Q_{nd} potenza fornita dall'impianto all'ambiente interno, detta anche carico termico
 Q_{sol} potenza fornita dalla radiazione solare
 Q_{int} potenza fornita dalle fonti di calore interne all'edificio
 Q_{tr} potenza uscente trasmessa attraverso l'involucro edilizio
 Q_{ve} potenza uscente veicolata dal flusso d'aria di ventilazione
 C capacità termica efficace dell'edificio¹⁹
 dt / dt variazione della temperatura media nell'intervallo di tempo considerato.

Le dispersioni termiche che compaiono nell'equazione di bilancio energetico possono essere espresse in funzione della differenza di temperatura tra interno ed esterno. Pertanto se si fissa la temperatura interna t_i pari al valore desiderato, può essere calcolato il termine relativo alla potenza dell'impianto Q_{nd} . È possibile così individuare la potenza termica che l'impianto deve fornire per mantenere la temperatura desiderata nel locale in corrispondenza di una certa temperatura esterna t_e , che per il comune di Pozzuolo Martesana, sono pari a:

Periodo	Temperatura esterna [°C]	Umidità relativa [%]
Inverno	-5	80
Estate	32	60

Il flusso termico che attraversa le superfici esterne di un edificio, sotto le ipotesi di regime stazionario, dipende dalla differenza di temperatura tra l'ambiente interno e quello esterno.

Nel caso invernale, esplicitando i termini Q_{ve} e Q_{tr} e tenendo conto dei segni dei vari termini, si può scrivere la formula:

$$Q_{nd} = G_{ve} c_{pa} (t_i - t_e) + \sum U_j A_j (t_i - t_e) + \sum \Psi_{L,j} L_j (t_i - t_e) - Q_{int} - Q_{sol} + C (dt / dt) \text{ espresso in [W]}$$

dove: G_{ve} è la portata d'aria per ventilazione
 c_{pa} è il calore specifico dell'aria pari a 1 [J/g °C]
 $(t_i - t_e)$ è la differenza di temperatura tra l'aria interna e quella esterna²⁰

Questo calcolo del carico dell'impianto termico Q_{nd} , eseguito in base alla "temperatura esterna di progetto" e senza tenere conto dei guadagni termici, è utilizzabile per un primo dimensionamento del generatore di calore, tenendo conto anche in questo caso del rendimento totale dell'impianto. Il corretto dimensionamento consente di ottenere elevati valori del rendimento globale medio stagionale dell'impianto, sul quale esistono limiti di legge.

¹⁹ Per capacità efficace si intende la capacità termica di quella parte della massa dell'edificio che effettivamente immagazzina e restituisce energia termica nell'intervallo di tempo considerato.

²⁰ La norma attualmente in vigore, UNI/TS 11300 - 1, definisce come temperatura interna la "media aritmetica della temperatura dell'aria e della temperatura media radiante al centro della zona considerata". Questa è una definizione semplificata della temperatura operante.

Nella stagione di raffrescamento:

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,Is} Q_{Is} \text{ espresso in [MJ]}$$

dove: Q_{gn} guadagni termici totali
 $\eta_{C,Is}$ fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche
 Q_{Is} dispersioni termiche estive

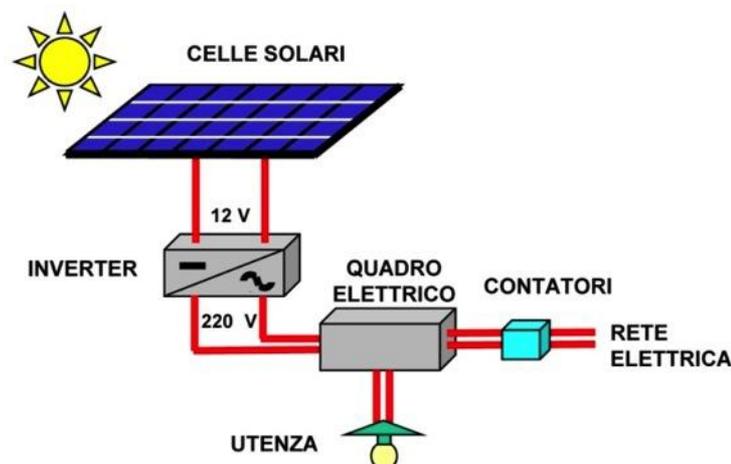
Il Confort termico

Per poter dimensionare correttamente un impianto di climatizzazione è opportuno garantire il benessere termo igrometrico²¹ 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 confort corrisponderà ad una situazione di equilibrio termico con l'ambiente naturale quando cioè i meccanismi di controllo della temperatura umana²² 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.

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. Strumento utile per effettuare le trasformazioni psicometriche necessarie per il dimensionamento degli impianti sono i diagrammi psicometrici, 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.

Le 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.



²¹ Si intende la sensazione di soddisfazione che, in un ambiente, le persone provano nei riguardi della sensazione termica, in maniera elementare il "sentire caldo o freddo".

²² Per meccanismi di controllo umani si fa riferimento a sudorazione, vasodilatazione, brividi e vasoconstrizione; ovvero quelle azioni che il nostro corpo fa in maniera autonoma per adattarsi ai diversi climi.

L'allocazione dei pannelli varia da edificio a edificio, ma sono rispettate le regole di posizionamento a sud con una variazione massima di 30° per consentire il maggior immagazzinamento di radiazione solare.

Per le residenze universitarie i pannelli sono localizzati in copertura su cavalletti, non visibili dall'esterno per l'arretramento e per l'altezza dell'edificio; sulla facciata sud in corrispondenza delle risalite e nelle singole stanze con l'adozione di pannelli vetro-vetro.

Per l'asilo sono posizionati piani sull'ultimo solaio, in quanto l'edificio non presenta parapetti che schermano questi ultimi.

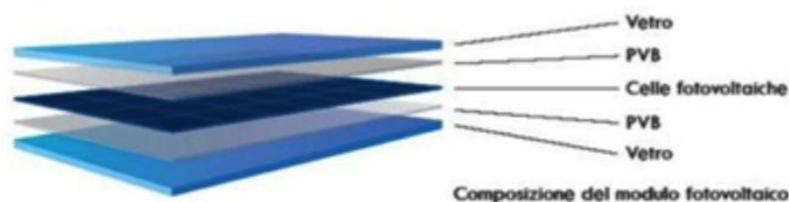
Nella canottieri, così come nelle residenze, sono posti tramite cavalletto in copertura ma non sono visibili dall'esterno per la presenza di parapetti pieni in muratura.

Il modulo scelto per tutto l'intervento è in silicio policristallino di qualità superiore dell'azienda Schuco.

Parametri elettrici	Classi di potenza		
Specifiche elettriche in condizioni standard di prova	MPE 245 PS 60 BA	MPE 250 PS 60 BA	MPE 255 PS 60 BA
Potenza nominale (P_{npp})	245 W_p	250 W_p	255 W_p
Tolleranza di potenza (ΔP_{npp})	+ 5% - 0%	+ 5% - 0%	+ 5% - 0%
Potenza minima garantita ($P_{npp \text{ min}}$)	245 W_p	250 W_p	255 W_p
Grado di efficienza delle celle	17 – 17,4%	17,4 – 17,8%	17,8 – 18,2%
Temperatura nominale operativa della cella	46 °C ($\pm 2^\circ\text{C}$)	46 °C ($\pm 2^\circ\text{C}$)	46 °C ($\pm 2^\circ\text{C}$)
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
Parametri meccanici			
Dimensioni esterne	1639 x 983 x 40 mm		
Peso	20 kg		

Mentre il pannello integrato nel vetro è della ditta Energyglass con le seguenti caratteristiche:

Parametri elettrici	Classi di potenza
Specifiche elettriche in condizioni standard di prova	
Potenza nominale (P_{npp})	276 W_p
Tolleranza di potenza (ΔP_{npp})	$\pm 5\%$
Potenza minima garantita ($P_{npp \text{ min}}$)	276 W_p
Grado di efficienza delle celle	17 – 17,4%
Temperatura nominale operativa della cella	48 °C ($\pm 2^\circ\text{C}$)
Numero celle	60 (6 x 10)
Dimensioni celle	156 x 156 mm



La regola del pollice

La regola del pollice è uno strumento utile al fine di un primo pre-dimensionamento 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.

La 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**, che permette 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 (sebbene ad oggi senza limitazioni). L'attestato di certificazione energetica (**ACE**) 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".

Le sezioni principali per la redazione dell'ACE

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.

ENERGIA NETTA _ La seconda sezione del programma è quella che si occupa dell'energia netta, in sintesi delle dispersioni dell'involucro edilizio.

Vengono poi indicati i carichi interni per ventilazione: che potrà essere scelta o naturale o meccanica a semplice o a doppio flusso con o senza pre-riscaldamento e con recupero, indicando l'efficienza del recuperatore.

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 oggetti 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 ricavabile dalle schede tecniche fornito dal costruttore.

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.

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.

Per il solare termico la normativa prevede che la produzione del 50% del fabbisogno giornaliero di ACS avvenga con l'impiego di fonti rinnovabili. Dato che gli edifici sono allacciati alla rete geotermica, la normativa stabilisce che non sono obbligatori in quanto tutto il riscaldamento è già prodotto da energia rinnovabile. Si è infine 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.

11.01. Tabella generale di quartiere

Superfici e volumi:

EDIFICIO		DESTINAZIONE	Superficie [m ²]			Altezza		Volume	
RIF.	N		unitari	piani	Totali	Locali [m]	Edificio [m]	Netto [m ³]	Lordo [m ³]
A	1	Asilo	568	1	568	3.50	4.50	1989	2557
B	1	Biblioteca	1283	3	3852	4.00	9.50	15408	36539
C	1	Canottieri	3596	2	7192	9.00	10.70	64723	76805
RL N	5	Residenza nord	984	3	2953	2.70	10.10	7972	29822
RL S	6	Residenza sud	969	3	2906	2.70	10.10	7845	29346
RS	19	Residenza schiera	198	2	395	2.70	6.50	1067	2569
RU	2	Residenza universitaria	572	9	5144	3.00	30.65	13720	18574
SC	1	Sala civica	600	2	1200	4.00	10.00	4800	12000
TOT	39	Totale			24211			117532	208287

Condizioni di progetto:

RIF.	EDIFICIO DESTINAZIONE	N	Condizione invernale				Condizione estiva			
			T [°C]	Toll. [°C]	U. R. [%]	Toll. [%]	T [°C]	Toll. [°C]	U. R. [%]	Toll. [%]
A	Asilo	1	21	± 1	40	± 10	N. C.	N. C.	N. C.	N. C.
B	Biblioteca	1	20	± 1	35	± 5	24	± 5	45	± 10
C	Canottieri	1	25	± 1	55	± 5	27	± 5	50	± 5
RL N	Residenza nord	5	20	± 1	40	± 10	26	± 5	55	± 5
RL S	Residenza sud	6	20	± 1	40	± 5	26	± 5	55	± 5
RS	Residenza schiera	19	20	± 1	40	± 5	26	± 5	55	± 5
RU	Residenza uni.	2	20	± 1	45	± 5	26	± 5	50	± 5
SC	Sala civica	1	22	± 1	55	± 5	26	± 5	50	± 10

Carichi termici invernali:

RIF.	EDIFICIO DESTINAZIONE	N	Aria trattata esterna			Carichi termici		
			Ricambi [V/h]	Volumi [m ³ /h]	Potenza [W]	Carico edificio [W]	Aria esterna [W]	Totale [W]
A	Asilo	1	0	0.00	28412	28055	N. C.	28055
B	Biblioteca	1	4	61631	192596	192596	631795	824390
C	Canottieri	1	8	517785	359573	359573	8732587	9451633
RL N	Residenza nord	5	2	15945	147635	147420	171222	1899011
RL S	Residenza sud	6	2	15690	145280	145280	171222	189011
RS	Residenza schiera	19	2	2135	19765	19765	23294	818130
RU	Residenza uni.	2	2	27440	257180	256480	154080	971634
SC	Sala civica	1	4	19232	60101	60101	272475	333576
TOT	Totale	39			1210540	1137106	10378187	14326429

Carichi termici estivi:

