

  **AGRO 2 BE**



POLITECNICO MILANO 1863

Scuola di Architettura Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni
Corso di laurea in Ingegneria Edile - Architettura
Anno accademico 2017 - 2018

Rigenerazione del quadrante sud di Brescia attraverso la progettazione di un polo per la conoscenza, la diffusione e lo sviluppo della cultura agroalimentare.

Autrici:

Maria Laura Vasina 793609

Silvia Volpe 793525

Relatore:

Prof. Graziano Salvalai

Correlatore:

Arch. Mariachiara Bonetti

“La bellezza naturale del nostro Paese non è merito nostro. Ciò che può essere merito nostro è migliorare le periferie, che sono la parte fragile della città e che possono diventare belle”

Periferie, Diario del rammendo delle nostre città, R.Piano

ABSTRACT

Agro 2 Be faces the renewal of a wide industrial area, located in the south-West side of Brescia, through developing a hub for agricultural innovation

The design started from the knowledge of Brescia city and in particular with the area's story. The area, its buildings and infrastructure take its points of departure in a visionary master development plan which involves most of the nearby buildings with a relevant role in the regeneration.

Because of the area's scale, nearly 350 000 m², in order to develop a masterplan it was necessary to collaborate with other different groups of thesis, each one of which has been given with a portion of the main area: the Ex Magazzini Generali area on the east side of Dalmazia road, the Pietra Curva area, Maritan Borgato area located in the West side of the same road, the Ex Pipe Manufacturer building and the F.S. Logistic Interpole both located in the middle but lasting till Chiesanuova Road.

Volumes had been designed on the building sediment and were developed following a process of functional definition and volumetric composition. The main functions are the new Faculty of Agriculture, the Enology museum and the Agriculture Laboratories for industrial research and innovation. The latter are chosen as focus of this thesis, consisting in the requalification of the Ex Pipe Manufacturer building inside which we designed volumes that can host several Laboratories with their necessary services and which create within each other new common areas to increase the comfort in the workplace. The project has been developed and analyzed in all its different aspects: architectural, technological, structural and energetic. All these phases are described in a consequential temporal zoom.

The handling conditions under the existing structure were taken into account as binding for the construction site. The volumes that host the laboratories and their offices in fact must be realized under steel trusses that reach a minimum height of 6 m.

The use of wood makes it possible to create light elements that require tight construction times. The design conditions have been evaluated and verified through a series of preliminary and non-preliminary analyzes, aimed at defining the energy functioning of the buffer space and the new volumes within it. In particular, the thermal conditions within this space, the visual comfort ones and the design of the technical elements of the internal volumes were studied in detail. The use of dry-layered prefabrication for the load-bearing parts of the wood-paneled structure is tackled at a technological, structural and constructive level. The design of the new skin systems applied to the regenerated portion of the pipe manufacture were designed starting from assumptions about the state of the existing structure, due to the lack of specific data.

Il progetto *Agro 2 Be* affronta la riqualificazione di una vasta area industriale dismessa, posizionata nel quadrante sud-ovest del tessuto urbano di Brescia, tramite la realizzazione di un Polo Agroalimentare.

Il percorso di progettazione è iniziato dalla conoscenza dell'area e della città di Brescia. Le fasi di ricerca ed analisi e definizione del masterplan è stata condotta a scala urbana. Il focus di tesi si concentra sulla progettazione dei Laboratori di ricerca Agroalimentare, sviluppato nei suoi diversi aspetti: architettonico, tecnologico, strutturale ed energetico. Le diverse fasi si susseguono in uno zoom temporale consequenziale. Le dimensioni dell'area di intervento di circa 350 000 m² ha reso necessaria la collaborazione di diversi gruppi di lavoro, divisi sulle diverse aree del masterplan comune: l'area degli ex Magazzini Generali a est di via Dalmazia, l'area della Pietra curva e Maritan Borgato a ovest della stessa, e l'area di Pietra Tubificio e F.S. Logistica che si estendono fino a via chiesanuova.

Il progetto architettonico dei volumi sul sedime del tubificio è stato sviluppato seguendo un processo di definizione funzionale e di composizione volumetrica. Le funzioni principali sono la nuova facoltà di agraria, il museo di enologie ed i laboratori di ricerca agroalimentare. Questi ultimi vengono scelti come focus di tesi: la progettazione di volumi dedicati ai laboratori, all'interno di una porzione di struttura del tubificio, recuperata e rifunzionalizzata. Le condizioni di movimentazione sotto la struttura esistente sono state tenute in considerazione poichè vincolanti per il caniere. I volumi che ospitano i laboratori e i loro uffici vengono infatti realizzati sotto travi reticolari in acciaio che raggiungono un'altezza minima di 6 m.

L'uso del legno consente di realizzare elementi leggeri che necessitano tempi di cantiere ristretti. Le condizioni progettuali, sono state valutate e verificate tramite una serie di analisi preliminari e non, finalizzate alla definizione del funzionamento energetico dello spazio buffer e dei nuovi volumi al suo interno. Sono state approfondite in particolare le condizioni termiche all'interno di questo spazio, quelle di comfort visivo e la progettazione degli elementi tecnici dei volumi interni. L'uso della prefabbricazione stratificata a secco per le parti portanti della struttura a pannelli lignei, viene affrontata a livello tecnologico, strutturale e di dettaglio costruttivo. La progettazione dei sistemi di involucro applicati al volume recuperato è stata effettuata a partire da delle ipotesi sullo stato della struttura esistente, a causa della mancanza di dati specifici.

SOMMARIO

Indice

BRESCIA	19
Storia della città	21
Le origini	21
Dall'epoca dei comuni alla Repubblica veneta	23
Dalla dominazione straniera al Regno d'Italia	23
Il fascismo	25
I bombardamenti e la ricostruzione	28
AREA DI INTERVENTO	33
L'area della Pietra	35
Le vicende industriali dell'area	36
La nascita della SETA	38
L'area ex-Pietra nel PGT	41
Ambiti della produzione	44
B 2.1 - F.S.Logistica	45
B 2.2. - Pietra Tubificio	48
Ambiti della rigenerazione urbana	50
C3.1 – <i>Maritan Borgato</i>	52
C3.2 – <i>Pietra curva</i>	53
*art. 46 NTA: dotazione di qualità aggiuntiva	53
Attualità	55
Finsibi SpA: progetto per un World Trade Center	55
NAU: riqualifica dell'area ex Magazzini Generali	56
Progetto BresciaNuova	57
Eco-industrial park	58
MAB: Mercato Agroalimentare Bresciano	58
Finanziamenti europei	59
Nuova Università di Agraria	60
Progetti di risanamento del terreno	61
RILIEVO	65
Archeologia industriale	67
L'archeologia industriale a Brescia	68
Riferimenti progettuali	69
Area ex Falck: la città della Salute	69
Winterthurer Bibliothek	73
Il tubificio	74
La planimetria	74
I prospetti	75
Le sezioni	78

AREA DI PROGETTO	81
Perchè Agro?	83
Funzioni principali e indotte	86
Svago	86
Servizi	87
Lavoro	88
Pieni	89
Demolizioni	89
Archeologia	89
Assi	90
Le colline	91
Il masterplan	92
Il progetto architettonico	95
Vuoti	104
Gli spazi pubblici	105
I campi coltivati	106
La viabilità	110
Stakeholders	112
Oggi	112
Domani	113
ARCHITETTURA	117
Centri di ricerca e diffusione	119
VEGA - Venezia	119
CIRI Agroalimentare - Cesena	120
Agro - Food LAB - Brescia	121
CAAB: F.I.CO - Bologna	122
Concept	124
Il progetto architettonico	133
Le piante	133
Prospetti	137
Sezioni	142
ENERGETICO	145
Spazio buffer: analisi termiche	147
Illuminotecnica	149
Modellazione	150
Parametri di riferimento	151
Lo spazio buffer	152
Progettazione del volume tipo	154
Progettazione	157

Schematic Design	160
Strategie estive	160
Strategie invernali	161
Strategie mezze stagioni	161
Schema impiantistico	162
TECNOLOGIA	167
Materiali ieri	169
Argilla	169
Pietra	169
Legno	169
Materiali oggi	170
Legno	170
Ferro	171
Cemento	173
Sistemi modulari	174
Sistemi strutturali per grandi luci	175
Mega strutture	175
Prefabbricazione industriale	175
Strutture aperte	176
Tecnologia prefabbricata a secco	177
Progettazione	179
Alternative progettuali	185
Progettazione igrotermica	186
Condizioni climatiche interne	186
Il rischio di formazione di muffa	186
Il rischio di condensazione interstiziale	186
Principi progettuali	187
PAN 7.0.2.5 - suite ANIT	188
Stratigrafie: alternative	190
C.V. 01	190
C.V. 02	197
C.V. 03	202
C.V. 04	207
C.V. 05	213
Progettazione in ambiente esterno	218
Rilevanza delle caratteristiche della barriera al vapore	221
Abachi di progetto	224
C.O. 01: Copertura piana	224
C.O. 02: Solaio rialzato	225
C.V. 01: Chiusura verticale	225
Serramenti	226
Corridoi in policarbonato	227

Interventi sull'esistente	228
P.E.O. Pavimentazione tubificio	228
P.E.O. 01: Copertura in pannelli sandwich	229
Lucernari in policarbonato	231
STRUTTURA	233
Analisi dei carichi	235
Carichi permanenti strutturali	236
Carichi permanenti non strutturali	236
Carichi variabili: affollamento	237
Carichi variabili: neve	239
Carichi variabili: vento	240
Carico variabile: sisma	247
Combinazioni di carico	259
Formule di combinazione	260
Coefficienti di combinazione	261
Coefficienti parziali di sicurezza	261
Combinazioni di progetto	262
Struttura esistente	263
Struttura in legno	265
Verifiche del solaio	267
Verifica della copertura	275
DETTAGLI COSTRUTTIVI	283
Sistemi di facciata	285
Prospetto nord	286
Prospetto Sud	290
Prospetto Ovest	294
Prospetto Est	298
ERGOTECNICA	303
Logiche di cantiere	305
Vincoli	305
Movimentazioni	305
Fasi di montaggio	306
Capitolato: posa e fissaggio	308

sviluppo storico e caratteristiche della città

1

BRESCIA

Storia della città

La città di Brescia, posizionata a metà dell'asse viario est-ovest del nord Italia, al limite tra la pianura Padana e la parte collinare delle Prealpi, è un capoluogo italiano che conta 196 696 abitanti come città, seconda in Lombardia solo a Milano, e circa 672 822 abitanti come agglomerato metropolitano. La provincia, sesta in Italia come popolazione, comprende al suo interno 205 comuni e si estende su 4786 km².

Lo sviluppo storico e urbanistico della città si può sintetizzare in tre fasi: la creazione dell'odierno centro storico, l'espansione oltre le mura dovuto alla crescita della periferia urbana, lo sviluppo della città contemporanea.

Le origini

La nascita della colonia romana col nome di Brixia (dal celtico *Bric* o *Briga* che significa "monte", "altura") avvenne nel 27 a.C., ma il monte Cidneo, sul quale ancora oggi sorge il Castello, era stato abitato dalle popolazioni liguri, etrusche e poi celtiche fin dall'Età del Bronzo.

Con la calata dei Longobardi nel VI sec. d.C., la città divenne capitale di uno dei ducati, in particolare sotto il regno di Re Desiderio ricordato per la costruzione nel 753 d.C. del monastero benedettino femminile di San Salvatore nel centro cittadino, che diventerà poi di Santa Giulia e che ospita oggi il Museo della città dall'età preistorica ad oggi, su un'area espositiva di circa 14000 m².



Figura 1.1 - Stemma della città- 1925

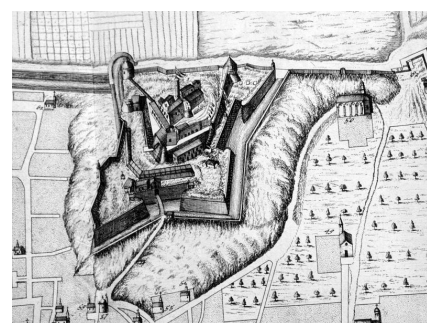


Figura 1.2 - Il castello di Brescia- 1660

Figura 1.3 - Vista della città dal castello





Dall'epoca dei comuni alla Repubblica veneta

Dopo l'epoca feudale, Brescia si schierò prima a fianco di Milano e successivamente con Bergamo, Cremona e Mantova nella lotta per l'indipendenza dei comuni, che sfociò, con la battaglia di Legnano, nella formazione della Seconda Lega Lombarda.

Per fuggire dal pressante dominio Visconteo, nel 1426 passò sotto la Repubblica di Venezia, dove rimase fino al 1797, conoscendo, dopo la pace di Lodi del 1454 che mise fine ai conflitti con Milano, un periodo di particolare prosperità artistica ed architettonica che arricchì la città di numerose opere. Nel 1797, in seguito alla crisi della Repubblica Veneta, Brescia si affrancò da essa diventando una repubblica indipendente.



Figura 1. 6 - Piazza della Loggia, Domenico Carboni- 1754

Dalla dominazione straniera al Regno d'Italia

La libertà della città, persa nuovamente durante la dominazione francese ed austriaca, venne rivendicata eroicamente con le famose dieci giornate di Brescia, un assedio da parte della città al Castello che durò dal 23 marzo al 1 aprile del 1849. La liberazione dagli austriaci avvenne tuttavia solo dieci anni dopo, con la discesa di Napoleone III, alleato di Vittorio Emanuele II di Savoia e con la firma della pace di Zurigo, che sancì il passaggio della Lombardia sotto il controllo Piemontese, primo passo verso la nascita del Regno d'Italia.

Negli ultimi trent'anni dell'800, la crescita demografica portò da una popolazione di 35 000 abitanti a circa il doppio, con la conseguente necessità di un forte riassetto urbano. Il Piano Regolatore del 1887, il primo dopo il 1237, prevedeva, oltre al parziale rifacimento del centro antico, l'ampliamento della città eliminando la cinta muraria; i terreni agricoli diventavano edificabili e distinti per destinazione d'uso tra industriale, commerciale, condomini e ville con giardini, mentre i terreni urbani ricostruiti aumentavano di valore. La durata ventennale del Piano di Ampliamento consentì la quasi totalità degli interventi a carattere edilizio ed industriale, portando alla nascita della città moderna, in ogni suo aspetto e problematica. L'assetto che ne conseguì vide a sud gli edifici commerciali e direzionali, a ovest le industrie e le case operaie, a nord gli edifici a carattere commerciale e a est le ville residenziali per il ceto impiegatizio e le piccole ville con giardino. I grandi viali cittadini si distinguevano per la presenza di negozi al piano terreno e uffici o appartamenti in affitto ai piani superiori; nel tessuto urbano venne inserita la tipologia dell'edificio a torre, prima totalmente assente. La crescita verticale diventò elemento simbolo dello sviluppo sia nell'edilizia residenziale che in quella indu-

Nella pagina precedente, dall'alto in basso:

Figura 1. 4 - Museo di Santa Giulia

Figura 1. 5 - Torrione del castello

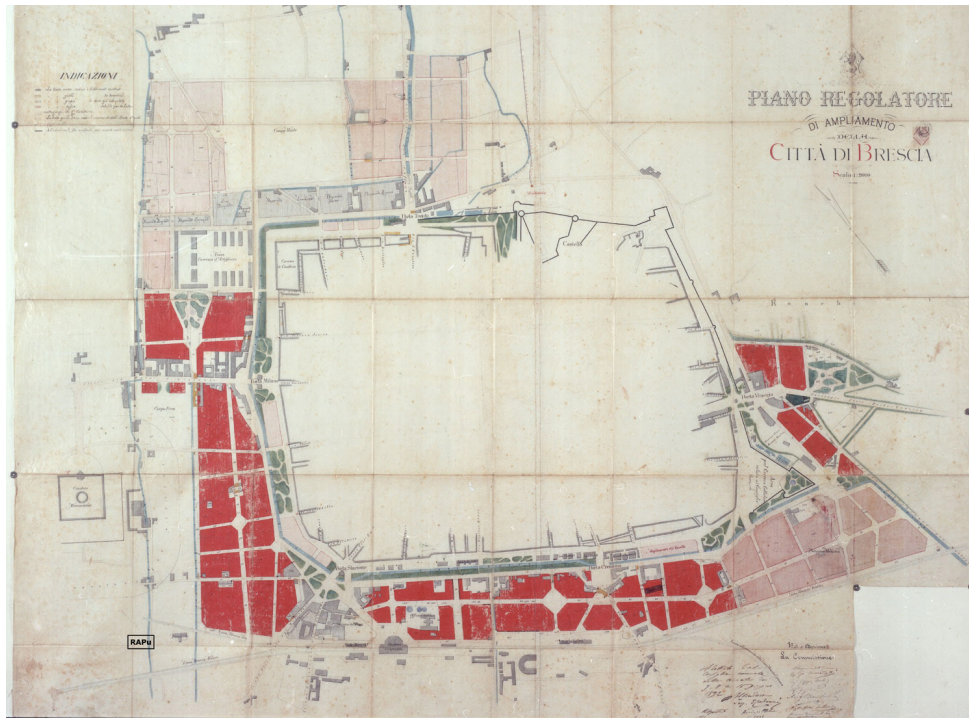


Figura 1.7 - Piano di ampliamento- 1898

striale con la costruzione di alte ciminiere, elemento funzionale e rappresentativo dell'attività. La nascita della città industriale iniziò infatti alla fine del XVI secolo e continuò con l'inizio di quello successivo, in particolare nel settore siderurgico, tessile, alimentare ed edilizio. La prima guerra mondiale portò allo sviluppo del settore bellico, in un contesto predisposto, con conseguente periodo di crisi dello stesso alla fine del conflitto, al quale seguì la riconversione e un ulteriore sviluppo.

Figura 1.8 - Piano di ampliamento- 1925



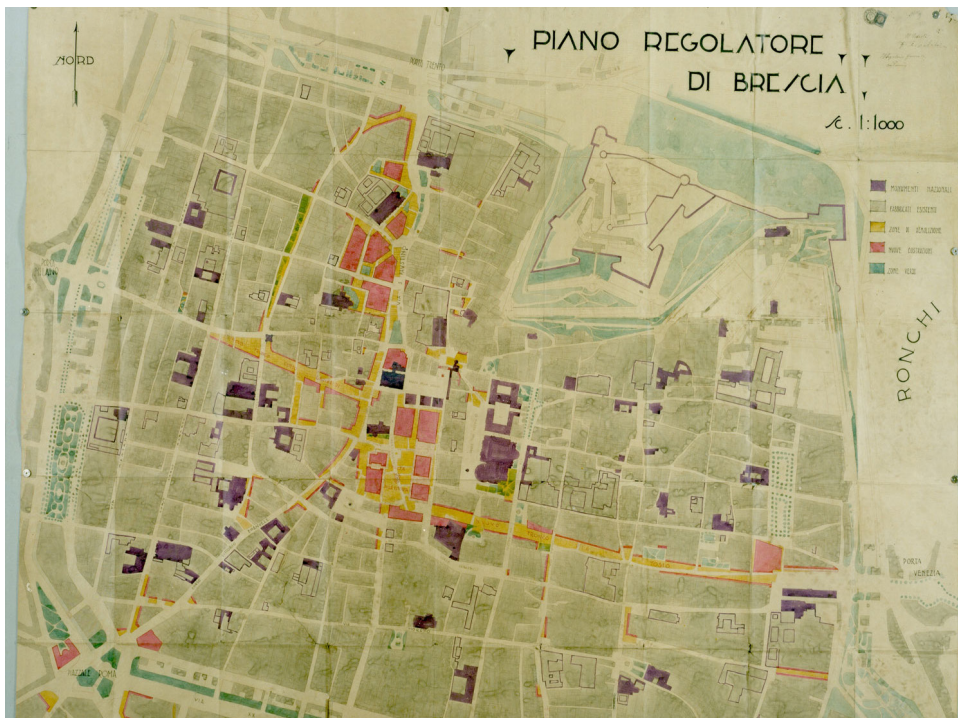


Figura 1.9 - Piano Regolatore, Piacentini- 1929

Il fascismo

Una fase storica fondamentale per l'assetto odierno fu il periodo fascista che, come nel resto d'Italia, ha lasciato un'impronta eterna sul volto delle principali città, attraverso la costruzione di edifici monumentali, tutti caratterizzati da uno stile architettonico proprio, quello del regime, caratterizzato dalla monumentalità, fredda ed essenziale, come chiaro elemento di propaganda. Gli interventi di de-

Figura 1.10 - Sventramento del centro storico





Figura 1. 11 - Piazza della Vittoria, foto storica

molizione e ricostruzione all'interno del centro storico cambiarono notevolmente il suo assetto, dando vita agli assi viari principali incentrati su Piazza Vittoria, che tutt'oggi costituiscono il fulcro della città. Tale intervento, avviato nel 1927 con la riforma del Piano Regolatore su progetto dell'architetto e urbanista Marcello Piacentini approvato nel '29, prevedeva lo sventramento dell'antico quartiere medievale delle Pescherie, dei resti della *curia ducis* e della chiesetta di S. Ambrogio, per dotare la città di un nuovo centro civico che si contrapponesse a quello religioso, ma ebbe anche l'effetto di migliorare la salubrità e la sicurezza di un impianto troppo articolato e denso, caratterizzato da strade e vicoli angusti.