RIF.	EDIFICIO DESTINAZIONE	N	Aria trattata esterna			Carichi termici		
			Ricambi [V/h]	Volumi [m ³ /h]	Potenza [W]	Carico edificio [W]	Aria esterna [W]	Totale [W]
A	Asilo	1	0	0,00	0	N.C.	N. C.	N. C.
B	Biblioteca	1	4	61631	192596	231115	493044	724159
C	Canottieri	1	8	517785	359573	198245	383028	581273
RL N	Residenza nord	5	2	15945	147635	177161	94141	885807
RL S	Residenza sud	6	2	15690	145280	174335	94141	987640
RS	Residenza schiera	19	2	2135	19765	23718	12808	693989
RU	Residenza uni.	2	2	27440	257180	308615	200260	917751
SC	Sala civica	1	4	19232	60101	72121	115394	187515
TOT	Totale	39			1210540	987066	1318483	2720080

11.02. La scuola materna (asilo)

In questo caso particolare la relazione descrive, integrando i dati desumibili dagli elaborati grafici e delle relazioni di calcolo, gli impianti previsti al servizio del progetto della scuola materna. Tale edificio, strutturato in forma circolare, è composto dalle seguenti parti: le sezioni didattiche con lo spazio per le attività a tavolino con annessi i locali per i servizi igienici e deposito e lo spazio per le attività speciali; una sala gioco, una mensa, l'ambulatorio, la cucina e la sala insegnanti, ognuno con i relativi servizi igienici. E' presente anche un locale riservato all'impiantistica integrato alla struttura ma con ingresso indipendente. Le tipologie di impianto per la produzione di riscaldamento è il riscaldamento a pavimento. Il riscaldamento a pavimento è l'impianto principale, che sfruttando la pompa di calore geotermica, mantiene l'edificio in inverno pari a $22 - 20$ °C per il mantenimento degli ambienti occupati. Per i periodi primaverili ed autunnali oltre che a garantire il comfort all'interno dell'edificio con l'impianto radiante, si prevede il raffrescamento anche attraverso la ventilazione naturale. L'uso dei pannelli radianti per il riscaldamento invernale è stato scelto per garantire una ripartizione omogenea del calore all'interno della scuola con temperatura di 21 °C ed è integrato nel pavimento. L'asilo si presenta anche con un'ottima ventilazione naturale: questo comporta anche un'ottima espulsione dell'aria "viziata" presente all'interno di alcuni locali come ad esempio la cucina, il refettorio e i bagni. Oltre a questo, sono stati installati degli apparecchi atti a "raccolgere" e quindi ad espellere l'aria viziata negli ambienti. La scuola materna presenta anche un'ottima luminosità all'interno derivante dalla disposizione radiale planimetrica, cui si somma la presenza considerevole delle superfici vetrate.

Si è deciso di creare già in fase di progettazione, predisponendo l'edificio di un impianto centralizzato atto a garantire il benessere dell'utenza. Il dimensionamento degli impianti sopra descritti è avvenuto in maniera puntuale, trattandosi di un edificio con maggior quadro di approfondimento progettuale. Conoscendo la composizione dei vari pacchetti dell'involucro si è determinato il fabbisogno energetico delle sezioni/classi e degli spazi comuni, che ha permesso, grazie all'impiego del software di calcolo specifico, di progettare l'impianto a pannelli radianti.

La scuola materna si sviluppa su un solo piano fuori terra e, guardando la sua predisposizione lo si può ben suddividere in zone: l'"anello": che dall'ingresso abbraccia tutti gli spazi inglobando il refettorio e lo spazio adibito al gioco; le tre sezioni/classi che si "agganciano" all'anello da un lato con lo spazio più esteso dedito alle attività a tavolino con relativi servizi e, al di sopra di questi, un altro piccolo spazio soppalcato; dall'altro lato lo spazio per lo svolgimento delle attività speciali con un'ampia finestra che affaccia verso il giardino della corte interna. Adiacente all'anello, nella "fascia più esterna", troviamo gli spazi dedicati ai servizi: l'ambulatorio, i servizi igienici, la cucina, il locale tecnico, il deposito e l'aula insegnanti. Ognuna di queste attività presenta un proprio servizio igienico. Sempre nella stessa fascia si sviluppano dei cortili inseriti tra gli spazi che si formano tra le sezioni /classi.

Al fine del calcolo della prestazione energetica del sistema edificio-impianto è stato considerato il volume nella sua completezza. Il perimetro esterno risulta formato da una parte che racchiude gli spazi, costituito solamente da un involucro opaco, mentre le parti interne sono caratterizzate da superfici vetrate.

L'altezza netta dell'edificio in esame è di $3,00$ m, mentre quella lorda è di $3,52$ m. Le sezioni/classi, invece presentano uno sviluppo trapezoidale che va dai $3,00$ m netti a $5,80$ m. Il risultato che si andrà ad ottenere tramite il calcolo sarà legato all'analisi della prestazione energetica dell'edificio considerando la particolarità dell'involucro, che diviene l'elemento fondante del caso studio. Il calcolo verrà effettuato con l'ausilio del CENED. La descrizione dell'edificio viene completata grazie alla definizione delle relative superfici che concorrono alla discussione dei risultati ottenuti con il foglio di calcolo; esse sono da ritenersi utili per la comprensione dei volumi e delle aree rispetto alle quali si sta operando, fornendo indicazioni preliminari sugli ipotetici consumi e dispersioni in funzione delle quali condurre scelte appropriate durante la progettazione.

Superfici	Estensione	Unità di misura
A_L (in pianta)	568.24	m^2
A (calpestabile)	551.33	m^2
A_{TOT} (interna)	1451.97	m^2
S (disperdente)	679.95	m^2
V_L (lordo riscaldato)	2257.08	m^3
V (netto riscaldato)	1988.84	m^3

Specifichiamo le superfici in gioco:

- A_L** Area lorda in pianta, si considera la superficie delimitata dai muti perimetrali esterni, comprese le pareti interne e le strutture;
- A** Tutta l'area calpestabile interna al netto dei muri interni, delle strutture, delle murature perimetrali e comprensiva delle soglie delle porte, essa fa riferimento ai locali climatizzati presi in esame e delineati precedentemente;
- A_{TOT}** Tutte le superfici interne disperdenti e non (pareti, pavimenti, soffitti) ad esclusione di porte e finestre che delimitano il volume riscaldato;
- S** Superficie lorda che delimita verso l'esterno (o verso vani a temperatura non controllata) il volume riscaldato o climatizzato;
- V_L** Volume delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano, il calcolo si affida al prodotto tra la superficie lorda totale di pavimento e l'altezza lorda dei locali comprensiva di solette;
- V** volume netto delle parti di edificio riscaldate, calcolate in base al prodotto tra l'area utile e l'altezza netta interna dei locali.

Per ambienti riscaldati si intendono quegli ambienti a temperatura controllata, ovvero serviti da impianto termico che consente di mantenere la temperatura interna sopra e/o sotto un dato valore.

Condizioni termo igrometriche

Gli edifici scolastici sono soggetti, per loro natura, ad un andamento ciclico di affollamento e svuotamento dovuto al susseguirsi delle attività didattiche che comportano sia la permanenza in un'unica aula per molte ore, sia il temporaneo spostamento in aule per attività speciali. Questo fenomeno risulta maggiormente evidente in riferimento all'intero anno scolastico, della durata di 9 mesi circa, in cui queste attività si distribuiscono per un tempo variabile tra le 6 e le 10 ore; per contro, nei rimanenti 3 mesi, gli edifici sono completamente "inattivi". L'affollamento (inteso come numero di alunni che occupano un ambiente didattico nel medesimo momento) delle aule diventa, pertanto, uno dei primi fattori responsabili delle sostanziali variazioni di comfort ambientale poiché esso ha influenza diretta sulla qualità dell'aria, sulla temperatura interna e sul grado di umidità, modificandola qualità e la durata dell'attenzione e della partecipazione da parte dei fruitori (insegnanti e alunni). Anche l'attività svolta all'interno di un'aula può comportare sostanziali variazioni nel comfort percepito dagli utenti; le aule per le attività speciali, che comportano un grado di libertà maggiore sotto il profilo del movimento fisico sono maggiormente soggette a repentini cambiamenti di temperatura dovuti agli apporti termici gratuiti interni e variazioni igrometriche e, pertanto, saranno necessarie opportune verifiche.

Tra le definizioni dei parametri che influiscono sul benessere ambientale e sui consumi, la temperatura è sicuramente uno dei più complessi poiché la sua determinazione è strettamente legata ad altri parametri (quali, ad esempio, l'umidità) che ne causano variazioni oggettive e a livello percettivo personale. Pertanto, risulta di maggiore interesse affrontare il problema del comfort termico, piuttosto che della temperatura in senso stretto. Lo stato di **comfort termico** o **benessere termico** è definito come "[...] la condizione in cui il soggetto esprime soddisfazione nei confronti dell'ambiente che lo circonda [...]", oppure come la condizione in cui il soggetto non manifesta né sensazione di caldo né sensazione di freddo, condizione definita anche con il termine di **neutralità termica**. La valutazione del comfort termico appare, oggi, particolarmente importante sia per la riduzione dei consumi energetici dovuti a riscaldamento e raffrescamento, sia per il mantenimento di una situazione di benessere psicofisico costante che garantisce l'ottimale svolgimento delle attività. All'interno degli edifici scolastici, questo aspetto assume particolare rilievo se si considerano le fasce di età degli occupanti: si tratta di soggetti che necessitano di trascorrere il tempo in ambiente protetto e che, a causa di un sistema immunitario in fase di stabilizzazione, richiedono un microclima interno costante. Oltre a contribuire ad un migliore rendimento scolastico da parte degli alunni e a una minore difficoltà di gestione della classe da parte degli insegnanti, il raggiungimento dello stato di benessere termico incide notevolmente sulle possibilità di risparmio energetico dell'edificio poiché anche la variazione di un solo grado centigrado influisce in modo determinante sui consumi. La condizione di comfort termico non è univocamente definibile a causa

della variabilità dei fattori che la determinano e a causa della differente risposta che ogni individuo fornisce in relazione alle sollecitazioni ambientali.

Definiamo "microclima" il complesso di parametri fisici ambientali che caratterizzano l'ambiente locale e che, assieme ai parametri individuali, come ad esempio l'attività metabolica (definita attraverso il "MET") e l'abbigliamento (definita attraverso i "CLO"), determinano gli scambi termici tra l'ambiente e l'individuo. Un microclima confortevole è quello che suscita nella maggioranza degli individui presenti una sensazione di soddisfazione per l'ambiente, da un punto di vista termo-igrometrico, convenzionalmente identificata col termine "benessere termo-igrometrico", ma più spesso indicata per brevità come benessere termico o semplicemente come benessere o comfort. A tal fine risulta necessario che si verifichino condizioni appropriate a produrre sia comfort di tipo globale²³, ovvero relativo al corpo umano nel suo complesso, sia comfort di tipo locale, ovvero relativo a specifiche aree corporee. Le condizioni termo-igrometriche sono strettamente correlate alle attività che si andranno a svolgere all'interno degli edifici. Per quanto riguarda la scuola materna, si ritiene associate per tutti gli ambienti che la compongono (aula speciale e a tavolino, aula gioco, refettorio, sale insegnanti, locali igienici e ambienti di passaggio) come gradevoli le temperature di $21 \pm 2^\circ\text{C}$ e un'umidità relativa non controllata.

	TA (°C)	tolleranza	RH (%)	tolleranza
Condizioni invernali	21	±2	n.c	-
Condizioni estive	n.c	-	n.c	-

La potenza metabolica aumenta al crescere dall'attività fisica svolta, per la scuola materna vengono considerati i seguenti valori metabolici che sono quelli maggiormente svolti all'interno dell'edificio:

Attività	Potenza metabolica	
	W/m ²	met
Aula per la didattica	70	-
Aula sedentaria	-	1.2
Attività leggera	-	1.4

Tipo di abbigliamento	Ambiente	Resistenza termica	
		m ² K/W	clo
Vestiaro invernale da interno	Classi e spazi inerenti	0.16	1.0
Vestiaro invernale da esterno	Giardini interni	0.23	1.5
Vestiaro leggero estivo	Classi, spazi inerenti e giardini interni	0.08	0.5

Si considera una ventilazione naturale di 0.5 vol/h:

- carico termico invernale:

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

$$G = V \cdot 0.5 \text{ vol/h}$$

$$G = 1988.84 \text{ m}^3 \cdot 0.5 \text{ vol/h}$$

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

$$T_1 = -5^\circ\text{C}; T_2 = 21^\circ\text{C}$$

$$Q_s = 1988.84 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ J/kg K} \cdot (21 + 5)$$

I carichi termici invernali dell'aria esterna sono pari a 26 kW.