A questi benefici si contrappongono i punti di conflitto tra i piani di inizio secolo e gli interventi voluti dal regime che, seppur di notevole rilevanza, come la costruzione dell'ospedale Civile di Brescia, risultano essere puntuali e sconnessi, incentrati solo sulla loro finalità di propaganda politica.

Figura 1. 12 - Ospedale civile, foto storica



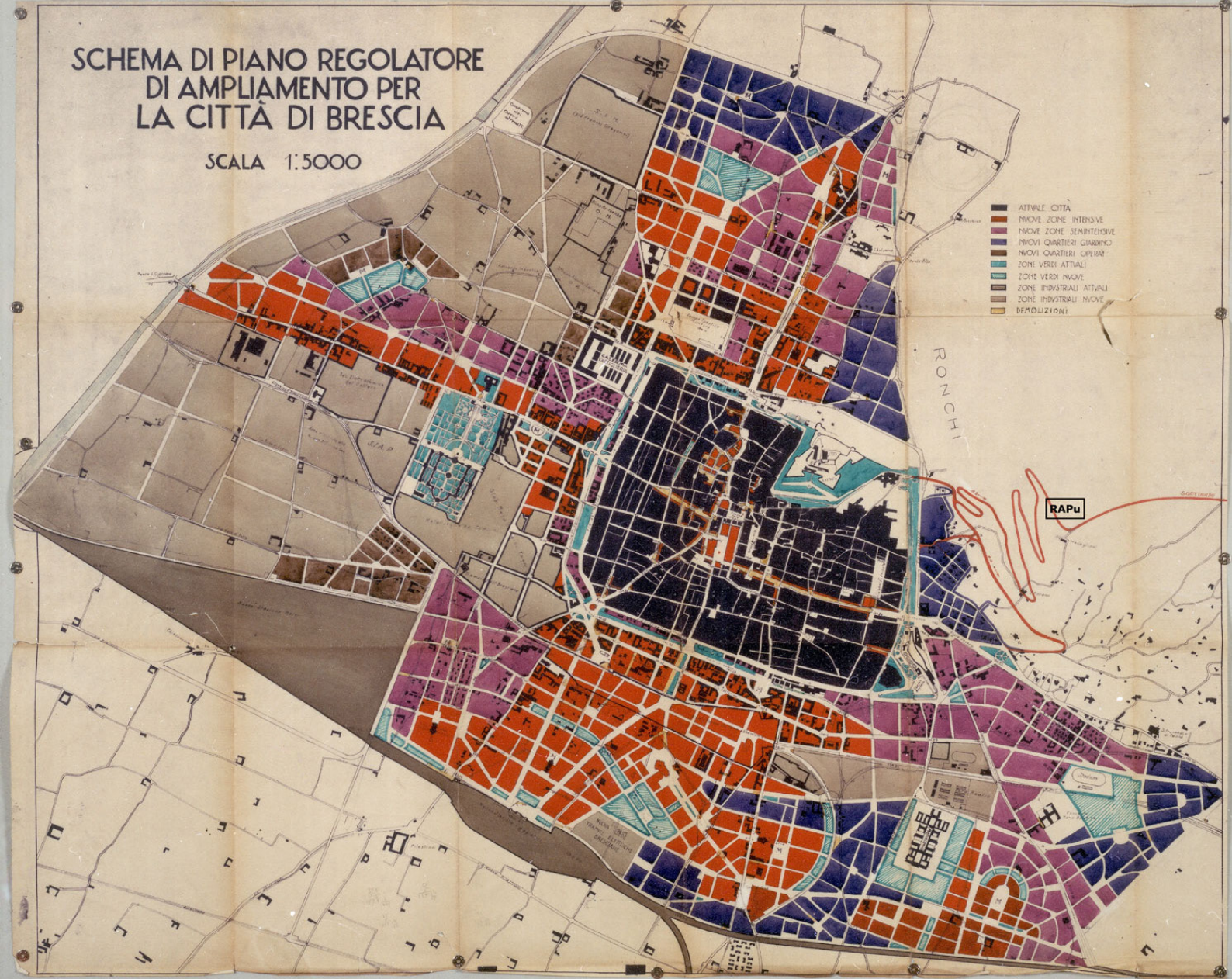
Nella pagina successiva, dall'alto in basso:

Figura 1. 13 - Piano di ampliamento, Prati- 1930

Figura 1. 14 - Piano Regolatore- 1941

SCHEMA DI PIANO REGOLATORE DI AMPLIAMENTO PER LA CITTÀ DI BRESCIA

SCALA 1:5000



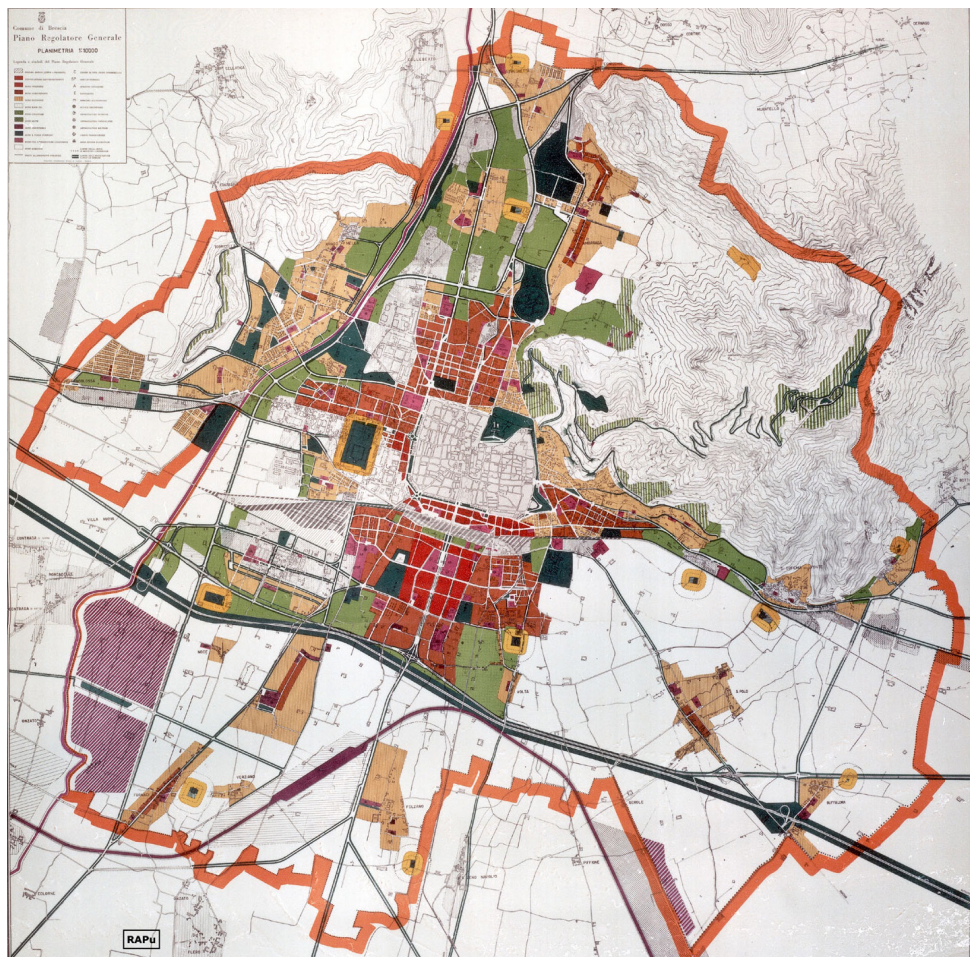
I bombardamenti e la ricostruzione

Durante la seconda guerra mondiale, Brescia venne drasticamente distrutta dai bombardamenti che colpirono in particolare il centro e la zona intorno alla ferrovia. Il bilancio finale dei danni ammontava a 135 fabbricati distrutti, 615 gravemente danneggiati e 1336 lievemente danneggiati; i vani totali colpiti furono 35198 pari al 35,2% del totale, dato per cui Brescia, secondo il D.M. 18 luglio 1946, poté usufruire dei benefici e delle agevolazioni economiche per la ricostruzione. Questo incentivo, unito alla crescita demografica ed all'ulteriore sviluppo industriale a seguito della riconversione della produzione, porta ad un'intensa crescita urbana caratterizzata tuttavia da qualità ambientali peggiori a causa della scarsa attenzione agli aspetti civili e culturali della gestione del territorio, come per esempio la mancanza di spazi per attrezzature pubbliche.

Lo schema urbanistico della città di Brescia dal 1941 al 1960 prevede lo sviluppo su tutto il territorio di una serie di quartieri distanziati tra loro con una propria organizzazione che fatto capo al comune della città. Vengono sviluppati numerosi progetti di edilizia popolare per far fronte al problema delle numerose famiglie rimaste senza abitazione in seguito ai danneggiamenti bellici, ma anche alla crescita demografica successiva e alla progressiva migrazione dalle campagne. L'anello del centro storico viene lasciato intatto e considerato tessuto consolidato, ma dal primo anello di periferia si vedono crescere blocchi compatti che si sviluppano in verticale. Il nuovo Piano Regolatore, conforme alla legge del 1942, riguardante l'intero territorio comunale viene adottato nel 1954 ma è respinto dal Consiglio Superiore dei lavori pubblici nel 1958.

Un nuovo progetto, considerato peggiore del precedente, viene approvato nel 1961 e rimane in vigore fino al 1968; prevede la nascita di un centro direziona-

Figura 1. 15 - Piano Regolatore, Morini- 1961



le, denominato "Brescia 2", a sud della ferrovia, definito da un Piano Particolareggiato adottato nel 1964, che risulterà presto sovradimensionato ed oggetto di successive modifiche. Nel 1965 viene redatto un Piano di edilizia economica popolare che, concentrato nella zona di S. Polo, nella zona periferica di sud-est, completato nel 1967; tale progetto prevede la realizzazione di tre tipi di alloggi: 55% case a schiera individuali con giardino, 25 % case a spina formate da due file sovrapposte di schiere con un percorso sopraelevato al secondo piano, 20% case alte con disimpegni verticali, enormi parallelepipedi di cemento colorati coi colori dell'arcobaleno, che richiamano l'idea della nave dei progetti di Le Corbusier.

Gli anni '80 vedono la nascita di "Brescia 2", un quartiere costituito da sedi di banche, società per azioni, centri di lavoro, sedi amministrative e commerciali. A differenza dei precedenti, pur consolidando la tipologia a torre, si distinguono per l'uso della nuova tecnologia, delle facciate vetrate, senza limiti di edificabilità; il quartiere direzionale viene collegato alla città storica tramite la costruzione del ponte Kennedy che scavalca la ferrovia in direzione nord-sud. La faccia della città contemporanea è quindi fatta di torri di vetro, parcheggi e spazi limitati adibiti a verde pubblico.

Il Piano Regolatore Generale del 2002-2004 è il primo tentativo effettivo di riconfigurazione del territorio.



Figura 1. 16 - Torre Tintoretto- 1970

Nella pagina successiva, dall'alto in basso:

Figura 17 - Quartiere Brescia 2- 1980

Figura 18 - Ponte Kennedy- 2000



inquadramento territoriale e storia della Pietra

2

**AREA DI
INTERVENTO**

L'area della Pietra

L'area oggetto di studio si colloca nel quadrante sud-ovest della città, raggiungibile dal centro storico con diverse linee di autobus, ma anche a piedi, con una tempestica di 15 minuti. La vicinanza agli svincoli autostradali di connessione interregionale, porta all'area la funzione di Porta Sud: ad una distanza di massimo 2 km è possibile raggiungere la Tangenziale Ovest, la Tangenziale Sud (continuazione della BreBeMi) e l'autostrada A4. Sul territorio comunale si distinguono la grande area boscata a Nord-Est, la geometria regolare del Centro Storico, la zona delle cave a Sud-Est e le grandi aree industriali prevalentemente dismesse disposte sulle principali vie di comunicazione stradale. Il tema delle aree industriali dismesse bresciane, è stato approfondito ed analizzato dal gruppo Brescianuova che tra le altre, ha messo in luce la realtà dell'area degli ex Magazzini Generali e della Pietra Curva, sviluppando un progetto di recupero incentrato sull'edificio delle Casere, recentemente vincolato dal Ministero dei Beni Culturali. Dell'area Pietra Curva

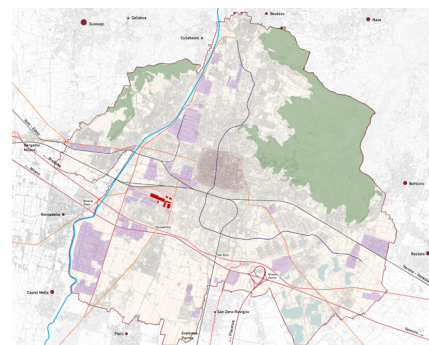


Figura 2.1 - Tavola A

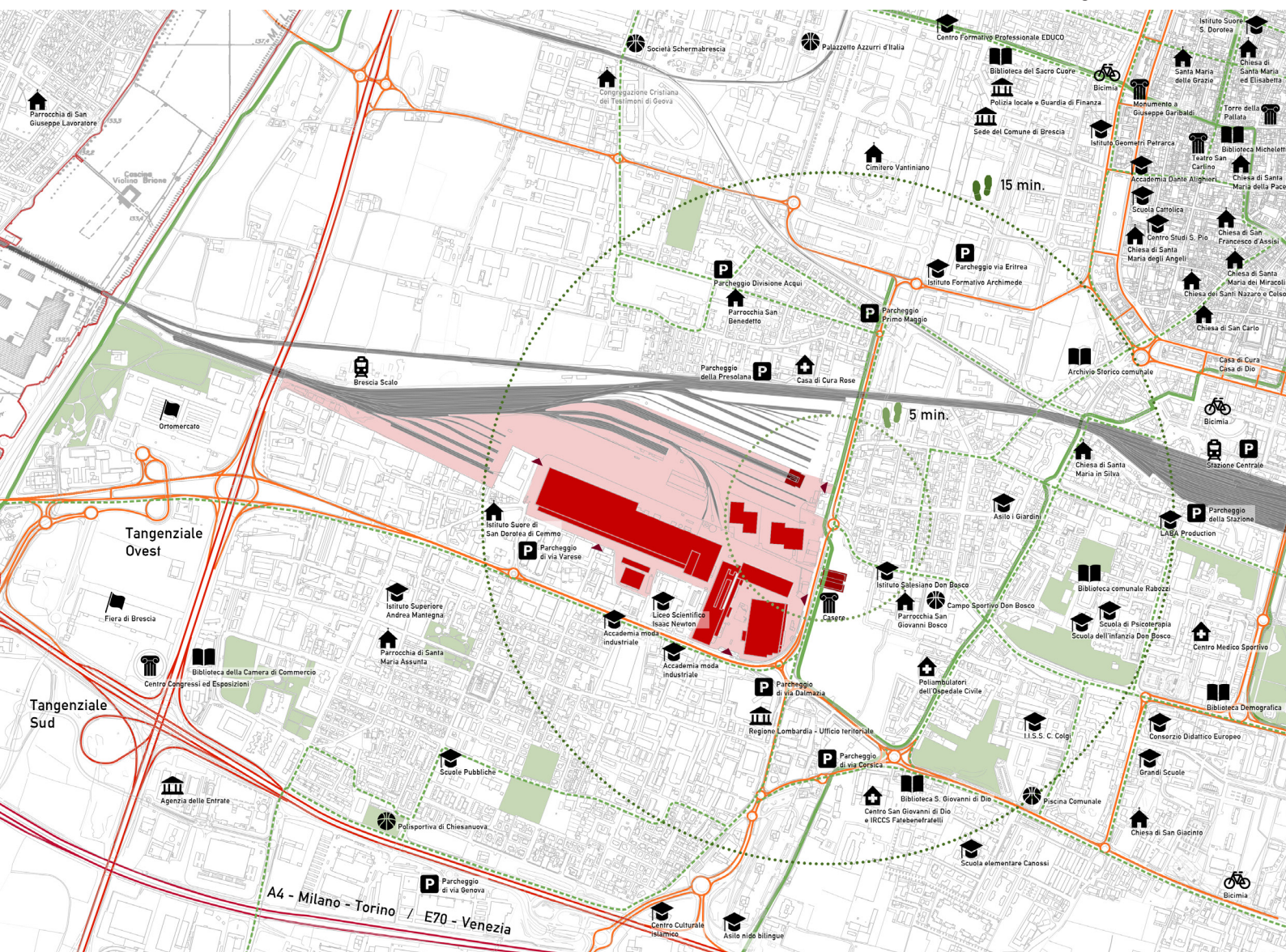


Figura 2.2 - Tavola E

viene esaltata l'aspetto statuale della struttura in cemento restante, che definiva una volta i volumi dedicati al laminatoio e alle acciaierie della SETA, la società frutto delle vicende dell'industriale Oddino Pietra.



Figura 2.3 - Pietra Curva

Le vicende industriali dell'area

L'attività di Oddino Pietra comincia nel novembre del 1952 con la fondazione della Dalmazia Spa, un laminatoio di piccole dimensioni che produceva tondino e profilati commerciali nella gamma dimensionale medio piccola. Il capitale iniziale di un milione di lire apparteneva per metà a Oddino Pietra e per metà ad azionisti genovesi. Negli anni cinquanta la società crebbe integrando il processo di laminazione a caldo con la produzione dell'acciaio. Nel 1960 avvenne il primo grande ampliamento con l'apertura del nuovo stabilimento a Brescia in via Orzinuovi; la società cambiò nome in Acciaierie e fonderie Pietra Spa, controllato completamente dalla famiglia Oddino. I due forni elettrici dell'impianto di via Orzinuovi erano collegati a due laminatoi per la produzione di tondo per cemento armato e di altri profilati mercantili.

Nel 1963 venne introdotta, come innovazione di prodotto, il tubo senza saldatura; la svolta tecnologica venne sottolineata da un ulteriore cambiamento della ragione social che divenne Pietra Spa Acciaierie, Ferrerie e Tubifici. Nel 1967 il gruppo Pietra Spa acquistò la Collebianchi di Omega in provincia di Novara, un'azienda entrata in crisi a metà degli anni sessanta che il gruppo bresciano rinnovò e avvicinò nella produzione a quella già esistente. Alla fine degli anni sessanta il gruppo di aziende di Oddino Pietra contava circa un migliaio di persone tra operai e impiegati negli impianti bresciani di via Orzinuovi, di via Dalmazia e di quelli di Villa Carcina e di Omega; i proventi dell'attività industriale vennero investiti in acquisti immobiliari (Albergo Vittoria, Albergo Brescia e motel Esso a Brescia), aree industriali e dell'impresa agricola Tesa di Bagnolo Mella. I dati su "gestione, patrimonio e finanze" mostrano come tra il 1954 e il 1968 le perdite superarono gli utili; la

Figura 2.4 - Progetto BresciaNuova, Pietra Curva



situazione si aggravò successivamente fino ad arrivare alla crisi del gruppo verso la metà degli anni settanta.

Per quanto riguarda il tipo di produzione, Oddino Pietra deteneva in Italia la tecnologia del tubo senza saldatura da 1/4 a 3 pollici di diametro realizzato con la sequenza: acciaio di colata continua, pressa di estrusione e riduttore a stiramento. L'obiettivo, agli inizi degli anni settanta, era pertanto quello di produrre tubi di dimensioni maggiori utilizzando la stessa filiera tecnica ormai collaudata su tubi piccoli. Per questo salto nella produzione era necessario un salto nella logistica e nella tecnologia; nasce così il grande progetto della nuova acciaieria di San Zeno Naviglio, abbinato al nuovo tubificio di Roncadelle. Questi nuovi impianti dovevano superare il problema della dimensione degli impianti e del necessario salto tecnologico oltre alla questione logistica su cui Oddino, in maniera lungimirante, aveva capito che i vantaggi derivanti dalla flessibilità e disponibilità della manodopera delle valli alpine avevano ormai ceduto il passo a quelli dovuti all'accessibilità al sistema delle comunicazioni. L'impianto di San Zeno Naviglio doveva sorgere su un'area di un milione di mq su cui si sviluppavano 70000 mq di capannoni, tre grandi forni elettrici ai quali si collegavano due macchine per la colata continua e due piccoli forni per acciai speciali; l'obiettivo era quello di sostituire quello di via Orzinuovi ormai circondato dallo sviluppo urbanistico di Brescia verso la pianura. L'impianto di Roncadelle invece, occupava un'area di 125000 mq con all'interno 37500 mq di capannoni. La realizzazione del complesso di San Zeno venne bloccato dall'amministrazione locale e regionale: la Regione Lombardia infatti chiedeva, per l'avvio di un impianto siderurgico di grandi dimensioni, adeguamenti ecologici; il comune di San Zeno dall'altra parte, oltre che per motivi ambientali, non era entusiasta di un progetto che avrebbe notevolmente incrementato il traffico di mezzi pesanti sulla strada per Cremona che attraversa il centro cittadino.

Figura 2.5 - Pietra acciaierie, via Orzinuovi



La nascita della SETA

La criticità del progetto di Oddino consisteva nella disorganizzazione temporale della crescita della produzione: la nuova acciaieria di San Zeno doveva essere realizzata in tempo per alimentare le presse di Roncadelle, dotate di tecnologie e processi non sostenibili dal vecchio impianto; i problemi amministrativi incontrati tuttavia hanno fermato la realizzazione dell'impianto di San Zeno lasciando inattivo il tubificio. Nel 1979 tali problematiche hanno portato alla vendita di diversi immobili per coprire i debiti nati dagli investimenti non rientrati per la costruzione dei nuovi impianti. Il progetto Pietra si esaurì quindi nella prima metà del 1980 con l'intervento della Banca San Paolo, maggiormente esposta nei confronti dell'iniziativa dei Oddino Pietra, che formulò un piano di salvataggio per il quale Oddino sarebbe rimasto gestore del "vecchio" impianto mentre sarebbe stato affiancato in quello nuovo da Francesco Lonati, imprenditore di successo del settore tessile, evitando l'intervento di numerosi altri soggetti interessati. Tale accordo portò alla divisione tra la Pietra Spa e una nuova società che comprendeva l'acciaieria di San Zeno e il tubificio di Roncadelle, la SETA (Società europea tubifici e acciaierie), all'interno della quale Oddino Pietra, in parte personalmente e in parte come impresa, possedeva il 40% delle azioni.

Nella notte tra il 13 e il 14 novembre del 1980 entrò in funzione il primo forno e venne inaugurata la prima colata dell'acciaieria della SETA. L'obiettivo era quello di esportare tubi per la perforazione petrolifera negli Stati Uniti; il riconoscimento da parte dell'American Petroleum Institute (API) aprì le porte del mercato statunitense alla neonata società bresciana.

Agli inizi degli anni ottanta anche la Pietra Spa e in particolare il tubificio di via Orzinuovi aveva iniziato a risentire della crisi siderurgica e Oddino Pietra fu costretto a vendere altri beni immobiliari ed industriali. Le necessità finanziarie ridimensionarono il ruolo di Oddino Pietra all'interno della SETA: parte delle sue azioni vennero vendute per salvare il tubificio di via Orzinuovi, il rimanente, appartenente alla Pietra Spa, fungeva a garanzia dei debiti ancora consistenti con la Banca San Paolo. Il ridimensionamento della produzione fu l'ultimo sforzo per tenere in piedi l'attività del vecchio tubificio messa in crisi anche dal malcontento operaio dovuto

Figura 2.6 - Oddino Pietra

Figura 2.7 - Firma O.P. da Archivio di Stato, Brescia



IL PROPRIETARIO DEL TERRENO
Oddino Pietra

alla nuova organizzazione dei turni di lavoro su sei giorni settimanali (invece di cinque), necessaria per sfruttare gli sconti Enel sull'energia elettrica nei giorni festivi. I problemi finanziari e gestionali della SETA si susseguirono fin dall'apertura, causati dalla crisi del mercato dei tubi petroliferi in America, sul quale la società aveva indirizzato praticamente la totalità della produzione, per il continuo squilibrio tra la portata produttiva dell'acciaieria, che spingeva in particolare nella produzione di acciai speciali, e quella minore del tubificio, e inoltre per le nuove normative sugli impianti siderurgici che non permettevano ad un impianto di tali dimensioni di poter sfruttare al massimo le sue capacità, incentivando una riduzione della produzione.

Ormai estraneo alle vicende della SETA, Oddino Pietra morì il 3 gennaio del 1984. Nello stesso anno era stato varato il piano di settore per i tubifici che prevedeva benefici per il ridimensionamento o lo smantellamento di impianti di determinate dimensioni: alla Pietra rimasero un forno elettrico e due presse a estrusione con una notevole riduzione del personale, con 300 prepensionamenti, come previsto dalla legge 46/82; la SETA doveva, secondo la Regione Lombardia, ridurre la produzione del 50%.

Il colpo di grazie alla situazione finanziaria della SETA arrivò il 30 novembre 1984 in seguito all'iniziativa del Presidente degli USA Ronald Reagan di porre l'embargo sull'importazione dei tubi, soluzione volta a favorire i tubifici americani messi a dura prova dall'importazione di prodotti di qualità superiore da Europa, Giappone e Messico sul mercato statunitense dove non esisteva la tecnologia della colata continua.

Sfruttando i benefici della legge 193/84, il tubificio venne ridimensionato eliminando una pressa e diversificando la produzione; l'acciaieria si concentrò sugli acciai speciali al boro, al piombo ed agli acciai per cuscinetti.

“La SETA disponeva ora di un'acciaieria con un forno da 100 ton, l'unico a Brescia con due colate continue che con dieci linee di colaggio producevano la gamma completa delle sezioni tonde e quadre da 120 fino a 420 mm, con la possibilità di produrre anche lingotti per forgia sino a 30 ton, colati in aria, in attesa dell'installa-



Figura 2.8 - Il Tubificio di via Orzinuovi oggi

zione del degassaggio che doveva servire all'ultimo salto di qualità, la produzione degli acciai inossidabili per cuscinetti a sfera." (pag. 191)

Il 31 ottobre del 1985 avvenne lo scorporo della SETA con la creazione di due distinte società, la Seta Acciai Spa e la Seta Tubi Spa; il 100% del pacchetto azionario apparteneva alla Seta Spa che a sua volta era al 100% in mano alla Banca San Paolo. La gestione economica successiva incontrò numerosi ostacoli a causa degli ormai troppo stretti intrecci tra politica ed economia, che non permettevano più di seguire le logiche puramente industriali necessarie per la gestione di un impianto con una storia ormai così lunga e travagliata.

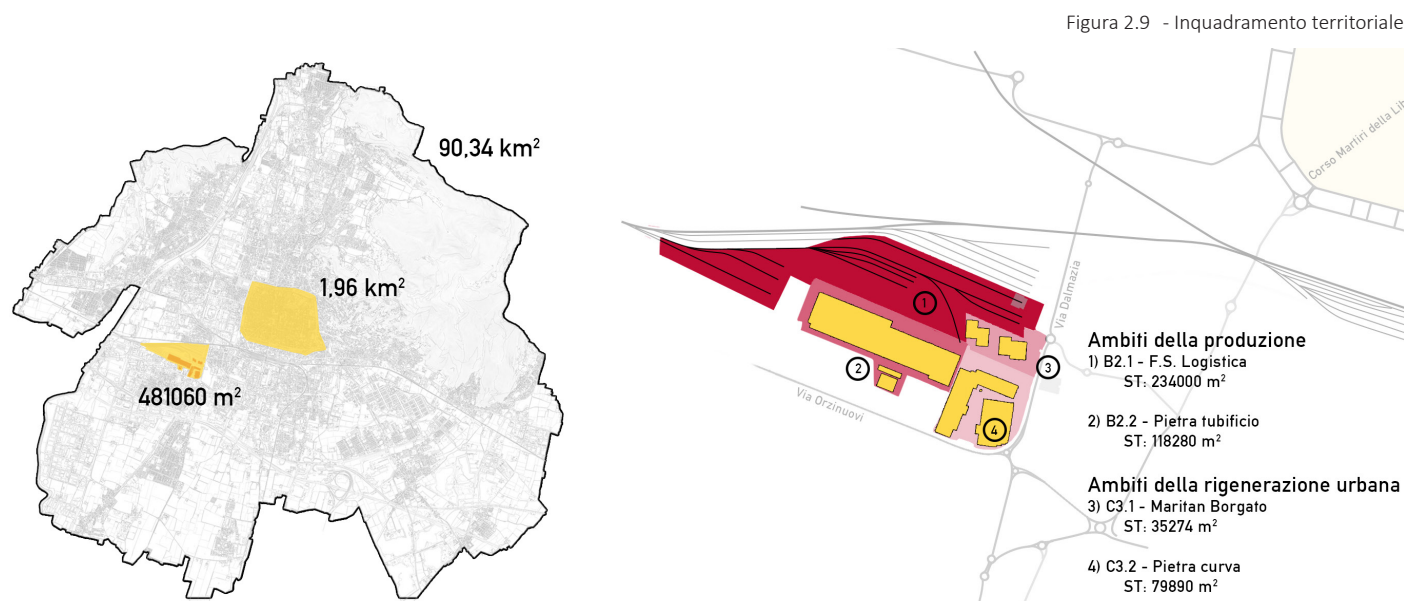
Nel 1986 Germano Bocciolone, imprenditore della Valduggia costruttore di valvole, già cliente della SETA, rilevò l'intera azienda, convinto dai risultati sulle sperimentazioni nella diversificazione produttiva e sulle innovazioni di processo soprattutto relative ai tubi in acciaio inossidabile, derivati direttamente dal tondo pieno proveniente dalla colata continua; questi cambiamenti erano ormai l'unica soluzione dopo la crisi del mercato dei tubi per la trivellazione petrolifera indotta dalla diminuzione del prezzo del petrolio.

La mentalità del nuovo proprietario tuttavia, più rivolta all'aspetto commerciale che a quelli finanziari, gestionali e tecnologici, portò in breve ad uno smembramento, soprattutto a seguito della definitiva uscita nel 1988 della Banca San Paolo dalla storia della società. Il tubificio di Roncadelle fu venduto alla Dalmine che lo chiuse definitivamente nel 1990. La SETA, passata nelle mani del nuovo gruppo FAB (Ferdofin acciaierie bresciane) all'interno del quale ancora era presente Bocciolone, venne venduta all'asta nel 1996 e acquistata dal gruppo Duferco che ancora oggi mantiene in attività le acciaierie di San Zeno Naviglio.

La "vecchia" pietra dello stabilimento tra via Dalmazia e via Orzinuovi, aveva mantenuto attiva la produzione sotto la gestione di Giuseppe Santin, genero di Oddino Pietra, nel comparto dei tubi senza saldatura della gamma piccola, avendo sostituito le presse con un moderno laminatoio continuo. L'impianto di via Dalmazia (acciaieria e laminatoio) venne chiuso solo nel 2002, mentre il tubificio, proprietà ad oggi della Finsibi Spa di Dante Anselmi, restò in funzione fino al dicembre del 2005.

L'area ex-Pietra nel PGT

L'area oggetto di studio e di progettazione a livello urbanistico comprende quattro distinte aree di intervento individuate dal P.G.T., caratterizzate da volumetrie, vincoli, estensioni e caratteristiche morfologiche diverse. La dimensione delle singole aree, in gran parte dismesse o non edificate, e la loro vicinanza, crea un vuoto urbano di notevole dimensione, chiaramente identificabile anche ad una scala molto ampia: 480000 m², circa un quarto dell'estensione del centro storico della città. Il progetto comprende circa 260000 m², in quanto esclude le aree ferroviarie della piccola velocità (nord) e lo scalo merci (ovest), compresi tuttavia nell'ormai avviato progetto della società svizzera HUPAC, in collaborazione con Ferrovie dello Stato, di realizzazione di un polo intermodale di rilevanza europea.



Il Documento di Piano individua nella Tavola V-DP05 (Tavola di sintesi delle previsioni di piano) parti di città da assoggettare a Programmi Complessi di Rigenerazione Urbana, in particolare via Milano e via Orzinuovi. I suddetti Programmi definiranno l'insieme di strategie urbanistiche, paesistiche ed ambientali finalizzate a riformare il tessuto urbano interessato, basando gli interventi sui principi di sostenibilità, multifunzionalità sociale ed economica e resilienza. In particolare dovranno definire:

- gli obiettivi di riqualificazione urbana, inclusione sociale e sostenibilità ambientale da perseguire;
- gli ambiti territoriali da sottoporre a Piano Particolareggiato;
- le politiche pubbliche, in particolare abitative, urbanistiche, paesaggistico-ambientali, culturali, socio-sanitarie, occupazionali, formative e di sviluppo, che concorrono al conseguimento degli obiettivi di cui alla lettera a);
- le iniziative per assicurare la partecipazione civica e il coinvolgimento di altri enti e delle forze sociali, economiche e culturali alla elaborazione e attuazione dei programmi;
- i criteri per valutare la fattibilità dei programmi;
- i soggetti pubblici che si ritiene utile coinvolgere nella elaborazione, attuazione e gestione dei programmi e le modalità di selezione dei soggetti privati.

Per il comparto di via Orzinuovi Il Programma deve affrontare la rigenerazione architettonica e funzionale di una vasta area compresa tra la ferrovia e il quartiere di Chiesanuova, delimitata ad ovest dal confine comunale e ad est da via

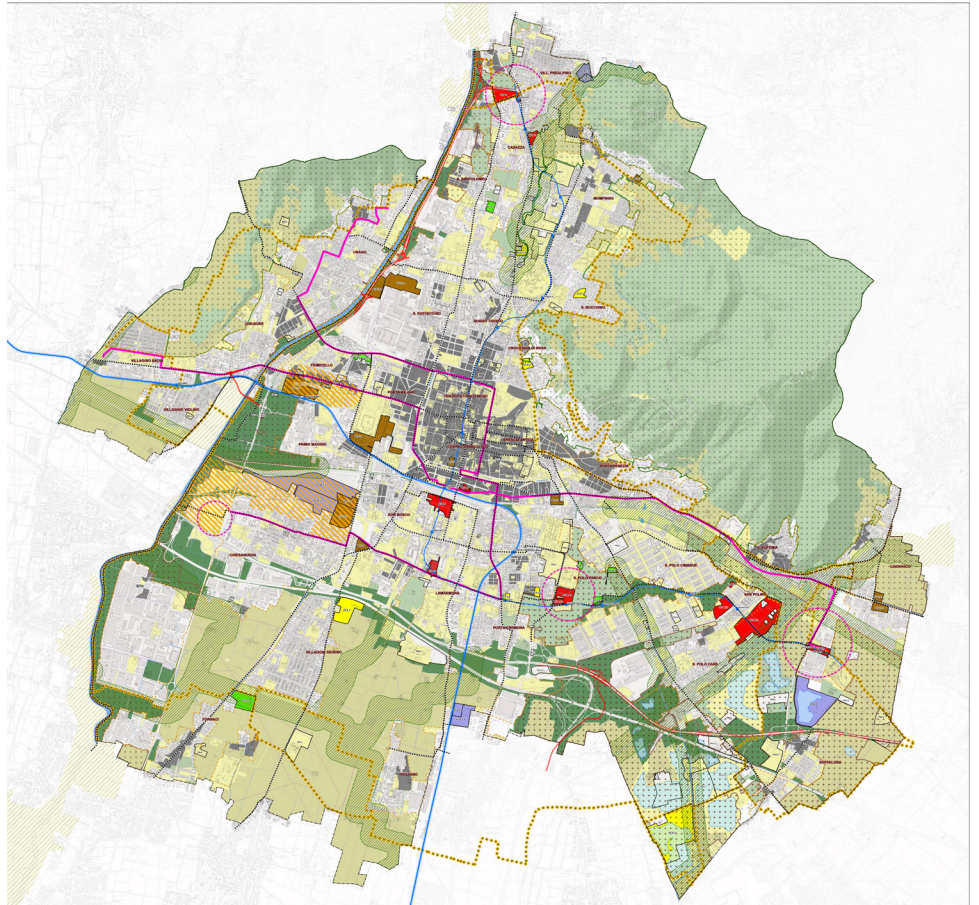


Figura 2.10 - V-DP05 Tavola sintesi previsioni di piano (da PGT)

Dalmazia. L'area è caratterizzata oltre che dalla presenza di grandi aree dismesse e/o sottoutilizzate, dalla collocazione in un nodo di forte infrastrutturazione e di elevata accessibilità.