Si è deciso di non controllare il carico termico estivo perché nel periodo estivo nella scuola materna non si svolgono attività.

²³ Comfort globale è intimamente legato al mantenimento della neutralità termica del corpo umano attraverso una fisiologica risposta del sistema di termoregolazione. Quest'ultimo ha il compito di mantenere la temperatura del nucleo corporeo costante o comunque di contenerne le oscillazioni entro un intervallo molto ristretto compatibile con l'espletamento ottimale delle funzioni vitali.

Abaco e calcolo trasmissioni dei singoli pacchetti di pareti verticali opache

Viene riportata la stratigrafia dettagliata solamente di una parete, a titolo di esempio della modalità di svolgimento dei calcoli. Per i rimanenti pacchetti murari si indicano i valori finali di trasmissione della parete e si rimandano all'abaco finale di ciascuna tipologia.

PARETE OPACA VERTICALE 1 [Muro Sezioni]

Rif.	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza* [m ² K/W]	Trasmittanza** [W/m ² K]
	Superficie esterna*			0.0400	
1	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0.010	18.00	0.0111	
2	Polistirolo espanso in granuli	0.100	1.50	1.8519	
3	CLS di argilla espansa per pareti esterne	0.370	222.00	1.7788	
4	Intonaco di calce e gesso	0.010	14.00	0.0143	
	Superficie interna**			0.1300	
EL.OP.01	Elemento opaco verticale 01	0.490	255.5	3.83	0.261

* Resistenza $R = 1/k$

** Trasmittanza $K = \lambda/s$

spessore totale della parete = 0.49 m

RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 3.83 (m²°K)/W

TRASMITTANZA DELLA PARETE VERTICALE 1 = 0.261 W/(m²°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/(m²°K)**

PARETE OPACA VERTICALE 2 [Muro Interno/Esterno]

spessore totale della parete = 0.48 m

RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 3.49 (m²°K)/W

TRASMITTANZA DELLA PARETE VERTICALE 2 = 0.287 W/(m²°K)

PARETE OPACA VERTICALE 3 [Muro Esterno]

spessore totale della parete = 0.41 m

RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 4.00 (m²°K)/W

TRASMITTANZA DELLA PARETE VERTICALE 3 = 0.250 W/(m²°K)

Abaco e calcolo trasmittanze delle singole aperture finestrate verticali e orizzontali

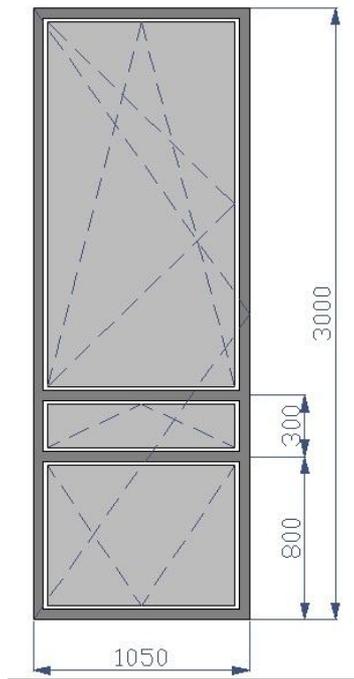
I valori sono stati calcolati con il software Schüco UwCal, programma per il calcolo del valore U dei sistemi Schüco. Per quanto riguarda i lucernari, sono stati presi quelli del catalogo della VELUX.

Doppio vetro con camera d'aria per tutte le aperture finestrate verticali della scuola materna:

Vetro 20mm (4-12-4), $U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, acciaio inox, da normativa.

Per quanto riguarda i lucernari sono stati usati vetri (dati dell'azienda VELUX): [6.4 (stratificato di sicurezza) + 12 gas Krypton + 6 temprato]. Da normativa.

1. PORTA FINESTRA IN ALLUMINIO SCHUCO AWS 75 SI, A TAGLIO TERMICO. TUTTA L'ANTA (intesa come porta) CON APERTURA COMPLANARE VERSO L'INTERNO. LE TRE FINESTRE SI APRONO A BILICO VERTICALE E QUELLA SUPERIORE CON APERTURA COMPLANARE VERSO L'INTERNO (n° 46 elementi).



Risultato dei calcoli del valore U	Valori
Superficie profilo A_f	0.71 m ²
Valore U profilo U_f (Pesi con diverse superfici di profilo)	1.6 W/(m ² K)
Superficie vetro	2.44 m ²
Valore U vetro (U_g)	1.1 W/(m ² K)
Lunghezza bordo vetro	10.83 m
Valore Psi	0.080 W/(mK)
Lunghezza bordo di collegamento alla struttura (L)	8.10 m
Superficie riferita al telaio	22 %
Superficie complessiva	3.15 m ²
Coefficiente di trasmittanza termica U_w (Valore nominale)	1.49 W/(m²K)

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 3.15 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINESTRATA VERTICALE 1 = 1.49 W/(m²*°K)

2. PORTA D'INGRESSO IN ALLUMINIO SCHUCO AWS 75 SI, A TAGLIO TERMICO. APERTURA VERSO L'INTERNO COMPLANARE CON 2 SPECCHIATURE (n°5 elementi)

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 4.57 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINESTRATA VERTICALE 2 = 1.50 W/(m²*°K)

3. **FINESTRA IN ALLUMINIO SCHUCO AWS 75 SI, A TAGLIO TERMICO. FINESTRA RETTANGOLARE 2x1 (n°2 elementi)**

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 2.10 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINISTRATA VERTICALE 3 = 1.51 W/(m²*°K)

4. **FINESTRA IN ALLUMINIO SCHUCO AWS 75 SI, A TAGLIO TERMICO. FINESTRA RETTANGOLARE CON 1 SPECCHIATURA (POSSIBILITA' FISSA O A BILICO VERTICALE)(n°15 elementi).**

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 1.09 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINISTRATA VERTICALE 4 = 1.46 W/(m²*°K)

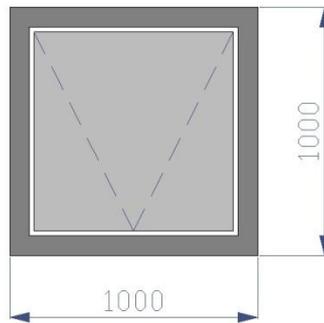
5. **FINESTRA IN ALLUMINIO SCHUCO AWS 75 SI, A TAGLIO TERMICO. FINESTRA RETTANGOLARE CON 1 SPECCHIATURA (POSSIBILITA' FISSA O A BILICO VERTICALE)(n°15 elementi).**

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 1.00 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINISTRATA VERTICALE 5 = 1.40 W/(m²*°K)

Elementi finestrati orizzontali:

1. **FINESTRA VELUX IN ALLUMINIO GGU 6021, A TAGLIO TERMICO. LUCERNARIO APRIBILE IN COPERTURA, QUADRATO, CON 1 SPECCHIATURA. (n°4 elementi)**



Risultato dei calcoli del valore U	Valori
Superficie profilo Af	0.35 m ²
Valore U profilo Uf (Pesi con diverse superfici di profilo)	4.2 W/(m ² K)
Superficie vetro	0.65 m ²
Valore U vetro (Ug)	1.0 W/(m ² K)
Lunghezza bordo vetro	3.22 m
Valore Psi	0.080 W/(mK)
Lunghezza bordo di collegamento alla struttura (L)	4.00 m
Superficie riferita al telaio	35 %
Superficie complessiva	1.00 m ²
Coefficiente di trasmittanza termica Uw (Valore nominale)	1.40 W/(m²K)

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 1.00 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINISTRATA ORIZZONTALE 1 = 1.40 W/(m²*°K)

2. **FINESTRA VELUX IN ALLUMINIO GGU 6021, A TAGLIO TERMICO. LUCERNARIO FISSO IN COPERTURA, RETANGOLARE, CON 1 SPECCHIATURA. (n°3 elementi)**

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 2.68 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINISTRATA ORIZZONTALE 2 = 1.30 W/(m²*°K)

3. **FINESTRA VELUX IN ALLUMINIO GGU 6021, A TAGLIO TERMICO. LUCERNARIO APRIBILE IN COPERTURA, RETTANGOLARE, CON 1 SPECCHIATURA. (n°6 elementi)**

Superficie complessiva dell'elemento finestrato = 2.04 m²

TRASMITTANZA DELL'APERTURA FINISTRATA ORIZZONTALE 3 = 1.30 W/(m²*°K)

Abaco e calcolo trasmittanze solai di copertura

Viene riportata la stratigrafia dettagliata solamente di una soletta, a titolo di esempio della modalità di svolgimento dei calcoli. Per le rimanenti strutture orizzontali si indicano i valori finali di trasmittanza della parete e si rimandano all'abaco finale di ciascuna tipologia.

SOLETTA DELLA COPERTURA DELLE SEZIONI 1 [Copertura Inclinata]

Rif.	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Trasmittanza [W/m ² K]
	Superficie esterna			0.040	
1	lastra zincata	0.0016	7.14	0.0000	
2	Bitume polimero su V.V. sp.3.2 mm.	0.003	3.20	0.0160	
3	Polistirolo espanso in granuli	0.140	2.10	2.5926	
4	Foglio in P.E. sp.1.6 mm.	0.002	1.52	0.0107	
5	Predalle PSE 10 kg sp.32 cm.rif.2.4.03	0.320	330.00	0.7900	
6	Intonaco di calce e gesso	0.020	28.00	0.0286	
	Superficie interna			0.1000	
EL.OP.02	Elemento opaco 02	0.486	372.0	3.58	0.279

spessore totale della parete = 0.486 m

RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 3.58 (m²*°K)/W

TRASMITTANZA DELLA PARETE 1 = 0.279 W/(m²*°K)

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

Per la zona climatica E, nel caso di parete opaca verticale **Krif = 0.30 W/(m²*°K)**

SOLETTA DELLA COPERTURA DELLE SEZIONI 2 [Zona Intermedia della sezione]

Rif.	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Trasmittanza [W/m ² K]
	Superficie esterna			0.0400	
1	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0.010	18.00	0.0111	
2	Foglio in P.E. sp.1.6 mm.	0.002	1.52	0.0107	
3	Polistirolo espanso in granuli	0.160	2.40	2.9630	
4	Cemento 10 kg sp.12 cm.rif.2.4.03	0.120	173.25	0.3075	
5	Intonaco di calce e gesso	0.010	14.00	0.0143	
	Superficie interna			0.1000	
EL.OP.03	Elemento opaco orizzontale 02	0.302	209.2	3.45	0.290

spessore totale della parete = 0.302 m

RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 3.45 (m²*°K)/W

TRASMITTANZA DELLA PARETE ORIZZONTALE 2 = 0.290 W/(m²*°K)

SOLETTA DELLA COPERTURA PIANA 3 [Fascia dell' "anello" e dei servizi]

Rif.	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Trasmittanza [W/m ² K]
	Superficie esterna			0.040	
1	Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	0.020	36.00	0.0222	
2	Foglio in P.E. sp.1.6 mm.	0.002	1.52	0.0107	
3	CLS generico	0.040	16.00	0.2105	
4	Polistirolo espanso in granuli	0.140	2.10	2.5926	
5	Foglio in P.E. sp.1.6 mm.	0.002	1.52	0.0107	
6	Predalle PSE 10 kg sp.24 cm.rif.2.4.03	0.240	270.00	0.6100	
7	Intonaco di calce e gesso	0.020	28.00	0.0286	
	Superficie interna			0.1000	
EL.OP.01	Elemento opaco orizzontale 03	0.463	355.1	3.63	0.276

spessore totale della parete = 0.463 m

RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 3.63 (m²*°K)/W

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

TRASMITTANZA DELLA PARETE ORIZZONTALE 3 = 0.276 W/(m²°K)**SOLETTA DEL PIANO TERRENO 4 [Superficie calpestabile dell'intera scuola materna]**