Obiettivi principali:

1. Realizzare un sistema integrato di attività e di servizi capaci di rilanciare le attività in corso e attirare nuove attività di carattere produttivo, direzionale e commerciale;
2. Riorganizzazione della viabilità prevedendo, tra l'altro, la realizzazione di un sistema innovativo di trasporto pubblico integrato con la rete del Metrobus;
3. Recupero delle ex aree produttive dismesse mediante la realizzazione di nuovi insediamenti caratterizzati da adeguati mix di funzioni urbane in cui sia garantita la presenza significativa di spazi per la produzione e di servizi ad essa rivolti;

Indirizzi progettuali:

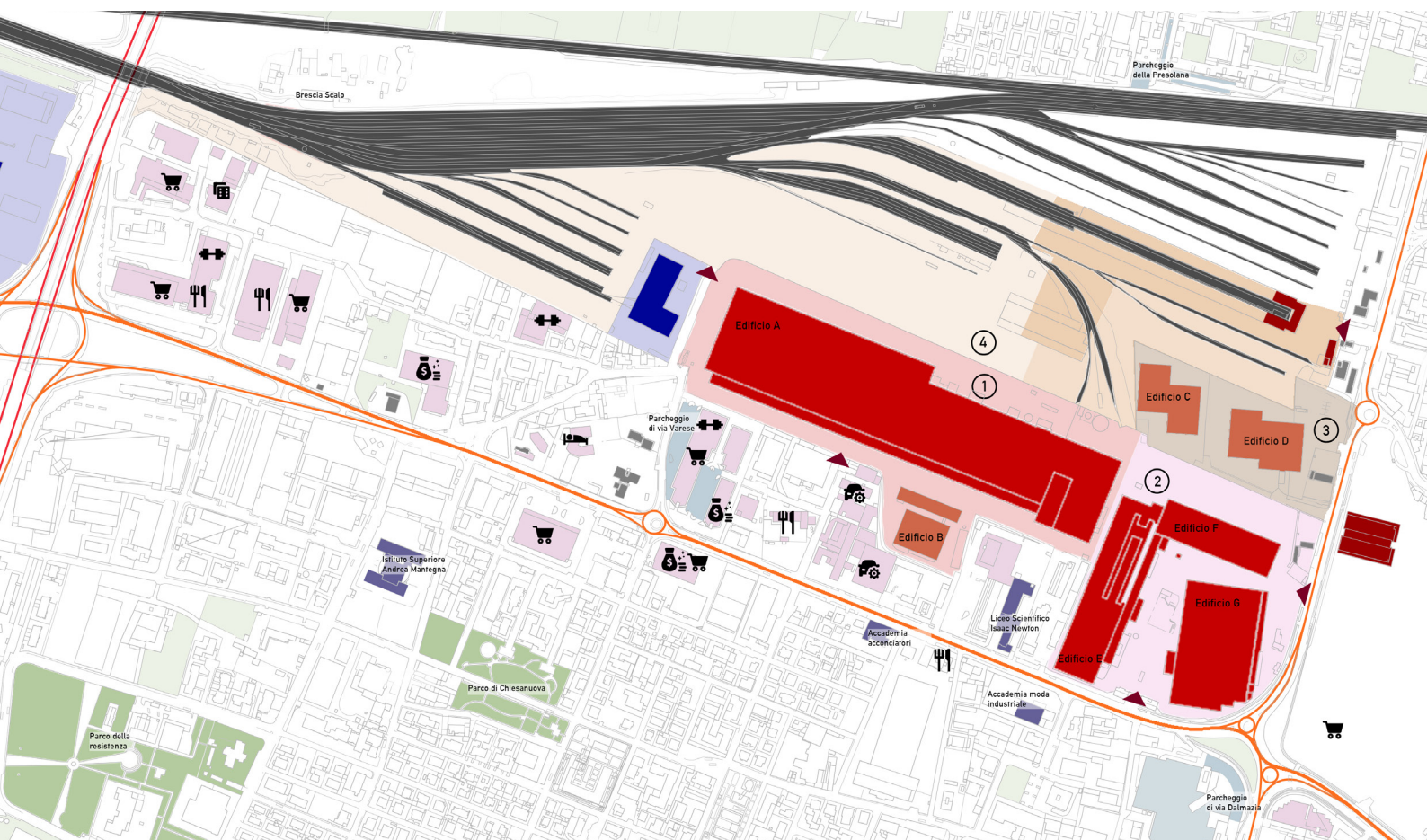
1. Riqualficazione di Orzinuovi prevedendo adeguati spazi laterali per la mobilità dolce
2. Riqualficazione di via Dalmazia riorganizzandone la sezione e prevedendo la realizzazione di adeguati spazi attrezzati lungo i suoi margini;
3. Privilegiare lungo il fronte di via Dalmazia la presenza di funzioni di carattere residenziale, direzionale e commerciale, serviti da un sistema di accessibilità separata rispetto alla viabilità di servizio alle attività produttive;
4. Privilegiare la presenza di funzioni di carattere produttivo e di servizio alla produzione sui sedimi trasformabili ad ovest di via Dalmazia più prossimi al previsto sistema intermodale sull'area della Piccola velocità, adeguatamente separati dagli insediamenti previsti sul fronte di via Dalmazia da fasce tampone sistemate a verde;

5. Prevedere un sistema di accessibilità alle attività produttive di cui sopra agevolmente connesso con il sistema della viabilità primaria (tangenziali ed autostrada), alternativo a via Orzinuovi e separato dalla viabilità al servizio del sistema edificato lungo via Dalmazia;
6. Privilegiare la permanenza e il potenziamento di funzioni a scala territoriale (servizi alla produzione, servizi per lo sport e lo spettacolo ecc) nelle aree più prossimi agli accessi del sistema viario principale, in corrispondenza con il confine comunale, ricercando l'integrazione con il polo... di rilevanza provinciale previsto dal PTCP;
7. Prevedere la realizzazione di un polo di interscambio tra mezzi privati e trasporto pubblico in corrispondenza dell'area della Fiera, integrato con un sistema innovativo di trasporto pubblico lungo l'asse est-ovest;
8. Garantire al sistema un'adeguata permeabilità fruitiva pedonale e ciclabile sia direzione nord sud sia in direzione est-ovest.

Programma complesso di rigenerazione urbana: Orzinuovi

All'interno dell'area oggetto di analisi, vengono identificate quattro Aree di Trasformazione di cui le prime due, F.S. Logistica e Pietra Tubificio appartengono agli "ambiti della produzione", ovvero "ambiti di origine produttiva prevalentemente dismessi che presentano caratteristiche di compatibilità con l'insediamento di alcune funzioni produttive con l'obiettivo di sostenere la permanenza del lavoro anche in ambito urbano"; mentre gli altri due, Maritan Borgato e Pietra Curva sono definiti come "ambiti della rigenerazione urbana", in quanto "ambiti prevalentemente dismessi e idonei all'insediamento di una mescolanza funzionale quale elemento fondamentale per la creazione di luoghi idonei allo sviluppo di attività innovative a veicolo di rigenerazione di contesto". Per ciascuna area, il PGT individua le caratteristiche principali che determinano gli indirizzi progettuali più rilevanti, da rispettare o di indirizzo; vengono elencati i vincoli presenti, le caratteristiche ambientali e le destinazioni d'uso ammesse con specifica della SLP potenziale e realizzabile secondo gli indici urbanistici.

Figura 2.11 - Tavola G.jpg



Ambiti della produzione

Obiettivi della trasformazione

1. Realizzare condizioni di permanenza per i grandi impianti produttivi: disciplina degli insediamenti esistenti tendente alla non espansione; realizzazione di forti investimenti miranti a migliorare le condizioni della compatibilità ambientale; esclusione di nuovi insediamenti in prossimità dei grandi impianti.
2. Garantire coerenza tipologica nell'edificazione: previsione di tipologie edilizie compatibili con le destinazioni previste, con la morfologia al contorno.
3. Favorire l'insediamento di nuove attività di lavoro urbano: definizione di quantità minime di nuova edificazione specificamente destinata; indicazioni tipologiche vincolanti.
4. Migliorare l'offerta del trasporto di prodotti e merci: previsione del polo logistico per le merci di interscambio da ferro a gomma (solo B2.1)
5. Completare, adeguare, migliorare la rete stradale esistente: interventi puntuali di completamento e adeguamento della rete viaria (rotatorie, svincoli, bretelle).

Componenti del paesaggio ed elementi di attenzione:

1. Vicinanza con edifici storici
2. Sistema delle acque e relativi manufatti
3. Reticolo idrico minore
4. Tracciato stradale storico principale
5. Area inserita nel S.I.N "Brescia-Caffaro", relativamente alla matrice acque sotterranee e ricompresa nel perimetro dell'Ordinanza Sindacale

Criteri insediativi:

1. Consolidare il ruolo d'interscambio dell'ambito ovest
2. Individuare le più efficaci misure di mitigazione ambientale degli elementi di criticità
3. Adeguare l'accessibilità veicolare all'area
4. Riquilibrare le aree fronteggianti la Via Dalmazia (solo B 2.1)
5. Sviluppare un progetto coerente con i manufatti di valore storico e testimoniale prospicienti il fronte di Via Dalmazia (solo B2.1 - storici uffici della logistica, porzione di campate del retrostante deposito e cabine di impianti tecnologici)
6. Relativamente alla residenza eventualmente insediata, si raccomanda che siano previste idonee caratteristiche acustiche per gli edifici residenziali (solo B2.1)
7. Realizzare un'edificazione discontinua, frammentata da connessioni ambientali in direzione nord-sud (solo B2.2)

B 2.1 - F.S. Logistica

- Nell'area ovest destinata allo scalo intermodale possono essere insediate unicamente le strutture strettamente necessarie allo svolgimento della funzione specifica (ad es: uffici, locali tecnici).
- La SIp assegnata all'ambito (16.300 mq) può essere realizzata unicamente sulle aree 1 e 2 indicate nello schema prescrittivo.
- Con riferimento alle aree fronteggianti la Via Dalmazia, obbligo di demolizione di tutte le costruzioni esistenti tranne gli edifici di valore testimoniale (vincolati ai sensi del D.lgs 42/2004 art. 10 comma 1 e art. 12), per i quali si prescrive il restauro conservativo (palazzina uffici e pensiline retrostanti, cabina elettrica e annesso corpo di fabbrica e cancellata con pilastri d'ingresso).
- Le attività manifatturiere dovranno essere collocate esclusivamente sull'area 2. L'area 1 sarà separata dal resto del comparto mediante una fascia tampone boscata, quale misura di mitigazione ambientale di inserimento paesaggistico in ambito urbano. Ciò anche al fine di costruire sistemi di connessione ambientale a grande scala in direzione Nord-Sud. Tale fascia tampone potrà peraltro essere collocata in maniera diversa da quanto indicato nella scheda, in funzione dell'estensione del sedime edificabile ad ovest (sedime 2) su cui saranno collocate le eventuali attività manifatturiere.
- Obbligo d'indagine ambientale preventiva ai fini dell'eventuale bonifica delle aree sulla via Dalmazia, interessate da funzioni diverse dall'intermodale.
- Realizzazione di fasce boscate e/o filari d'alberi perimetrali, a mitigazione della ferrovia e dell'intermodale;
- Nello sviluppo del Piano Attuativo, relativo alle aree 1 e 2, dovrà essere ricercata unitarietà del disegno urbano con le AT confinanti a sud, fermo restando l'autonomia procedimentale di ciascun strumento attuativo.

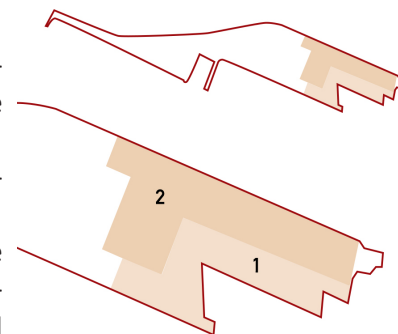


Figura 2.12 - B2.1- F.S. Logistica, edificabilità



Figura 2.13 - Binari dismessi, F.S. Logistica

- L'accessibilità all'area 1 dovrà avvenire da Via Dalmazia. Nell'ottica di un miglior sviluppo complessivo degli ambiti su Via Dalmazia, anche i sedimi edificabili dell'AT adiacente C.3.1, saranno meglio definiti, al fine di non precludere possibilità di previsioni alternative nella regolamentazione del traffico veicolare interno ai comparti.
- Accessibilità veicolare da Via Orzinuovi per le funzioni del servizio intermodale e per le funzioni insediabili sull'area 2. Il sistema intermodale abbisogna di una viabilità specifica, che supporti il traffico pesante connesso a tale funzione. Pertanto l'accessibilità è prevista dall'ex Via Varese (con gli adeguamenti necessari) in primis e successivamente da nuova viabilità, direttamente collegata a quella extraurbana in direzione ovest, collocata in affiancamento alla ferrovia come indicativamente già riportato nel layout prescrittivo. Il tracciato di tale ultima infrastruttura potrà essere individuato più adeguatamente in fase di Piano Attuativo, affinché possa essere trovata la miglior soluzione ai fini dell'attuazione dei progetti di futura proposta. Analogamente, nell'ambito dello stesso PA dovrà essere ricercata anche la soluzione per l'accesso allo scalo Ferroviario Pubblico, non essendo perseguibile l'ipotesi di un suo collegamento con la Via Dalmazia.
- Obbligo di studio che verifichi la compatibilità dell'inserimento con il contesto paesistico di riferimento. In quanto bene culturale tutelato, il progetto di trasformazione riguardante le ex strutture ferroviarie, dovrà essere sottoposto ad autorizzazione della Soprintendenza. Il progetto relativo ai 16.300 mq dovrà essere attuato con Piano Attuativo da sottoporre a VAS specifica. Poiché la previsione relativa al centro intermodale è già stata valutata in sede di VAS della Variante, la stessa potrà essere attuata con autonomo Permesso per Costruire convenzionato.

Figura 2.14 - Scalo merci, F.S. Logistica



Sensibilità paesistica	1		
Fattibilità geologica	1a – 2c		
Pericolosità sismica	Z4a		
ST	234000 m ²		
SLP _{max}	16300 m ²		
	Area [m ²]	i.u. [m ² / m ²]	SLP _{pot} [m ²]
Area 1	29620	0,05	1481
Area 2	50380	0,3	15114

Tabella 2.1 - F.S.Logistica, caratteristiche

Destinazioni d'uso ammesse

Porzione di area	Cod.	Descrizione	% _{max} SLP
Area ovest			
Servizi	S.M	Servizi mobilità	100
Area 1 e 2			
Attività artigianali di servizio	As.a	Attività svolte da imprese artigiane dirette alla prestazione di servizi rivolti alla cura della persona e alla manutenzione e riparazione di beni di consumo (compresi automezzi limitatamente a cicli e motocicli), escluse le attività e le lavorazioni comprese nell'elenco di cui al D.M. 5 settembre 1994 'Elenco delle Industrie insalubri - Parte I - Industrie di I classe'	70
	As.b	Abitazioni per i conduttori dei fondi, per gli imprenditori agricoli e per i dipendenti	
	As.c	Attrezzature e infrastrutture produttive quali: depositi per attrezzi e macchine agricole, magazzini per prodotti agricoli e zootecnici, silos, serre, tunnel, serbatoi idrici, locali per la lavorazione, conservazione e vendita dei prodotti agricoli direttamente prodotti dall'azienda insediata	
Attività di produzione di beni immateriali	Im.a	Attività di informazione e comunicazione	100
	Im.b	Attività di carattere scientifico e tecnico	
	Im.c	Attività di supporto alle imprese	
Attività commerciali	C.d	Medie strutture di vendita di livello 1 (S.V. compresa tra i 251 e i 600 mq)	10
	C.g	Esercizi di vicinato	
Attività direzionali	T.a	Attività finanziarie e assicurative	80
	T.b	Uffici privati, studi professionali, terziario diffuso (agenzie immobiliari, agenzie di viaggio, agenzie di selezione, fornitura di personale, ecc)	
	T.c	Sedi direzionali ed amministrative di enti e società	
Residenza	R.a	Residenza urbana permanente	20
	R.b	Residenza collettiva: abitazioni caratterizzate da ampia disponibilità di spazi (non solo pertinenziali condivisi) e forma proprietaria e modalità di fornitura servizi di pubblica utilità indivisa (collegi, convitti, studentati, co-housing, residence e residenza temporanea non turistica, ecc.)	
Attività ricettive	Ri.b	Pubblici esercizi di somministrazione di cibi e bevande	30
Area 2			
Attività manifatturiere, logistiche, trasporto, immagazzinaggio	I.e	Attività logistiche e per il trasporto di merci	50

Tabella 2.2 - F.S.Logistica, destinazioni d'uso

B 2.2. - Pietra Tubificio

Sull'ambito sono possibili due scenari di trasformazione:

- Scenario 1: Mantenimento delle volumetrie esistenti
è possibile procedere con la ristrutturazione e con il frazionamento dei fabbricati, attuando le opere di urbanizzazione richieste dalla tipologia dell'intervento.
- Scenario 2: Demolizione, anche parziale (purché compatibile con la tipologia del nuovo insediamento) dei fabbricati esistenti e realizzazione di un nuovo comparto produttivo, da sviluppare in coerenza con i progetti riguardanti le trasformazioni al contorno.

Tale insediamento deve prevedere la realizzazione di connessioni ambientali in direzione nord/sud ed est/ovest; è d'obbligo un'indagine ambientale preventiva ai fini della bonifica. Viene richiesta la realizzazione di misure di mitigazione ambientale e di inserimento paesaggistico in ambito urbano tra il comparto produttivo e l'ambito urbano collocato a sud dello stesso.

Sensibilità paesistica	1
Fattibilità geologica	1a
Pericolosità sismica	Z4a
ST	118280 m ²
SLP_{max} *	59000 m ²

*esonero dall'applicazione di indici urbanistici

Tabella 2.3 - Pietra Tubificio, caratteristiche

Figura 2.15 - Confine nord, Pietra Tubificio



Destinazioni d'uso ammesse

Tipo di intervento	Cod.	Descrizione	% _{max} SLP
Scenario 1 e 2			
Attività artigianali di servizio	As.a	Attività svolte da imprese artigiane dirette alla prestazione di servizi rivolti alla cura della persona e alla manutenzione e riparazione di beni di consumo (compresi automezzi limitatamente a cicli e motocicli), escluse le attività e le lavorazioni comprese nell'elenco di cui al D.M. 5 settembre 1994 'Elenco delle Industrie insalubri - Parte I - Industrie di I classe'	50
	As.b	Abitazioni per i conduttori dei fondi, per gli imprenditori agricoli e per i dipendenti	
	As.d	Attività svolte da imprese artigiane dirette alla manutenzione e riparazione di automezzi (esclusi cicli e motocicli), escluse le attività e le lavorazioni comprese nell'elenco di cui al D.M. 5 settembre 1994 'Elenco delle Industrie insalubri - Parte I - Industrie di I classe'	
Attività manifatturiere, logistiche, trasporto, immagazzinaggio	I.a	Produzione, manutenzione e riparazione di beni materiali	100
	I.b	Magazzini, depositi coperti e scoperti, anche se non direttamente connessi alla produzione	
	I.c	Trasformazione e conservazione dei prodotti agricoli e zootecnici	
	I.e	Attività logistiche e per il trasporto di merci	
Scenario 2			
Attività artigianali di servizio	As.c	Attività svolte da imprese artigiane dirette alla produzione di alimenti limitatamente al settore della panificazione e prodotti da forno, pasticcerie, gelaterie (attività 10.7, e 10.52 Ateco 2007)	50
Attività di produzione di beni immateriali	Im.a	Attività di informazione e comunicazione	100
	Im.b	Attività di carattere scientifico e tecnico	
	Im.c	Attività di supporto alle imprese	
Attività direzionali	T.a	Attività finanziarie e assicurative	20
	T.b	Uffici privati, studi professionali, terziario diffuso (agenzie immobiliari, agenzie di viaggio, agenzie di selezione, fornitura di personale, ecc)	
	T.c	Sedi direzionali ed amministrative di enti e società	

Tabella 2.4 - Pietra Tubificio, destinazioni d'uso

Ambiti della rigenerazione urbana

Obiettivi della trasformazione

1. Costruzione della rete verde, delle connessioni verdi per favorire la costruzione di ambienti a garanzia della biodiversità: miglioramento delle connessioni ambientali, costruzione della trama verde per favorire la biodiversità, mitigare rumore e inquinamento atmosferico; miglioramento della condizione paesaggistica.
2. Risanamento e messa in sicurezza delle aree contaminate: definizione delle attività compatibili.
3. Rigenerazione urbana puntuale: conversione, ricostruzione e sostituzione edilizia e funzionale negli ambiti della dismissione.
4. Rigenerazione urbana estesa: individuazione di contesti di degrado diffuso di proprietà frazionata che necessitano di provvedimenti specifici miranti alla sostituzione, riqualificazione, miglioramento dello spazio pubblico.
5. Ricerca di contesti di nuova edificazione caratterizzati da accentuato mix funzionale: produrre ambienti urbani caratterizzati da mescolanza di funzioni, con l'obiettivo principale di assicurare la presenza dimensionalmente determinata di spazi tipologicamente caratterizzati e destinati ad attività di lavoro compatibili con la residenza non riconducibili al lavoro di ufficio.
6. Garantire coerenza tipologica nell'edificazione: previsione di tipologie edilizie compatibili con le destinazioni previste, con la morfologia al contorno.
7. Miglioramento della qualità dei tessuti di nuova costruzione: promozione di tipologie edilizie attente al rapporto spazio pubblico spazio privato da intendersi in continuità, privo di interruzioni, elemento di complessità dei nuovi tessuti edificati; possibile ricorso incentivato allo strumento del concorso di architettura.
8. Favorire l'insediamento di nuove attività di lavoro urbano: definizione di quantità minime di nuova edificazione specificamente destinata; indicazioni tipologiche vincolanti.
9. Commercio: promozione di tipologie edilizie in grado di favorire presenza e continuità dei tessuti commerciali di vicinato; limitazione dei centri commerciali di media e grande dimensione.
10. Incrementare le connessioni ciclopedonali: implementare la rete della mobilità lenta e degli utenti deboli della strada.
11. Sostenibilità degli interventi sulle aree pubbliche: con riferimento ai materiali, alla permeabilità dei suoli e all'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (illuminazione pubblica).
12. Risoluzione unitarietà del disegno urbano: progettare la complessità dei singoli temi mirando all'unitarietà del disegno urbano, restituire nuovi comparti capaci di risolvere le specificità dell'area integrandole con l'intorno.
13. Miglioramento dell'efficienza energetica delle costruzioni: controllo della qualità energetica delle nuove costruzioni (certificazione energetica) attribuendo valori minimi da conseguire all'interno degli AT: Residenza come da DGR X/3868 del 17/07/2015, altre destinazioni da definire.
14. Efficientamento del sistema di raccolta rifiuti: obbligo di dotazione di spazi destinati ad accogliere RSU.
15. Miglioramento del sistema delle connessioni della mobilità ciclopedonale: prescrizioni specifiche all'interno degli AT
16. Miglioramento delle condizioni di microclima urbano: previsione di alternanza tra tessuti edificati e non edificati a forte caratterizzazione di permeabilità

Componenti del paesaggio ed elementi di attenzione:

1. Vicinanze con edifici storici.
2. Sistema delle acque e relativi manufatti
3. Reticolo idrico minore
4. Tracciato stradale storico principale
5. Area inserita nel S.I.N "Brescia-Caffaro", relativamente alla matrice acque sotterranee e ricompresa nel perimetro dell'Ordinanza Sindacale

Criteri insediativi:

1. Realizzare un comparto destinato ad un mix delle funzioni.
2. Concentrare il mix funzionale sul fronte est prospiciente la Via Dalmazia.
3. Insediare le attività produttive (I)*, limitatamente alle categorie indicate in tabella, sul sedime confinante con il polo logistico FS.
4. Adeguare l'accessibilità veicolare all'area.
5. Riqualificare il margine stradale di Via Dalmazia.
6. Individuare le più opportune strategie di limitazione degli impatti derivanti dal comparto produttivo verso le aree destinate al mix funzionale
7. Determinare varchi fruibili tra l'ambito e la Via Dalmazia.
8. Introdurre fasce alberate che mitigano la presenza del polo logistico.
9. Destinare le funzioni attrattive ai piani terra.
10. Realizzare percorsi ciclo pedonali.
11. Garantire un'elevata permeabilità del suolo.

Prescrizioni per la progettazione:

- Obbligo di demolizione di tutte le costruzioni esistenti, non è ammessa la ristrutturazione edilizia.
- Il sedime edificabile è accessibile esclusivamente da Via Dalmazia, gli accessi da est e ovest sono pedonali e ciclabili.
- Risoluzione unitaria del disegno urbano con le previsioni contenute nell'AT-C.3.2 Pietra Curva.
- Non è ammesso recintare gli spazi aperti a terra.
- Determinare continuità spaziale e totale fruibilità delle aree verdi e pavimentate.
- Realizzazione di misure di mitigazione ambientale e d' inserimento paesaggistico in ambito urbano, tra l'area destinata al mix funzionale, afferente alla Via Dalmazia e il comparto logistico e produttivo ad ovest, mediante la creazione di una fascia tampone boscata e lungo la Via Dalmazia mediante filare
- Obbligo d'indagine ambientale preventiva ai fini della eventuale bonifica.
- Obbligo di studio che verifichi la compatibilità dell'inserimento con il contesto paesistico di riferimento.

C3.1 – Maritan Borgato

Sensibilità paesistica	1
Fattibilità geologica	1a
Pericolosità sismica	Z4a
ST	35274 m ²
SLP _{max}	10550 m ²
i.u. base	0,3 m ² /m ²
SLP _{pot}	10582,5 m ²

Tabella 2.5 - Maritan Borgato, caratteristiche

Figura 2.16 - Maritan Borgato



C3.2 – Pietra curva

Sensibilità paesistica	1
Fattibilità geologica	1a
Pericolosità sismica	Z4a
ST	79890 m ²
SLP _{max}	23967 + 1718* m ²
i.u. base	0,3 m ² /m ²
SLP _{pot}	25685 m ²

*art. 46 NTA: dotazione di qualità aggiuntiva

Tabella 2.6 - Pietra Curva, caratteristiche



Figura 2.17 - Vista aerea Pietra Curva

Destinazioni d'uso ammesse

Tipo di intervento	Cod.	Descrizione	% _{max} SLP
Attività artigianali di servizio	As.a	Attività svolte da imprese artigiane dirette alla prestazione di servizi rivolti alla cura della persona e alla manutenzione e riparazione di beni di consumo (compresi automezzi limitatamente a cicli e motocicli), escluse le attività e le lavorazioni comprese nell'elenco di cui al D.M. 5 settembre 1994 'Elenco delle Industrie insalubri - Parte I - Industrie di I classe'	30
	As.b	Abitazioni per i conduttori dei fondi, per gli imprenditori agricoli e per i dipendenti	
	As.c	Attività svolte da imprese artigiane dirette alla produzione di alimenti limitatamente al settore della panificazione e prodotti da forno, pasticcerie, gelaterie (attività 10.7, e 10.52 Ateco 2007)	
	As.d	Attività svolte da imprese artigiane dirette alla manutenzione e riparazione di automezzi (esclusi cicli e motocicli), escluse le attività e le lavorazioni comprese nell'elenco di cui al D.M. 5 settembre 1994 'Elenco delle Industrie insalubri - Parte I - Industrie di I classe'	
Attività manifatturiere, logistiche, trasporto, immagazzinaggio	I.a*	Produzione, manutenzione e riparazione di beni materiali	30
	I.e*	Attività logistiche e per il trasporto di merci	
Attività di produzione di beni immateriali	Im.a	Attività di informazione e comunicazione	80
	Im.b	Attività di carattere scientifico e tecnico	
	Im.c	Attività di supporto alle imprese	
Attività commerciali	C.d	Medie strutture di vendita di livello 1 (S.V. compresa tra i 251 e i 600 mq)	10
	C.g	Esercizi di vicinato	
Attività direzionali	T.a	Attività finanziarie e assicurative	30
	T.b	Uffici privati, studi professionali, terziario diffuso (agenzie immobiliari, agenzie di viaggio, agenzie di selezione, fornitura di personale, ecc)	
	T.c	Sedi direzionali ed amministrative di enti e società	
Residenza	R.a	Residenza urbana permanente	20
	R.b	Residenza collettiva: abitazioni caratterizzate da ampia disponibilità di spazi (non solo pertinenziali condivisi) e forma proprietaria e modalità di fornitura servizi di pubblica utilità indivisa (collegi, convitti, studentati, co-housing, residence e residenza temporanea non turistica, ecc.)	
Attività ricettive	Ri.b	Pubblici esercizi di somministrazione di cibi e bevande	10
Servizi	S.A	Servizi istituzionali	10
	S.C	Servizi per la cultura	
	S.H	Residenza sociale	
	S.I	Servizi istruzione	
	S.O	Servizi sanitari	
	S.S	Servizi sociali	
	S.U	Servizi universitari	

*a ovest della fascia verde

**edifici produttivi: max 2 piani (ciascun piano di 4 m)

Tabella 2.7 - Maritan Borgato e Pietra Curva, destinazioni d'uso

Attualità

Negli ultimi dieci anni si sono susseguiti diversi progetti sulla zona sud-ovest della città, a partire da una prima proposta della giunta Paroli (2008-2013) che prevedeva la riqualifica dell'area degli ex magazzini generali con l'insediamento, tra le altre funzioni, della nuova sede unica degli uffici comunali. Tale progetto, sviluppato dall'architetto Daniel Libeskind nell'ambito di un PII, prevedeva la realizzazione di un grande parco che costituisse un "salotto cittadino" all'interno del quale sarebbero state realizzate palazzine di edilizia residenziale libera, fonte di guadagno per la società realizzatrice NAU (Nuovi Assetti Urbani).

Finsibi SpA: progetto per un World Trade Center

I programmi di bonifica dell'area Pietra Curva, sostenuti dalla Finsibi Spa, erano invece finalizzati, come già citato, alla realizzazione di un World Trade Center, un polo multifunzionale di diversi piani in verticale destinato ad ospitare uffici, sale convegni, spazi espositivi, alberghi, auditorium e ristoranti. Le attività del WTC hanno inoltre un impatto territoriale notevole che, oltre a far rientrare gli investi-



Figura 2.17 - Nuovi uffici comunali, Libeskind (render, progetto)

Figura 2.18 - WTC-BIN, una proposta di Finsibi S.p.A.

IL WTC BIN IN PRATICA

Il WTC-BIN è una "RETE" nata per far condividere alle imprese la conoscenza dei processi che avvengono AL LORO ESTERNO e che condizionano l'intera "CATENA DEL BUSINESS" di cui esse fanno parte.

WTC-BIN ADVISORY BOARD MEMBERS

DOCT. FRANCO SIMEONI
Presidente Advisory Board
POMA Southern Europe - Vice Presidente
già Country Managing Partner di Ernst & Young Italia
e Presidente della Divisione Corporate Finance Worldwide

ING. GIULIANO VENTURI
Gruppo Biasi S.p.A. - Verona
Amministratore delegato
già Senior Vice President Marketing di General Electric (USA)
e Senior Vice President Europe (London)
già Amministratore delegato di Albaum S.p.A. ed Edisontel S.p.A., telecomunicazioni

ING. PAOLO ZANENGA
POMA Southern Europe - Presidente
già Fondatore di TWG Consulting, consulenza di management e di innovazione

DOCT. ROBERTO CATTANEO
SIRSE-Net S.p.A. - Presidente
già Fondatore di SIRSE S.r.l., società di informatica ricerca sviluppo editoriale

DOCT. GIUSEPPE BERNARDI
Business Bridge S.r.l. - Presidente
EBIT S.r.l. (Gruppo Editoriale Bresciano S.p.A.) - Presidente,
servizi IT di gruppo Thera S.p.A. - Consigliere, informatica

ING. FERDINANDO CAVALLI
Presidente I.I.S.S. e WTC Brescia
membro del Consiglio camerale della CCIAA di Brescia
già Direttore Lancia Balzano e Fiat Cameri;
già Amministratore delegato Ambac e Stanadyne
già Presidente dell'Ente Economico Bresciano e già Direttore dell'"Osservatorio dell'economia bresciana"

WTC-BIN È MEMBRO EFFETTIVO DELLA WTC ASSOCIATION E ASSOCIATO IASP

SERVIZI DI CONSULENZA E ASSISTENZA

- Assistenza alla ricerca di partners, alla stipula di accordi per valorizzazione, industrializzazione e sviluppo di prodotti e servizi
- Assistenza e consulenza per l'accesso alla finanza agevolata per l'attività di Ricerca&Sviluppo, e per la realizzazione e lo sviluppo di nuove iniziative imprenditoriali e "spin-off" d'impresa
- Consulenza per la tutela della proprietà intellettuale e sulla disciplina dei brevetti
- Servizio di relazioni nazionali e internazionali e sottoscrizione di accordi di collaborazione nel settore della ricerca, in rappresentanza degli insediati e delle istituzioni
- Implementazione e sviluppo dei collegamenti tra gli insediati, l'Università e le istituzioni scientifiche nazionali e internazionali
- Supporto tecnico scientifico alle Amministrazioni Pubbliche, sulla base di accordi

SERVIZI DI FORMAZIONE

- Attività di formazione universitaria, in collaborazione con gli atenei e le altre istituzioni nazionali e internazionali
- Attività di formazione superiore non universitaria, funzionale alla valorizzazione della ricerca, alla diffusione dell'innovazione e al trasferimento tecnologico
- Facilitazione della creazione di nuove imprese a tecnologia innovativa, anche attraverso la promozione di collegamenti con il mondo della formazione

SERVIZI DI INFORMAZIONE

- Raccolta, elaborazione, pubblicazione e diffusione delle informazioni relative alle attività effettuate all'interno del WTC-BIN, in accordo con i diretti interessati, allo scopo di valorizzarla
- Organizzazione di convegni e seminari allo scopo di promuovere e valorizzare l'attività, la diffusione dell'innovazione e del trasferimento tecnologico alle imprese e lo sviluppo delle tecnologie prioritarie per l'industria



Il WTC-BIN è aperto non solo nei propri confini fisici: infatti a condizioni differenti, i servizi vengono offerti anche ad istituzioni, aziende, centri di ricerca e laboratori esterni ad esso. Tutto ciò con l'intento di creare una rete di proficue e reciproche collaborazioni col territorio di cui non solo il WTC-BIN possa beneficiare.

SERVIZI LOGISTICI

- fornitura agli insediati e ai soggetti esterni di infrastrutture di uso comune quali: reception, sale riunioni, sale per videoconferenze, uffici moderni



Figura 2.19 - World Trade Center, Archi2 (render, progetto)



Figura 2.20 - World Trade Center, Archi2 (masterplan, progetto)

menti della società realizzatrice, avevano l'obiettivo di proiettare la città di Brescia in un panorama più vasto di connessioni mondiali e di sviluppo della "soft economy", un'economia cioè basata sulla conoscenza, sull'innovazione, sull'identità, la creatività, la storia, la qualità, in particolare nelle relazioni con istituti universitari e nell'impegno per la diffusione dell'innovazione e per il trasferimento tecnologico.

NAU: riqualifica dell'area ex Magazzini Generali

Il progetto per l'area ex magazzini generali, proprietà della società NAU (Nuovi Assetti Urbani) fu poi congelato per mancanza di cassa e definitivamente abbandonato dall'attuale giunta Del Bono, la quale ha approvato il progetto per un ipermercato COOP di 15000 m² oltre a 7000 m² di parcheggi, in costruzione con lavori avviati a marzo 2017 e apertura prevista a Natale 2018. Oltre all'ipermercato posizionato nella parte sud dell'area, delimitata da via Dalmazia a ovest e da via Salgari a sud, è prevista la realizzazione di una parte di residenziale a est, già presente nel progetto precedente ma ridimensionata, e di un parco urbano con annessi campi sportivi e aree ludiche per bambini; il progetto si completa con le onerose opere di urbanizzazione che prevedono: una rotatoria tra via Dalmazia e via San Giovanni Bosco, una tra via San Giovanni Bosco e via Corsica, una terza tra via Corsica e via Salgari, la realizzazione di una contro-strada e pista ciclabile su via Dalmazia, lo spostamento del sedime di Fiume Grande e il rifacimento di pezzi di fognatura a monte e a valle dello stesso, rifacimento del tratto di via Corsica da

Figura 2.21 - Coperture amianto area Pietra Curva





Figura 2.22 - Progetto Coop, ex Magazzini Generali (masterplan)

Figura 2.23 - Progetto Coop (render)

via San Giovanni Bosco a via Zara. A lavori iniziati è stato tuttavia rivisto il ruolo storico dell'edificio delle Casere che ha ottenuto dalla Sovrintendenza il vincolo di Bene Culturale, imponendo un ridimensionamento del progetto che in una prima fase prevedeva l'estensione della zona residenziale a edilizia convenzionata e ad uffici anche a nord dell'ipermercato. Ad oggi non sono ancora i progetti alternativi che probabilmente richiederanno una variante del PII o addirittura del PGT; l'unico punto fermo del recupero delle Casere è la destinazione del piano interrato a magazzino per i beni di Brescia Musei, un laboratorio di restauro e le scenografie del CTB (centro Teatrale Bresciano).

Progetto BresciaNuova

La proposta più concreta risulta il progetto elaborato agli inizi del 2016 dal gruppo BresciaNuova, ragazzi universitari di diverse facoltà che si stanno impegnando nella riqualifica della città partendo dal desiderio di mettere in luce le problematiche più rilevanti; in quest'ottica hanno realizzato un docufilm "inside the time", presentato alla Camera di Commercio, sulle aree dismesse di Brescia che, come risultato della natura industriale della città e della sua più recente espansione, si trovano oggi inserite nel tessuto urbano interrompendone la continuità e la fruibilità. Il progetto di recupero delle Casere prevede l'utilizzo del piano interrato non come magazzino di opere d'arte, ma come percorso espositivo e sala conferenze, il piano terra è occupato da un mercato agroalimentare coperto e il primo piano da spazi di co-working.

Figura 2.24 - Progetto Casere, BresciaNuova



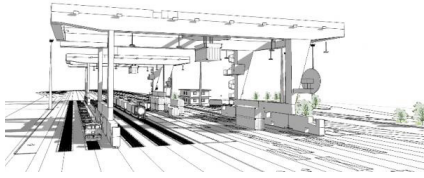


Figura 2.25 - Carroponete, Hupac

Eco-industrial park

Spostando l'attenzione verso ovest, sull'area oltre via Dalmazia, si sta delineando oggi sempre più concretamente l'idea di un polo agroalimentare o altrimenti chiamato "eco-industrial park" che, sfruttando la vicinanza degli svincoli su gomma, la presenza del polo ferroviario e l'ortomercato cittadino, punta a potenziare queste realtà già presenti e a inserirne di nuove per sfruttarne al meglio le sinergie possibili, sul modello di numerosi esempi europei. Gli stakeholders di questa iniziativa in parte sono già individuati: la società svizzera Hupac è interessata nella trasformazione dello scalo merci della Piccola Velocità in un polo logistico di rilevanza europea, vista la sua posizione strategica sull'asse Milano-Bergamo-Venezia, investendo 40 milioni di euro, in accordo con Ferrovie dello Stato; l'ortomercato, gestito oggi da Consorzio Brescia Mercati Spa, necessita di interventi di ammodernamento, come traspare in primo luogo dal malcontento dei commercianti che chiedono, oltre ad affitti più bassi, strutture più adeguate e funzionali per poter continuare la loro attività.

MAB: Mercato Agroalimentare Bresciano

Per la zona occidentale del comparto è stato invece sviluppato uno studio da Brescia Mercati che comprende l'attuale ortomercato e si sviluppa fino all'ex tubificio Pietra, per la realizzazione del MAB "Mercato Agroalimentare Bresciano", un polo logistico industriale che sia anche vetrina nazionale e internazionale dei prodotti Made in Italy e bresciani in particolare, "ortofrutta, latte, formaggi, vino, produzione ittica, la filiera del suino, le produzioni tipiche dei laghi, delle valli e di tutto il territorio". Il progetto si articola in cinque azioni cardine: creazione di un centro di lavorazione alimentare, nascita di una cittadella del cibo dove vendere diretta-

Figura 2.26 - La Piccola Velocità, F.S. Logistica



mente ai privati, apertura di una grande piattaforma logistica, avvio di un tavolo operativo con aeroporti e vettori di trasporto e realizzazione di un polo scientifico per la ricerca e la valorizzazione della qualità agroalimentare. La prima opzione "centralizzata" prevede la permanenza dell'ortomercato, ristrutturato e modernizzato, affiancato dal polo logistico e la realizzazione delle attività agroindustriali e di trasformazione e del mercato urbano dell'area dell'ex tubificio Pietra; la seconda "diffusa" prospetta invece il trasferimento dell'ortomercato e della logistica nell'ex tubificio e l'insediamento delle attività di trasformazione e di ricerca nella sede attuale con collocamento del mercato urbano nel comparto Milano.

Finanziamenti europei

Il progetto, presentato dall'architetto Luciano Lussignoli, si sviluppa a vasta scala, dall'area degli ex magazzini generali a est fino al rilancio della Fiera a ovest, comprendendo le aree industriali Pietra Tubificio, Pietra Curva, Maritan Borgato, oltre allo scalo ferroviario e all'ortomercato, e punta alla creazione di una porta sud-occidentale di accesso alla città. Questo intervento è compatibile con gli obiettivi di Agenda Urbana, un piano europeo di rilancio delle città che si prevede possa portare fino a 100 milioni di fondi strutturali europei nei quali può rientrare anche la bonifica dell'area ex Caffaro, un'industria chimica produttrice di PCB (poli-clorobifenile) fino al 1984 i cui residui tossici sono ancora presenti nel terreno ed inquinano, attraverso la falda, anche le aree più a valle.