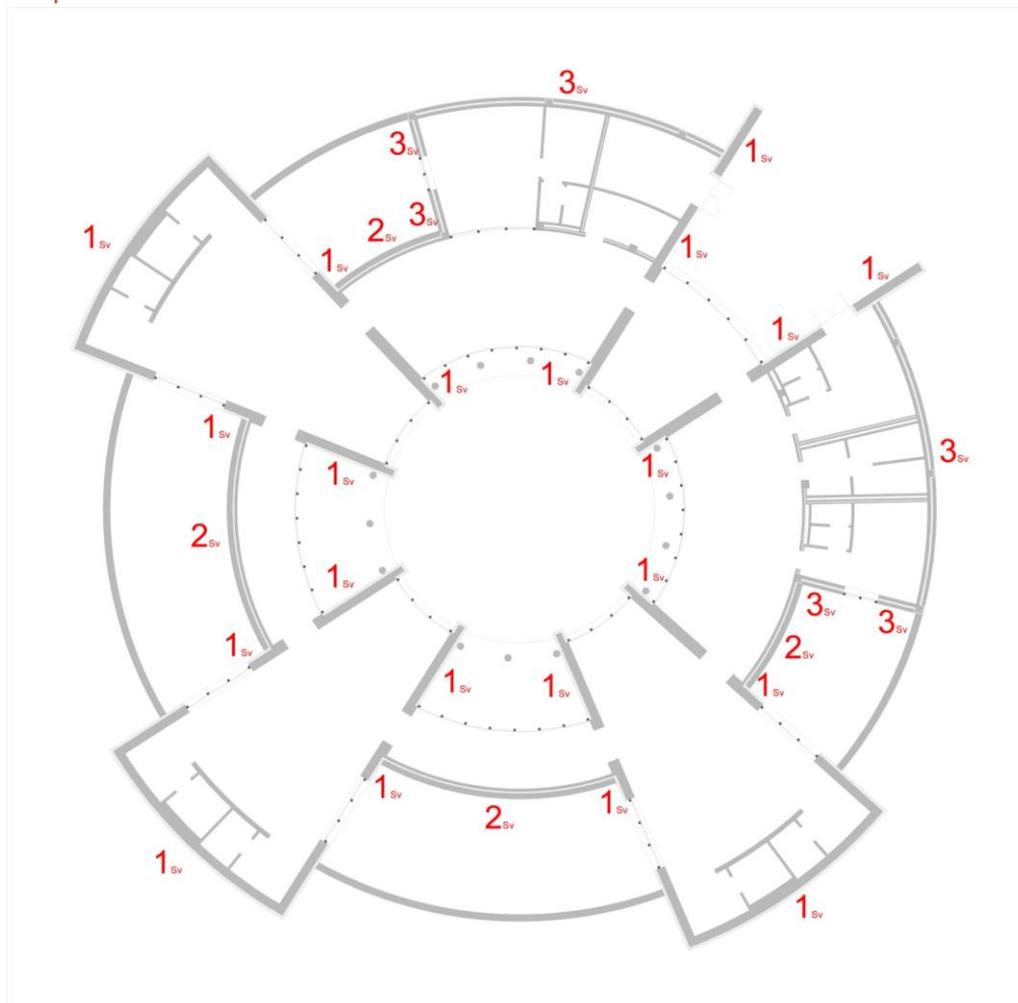
Rif.	Materiale	Spessore [m]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Trasmittanza [W/m ² K]
	Superficie Interna			0.010	
1	Pavimentazione in Lineolum	0.003	14.00	0.045	
2	Massetto autolivellante	0.040	20.00	0.182	
3	Pannello in polistirene espanso con riscaldamento a pavimento	0.060	1.20	1.070	
4	Massetto alleggerito (argilla)	0.100	126.00	0.412	
5	Pannello XPS in polistirene espanso	0.100	2.10	2.5926	
6	Membrana freno a vapore	0.002	1.52	0.0107	
7	Cemento Armato	0.100	16.00	0.2105	
8	Superficie Sottoterreno			--	
EL.OP.04	Elemento opaco orizzontale 04	0.405	180.82	4.53	0.221

spessore totale della parete = 0.405 m

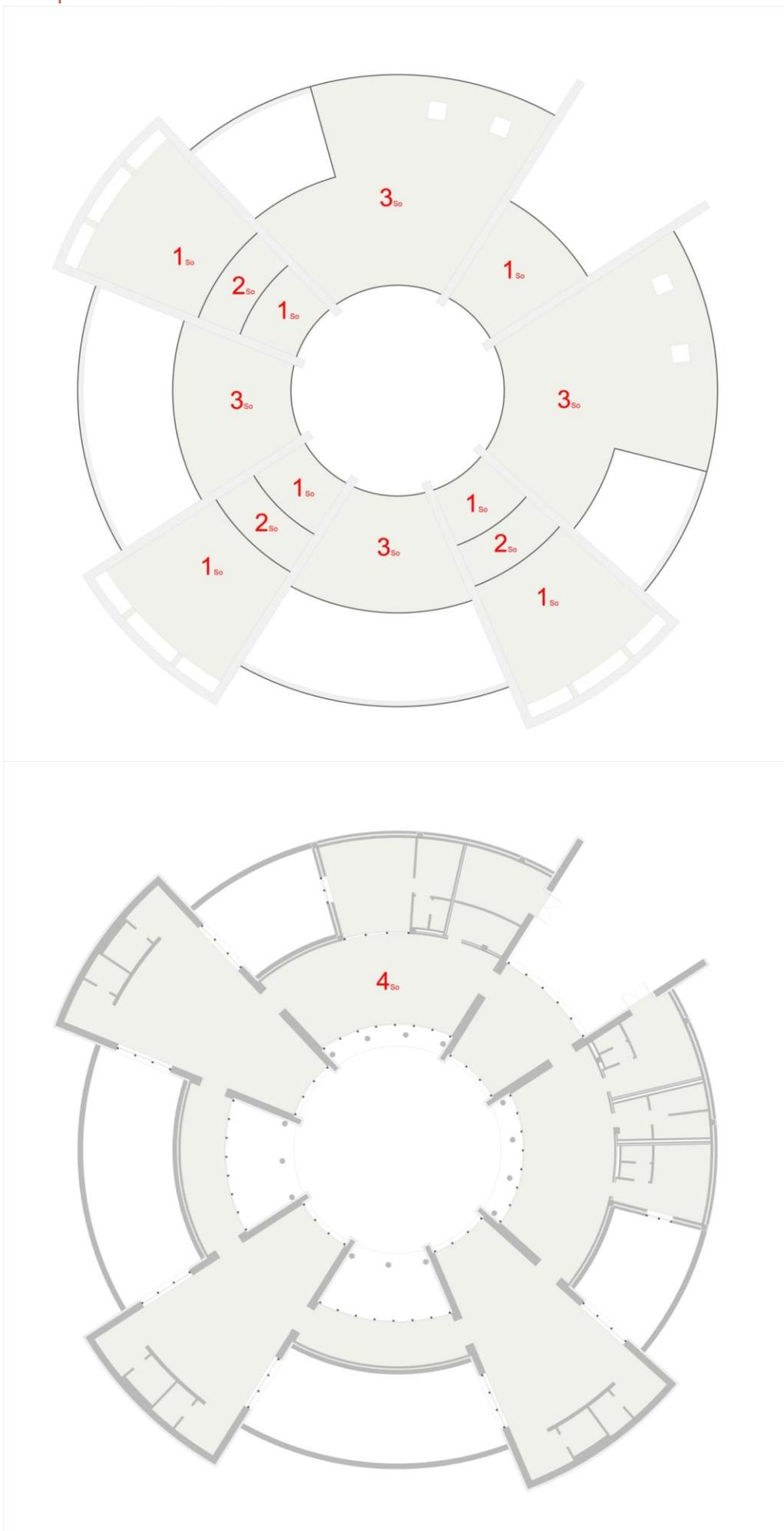
RESISTENZA TERMICA (considerando l'aspetto convettivo) = 4.53(m²°K)/WTRASMITTANZA DELLA PARETE ORIZZONTALE 4 = 0.221 W/(m²°K)

Piante al 100 con classificazione dei diversi tipi di parete opaca, solai di copertura e delle aperture finestrate

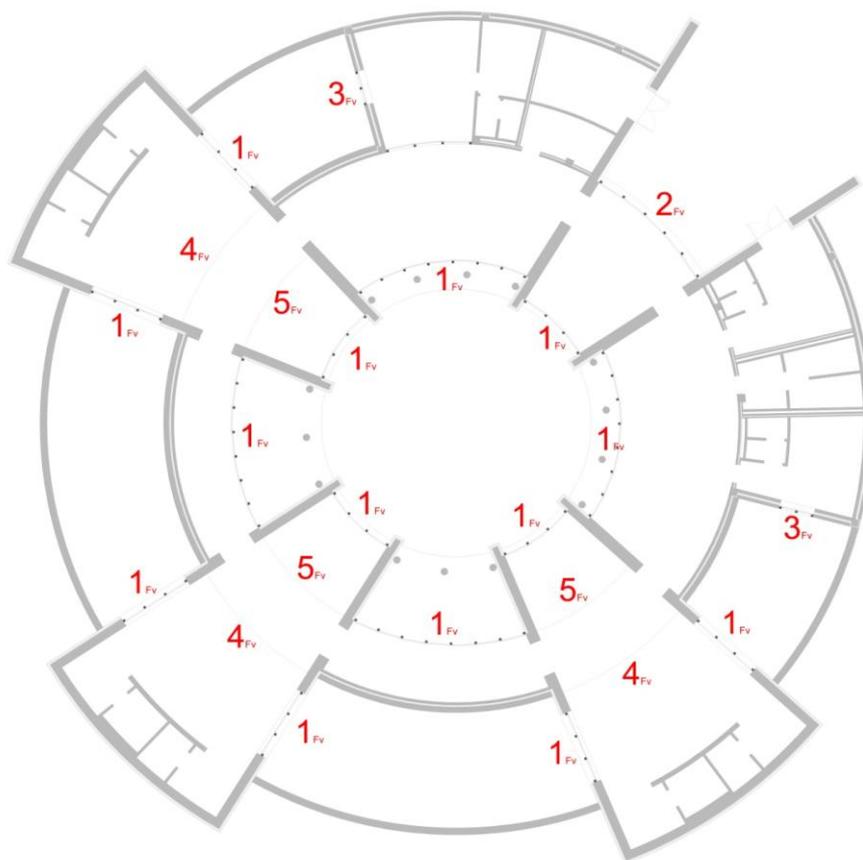
Superfici opache verticali



Superfici opache orizzontali



Superfici finestrate verticali



Superfici finestrate orizzontali

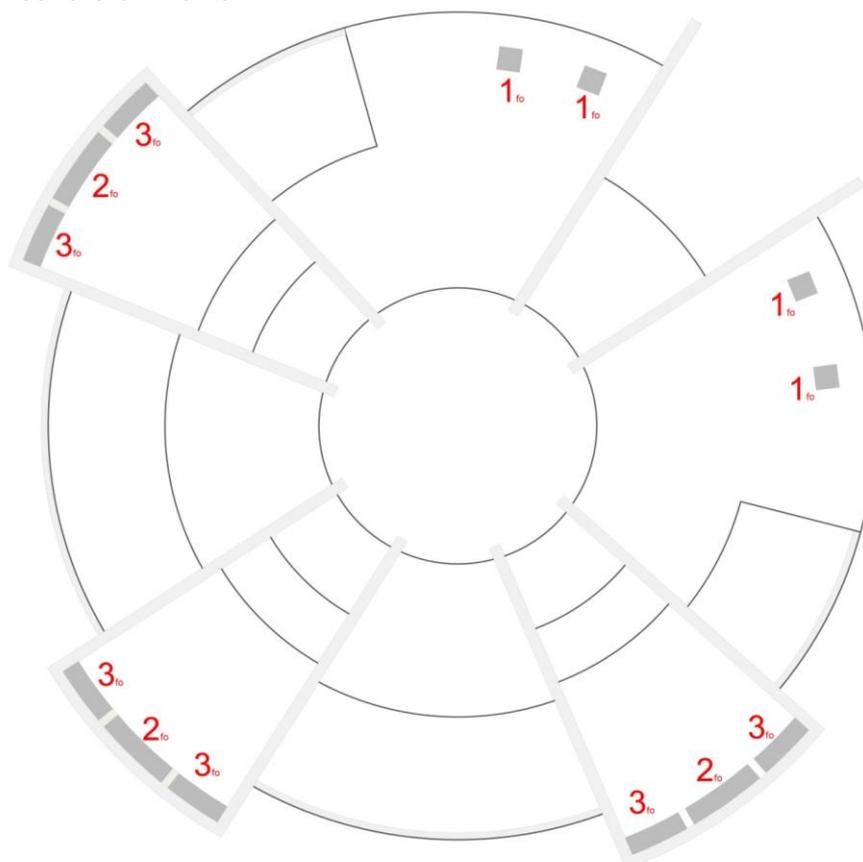


Diagramma di Glaser per i singoli pacchetti in Gennaio e Luglio

La condensazione del vapor acqueo rappresenta un rischio sia per la conservazione delle strutture, sia per l'insorgere di problemi igienico-sanitari, sia per la riduzione del potere isolante della parete stessa. Può essere di tipo superficiale o interstiziale.