Un altro punto di incontro con le prospettive europee si riscontra nei punti del PRS 2014-2020 (Programma di sviluppo Rurale) i cui obiettivi trasversali, ambiente, innovazione e mitigazione e adattamento climatico, trovano nella vasta area a sud dello scalo un possibile incubatore di progetti; il punto di maggior interesse



Figura 2.27 - Logo, Brescia Mercati



Figura 2.28 - Mercato ortofrutticolo



Figura 2.29 - Urban Agenda, programma

del programma, è la creazione di Gruppi Operativi PEI (Partenariato Europeo per l'Innovazione), partenariati a composizione variabile con finalità di trasferimento e diffusione dell'innovazione gestionale, di processo, di prodotto e di pratiche sostenibili a livello ambientale. I finanziamenti stanziati per tale programma ammontano a 1 157 565 000 € e si sommano a quelli per la ricerca del piano europeo Orizzonte 2020; questi dati portano a concludere come ambiente e innovazione siano due parole chiave dalle quali non si può prescindere per pensare in concreto un progetto di intervento fattibile ed efficace.

Nuova Università di Agraria

La prima proposta di creare un nuovo indirizzo, all'interno dell'università statale di Brescia, dedicato alle scienze agraria, risale ormai ad un paio di anni fa, come collaborazione tra l'allora sindaco della città Emilio Del Bono, e il nuovo rettore Maurizio Tira, non ancora in carica ufficiale. Come primo luogo destinato ad ospitare la facoltà, era stato designato il Castello, oggi poco vissuto sebbene rimanga il simbolo della città, su cui domina dalla sommità del colle Cidneo. La proposta era quella di creare un biennio specialistico in enologia, al quale avrebbe seguito un corso completo in Agraria. Fin dalle prime proposte era stata sottolineata l'importanza del legame tra la nascente facoltà e le realtà presenti sul territorio, in particolare la vicinanza alle zone del Franciacorta e del Lugana. L'entusiasmo per il progetto, oltre che dal comune e dal rettore dell'università, veniva anche dalla Fondazione Brescia Musei, alla quale dal 2015 è stata incaricata per vent'anni della gestione del patrimonio artistico-culturale della città. L'obiettivo quindi era duplice: rilanciare la struttura del castello e creare un nuovo corso di studi. La necessità di questo indirizzo, oltre che dal numero di studenti che lasciano Brescia per seguire questi studi, è sostenuta dalle considerazioni di diversi protagonisti del

Figura 2.30 - Museo delle armi, Castello



settore, che spiegano la necessità di individui specializzati nel settore vitivinicolo e agroalimentare, in una provincia che vanta il primato di PIL agricolo d'Europa.

Progetti di risanamento del terreno

Dagli anni '50 del '900, nell'area esterna della città di Brescia, sono sorti numerosi insediamenti produttivi non sottoposti a controllo ambientale che, durante gli anni di attività hanno rilasciato nel terreno sostanze chimiche dannose per l'ambiente e per l'uomo. È questo il caso dell'industria galvanica Baratti di Eredi Inselvini, situata a sud dell'area ex-Pietra, la cui attività, come mostrano i risultati dell'"indagine chimica delle acque di falda nel territorio posto a sud-ovest del Comune di Brescia – aprile 2010", ha lasciato nel terreno notevoli quantità di cromo esavalente.

Con la riforma del Titolo V della Costituzione, è stata sottolineata e normata, la necessità di valutazioni specifiche sull'ambiente e sulla salute ad ogni livello di pianificazione. La materia dell'urbanistica, ridefinita nella concezione più ampia di "governo del territorio" ha infatti lo scopo di creare sinergie per soddisfare i diversi interessi presenti sul territorio ottimizzandone e gestendone l'utilizzo:

"La finalità dell'urbanistica [...] non è quella di soddisfare questo o quel determinato interesse (non importa se pubblico o privato) che sul territorio trovi il suo momento materiale di incidenza [...]. L'urbanistica ha invece oggetto, almeno potenzialmente, tutti gli interessi che sul territorio devono trovare soddisfacimento, poiché la sua finalità è quella di ottimizzazione dell'uso del territorio globalmente considerato." (i principi del diritto urbanistico, Paolo Stella Richter, Giuffrè Editore, 2006).

Nell'art. 117 che sancisce le competenze proprie dello Stato e delle Regioni, vengono identificati il "governo del territorio" e la "tutela della salute" come "di potestà legislativa concorrente", mentre la "tutela dell'ambiente come "di potestà legislativa esclusiva dello stato".

Azioni di pianificazione urbanistica, rispettosi dei principi costituzionali, che prevedono la bonifica di aree industriali dismesse o adiacenti impianti inquinanti, sono spesso ostacolate dall'onerosità di tali interventi spesso non sostenibili dalle amministrazioni pubbliche.

Lo strumento del partenariato pubblico-privato è nato con l'obiettivo di definire le modalità di cooperazione necessarie per superare tale ostacolo; la presenza di diversi stakeholders tuttavia risulta al contempo una delle difficoltà maggiori nell'attuazione di tali interventi in quanto gli interessi dei soggetti partecipanti sono sempre più diversificati e talvolta difficilmente conciliabili; è dunque questo uno dei punti chiave della progettazione che, resa possibile dal partenariato pubblico-privato, deve rispondere e rispettare richieste e vincoli più numerosi e contrastanti rispetto a quelli imposti dai principi dell'urbanistica tradizionale.

Lo strumento di attuazione di un piano di questo tipo è il PII (Piano Integrato di Intervento) che ha come obiettivo quello di sanare aree degradate tramite investimenti privati da una parte e incentivi dell'amministrazione pubblica dall'altra, ovvero prevedendo la possibile cooperazione tra operatori e/o finanziamenti sia pubblici che privati.

Le problematiche ad oggi riscontrate sull'area, proprietà della Finsibi Spa, una società immobiliare che costituisce il primo soggetto interessato oltre al Comune i

Brescia, sono molteplici: la presenza di cromo esavalente nella falda (non rilevante per la fornitura da acquedotto ma che rende inutilizzabili i pozzi privati nella zona), la dismissione degli edifici (tubificio, laminatoio e acciaierie) della vecchia Pietra Spa che risultano pericolosi e rifugio per estranei, la vicinanza del centro abitato all'area che rende indispensabile un cambiamento di destinazione d'uso (richiesto da Finsibi Spa nel 2007 al fine di passare da area industriale a terziario con l'obiettivo di realizzare un WTC).

Durante la conferenza per la redazione della V.A.S. (Valutazione Ambientale Strategica) avvenuta in data 23 marzo 2010, l'area è stata distinta in tre parti: Pietra Tagliatella, Pietra Curva corrispondente ai sedimenti dell'acciaieria e del laminatoio e Pietra Tubificio. Allo stato attuale, le prime due sezioni, proprietà di Finsibi Spa, sono oggetto di bonifica in vista di una riedificazione e gli impianti produttivi sono stati effettivamente rimossi in varie fasi, a partire dai macchinari fino alle coperture in eternit; rimangono ad oggi le strutture in cemento armato. L'area Pietra Tubificio, gestita da un curatore fallimentare, risulta invece disattiva ma gli edifici sono ancora intatti.

edifici industriali dismessi: il tubificio

3

RILIEVO

Archeologia industriale

L'archeologia industriale si può configurare come una chiave di lettura della realtà territoriale, grazie alla quale è possibile ricostruire ed interpretare il passato (ed il presente) di un luogo e della vita della sua comunità, consentendo inoltre di analizzare le motivazioni e le diverse fasi di sviluppo delle attività produttive. Questo interesse nei confronti del paesaggio industriale e dei manufatti che ad esso si ricollegano si è sviluppato in ritardo rispetto ad altri rami disciplinari non solo per una concezione di "archeologia" che guarda più al passato remoto rispetto a quello recente, ma anche perché in diversi casi gli impianti produttivi sono ancora in funzione oppure al contrario rimangono abbandonati o semi abbandonati. Progressivamente essi diventano muti, potenziali "luoghi della memoria" solo quando hanno cessato di essere significativi "luoghi di identità" per chi ci lavora o lavorava dentro.

L'archeologia industriale può essere una valida risorsa a disposizione delle comunità locali al fine di comprendere come si è venuto a costituire il tessuto territoriale e sociale di un luogo, sia nei casi in cui c'è stata una deindustrializzazione con una conseguente dismissione degli apparati produttivi, sia quando essi sono tuttora funzionanti e costituiscono parte imprescindibile della quotidianità cittadina.

Il termine "archeologia industriale" fu coniato in Inghilterra da Michael Rix, docente universitario di Birmingham, all'interno di un articolo intitolato "Industrial Archeology" e pubblicato nella rivista "The Amateur Historian", nella prima metà degli anni Cinquanta, un'epoca in cui, terminato il secondo conflitto mondiale, molte nazioni europee erano coinvolte in un'attività di ricostruzione delle cittadine distrutte dai bombardamenti, che avevano causato anche una perdita del patrimonio risalente al periodo della Rivoluzione Industriale che proprio in Inghilterra aveva preso avvio. Fu in questo contesto che iniziarono a svilupparsi le prime teorizzazioni sulla nuova disciplina, sia in termini di definizione ed ambito cronologico di riferimento che in termini di obiettivi che si prefiggeva di raggiungere.

Figura 3.1 - Pietra Curva, strutture esistenti



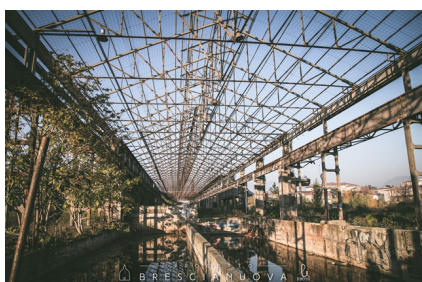


L'archeologia industriale a Brescia

La catalogazione del patrimonio storico industriale della Lombardia è un onere del quale la Fondazione Micheletti si è fatta carico negli ultimi 20 anni, arrivando ad analizzare non solo a livello quantitativo, ma anche a livello politico e sociale, il fenomeno della dismissione e dell'abbandono dei siti produttivi più rilevanti della regione. Risulta evidente, passando in rassegna la lunga lista di questi "mostri novecenteschi", talvolta mastodontici, ormai addormentati nella desolazione delle nostre periferie, che la maggior concentrazione di reperti è riscontrabile tra la fascia di territorio che va da Milano, passando per Bergamo, fino a Brescia. Dal censimento effettuato la maggior parte dei siti si colloca nella zona occidentale della nostra città, quella più aperta alla pianura, lungo l'asse stradale e ferroviario che porta a Milano.



I dati reperiti indicano con chiarezza l'esplosione di un forte processo di industrializzazione nella zona principalmente periferica della città, a cavallo fra la fine del diciannovesimo e l'inizio del ventesimo secolo.



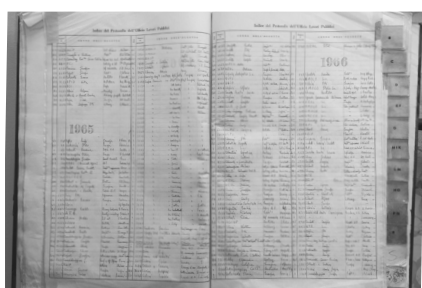
L'energia urbana sprigionatasi in questo avvenimento determinò un forte cambiamento nelle dinamiche organizzative cittadine, creando i facili presupposti per la nascita di quartieri residenziali spesso mal progettati e, comunque, sempre autonomi da qualunque pianificazione territoriale. I siti industriali più rilevanti nacquero lungo le principali arterie stradali, quelle che collegavano la città alle altre province della regione. Seppure gli insediamenti produttivi sorgessero sempre all'esterno delle mura, a Brescia le distanze sono pur sempre contenute e, con l'espansione urbana del secondo dopoguerra, l'attrito fra la funzione produttiva e quella residenziale aumentò in maniera, talvolta insostenibile, sia dal punto di vista della salute ambientale che da quello delle relazioni sociali. La produzione era variegata e finalizzata, almeno agli albori, a soddisfare l'approvvigionamento cittadino o poco più; successivamente, solo dopo la seconda guerra mondiale, Brescia divenne un modello produttivo noto a livello nazionale. Sebbene la piccola e media impresa abbiano rappresentato un tesoro inestimabile per la città, sia per le sue casse che per la tradizione locale, non mancò anche la capacità di guardare ad un processo industriale razionalizzato e basato sui grandi numeri.



La produzione siderurgica (con le Tuberie Tempini che aprono un settore nel quale la provincia eserciterà quasi un'egemonia dopo il secondo conflitto mondiale), lo stoccaggio chimico (con le Industrie Caffaro che saranno al centro di uno scandalo ambientale negli ultimi vent'anni), la curiosa produzione di ghiaccio per conservazione alimentare (con la Fabbrica del Ghiaccio che garantì rifornimenti alla città anche durante i conflitti bellici) e una fra le più celebri birre italiane della prima metà del 900 (la Fabbrica di Birra Whurer, fiore all'occhiello per la testimonianza della tradizione industriale bresciana) garantiscono alla città dei buoni livelli di sviluppo e una crescita continua. I poli industriali appena citati furono calamita per la nascita di nuovi stabilimenti, il tutto senza la minima regolamentazione, almeno fino a metà degli anni 60.



Chiaramente le opportunità portate dallo sviluppo industriale, non garantivano solo posti di lavoro a condizioni talvolta molto dure, ma anche nuove opere di urbanizzazione. Dunque le prime fabbriche furono involontariamente le direttrici o riferimento per la nascita di tutte le attività successive che richiedevano spazi e connessioni al passo con i tempi, portando il territorio ad evolvere con loro.



Riferimenti progettuali

I progetti di seguito analizzati, oltre ad essere una fonte di ispirazione progettuale, sono stati riportati in quanto molto simili per alcuni aspetti all'oggetto di studio. Il progetto per la riqualifica delle ex acciaierie Falck in particolare è paragonabile per la sua dimensione urbana, complessità di funzioni e interazioni; la biblioteca di Winterthur invece è un bellissimo esempio di recupero della bellezza delle strutture e delle particolarità degli spazi e delle attrezzature industriali.

Area ex Falck: la città della Salute

Il progetto, che porta la firma dell'architetto Renzo Piano, è concepito come uno schema urbano aperto che connette tutte quelle parti della città fino a oggi separate dalla ferrovia e dalle ex aree industriali Falck e Marelli.

Due gli assi fondamentali della nuova struttura urbana su cui si concentreranno le attività:

- **Asse Nord-Sud.** attuale viale Italia: si configura come la "spina dorsale" dell'intero progetto, sulla quale si innestano tutte le aree d'intervento. E' un asse alberato, una "Rambla" della lunghezza di 2 km circa, con forte presenza pedonale, trasporto pubblico e traffico privato moderato finalizzato alla sosta, a vocazione prevalentemente residenziale e commerciale.
- **Asse di connessione Est-Ovest:** questo asse naturale che parte dall'attuale stazione ferroviaria Sesto F.S. (che sarà riprogettata con una tipologia a ponte) unisce trasversalmente, le tre parti di città oggi separate dalla ferrovia e dalle ex aree industriali. E' prevalentemente destinato a funzioni pubbliche di eccellenza e terziario direzionale (università, laboratori di ricerca, ecc.).

Il progetto si compone di altri elementi tesi a ricucire il tessuto urbano:

- **Stazione ferroviaria:** l'attuale stazione Sesto FS. sarà completamente riprogettata per diventare cerniera urbana; una piazza sopraelevata accessibile da un sistema di passerelle che collegano i due lembi di città Est-Ovest e danno dunque diretto accesso al Parco.
- **Filari verdi:** un sistema di assi vegetali nuovi e di completamento di quelli esistenti permetterà al Parco di penetrare nel tessuto urbano esistente.
- **Prolungamento e completamento degli assi esistenti:** il sistema stradale è razionalizzato con la creazione di una nuova rete nell'ambito del progetto, ed il prolungamento e completamento di assi stradali esistenti.
- **Reti di trasporto pubblico capillare a cadenza intensiva:** è prevista una vera e propria rete di trasporto pubblico ad alta frequenza, con mezzi di nuova concezione, agili ed ecologici, che serviranno l'intero territorio di Sesto San Giovanni.
- **Riqualificazione di aree di pubblico interesse circostanti il sito:** il progetto si propone la riqualificazione di aree prevalentemente verdi e sportive, nonché di attrezzature di pubblico interesse.
- **Satelliti:** si tratta di aree sganciate dal sistema degli assi Nord-Sud ed Est-Ovest, sono generate dal tessuto urbano esistente e fungono anch'esse da cerniere di connessione. La destinazione funzionale è prevalentemente residenziale con presenza di commercio, attività compatibili e servizi alla persona. In particolare, nell'area "Transider", è previsto l'insediamento di un "Hotel Industriel", nuovo modello di edificio industriale, pensato per rendere compatibile la convivenza di attività produttive all'interno della città.

Nella pagina precedente, dall'alto verso il basso:

Figura 3.2 - Progetto-BresciaNuova, ex Metallurgica Tempini

Figura 3.3 - Progetto-BresciaNuova, fornaci di Ponte Crotte

Figura 3.4 - Progetto-BresciaNuova, ex acciaierie Togni

Figura 3.5 - Progetto-BresciaNuova, cantine Folonari

Figura 3.6 - Progetto-BresciaNuova, Casere

Figura 3.7 - Progetto-BresciaNuova, Pietra Curva

Figura 3.8 - Registri del Protocollo Generale del Comune di Brescia, Archivio di Stato



Figura 3.9 - Area ex Falck, R.P.B.W. (masterplan)

Il Parco

Il parco è inteso come l'insieme delle aree a verde con totale fruibilità pubblica, indipendentemente dalle specifiche destinazioni (parco urbano, intercomunale, verde attrezzato, ecc.) e/o dal regime di proprietà del suolo. Il Parco è l'elemento centrale di tutto il progetto: quasi un 1.000.000 mq su una superficie totale di 1.300.000 mq. Attualmente sul sito sono presenti ampie zone vegetali, a dimostrazione di come la natura stia riprendendo possesso dei luoghi. La riqualificazione renderà l'area fruibile a tutti. Abbattuti i muri delle fabbriche, il Parco sarà delimitato naturalmente dalla sua stessa struttura morfologica, con due lembi sollevati di 8 m d'altezza. Rappresenta un grande polmone verde da cui partono i filari della città (i viali) e sui cui si innesta la "Rambla" (composta di 4 filari di alberi). Il Parco forma un tappeto vegetale continuo sul quale fluttuano le "Case Alte". Gli edifici si addensano lungo i due assi principali, mentre le aree private saranno asservite ad uso pubblico in modo che tutto il verde sia percepito come Parco.

I frammenti di fabbrica

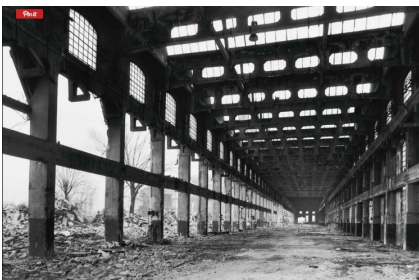


Figura 3.10 - Strutture ex acciaierie Falck



Figura 3.11 - Strutture ex acciaierie Falck

I maggiori insediamenti industriali saranno mantenuti per conservare la memoria di un luogo che ha fatto la storia industriale e sociale d'Italia. Tra questi il T3 Pagoda, T5 Laminatoio, Bliss, Rettifica filiere e Omec, vere e proprie creature "fantasmagoriche" che emergono dal Parco come memoria del passato. In particolare, alcuni edifici (T3 e T5) resteranno praticamente intatti (sono previsti solo interventi di pulizia e messa in sicurezza), come veri e proprie "monumenti" di archeologia industriale cariche di dignità e memoria storica che andrebbe persa se accogliessero funzioni "utili". Le "rovine" hanno un enorme potenziale per essere valorizzate in modo originale, ad esempio come scenografie per spettacoli e manifestazioni pubbliche. Altri edifici sono invece destinati a diventare veri e propri centri di eccellenza (Museo del Lavoro, Biblioteca ecc.). Nel Parco saranno mantenuti, oltre a elementi che si sviluppano in alto, anche gli scavi ("Pompei"), cioè le fondazioni su cui poggiavano un tempo i macchinari delle acciaierie. L'area diventerà così un vero e proprio "Parco archeologico industriale".



Figura 3.12 - La città della salute, R. Piano

Funzioni pubbliche di eccellenza

Grazie a funzioni pubbliche di eccellenza, l'ex area Falck si trasformerà in una futura "Fabbrica delle Idee", preservando in un certo senso le caratteristiche innovative e tecnologiche che, dagli inizi del secolo scorso, caratterizzano Sesto San Giovanni. Una filiera composta da università, laboratori di ricerca e vivai d'impresa vedrà la luce in un'area da sempre caratterizzata proprio dalla sua vocazione produttiva.

Oltre alla Biblioteca/Mediateca e al Museo del Lavoro, si prevede che vengano insediati:

- Università: Istituti universitari dinamici legati, come da tradizione, al mondo produttivo per generare energie e sinergie nel territorio. "
- Laboratori di ricerca gestiti da proprie fondazioni:
 - Botanica: centro studi per la gestione e il mantenimento del Parco;
 - Medica;
 - Energia: centro studi per l'approvvigionamento di energia.
- Vivai d'impresa: strutture finalizzate a favorire lo sviluppo di giovani imprese.

Attrezzature di interesse generale

È prevista la realizzazione delle seguenti attrezzature di interesse pubblico:

- attrezzature sportive;
- servizi scolastici e culturali;
- parcheggi;
- servizi socio - assistenziali;
- sedi operative di istituzioni (vigili del fuoco e carabinieri a cavallo).

Gli edifici

La tipologia che domina lungo tutto viale Italia è quella delle "case alte": si tratta di edifici che fluttuano a 12 m di altezza, al di sopra del tappeto vegetale, tesi verso l'alto alla ricerca della luce, dell'aria e di una vista che domina il Parco e l'arco alpino verso Nord. Sulla sommità delle "case alte" trovano posto i giardini pensili. Le "case alte", rivestite di ceramica smaltata e colorata, producono una vibrazione di luce e di colore che si riflette sull'ambiente urbano.

Sono previste tre diverse dimensioni:

- 22x22x90 m: residenziali
- 30x30x60 m: residenziali e terziarie
- 40x40x40 m: terziarie

La tipologia prevalente lungo l'asse Traversa è quella dell'edificio a corte. Gli edifici, di otto piani fuori terra come altezza massima, sono in prevalenza aperti verso il parco e si ispirano al medesimo concetto di "trasparenza" e di "luminosità" previsto per le "case alte". Gli edifici che saranno realizzati in fregio alla Rambla ospiteranno attività commerciali, funzioni compatibili e servizi; risponderanno anche essi al principio della "trasparenza e permeabilità", consentendo una percezione degli spazi aperti continua e diffusa.

Trasporto e Mobilità

- L'obiettivo è di creare un proprio sistema di trasporto pubblico locale di tipo capillare, in una città oggi servita dal trasporto pubblico milanese. A tale fine Renzo Piano Building Workshop, in collaborazione con Iveco, sta studiando "Elfo", un veicolo di nuova concezione con pianale ribassato, trazione a idrogeno o elettrica, e dimensioni contenute per muoversi agevolmente nel tessuto esistente. La strategia di mobilità si basa su 5 livelli:
- Assi di connessione con Milano (già esistenti): metropolitana e ferrovia.
- Sistema di trasporto intermedio: autobus su-corsia preferenziale da Cascina Gobba (MM2) a Bettola (nuovo capolinea MM1): è la linea di forza che connette trasversalmente la città in direzione Milano. Questa soluzione si configura come una risposta immediata all'esigenza di collegamento che potrà in seguito essere sostituita e lo integrata dalla tranvia.
- Realizzazione di 9 linee urbane, servite da "Elfo".
- Tapis roulant: sono previsti lungo la Traversa e la Rambla. Protetti da pensiline in vetro, permettono gli spostamenti pedonali, riducendo sensibilmente l'uso del mezzo privato.
- Piste ciclabili: sono pensate come una maglia continua su tutta la città.

Energia

Il progetto è caratterizzato da una visione strategica globale tesa ad una possibile autonomia energetica, attraverso l'utilizzo di sistemi che coniugano bassa dispersione e alto rendimento. Si tratta sia di sistemi attivi (impianti che si adattano alle soluzioni più innovative) che passivi (utilizzo di sistemi e tecnologie a basso impatto ambientale). Questa strategia è perseguita attraverso:

- Risorse locali e sostenibilità ambientale:
 - Acque di falda: il progetto prevede il recupero dell'acqua estratta e depurata per la decontaminazione della falda al fine di alimentare le pompe di calore;
 - Centrale di cogenerazione Edison esistente: l'apporto di energia fornito dalla centrale Edison potrà essere limitato solamente al soddisfacimento dei picchi di consumo.
 - Biomasse: apporti energetici che provengono dai rifiuti organici del Parco;
 - Energia solare: utilizzo dell'energia diretta del sole tramite specchi.
- Razionalizzazione nella generazione e distribuzione di energia:
 - Centrali di Trigenerazione ad alto rendimento con produzione simultanea di energia elettrica, vapore ed aria fredda;
 - Cunicoli tecnologici: pensati per ospitare tutte le reti e i sottoservizi infrastrutturali alimentano nel modo più razionale possibile tutti gli edifici lungo la "Rambla" e la "Traversa",

Bonifica

Il progetto si pone come obiettivo da una parte la decontaminazione del sito riportandolo ai livelli indicati dalla legge, dall'altra un intervento intelligente e mirato capace di salvaguardare la memoria storica dei luoghi e la natura esistente. A tale scopo è previsto anche l'utilizzo di tecnologie innovative e poco invasive quali la phytoremediation (tecnica recente che utilizza specifici vegetali e funghi sotterranei in grado di assorbire gli elementi inquinanti) che consente di effettuare la bonifica con misure di sicurezza finalizzate al ripristino ambientale ed in linea con la più recente normativa in materia.

Winterthurer Bibliothek

Gli architetti di Winterthur P & B Architekten hanno definito tre punti di intervento principali durante la riconversione dell'ex fabbrica: il foyer centrale, la copertura e elevate prestazioni tecnologiche nella gestione della luce. Gli interventi più visibili sono i due bracci della biblioteca e i due edifici che contengono le aule, nascosti rispetto al lato stradale. È stata sfruttata la totalità dei 10 metri di altezza grazie all'approccio della "scatola nella scatola" tipico degli interventi di recupero. La Hall di ingresso è un'esperienza spaziale unica: a sinistra e a destra vi è una scala che porta al piano mezzanino di distribuzione lungo i bordi del quale sono disposti alcuni luoghi di lavoro, illuminati da molta luce diurna grazie a sistemi tecnologici studiati appositamente per l'intervento. Tali ballatoi permettono viste sul corridoio o sull'ingresso. Alcune balaustrate di protezione sono state smaltate, ma i voluminosi nastri bianchi lasciano lo spazio industriale, la vecchia struttura in acciaio e la facciata in vetro sottile sono stati lasciati come sono stati trovati (previa pulizia).



Figura 3.13 - Winterthurer Bibliothek



Figura 3.14 - Winterthur vista aerea

Il tubificio

L'ex tubificio Pietra si sviluppa su un'area complessiva di circa 50000 m² ovvero l'equivalente di 7 campi da calcio. L'edificio si estende in direzione est-ovest per una lunghezza di circa 540 m, necessari all'installazione dei macchinari per la produzione del tondino da calcestruzzo. All'inizio, la linea di produzione era adatta alla tecnologia sviluppata dal gruppo Pietra seguendo la sequenza: forno di riscaldamento, presse di estrusione e riduttore a stiramento. Per cui erano presenti un forno di riscaldamento Stein da 50 tonnellate l'ora, due presse orizzontali Sholoemann da 5450 tonnellate di spinta e un forno di stabilizzazione che era collegato a un riduttore a stiramento Kocks adatto per tubi a diciotto gabbie. Una piccola pressa, da 500 tonnellate di spinta, serviva a lavorare il tappo frutto della prima estrusione, in modo da recuperare il più possibile gli scarti di produzione.

La planimetria

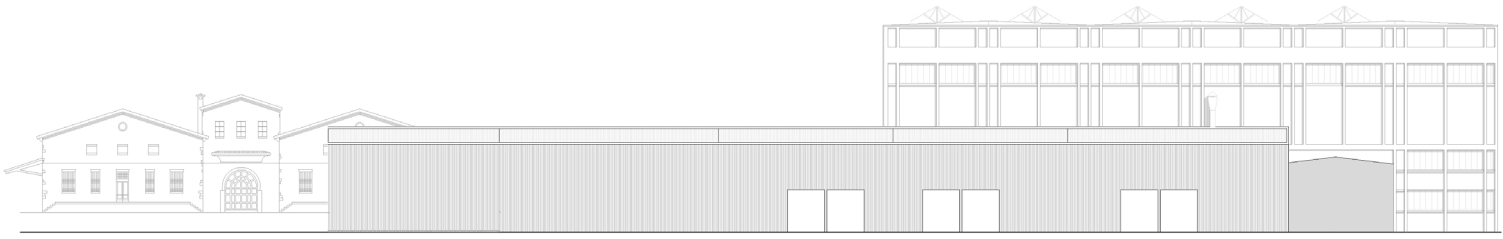
In sezione orizzontale è possibile identificare le vasche dove un tempo erano posizionati i laminatoi, i forni e altri macchinari atti alla produzione del tondino. L'andamento dei pilastri predilige il senso longitudinale in direzione Est-Ovest nonostante in prospetto Est si inverta utilizzando i medesimi pilastri reticolari in direzione opposta. Inoltre è presente un cambiamento strutturale dato dalla presenza di una porzione di edificio di altezza più alta (24m) con struttura in pilastri in cemento armato ma composto dal medesimo modulo.

Figura 3.15 - Tubificio, vista interna





Prospetto Est



Prospetto Ovest

Figura 3.16 - Tavola 06

I prospetti

Il prospetto nord è caratterizzato dalla struttura in cemento armato a telaio; la trave superiore, di altezza circa 1 m, costituisce il bordo portante di tutta la struttura. La parte inferiore è chiusa da un tamponamento in cemento mentre il resto delle parti non strutturali è chiuso da serramenti in ferro con vetri singoli divisi in 8 elementi. Il profilo superiore del tubificio è caratterizzato dall'alternarsi di due forme di lucernai, legate alle necessità di scolo delle acque: la falda leggermente inclinata tra un elemento semitrasparente e l'altro, si legge nel bordo inferiore delle aperture, rialzate di 20 cm in corrispondenza del compluvio. La ripetizione della geometria del telaio (campate da 6 m), viene interrotto dalla presenza di volumi di altezza minore, probabilmente aggiunti successivamente, non rilevabili.

Figura 3.17 - Tubificio, vista prospetto nord



La facciata sud, strutturalmente identica a quella nord, si distingue per la presenza di una campata aggiuntiva, ovvero di un volume che si sviluppa su tutta la lunghezza dell'edificio. La posteriorità di tale volume, oltre che nello stato di conservazione migliore, si legge anche nell'evoluzione della tipologia strutturale, composta qui da pilastri e travi triangolari prefabbricati.

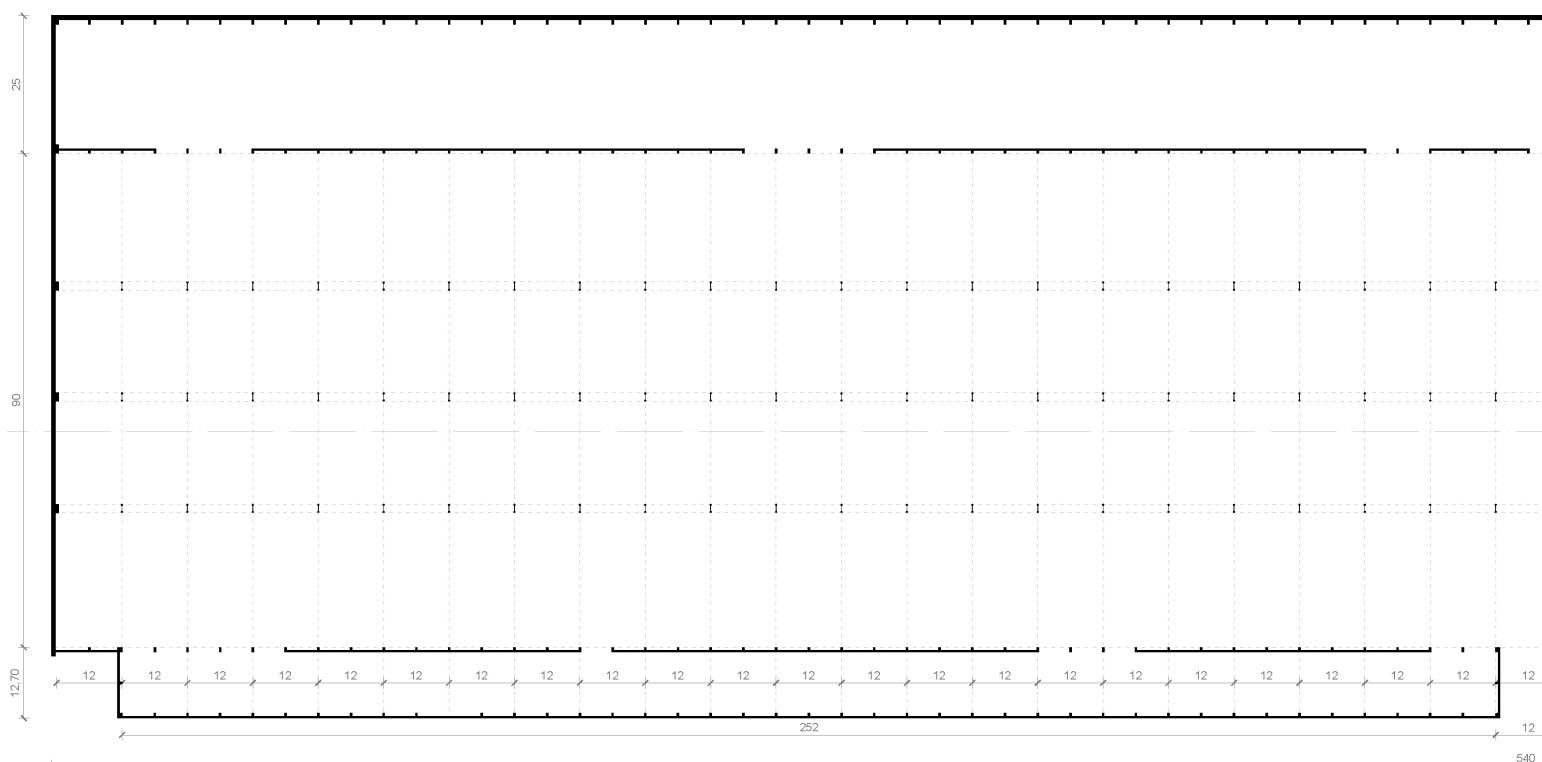
Il prospetto Est rappresenta la zona di ingresso al tubificio ed è caratterizzato da due linguaggi ben distinti. A partire dal margine destro è presente un fabbricato in vista non rilevabile poiché non accessibile; si distingue una porzione consistente della facciata con finitura in lamiera per una lunghezza di 53 m e un'altezza di 10 m fino all'imposta del lucernario. Successivamente il disegno del prospetto è caratterizzato dal modulo in cemento usato anche nel resto dei prospetti. Questo cambio di prospetto è dovuto al diverso andamento dei pilastri che di conseguenza inverte anche l'andamento dei lucernari in copertura. Infine è presente un volume annesso al fronte che segue il modulo prefabbricato seppur limitandosi al secondo modulo orizzontale.

Il fronte Ovest presenta la medesima finitura in lamiera del fronte Est e termina in sommità con il lucernario che corre in senso longitudinale rispetto al prospetto. Sono presenti sei grandi aperture, un tempo probabilmente adibite al carico e scarico delle merci. Oltre il prospetto risultano in vista l'edificio di altezza maggiore (24 m), il quale interrompe la linearità del tubificio dopo uno sviluppo di 470 m, e l'edificio delle Casere, situato oltre la strada di via Orzinuovi.

Figura 3.18 - Tavola 05



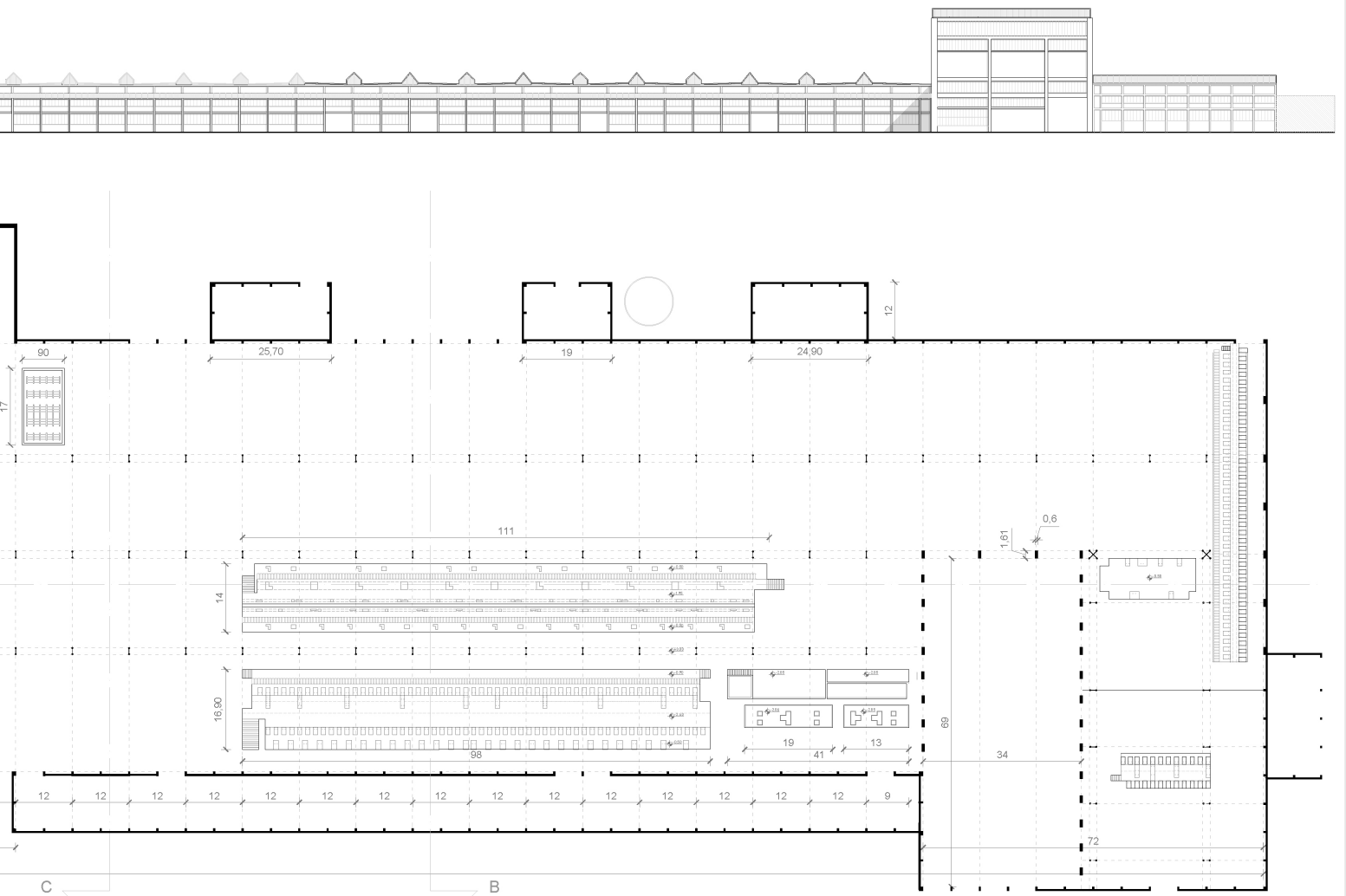
Prospetto Sud



Sezione orizzontale



Figura 3.19 - Tubificio, accesso sud



Le sezioni

Le sezioni trasversali (direzione nord-sud) mostrano lo sviluppo orizzontale dell'edificio ed i cambiamenti strutturali che lo caratterizzano. La struttura principale è costituita da due paramenti cementizi laterali e tre serie di pilastri reticolari in acciaio che dividono l'edificio in quattro campate di circa 25 metri l'una.