Essa si verifica quando la pressione parziale del vapore, raggiunge la pressione di saturazione (in funzione della temperatura); al fine di verificare l'insorgere o meno di condensa occorre pertanto verificare che la pressione parziale del vapore sia maggiore della pressione di saturazione per tutta la stratigrafia.

Tra due ambienti divisi da una parete, il vapor acqueo migra dall'ambiente a pressione parziale maggiore (normalmente quello più caldo) verso quello a pressione parziale minore (normalmente quello più freddo), filtrando attraverso la parete; inoltre, la temperatura e, di conseguenza, anche la pressione di saturazione si abbassano lungo lo spessore della parete, dall'ambiente più caldo a quello più freddo.

Il diagramma di Glaser è un metodo grafico di verifica della formazione di condensa; tale diagramma consiste nel rappresentare l'andamento dei valori di temperatura all'interno della parete e i relativi valori della pressione di saturazione; confrontando questi ultimi con i valori delle pressioni parziali si è in grado di stabilire la possibilità di rischi di condensazione.

Si possono verificare tre casi:

- 1) Graficamente la curva della pressione parziale di vapore rimane sempre al di sotto della pressione di saturazione: in questo caso non si verificano fenomeni di condensa e non è necessario alcun particolare accorgimento costruttivo.
- 2) La pressione parziale di vapore raggiunge in un solo punto la pressione di saturazione: si ha condensazione solo sulla superficie verticale isoterma passante per quel punto.
- 3) Le curve della pressione di saturazione e della pressione parziale del vapore si intersecano in due punti e nella zona compresa fra essi la pressione parziale risulta maggiore di quella di saturazione: in questo caso si ha condensazione all'interno della zona individuata.

Negli ultimi due casi occorre prendere precauzioni in sede progettuale:

- 1) Si può disporre la cosiddetta "barriera al vapore" verso il lato caldo della parete per ridurre la diffusione del vapore attraverso la parete e per mantenere i valori della pressione parziale di vapore acqueo al di sotto di quelli corrispondenti alla saturazione: si tratta di materiali, di spessore sottile, caratterizzati da un'alta resistenza al vapore, aventi valori di permeabilità fino a 100.000 volte inferiori a quella dell'aria;
- 2) E' possibile anche evitare il fenomeno della condensazione mantenendo elevati i valori della pressione di saturazione all'interno della parete, isolando termicamente la parete. È necessario però scegliere un'opportuna sequenza dei materiali, in modo che la resistenza termica cresca dall'interno verso l'esterno; un errato posizionamento dello strato isolante può infatti rendere inefficace il suo contributo all'eliminazione del fenomeno o addirittura accentuarlo.

La verifica è stata effettuata sugli elementi opachi dell'asilo.

PARETE OPACA VERTICALE 1 [Muro Sezioni]

Si considerano le seguenti condizioni termo igrometriche esterne di progetto:

Ti	21	°C
Te	-5	°C
UR est =	80	%
UR int =	40	%

La stratigrafia della singola parete e i valori di permeabilità e resistenza al vapore dei singoli strati e della parete sono stati riportati nei paragrafi relativi al calcolo della trasmittanza e della resistenza al vapore della parete.

Come si è detto sopra, la pressione di saturazione è funzione della temperatura. Nelle tabelle sottostanti si riportano la verifica della condensa superficiale (con le condizioni esterne/interne e fattore di temperatura); e la verifica della condensa interstiziale. Per questa verifica abbiamo scelto il mese invernale di Gennaio (mese più critico) e Luglio come mese estivo.

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

Verifica della condensa superficiale:

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
Gennaio	1.71	590	21	1119
Luglio	25.11	1737	21	1119

Mese	Temp. minima superficiale [°C]	Pressione di saturazione interna [Pa]	Fattore temperatura
Gennaio	11.96	1398	0.53

Verifica della condensa interstiziale:

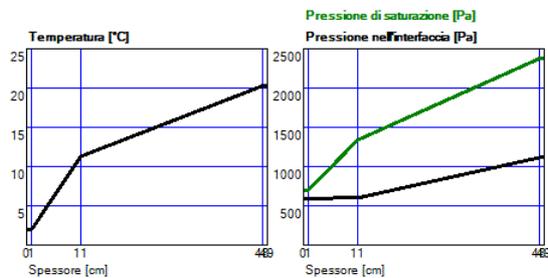
Mese	Sup. esterna	Interfaccia 1	Interfaccia 2	Interfaccia 3	Sup. interna
Gennaio	701	703	1339	2377	2387
Gennaio	590	597	601	1115	1119
Luglio	3178	3176	2819	2509	2507
Luglio	1737	1728	1724	1123	1119

Pressione di saturazione [Pa]

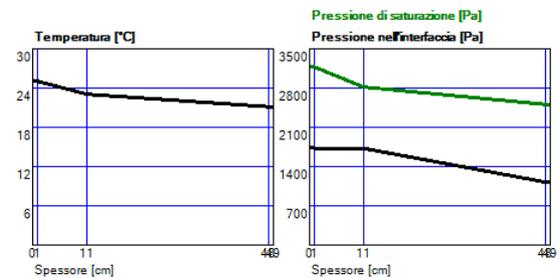
Pressione nell'interfaccia [Pa]

DIAGRAMMA DI GLASER: (RELATIVO ALLA TEMPERATURA E ALLA PRESSIONE)

GENNAIO



LUGLIO



condensa non presente

PARETE OPACA VERTICALE 2 [Muro Interno/Esterno]

Verifica della condensa superficiale

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
Gennaio	1.71	590	21	1119
Luglio	25.11	1737	21	1119

Mese	Temp. minima superficiale [°C]	Pressione di saturazione interna [Pa]	Fattore temperatura
Gennaio	11.96	1398	0.53

Verifica della condensa interstiziale:

Mese	Sup. esterna	Interfaccia 1	Inter. 2	Inter. 3	Inter. 4	Inter.5	Inter.6	Inter.7	Sup. interna
Gennaio	702	707	715	817	2049	2183	2339	2362	2378
Gennaio	590	634	636	817	940	941	956	964	1119
Luglio	3177	3173	3166	3092	2588	2554	2518	2513	2509
Luglio	1737	1650	1646	1288	1219	1218	1210	1205	1119

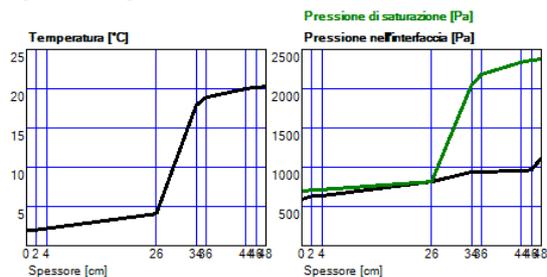
Pressione di saturazione [Pa]

Pressione nell'interfaccia [Pa]

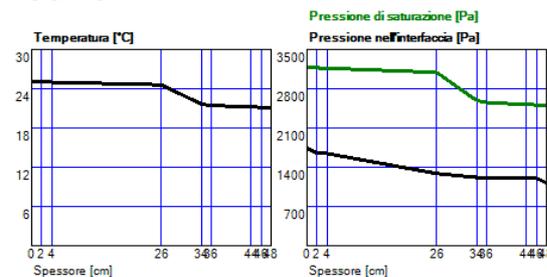
Presenza di condensa (nell'interfaccia 3)

DIAGRAMMA DI GLASER: (RELATIVO ALLA TEMPERATURA E ALLA PRESSIONE)

GENNAIO



LUGLIO



condensa presente ma inferiore al limite (500 g/m²)

PARETE OPACA VERTICALE 3 [Muro Esterno]

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
Gennaio	1.71	590	21	1119
Luglio	25.11	1737	21	2352

Verifica condensa superficiale:

Mese	Temp. minima superficiale [°C]	Pressione di saturazione interna [Pa]	Fattore temperatura
Gennaio	11.96	1398	0.53

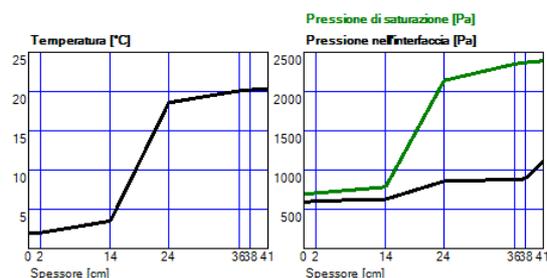
Verifica della condensa interstiziale:

Mese	Sup. esterna	Interfaccia 1	Interfaccia 2	Interfaccia 3	Interfaccia 4	Interfaccia 5	Sup. interna
Gennaio	700	706	785	2141	2350	2370	2391
Gennaio	590	606	629	858	881	889	1119
Luglio	3178	3174	3114	2565	2515	2511	2506
Luglio	1737	1719	1692	1423	1396	1387	1119

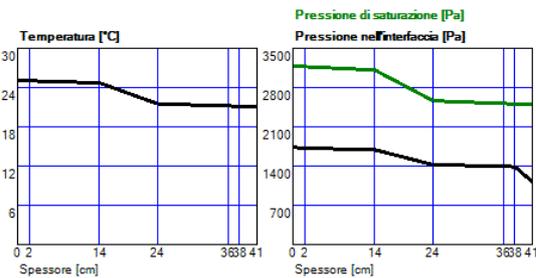
Pressione di saturazione [Pa]
Pressione nell'interfaccia [Pa]

DIAGRAMMA DI GLASER: (RELATIVO ALLA TEMPERATURA E ALLA PRESSIONE)

GENNAIO



LUGLIO



condensa non presente

Calcolo della potenza dispersa attraverso le pareti e per ventilazione

Si svolge il calcolo della potenza dispersa, finalizzato al dimensionamento dei terminali scaldanti. Per la scuola materna si riporta il calcolo completo. Locale per locale si procede al calcolo delle diverse superfici disperdenti, della resistenza dei differenti pacchetti murari, e della potenza dispersa dalle pareti. Si è considerata, poi, la potenza dispersa per ventilazione. Al dato risultante del calcolo delle dispersioni viene sommato il suo 50% .

(Il calcolo è stato effettuato mediante il software della Caleffi).

Le condizioni al contorno considerate sono le seguenti:

- temperatura esterna minima = -5°C
- temperatura interna di progetto (condizione invernale) = 21°C

POTENZA TOTALE DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI E PER VENTILAZIONE PER I SINGOLI LOCALI

LOCALI	Potenza parete (W)	Potenza ventilazione (W)	Potenza TOTALE (W)	Potenza TOTALE + 50% (W)
Sezione 1				
- Attività a tavolino	2429.54	1258.16	3687.70	5531.55
- Attività speciale	908.29	194.41	1102.70	1654.05
- Corridoio Int.	15.51	202.64	218.15	327.22
Sezione 2				
- Attività a tavolino	2471.91	1258.16	3730.07	5595.10
- Attività speciale	899.60	194.41	1094.01	1641.01
- Corridoio Int.	15.51	202.64	218.15	327.22
Sezione 3				
- Attività a tavolino	2436.49	1258.16	3694.65	5541.97
- Attività speciale	784.15	194.41	978.56	1467.84
- Corridoio Int.	15.51	202.64	218.15	327.22
Corridoio 1	1404.27	281.68	1685.95	2528.92
Corridoio 2	1383.47	281.68	1665.15	2497.72
Refettorio/Mensa	1333.26	715.44	2048.70	3073.05
Sala Gioco	1247.89	715.44	1957.33	2935.99
Ambulatorio	415.67	244.97	660.64	990.96
Bagno comune	188.23	660.04	848.27	1272.40
Cucina	415.34	548.99	964.33	1446.49
Sala Insegnanti	628.37	451.40	1079.77	1619.65
Ingresso	1699.40	503.09	2202.49	3303.73

Per giungere al calcolo della potenza disperdente, si è fatto il calcolo locale per locale tenendo conto, nei calcoli, anche del fattore di condizione in base all'orientamento di ogni singola parete opaca e trasparente. Si riporta qui di seguito, il calcolo della potenza dispersa dalla sezione 1 con tutti i suoi relativi spazi.

POTENZA DISPERSA: SEZIONE 1 – ATTIVITA' A TAVOLINO

	SUPERFICIE	SUPERFICIE DISPERDENTE (m ²)	FATTORE DI ORIENTAMENTO	TOTALE SUPERFICIE x CORREZIONE (m ²)
1	Superficie opaca verticale 1	60.19	1.00	60.19
2	Superficie opaca verticale 1	33.34	1.20	40.00
3	Superficie opaca verticale 1	33.34	1.10	36.67
4	Superficie finestrata verticale 1	9.45	1.20	11.34
5	Superficie finestrata verticale 1	9.45	1.10	10.39
6	Superficie finestrata verticale 4	5.45	1.20	6.54
7	Superficie solaio 1	57.77	1.00	57.77

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

RESISTENZA TERMICA R, considerando anche l'aspetto convettivo ((m²C)/W)

R1	3.83
R2	3.83
R3	3.83
R4	0.67
R5	0.67
R6	0.68
R7	3.58

POTENZA DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI (W) = (A * ΔT)/R dove ΔT = (21- (-5))= 26°C**POTENZA TOTALE DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI DEL LOCALE = 2429.54 (W)****POTENZA DISPERSA PER VENTILAZIONE**

Potenza ventilazione = cp aria * densità aria * numero ricambi ora * volume netto * ΔT dove:

cp aria	1005	J/(Kg*°C)
Densità aria	1.2	Kg/m ³
Ricambi ora locale generico	0.5	1/h
Ricambi ora bagno	6	1/h
Ricambi ora cucina	2	1/h
ΔT	26	°C

POTENZA TOTALE DISPERSA PER VENTILAZIONE = 1258.16 (W)**POTENZA DISPERSA: SEZIONE 1 – ATTIVITA' SPECIALE**

	SUPERFICIE	SUPERFICIE DISPERDENTE (m ²)	FATTORE DI ORIENTAMENTO	TOTALE SUPERFICIE x CORREZIONE (m ²)
1	Superficie opaca verticale 1	3.00	1.20	3.60
2	Superficie opaca verticale 1	11.05	1.10	12.15
3	Superficie finestrata verticale 1	9.45	1.20	11.34
4	Superficie finestrata verticale 5	5.00	1.20	6.00
5	Superficie solaio 1	13.95	1.00	13.95

RESISTENZA TERMICA R, considerando anche l'aspetto convettivo ((m²C)/W)

R1	3.83
R2	3.83
R3	0.67
R4	0.60
R5	3.58

POTENZA DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI (W) = (A * ΔT)/R dove ΔT = (21- (-5))= 26°C**POTENZA TOTALE DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI DEL LOCALE = 908.29 (W)****POTENZA TOTALE DISPERSA PER VENTILAZIONE = 194.41 (W)****POTENZA DISPERSA: SEZIONE 1 – ATTIVITA' A TAVOLINO**

	SUPERFICIE	SUPERFICIE DISPERDENTE (m ²)	FATTORE DI ORIENTAMENTO	TOTALE SUPERFICIE x CORREZIONE (m ²)
7	Superficie solaio 3	15.51	1.00	15.51

RESISTENZA TERMICA R, considerando anche l'aspetto convettivo ((m²C)/W)

R1	3.45
----	------

POTENZA DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI (W) = (A * ΔT)/R dove ΔT = (21- (-5))= 26°C**POTENZA TOTALE DISPERSA ATTRAVERSO LE PARETI DEL LOCALE = 116.89 (W)****POTENZA TOTALE DISPERSA PER VENTILAZIONE = 218.15 (W)**

Dimensionamento impianto pannelli radianti

Come si può notare dalla tavola tecnologica, si è scelto, per l'edificio della scuola materna, di utilizzare un isolante collocato al di sotto dell'impianto radiante. Lo spessore del massetto sopra i tubi è di 6 cm. Si è deciso di utilizzare prevalentemente un sistema a spirale, per ottenere una temperatura superficiale più omogenea (in quanto i tubi di andata e di ritorno si sviluppano fra loro in modo alterno) e per una maggior facilità di posa (perché la realizzazione delle spirali richiede solo due curve a 180°C, ovvero quelle centrali, dove lo sviluppo della spirale si inverte). Come distanza minima fra i tubi e le strutture che delimitano l'ambiente si tiene 5cm. Dove è stato possibile, si sono realizzati pannelli a interassi variabili con tubi più ravvicinati in corrispondenza delle vetrate (punto dove è concentrata la maggiore dispersione).

SCUOLA MATERNA (Asilo)

Dato la maggior superficie da riscaldare con l'impianto, si sono collocati, per una maggiore distribuzione dell'acqua calda in tutto il corpo di fabbrica, n°5 collettori ben distanziati; i collettori poi sono collegati poi alla caldaia situata all'interno del locale tecnico.

Dati input di progetto :

- ΔH (prevalenza disponibile) per pannelli e corpi scaldanti 1800 mm c.a.
- Temperatura massima di progetto = 40°C
- Temperatura ambiente = 20°C
- Temperatura terreno = (valore forfait) 3°C
- Resistenza termica del pavimento = 0.008 (m²*C)/W
- Spessore del massetto sotto i tubi = 6 cm
- Resistenza termica sotto pannello = 0.70 (m²*C)/W
- Codici collettori: 3 collettori Caleffi 668
- Tipo di valvola collettori: manuale
- Codice tubo pannelli PEX Sigma1 20/16
- Codice interassi: 7.5 tra condotta mandata e condotta di ritorno
- Codice corpo scaldante 1 OMEGA 60/680
- Codice tubo c.scaldanti 3 PEX Sigma 3 15/10
- Codice valvola 2 normale Caleffi 340 sq
- Codice detentore 9 Caleffi 342 sq

Si riporta la schermata iniziale del programma in cui vengono richiesti i dati generali del progetto.

1. ΔH (prevalenza disponibile) per pannelli e corpi scaldanti	1'800	mm c.a.
2. Temperatura massima di progetto	40,0	°C
3. Temperatura ambiente	20,0	°C
4. Temperatura terreno o locale sottostante	20,0	°C
5. Resistenza termica del pavimento	0,008	m ² K / W
6. Spessore del massetto sopra i tubi	6,0	cm
7. Resistenza termica sotto pannello	1,633	m ² K / W
8. Codice collettori	1	Caleffi 668
9. Tipo valvola collettore	manuale	
10. Codice tubo pannelli	1	PEX Sigma 1 20/16
11. Codice interassi	1	7,5 15,0 22,5 30,0 37,5
12. Codice corpo scaldante	1	OMEGA 60/680
13. Codice tubo c. scaldanti	3	PEX Sigma 3 15/10
14. Codice valvola	2	normale Caleffi 340 sq
15. Codice detentore	9	Caleffi 342 sq

A seguito si riportano le tabelle dei singoli collettori ai quali vengono serviti i singoli locali.

COLLETTORE 1

Temperatura massima di progetto: 40.0°C
 Prevalenza disponibile per pannelli e c.scaldanti: 1800 mm c.a.
 Collettore: Caleffi 668
 Tubo pannelli: Sigma1 De = 20.0 mm Di = 16.0 mm
 Tubo corpi scaldanti: Sigma3 De= 15.0 mm Di= 10.0 mm

N	Locale	L (cm)	Q (W)	S (m²)	Vi	Nr	G (l/h)	L (m)	Corpo Scaldante
1	Ambulatorio	15.0	931	18.8	Aut.	2.8	79	132	---
2	1°Bagno	7.5	636	12.6	Aut.	6.0	146	88	---
3	2°Bagno	7.5	636	12.6	Aut.	6.0	146	88	---
4	Cucina	15.0	1446	21.0	Aut.	7.6	163	142	---
5	1° Refettorio	15.0	1536	27.4	Aut.	6.3	130	183	---
6	2°Refettorio	15.0	1536	27.4	Aut.	6.3	130	183	---

Dati generali relativi al collettore 1:

Prevalenza di zona: 1809 mm c.a.
 Portata collettore: 794 l/h
 Salto termico medio: 9.3 °C
 Potenza richiesta: 6781 W
 Potenza erogata: 8523 W
 Contenuto acqua: 164 l

COLLETTORE 2

Temperatura massima di progetto: 40.0°C
 Prevalenza disponibile per pannelli e c.scaldanti: 1800 mm c.a.
 Collettore: Caleffi 668
 Tubo pannelli: Sigma1 De = 20.0 mm Di = 16.0 mm
 Tubo corpi scaldanti: Sigma3 De= 15.0 mm Di= 10.0 mm

N	Locale	L (cm)	Q (W)	S (m²)	Vi	Nr	G (l/h)	L (m)	Corpo Scaldante
1	1°Sezione 1	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
2	1°Sezione 2	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
3	1°Sezione 3	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
4	1°Sezione 4	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
5	Corridoio int.	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
6	Corridoio est.	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---

Dati generali relativi al collettore 2:

Prevalenza di zona: 1802 mm c.a.
 Portata collettore: 1506 l/h
 Salto termico medio: 9.3 °C
 Potenza richiesta: 10044 W
 Potenza erogata: 12053 W
 Contenuto acqua: 232 l

COLLETTORE 3

Temperatura massima di progetto: 40.0°C

Prevalenza disponibile per pannelli e c.scaldanti: 1800 mm c.a.

Collettore: Caleffi 668

Tubo pannelli: Sigma1 De = 20.0 mm Di = 16.0 mm

Tubo corpi scaldanti: Sigma3 De= 15.0 mm Di= 10.0 mm

N	Locale	L (cm)	Q (W)	S (m ²)	Vi	Nr	G (l/h)	L (m)	Corpo Scaldante
1	2°Sezione 1	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
2	2°Sezione 2	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
3	2°Sezione 3	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
4	2°Sezione 4	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
5	Corridoio int	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
6	Corridoio est.	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---

Dati generali relativi al collettore 3:

Prevalenza di zona: 1802 mm c.a.

Portata collettore: 1506 l/h

Salto termico medio: 9.3 °C

Potenza richiesta: 10044 W

Potenza erogata: 12053 W

Contenuto acqua: 232 l

COLLETTORE 4

Temperatura massima di progetto: 40.0°C

Prevalenza disponibile per pannelli e c.scaldanti: 1800 mm c.a.

Collettore: Caleffi 668

Tubo pannelli: Sigma1 De = 20.0 mm Di = 16.0 mm

Tubo corpi scaldanti: Sigma3 De= 15.0 mm Di= 10.0 mm

N	Locale	L (cm)	Q (W)	S (m ²)	Vi	Nr	G (l/h)	L (m)	Corpo Scaldante
1	3°Sezione 1	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
2	3°Sezione 2	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
3	3°Sezione 3	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---
4	3°Sezione 4	7.5	836	9.0	Aut.	5.6	124	129	---

Dati generali relativi al collettore 4:

Prevalenza di zona: 1802 mm c.a.

Portata collettore: 1506 l/h

Salto termico medio: 9.3 °C

Potenza richiesta: 10044 W

Potenza erogata: 12053 W

Contenuto acqua: 232 l

COLLETTORE 5

Temperatura massima di progetto: 40.0°C

Prevalenza disponibile per pannelli e c.scaldanti: 1800 mm c.a.

Collettore: Caleffi 668

Tubo pannelli: Sigma1 De = 20.0 mm Di = 16.0 mm

Tubo corpi scaldanti: Sigma3 De= 15.0 mm Di= 10.0 mm

N	Locale	L (cm)	Q (W)	S (m ²)	Vi	Nr	G (l/h)	L (m)	Corpo Scaldante
1	Sala Insegnanti	15.0	1620	34.6	Aut.	6.1	118	239	---
2	1°Ingr + Sala gioco	7.5	780	10.4	Aut.	2.2	72	139	---
3	1°Ingr + Sala gioco	7.5	780	10.4	Aut.	2.2	72	139	---

Dati generali relativi al collettore 5:

Prevalenza di zona: 1803 mm c.a.

Portata collettore: 1072 l/h

Salto termico medio: 9.3 °C

Potenza richiesta: 10518 W

Potenza erogata: 12622 W

Contenuto acqua: 242 l

LEGENDA:

N numero: pannello o corpo scaldante

Locale: Locale servito

I: interasse pannello

Q: Potenza termica ceduta

S: superficie pannello (compresa zona periferica)

Vi : tipo di valvola (manuale o automatica)

Nr: numero regolazione

G: portata del pannello

L : lunghezza del pannello

Corpo scaldante: nome del corpo scaldante

Dimensionamento impianto idrico

Si mostrano in dettaglio i calcoli eseguiti per il dimensionamento delle tubazioni dell'impianto idrico della scuola materna. Non si prevedono gli utilizzi di colonne di carico e scarico in quanto la scuola materna si dispone su un unico piano a livello terreno. Per questo si adotterà anche una rete a bassa pressione.

Locali Serviti	Numero Accessori	Apparecchio	Portata acqua fredda (l/s)	Portata acqua calda (l/s)
Sezione singola				
	3	Lavabo	0.3	0.3
	3	Vaso a cassetta	0.3	
Ambulatorio				
	1	Lavabo	0.1	0.1
	1	Vaso a cassetta	0.1	
Bagno				
	6	Lavabo	0.6	0.6
	6	Vaso a cassetta	0.6	
Cucina				
	1	Lavabo	0.1	0.1
	1	Vaso a cassetta	0.1	
	2	Lavello da cucina	0.4	0.4
		Lavastoviglie	0.2	
Sala Insegnanti				
	1	Lavabo	0.1	0.1
	1	Vaso a cassetta	0.1	

Si prevede un solo collettore, esclusi quello per l'impianto a pannelli radianti.

Dimensionamento dei tubi dall'apparecchio al collettore dell'acqua calda o fredda:

Materiale: Si scelgono per questo tratto tubi in acciaio inox

Tabella Caleffi: tubi in rame						
φe (mm)	12	14	16	18	20	22
Portata Totale (l/s)	0.2	0.4	0.7	1.0	1.3	1.6

Le singole portate degli apparecchi sono ≤ 0.20 l/s => $\phi_e = 12$ mm

Dimensionamento dei tubi che alimentano ai collettori dalla **singola sezione**

Portata totale acqua fredda per collettore SEZIONE (l/s)	0.6
Portata totale acqua calda per collettore SEZIONE (l/s)	0.3

Materiale: Si scelgono per questo tratto tubi in acciaio inox

Tabella Caleffi: tubi in acciaio inox			
φe (mm)	15	18	22
Portata Totale (l/s)	0.5	0.9	1.4

φe tubo che alimenta il collettore della cucina (acqua fredda) (mm)	18
φe tubo che alimenta il collettore della cucina (acqua calda) (mm)	15

Dimensionamento dei tubi che alimentano ai collettori dall'**ambulatorio**

Portata totale acqua fredda per collettore AMBULATORIO (l/s)	0.2
Portata totale acqua calda per collettore AMBULATORIO (l/s)	0.1

Materiale: Si scelgono per questo tratto tubi in acciaio inox

Tabella Caleffi: tubi in acciaio inox			
φe (mm)	15	18	22
Portata Totale (l/s)	0.5	0.9	1.4

φe tubo che alimenta il collettore dell'ambulatorio (acqua fredda) (mm)	15
φe tubo che alimenta il collettore dell'ambulatorio (acqua calda) (mm)	15

Dimensionamento dei tubi che alimentano ai collettori dal bagno

Portata totale acqua fredda per collettore BAGNO (l/s)	1.2
Portata totale acqua calda per collettore BAGNO (l/s)	0.6

Materiale: Si scelgono per questo tratto tubi in acciaio inox

Tabella Caleffi: tubi in acciaio inox			
φe (mm)	15	18	22
Portata Totale (l/s)	0.5	0.9	1.4

φe tubo che alimenta il collettore del bagno (acqua fredda) (mm)	22
φe tubo che alimenta il collettore del bagno (acqua calda) (mm)	18

Dimensionamento dei tubi che alimentano ai collettori dalla cucina

Portata totale acqua fredda per collettore CUCINA (l/s)	0.8
Portata totale acqua calda per collettore CUCINA (l/s)	0.5

Materiale: Si scelgono per questo tratto tubi in acciaio inox

Tabella Caleffi: tubi in acciaio inox			
φe (mm)	15	18	22
Portata Totale (l/s)	0.5	0.9	1.4

φe tubo che alimenta il collettore della cucina (acqua fredda) (mm)	18
φe tubo che alimenta il collettore della cucina (acqua calda) (mm)	15

Dimensionamento dei tubi che alimentano ai collettori dall'aula insegnanti

Portata totale acqua fredda per collettore AULA INSEGNANTI(l/s)	0.2
Portata totale acqua calda per collettore AULA INSEGNANTI (l/s)	0.1

Materiale: Si scelgono per questo tratto tubi in acciaio inox

Tabella Caleffi: tubi in acciaio inox			
φe (mm)	15	18	22
Portata Totale (l/s)	0.5	0.9	1.4

φe tubo che alimenta il collettore dell'aula insegnanti (acqua fredda) (mm)	15
φe tubo che alimenta il collettore dell'aula insegnanti (acqua calda) (mm)	15

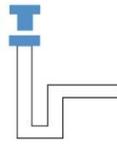
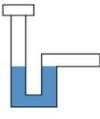
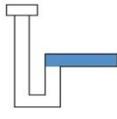
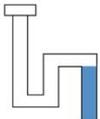
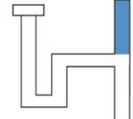
Dimensionamento scarico impianto idrico

Si mostrano in dettaglio i calcoli eseguiti per il dimensionamento delle tubazioni di scarico della scuola materna.

Per progettare e calcolare un impianto di scarico è necessario innanzitutto conoscere i quantitativi massimi di acque scaricabili dai singoli apparecchi. Nella tabella seguente vengono indicati i vari apparecchi presenti all'interno della scuola materna.

Ogni apparecchio presenta un primo tratto di rete di scarico, legato esclusivamente alla sua singola portata d'acqua. Per il dimensionamento dei sifoni dei singoli apparecchi presenti all'interno degli alloggi si è quindi fatto riferimento alle tabelle fornite da "Impianti di scarico" della Geberit.

TIPI DI APPARECCHI IDROSANITARI	UNITA' DI SCARICO DU (l/s)
Lavamani, lavabo	0.5
WC con scarico 5l	2
Lavello da cucina semplice o doppio	0.8
Lavastoviglie domestica	0.8

Intensità di scarico Q	Piletta	Sifone	Cannotto	Scarico *	Ventil. secondaria
					
	1	2	3	4	5
	ø mm "	ø mm	ø mm	ø mm	ø mm
0,2	25 1"	25	32	40	25
0,5/0,6	32 1¼"	32	40	50	25
0,8/1,0	40 1½"	32	50	63	32
1,5	50 2"	40	63	90	32
2,0		80	90	90	40
2,5		90	100	110	40

* Tratto d'allacciamento alla colonna

Dimensionamento dei sifoni per i singoli apparecchi presenti nei singoli vani dell'asilo

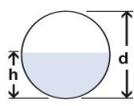
Locali Serviti	Apparecchio	DU (l/s)	Piletta d(mm)	Sifone d(mm)	Canotto d(mm)	Scarico d(mm)	V. sec d(mm)
Sezione singola							
	Lavabo	0.5	32	32	40	50	25
	Vaso a cassetta	2		80	90	90	40
Ambulatorio							
	Lavabo	0.5	32	32	40	50	25
	Vaso a cassetta	2		80	90	90	40
Bagno							
	Lavabo	0.5	32	32	40	50	25
	Vaso a cassetta	2		80	90	90	40
Cucina							
	Lavabo	0.5	32	32	40	50	25
	Vaso a cassetta	2		80	90	90	40
	Lavello da cucina	0.8	40	32	50	63	32
	Lavastoviglie	0.8	40	32	50	63	32
Sala Insegnanti							
	Lavabo	0.5	32	32	40	50	25
	Vaso a cassetta	2		80	90	90	40

Ogni vano con apparecchi che necessitano di allacciamento alla rete di scarico presenta un autonomo collettore di scarico. Per la determinazione del diametro dei collettori si devono sommare le portate dei

PARCO E CITTA': UN PROGETTO PER BISENTRATE

La scuola materna : Giancarlo Marco Spinelli

singoli apparecchi presenti nel locale. La potenza totale Q_t così ottenuta verrà ridotta considerando il coefficiente di contemporaneità di utilizzo per ottenere Q_r (cioè la probabile intensità contemporanea). Per i collettori di diramazione si prevede una pendenza dell'1% e un rapporto $h/d = 0.5$. Per il loro dimensionamento si fa riferimento alla tabella della Geberit.

 $h/d=0,5$	pendenze in %				
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
ϕ mm	portata Q in l/s				
34/40*	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24
44/50*	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48
57/63*	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98
69/75*	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64
83/90**	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44
101/110***	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43

Dimensionamento dei collettori di diramazione

Locali Serviti	Apparecchio	DU (l/s)			
Sezione singola					
	Lavabo	0.5			
	Vaso a cassetta	2	Q_t (l/s)	Q_r (l/s)	ϕ (mm)
Totale			2.5	0.79	83/90
Ambulatorio					
	Lavabo	0.5			
	Vaso a cassetta	2	Q_t (l/s)	Q_r (l/s)	ϕ (mm)
Totale			2.5	0.79	83/90
Bagno					
	Lavabo	0.5			
	Vaso a cassetta	2	Q_t (l/s)	Q_r (l/s)	ϕ (mm)
Totale			2.5	0.79	83/90
Cucina					
	Lavabo	0.5			
	Vaso a cassetta	2	Q_t (l/s)	Q_r (l/s)	ϕ (mm)
Totale			2.5	0.79	83/90
Cucina					
	Lavello da cucina	0.8			
	Lavastoviglie	0.8	Q_t (l/s)	Q_r (l/s)	ϕ (mm)
Totale			1,6	69/75	83/90
Sala insegnanti					
	Lavabo	0.5			
	Vaso a cassetta	2	Q_t (l/s)	Q_r (l/s)	ϕ (mm)
Totale			2.5	0.79	83/90

Impianto solare fotovoltaico

Dotando l'edificio di impianto fotovoltaico, è interessante capire quanto della potenza elettrica richiesta sia coperta da energia rinnovabile e se è quanto si potrebbe guadagnare rivendendo l'energia elettrica prodotta.

La superficie su una superficie orizzontale è composta da una parte di radiazione diretta (raggi solari che colpiscono direttamente la superficie) e una parte di radiazione diffusa (superficie del cielo in ogni direzione). La potenza nominale (potenza massima) di un generatore fotovoltaico non è significativa per l'energia elettrica che può produrre, in quanto dipendente dall'orientamento, dal giorno e dall'anno, dall'ora e dalle condizioni meteo. L'energia elettrica che un impianto fotovoltaico può produrre in un anno, o il numero di ore equivalenti a piena potenza, dipenda da:

- radiazione solare disponibile;
- orientamento ed inclinazione dei moduli;
- rendimento dell'impianto fotovoltaico.

La radiazione solare disponibile, espressa in kW/m^2 , è l'energia ricevuta in un determinato periodo di tempo dalla stessa unità di superficie. La potenza elettrica, in kW, di un impianto dipende soprattutto dall'irraggiamento solare, ovvero la potenza ricevuta dall'unità di superficie (kW/m^2), mentre l'energia elettrica (kWh) prodotta, in un certo periodo di tempo, dipenda dalla radiazione solare disponibile in quel periodo. I valori di radiazione solare media annua in Italia, si possono desumere dalla UNI 10349 in cui vengono riportate in tabella la radiazione solare giornaliera (media per ogni mese) diretta e diffusa, sul piano orizzontale.

L'installazione dei moduli deve tener conto dell'ombreggiamento che si ha su ogni pannello, in modo che le ombre della copertura e dei moduli stessi non generino ombre. I moduli sono montati su un piano orizzontale, inclinati su file parallele, occorre quindi distanziare le file per minimizzare l'ombra che ogni fila genera sulla successiva.

La scelta della potenza nominale del campo fotovoltaico dipende dalla destinazione dell'impianto, dalle risorse economiche e dallo spazio disponibile. Lo spazio disponibile per l'installazione dei moduli è un parametro fondamentale per la scelta della potenza dell'impianto.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche del pannello fotovoltaico scelto.

Tipo di pannello	Silicio Amorfo
Potenza di picco [W_p]	136
Numero celle	22
Superficie pannello [m^2]	2.16
Tensione nominale [V]	33
Coefficiente di temperatura potenza [%/°C]	-0,21
Temperatura operativa della cella [°C]	25 (± 2)
Rendimento [%]	10
Massima diminuzione rendimento	92% su 10 anni 84% su 20 anni

Le condizioni di installazione sono:

Tipo di pannello	Silicio Policristallino
Inclinazione pannelli rispetto orizzontale [%]	3
Angolo azimutale [°]	0
Valore di albedo del terreno	0.13
Coefficiente di sfruttamento	2.5
Superficie lorda pannellata	222.78

I pannelli in Silicio Amorfo vengono posizionati sulla copertura piana con esposizione a sud e una percentuale di pendenza del 3%; percentuale che permette il deflusso delle eventuali acque piovane sul pannello.

La potenza dell'impianto determina il numero di moduli necessari, a pari potenza del modulo. La scelta della tensione dell'impianto individua il numero di moduli.

Per il calcolo dell'impianto solare fotovoltaico, ci si è basati dell'allegato 3 del DLgs 28/11(commo 1) ovvero degli obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti riportato di seguito qui sotto:

1. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- il 20% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 mag. 2012 al 31 dic. 2013;
- il 35% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gen. 2014 al 31 dic. 2016;
- il 50% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gen. 2017.

2. Gli obblighi di cui al comma1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

3. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in KW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = 1/K * S$$

Dove: S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m²

K è un coefficiente (m²/kW) che assume i seguenti valori:

- K = 80 quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 mag. 2012 al 31 dic. 2013;
- K = 65 quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gen. 2014 al 31 dic. 2016;
- K = 50 quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gen. 2017.

4. In caso di utilizzo di pannelli solari termici o fotovoltaici disposti sui tetti degli edifici, i predetti componenti devono essere aderenti o integrati nei tetti medesimi, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda.

In base a quanto riportato dalla legge, si è proceduto a calcolare il numero dei pannelli fotovoltaici:

$$P = 1/K * S = 1/65 * 568.24 = 8.74 \text{ KW}$$

$$= 8.74 \text{ KW} / 136 (\text{Potenza di picco}) * 1000 = 53.6 \approx 54 \text{ pannelli (sufficienti per legge)}$$

Certificazione energetica

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 se la certificazione è redatta per una nuova costruzione o a seguito di un intervento migliorativo effettuato sull'esistente, l'anno di realizzazione e il numero di piani climatizzati.

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 di default sulla modalità puntuale, come previsto dalla normativa.

Energia netta

The screenshot shows the 'Energia Netta' section of a software interface. At the top, there are tabs for 'Dati generali e climatici', 'Energia Netta', 'Energia Primaria', and 'Indicatori'. Below these are icons for various building components. The main area displays a table of 'Elementi disperdenti' (dispersing elements) with columns for 'Superficie', 'Elemento', 'Tipo', 'Cod.', 'Quantità', 'Esp.', 'Sup. [m²]', 'U [W/m²K]', 'Fpt', 'Uc [W/m²K]', 'Ft', and 'Ht [W/K]'. The table lists 15 items, including external walls, roofs, and transparent elements. A sidebar on the right contains a 'LOGIN' section and a 'Subaltermi' section with a tree view showing '1' and 'Z1'. The bottom of the interface features the 'CENED' logo and the text 'Certificazione ENergica degli Edifici' and 'CESTEC'.

Superficie	Elemento	Tipo	Cod.	Quantità	Esp.	Sup. [m²]	U [W/m²K]	Fpt	Uc [W/m²K]	Ft	Ht [W/K]
1	3	Parete Esterna	SST3	1	E	13.410	0.250		0.233	1.000	3.129
2	3	Parete Esterna	SST3	1	S	10.620	0.250		0.233	1.000	2.478
3	7	Copertura	SST7	1		17.750	0.221		0.410	0.450	3.277
4	6	Copertura	SST6	1	H	17.750	0.276		0.276	1.000	4.899
5	10 - 10	Elemento trasparente		1	S	2.100	0.780			1.000	1.639
6	3	Parete Esterna	SST3	1	E	9.150	0.250		0.250	1.000	2.288
7	7	Copertura	SST7	1		11.620	0.221		0.510	0.450	2.668
8	6	Copertura	SST6	1	H	11.620	0.276		0.276	1.000	3.207
9	13	Elemento trasparente		1	H	1.000	1.400			1.000	1.400
10	3	Parete Esterna	SST3	1	NE	15.210	0.250		0.233	1.000	3.549
11	1	Parete Esterna	SST1	1	N	14.940	0.261		0.244	1.000	3.650
12	7	Copertura	SST7	1		20.010	0.221		0.389	0.450	3.502
13	6	Copertura	SST6	1	H	20.010	0.276		0.276	1.000	5.523
14	13	Elemento trasparente		1	H	1.000	1.400			1.000	1.400
15	3	Parete Esterna	SST3	1	N	24.180	0.250		0.233	1.000	5.642
16	1	Parete Esterna	SST1	1	SO	10.620	0.260		0.233	1.000	2.478

La seconda macrosezione del programma è quella che si occupa **dell'energia netta**, in sintesi delle dispersioni dell'involucro edilizio.

In prima battuta vengono richieste informazioni di maggiore dettaglio sulle caratteristiche dimensionali dell'immobile, superfici e volumi complessivi (schermata **dati zona termica**), e dati relativi alla ventilazione; come dato di default si inserisce il valore 0.5 ricambi ora. (Solo impianto pannelli radianti).

Si dovranno di seguito inserire 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.

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, il programma richiede la trasmittanza termica della struttura nel complesso, quella specifica del serramento e la superficie.

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.

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

Cod.	Descrizione	Utilizzo	E	A	D	S
1	risc	1				
2	laca	4				

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.

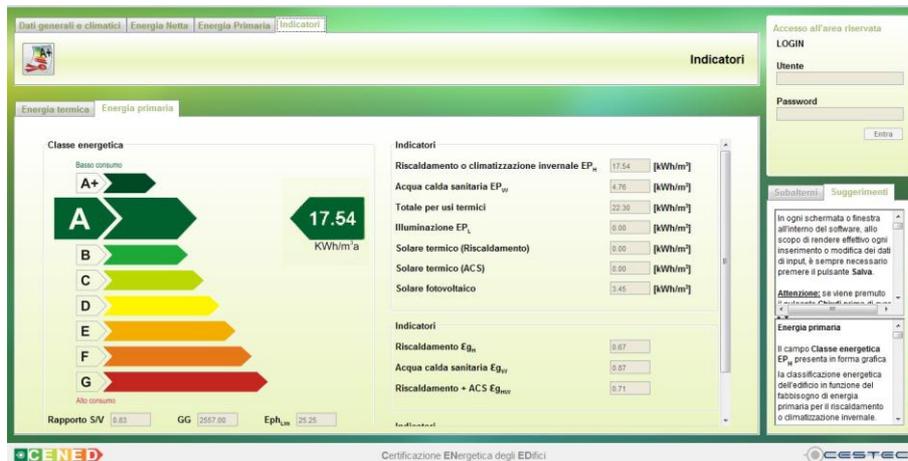
Il sottosistema di emissione scelto per il progetto è quello dei pannelli radianti a pavimento. Molti parametri sono forniti direttamente dal programma senza necessità di reperirli da scheda tecnica. Sulla base della data di realizzazione dell'impianto, il programma applicherà infatti i valori di dispersione 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 di teleriscaldamento, si potrebbe andare in deroga alla normativa. I pannelli fotovoltaici che producono corrente elettrica da usare direttamente per l'edificio o in parte vendibile sulla base di quanto previsto dal Conto Energia, sono presenti come pannelli vetro-vetro.

Indicatori



Giunti al termine della compilazione si può quindi lanciare l'elaborazione dei dati per ottenere i due indicatori, il primo relativo all'energia primaria, per il quale è richiesta, nel caso di nuova costruzione, l'indicatore in **classe A**. Per l'energia termica, per la scuola materna la climatizzazione estiva viene in **classe G** ma, come detto sopra, l'asilo non viene utilizzato nel periodo estivo.

12. BIBLIOGRAFIA

12.01. La Storia

- AA.VV. (1994) Le antiche corti lombarde, Diakronia
- Boriani M. Cazzani A. (1993) Strade storiche, Guerini
- Balestrini R. (2000) La terra e la fede, Comune di Pozzuolo Martesana

12.02. L'analisi urbana

- Documento di Piano del Comune di Pozzuolo Martesana
- Piano delle regole del Comune di Pozzuolo Martesana
- L.R. 1/2005 – Norme per il governo del territorio

12.03. La Composizione

- Gisotti G. (2008) Le cave: recupero e pianificazione ambientale, Flaccovio
- Malara E. May A. (1992) Recupero delle cave dismesse: valutazione delle suscettività ambientali e delle potenzialità di riuso, Irer
- Capriolo L. (1983) Il ripristino ambientale per cave e miniere, Regione Lombardia
- Cambi Di Cristina Steiner (1989) Tipologie residenziali a schiera, BE-MA
- Cambi Di Sivo Steiner (1987) Tipologie residenziali in linea, BE-MA
- Peters P. (1979) Edifici e complessi residenziali, BE-MA
- Finke W. (1981) Edifici a corte, BE-MA
- Cambi Di Cristina Steiner (1992) Tipologie residenziali con patio, BE-MA
- Purini F. (2000) Comporre l'architettura, La Terza
- Orun Nielsen (1996) Dwelling at home in community, Danish Architectural
- Chiaia Schionti (1979) L'alternativa tipologica, Dedalo
- Chermayeff Tzonis (1971) La forma dell'ambiente collettivo, Il Saggiatore
- Il lago come risorsa (tesi laurea di Cari Valentina Relatore G. Beltrame)

12.04. La Costruzione

- Croce S. Poli T. (2007) Case a basso consumo energetico, Il Sole 24 Ore
- Faroldi E. (2003) Metodo e modello, Libreria Clup

12.05. Il Comportamento Strutturale

- Salvadori M. (2010) Perché gli edifici stanno in piedi, Strumenti Bompiani
- Schodek D. (2004) Strutture, Patron Editore
- Norme Tecniche per l'Edilizia 2008
- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008
- Ordinanza OPCM 3274/2004
- Testo Unico 2005 e Testo Unico 2008
- Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo armato
- Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio
- Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture di legno
- Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura
- Normativa per il dimensionamento degli elementi lignei
- Ballio G. Bernuzzi C. (2004) Progettare costruzioni in acciaio: normativa europea, stati limite, sagomario, software per il calcolo, Hoepli

12.06. Le dotazioni Impiantistiche

- Regione Lombardia, Manuale Cened
- UNI EN 12831:2006 - Impianti di riscaldamento negli edifici
- UNI EN ISO 7730:1997
- UNI/TS 11300 - Prestazione energetica degli edifici

13. RIDUZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA 01.	L'ANALISI URBANA: STATO DI FATTO (1:5000)
TAVOLA 02.	L'ANALISI URBANA: IL PROGETTO (1:5000)
TAVOLA 03.	IL PLANIVOLUMETRICO (1:1000)
TAVOLA 04.	L'INSEDIAMENTO URBANO (1:500)
TAVOLA 05.	LA QUALITA' AMBIENTALE
TAVOLA 06.	L'ISOLATO (1:200)
TAVOLA 07.	L'ISOLATO (1:200)
TAVOLA 08.	LA SCUOLA MATERNA: LA COMPOSIZIONE (1:100)
TAVOLA 09.	LA SCUOLA MATERNA: LA COMPOSIZIONE (1:100)
TAVOLA 10.	LA SCUOLA MATERNA: LA COSTRUZIONE (1:20)
TAVOLA 11.	LA SCUOLA MATERNA: IL COMPORTAMENTO STRUTTURALE (1:100)
TAVOLA 12.	LA SCUOLA MATERNA: LE DOTAZIONI IMPIANTISTICHE