La sezione BB mostra la particolarità delle vasche per i laminati a caldo presenti nelle due campate più a sud. Le vasche hanno forme e dimensioni diverse con profondità che variano dai 50 cm ai 2,90 m. In vista dietro tali vasche vi sono i pilastri in cemento che sostengono l'edificio alto 24 m. Come nel prospetto Ovest, l'edificio delle Casere decora lo sfondo.

Particolare della sezione verticale BB

1:250

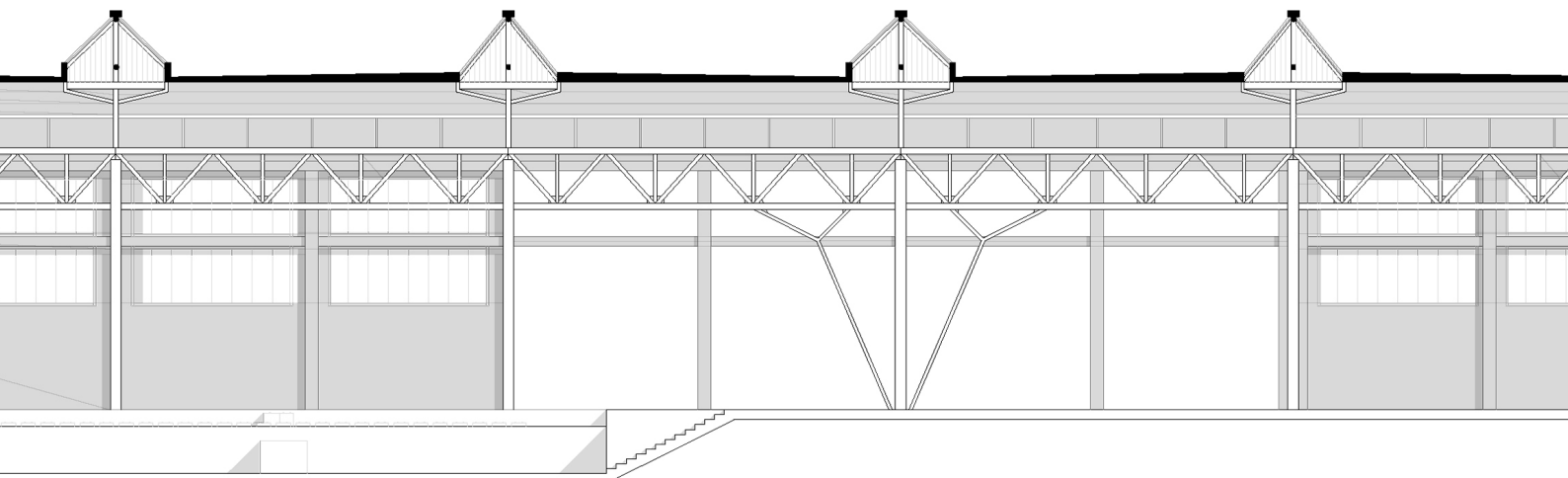
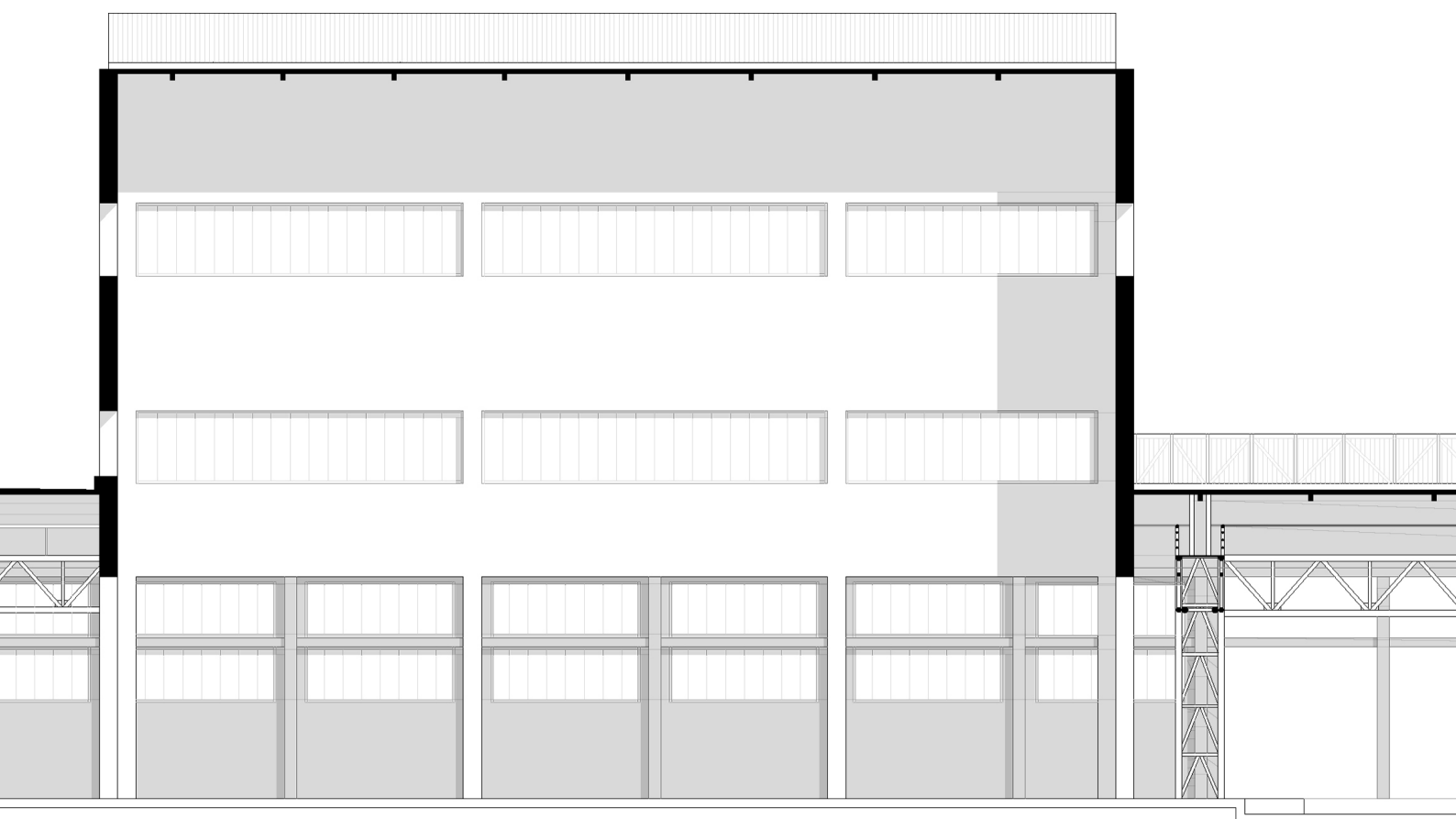


Figura 3.20 - Tavola 09



scelte progettuali sull'area : l'agroalimentare

4

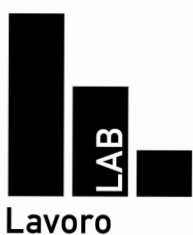
**AREA DI
PROGETTO**

Perchè Agro?

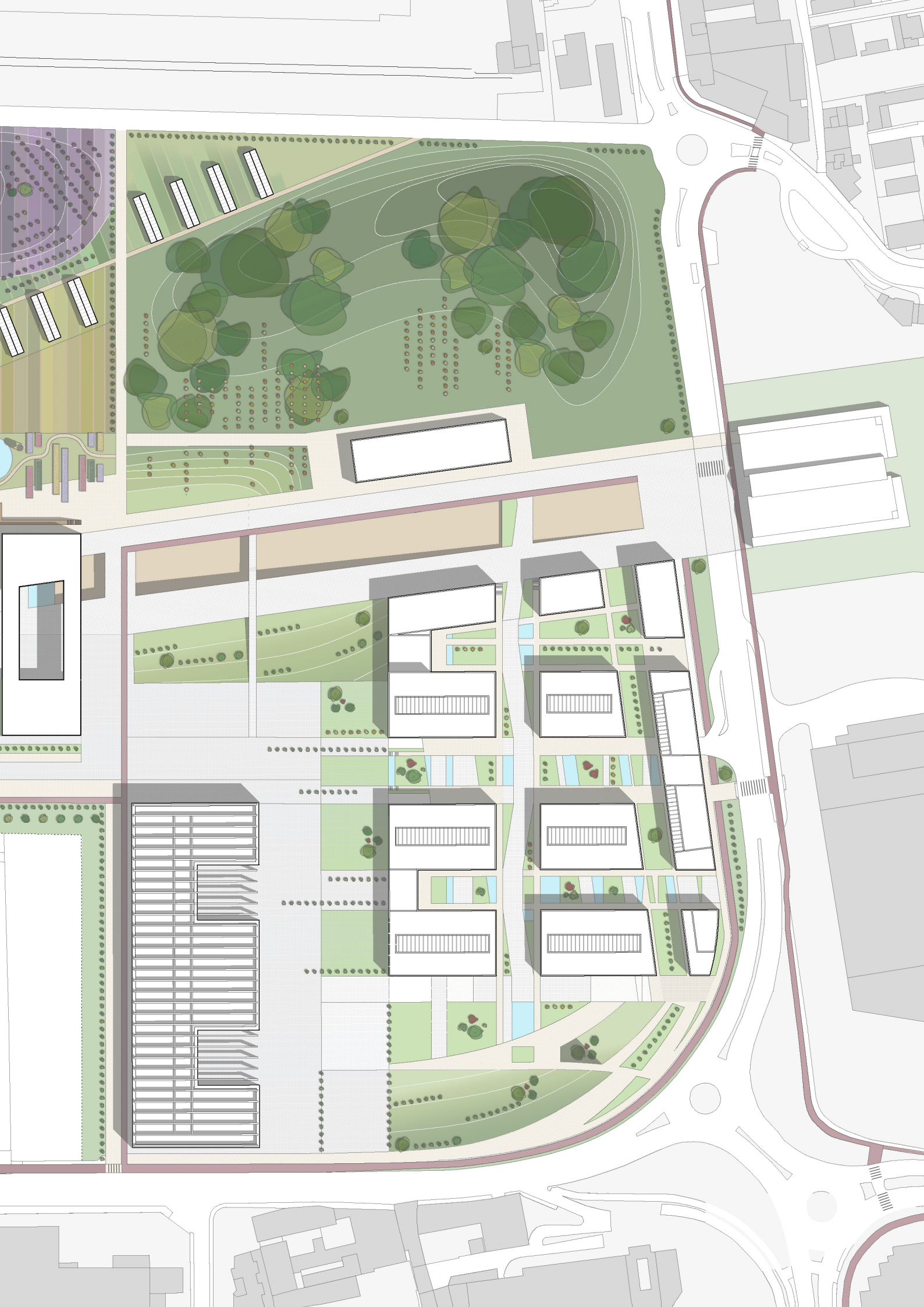
La scelta delle funzioni da inserire all'interno dell'area di progetto è stata guidata dall'analisi della realtà bresciana in generale e dalle numerose proposte, idee, progetti che negli ultimi dieci anni hanno cercato di dare un nuovo volto a questa sezione di territorio. Progetti come il MAB (Mercato Agroalimentare Bresciano), il WTC (World Trade Center) e le necessità di una maggior attenzione al verde urbano, hanno portato alla scelta di realizzare un Polo Agroalimentare.

La vastità dell'area consente di connettere insieme vari aspetti di questo tema, che può essere articolato in tre macro-funzioni: la formazione, la diffusione e l'evoluzione della sensibilità verso i prodotti del territorio. Viene quindi proposto di collocare all'interno del progetto la nuova facoltà di Agraria, prevista nel territorio comunale, inizialmente collocata nel castello della città con numerose osservazioni da parte degli enti preposti alla tutela dei Beni Culturali. La posizione strategica, facilmente raggiungibile sia dal centro storico che dalla stazione, meglio si addice anche alla prevista rilevanza del polo, da semplice specialistica in enologia a percorso formativo completo. Il territorio di Brescia, prima provincia agricola italiana con un Pil di 1,2 miliardi, non è infatti estraneo a questo settore e, come enfatizza il vicepresidente nazionale di Coldiretti "servono figure specializzate nei diversi settori produttivi, dal vitivinicolo a settori tradizionali come il lattiero-caseario e quello delle carni. Anche grazie alla presenza dell'istituto zooprofilattico si potrebbe creare un polo per lo studio delle eccellenze agroalimentari di respiro europeo". Si ritrova quindi, legato alla formazione, il ruolo della ricerca che, in un contesto ricco di aziende specializzate, può riuscire a svolgere una funzione pratica di trasposizione dell'innovazione nella produzione; tale legame viene incoraggiato dai principi di mercato globale ed economia circolare.

Il campo enologico, è particolarmente legato alla tradizione bresciana dalla presenza del vitigno Pusterla, di cui quello ai piedi del colle Cidneo costituisce uno dei più grandi appezzamenti urbani d'Europa; oltre la realtà urbana, ben nota è quella della vicina Franciacorta. Vino e ortofrutta sono i principali prodotti di esportazione, con una crescita di +10,9% del Made in Italy alimentare all'estero nei primi sei mesi del 2017, in Germania, Francia, Stati Uniti e Gran Bretagna in ordine di rilevanza. Questi dati sottolineano come la produzione agricola, spesso associata ad una realtà passata, non solo sia per il nostro paese di grande rilevanza economica, ma possa anche essere considerata un settore in pieno sviluppo, sul quale investire. Come ogni settore economico, basato sulla vendita e sulla comunicazione, ruolo fondamentale acquisiscono i centri di diffusione quali musei, sale espositive, spazi polifunzionali. Viene previsto un museo di enologia, in connessione con il recupero dell'edificio delle Casere come spazio espositivo, per creare un luogo di interscambio di informazioni. Le realtà universitarie e i centri di ricerca, spesso rimangono isolati nel loro essere, o in contatto esclusivo con realtà simili; creare un luogo di apertura al pubblico, oltre a facilitare la sensibilizzazione su vasta scala riguardo ai temi della produzione agricola e del rispetto dello spazio verde, permette anche al mondo accademico di interargire con l'esterno, di mettersi alla prova nel comunicare i propri contenuti ma anche entrare in contatto con realtà legate al mondo del lavoro e della produzione.







Funzioni principali e indotte

Recupero
Ricerca e Sviluppo **pcb**
Nuova Porta Sud di Brescia
Ortomercato **piccola velocità**
Parco Pubblico Facoltà di agraria
Polo logistico agroalimentare **Piefra Curva**
38,4 miliardi fatturato 2,7 miliardi
PSR 2014-2020 **Agro 2 Be** Caffaro
MAB Trasferimento Tecnologico
Agenda Urbana Eco Industrial Park
cromo esavalente **Made in Italy**
HUPAC Nau: Magazzini Generali 2.0
World Trade Center **Castello**
MAB Polo Intermodale
BresciaNuova

I punti focali del Polo Agroalimentare risultano quindi tre: l'università di agraria, i laboratori di ricerca agroalimentare e il museo di enologia. Le analisi urbanistiche hanno sottolineato l'incidenza sul territorio della dimensione dell'area. La progettazione di una porzione di città, non può prescindere dalla previsione dell'apparato di funzioni, spazi e servizi indotti. In appoggio a quelle principali vengono quindi inserite diverse altre funzioni, secondarie ma fondamentali per il funzionamento delle prime e dell'ergonomia dell'intera area. Si distinguono tre macro-categorie: funzioni per lo svago, per il lavoro e servizi.

Svago

Con "svago" si intende, per esclusione, un'attività diversa da quella principale, di lavoro o indispensabile per il sostentamento. Con funzione di svago si intendono quindi quelle attività praticabili nel tempo libero, senza escluderne l'utilità a fini educativi o di conoscenza. Oltre al museo di enologia e alle Casere, considerate uno dei vincoli di progetto più forti e punto di riferimento per la progettazione sia funzionale che volumetrica, sono previsti spazi polifunzionali con possibilità di allestimenti di mostre o esposizioni temporali, e un auditorium di circa 400 posti.

La creazione di un mercato urbano coperto ha l'obiettivo di creare un luogo, in cooperazione con l'ortomercato, più vicino alla realtà di tutti i giorni degli abitanti della città e degli utenti dell'area. Questo mercato infatti non ha la semplice funzione di luogo di compravendita, ma anche di ristoro, di incontro, di svago, all'interno del quale le attività propongono cibi che necessitano una lavorazione, oppure pronti per essere consumati. Gli orari di apertura vengono adeguati a questa multifunzionalità, coprendo una fascia temporale di attività più ampia che garantisce all'area, insieme alla presenza delle altre funzioni, un'attività continua durante tutta la giornata.

Ad unire i punti spaziali dove si collocano le funzioni, vengono progettati una serie di spazi pubblici, destinati anch'essi ad essere non solo luoghi di passaggio, ma anche si sosta, di attesa, dotati di sedute, verde praticabile, ringhiere per biciclette e spazi ombreggiati.



Museo Enologia



Sale espositive



Auditorium

Figura 4.2 - Funzioni indotte: svago

Servizi

La definizione delle funzioni accessorie parte dalla domanda: di che cosa hanno bisogno gli utenti? L'inserimento di servizi di ristorazione, ad esempio, se non progettati per essere ad uso esclusivo ma dotati di un carattere proprio, può portare altri utenti, esterni all'area, a scegliere di spostarsi ad esempio dal proprio luogo di lavoro per usufruirne.

Per soddisfare in particolare la domanda proveniente da utenti abituali, viene progettata una mensa, aperta a diverse categorie a seconda della gestione. In alternativa, più rivolto a fruitori occasionali, viene realizzato, in particolare in appoggio all'auditorium e al museo, un ristorante ed altri servizi come bar, guardaroba e servizi igienici.

Un'altra funzione accessoria inserita nel progetto è quella del nido aziendale; realtà molto più comune in paesi come la Francia, risulta tuttavia essere una scelta, ove presente, molto apprezzata dai lavoratori che possono usufruirne, ma anche di grande impatto positivo sull'immagine dell'azienda. Il nido aziendale nasce con l'obiettivo di permettere ai lavoratori di poter scegliere di creare un nucleo familiare senza che questo interferisca con la propria attività. Il duplice beneficio che ne deriva è, da una parte quello del genitore di non doversi preoccupare di badare al figlio negli orari di lavoro né di dover mettere a rischio il proprio impiego, dall'altra quello dell'azienda, la quale non rischia di frammentare il proprio percorso per la perdita temporanea di dipendenti già formati, che necessitano una sostituzione ed in seguito un reinserimento. La diffusione di questa pratica risale in Italia all'ultimo ventennio, con riferimento in particolare alla Legge 18 ottobre 2001 n° 383 (c.d. Tremoti bis), che prevede agevolazioni economiche per le aziende che decidono di investire in tale servizio. All'interno di un Polo dedicato alla cultura del cibo e della natura, un asilo nido si inserisce sfruttandolo a suo vantaggio: le attività educative legate al cibo, permettono ai bambini di abituarsi al contatto con materie prime naturali, pratica ormai lontana dalle nuove generazioni.



Figura 4.3 - "Nurcery Fields Forever" (render, progetto)

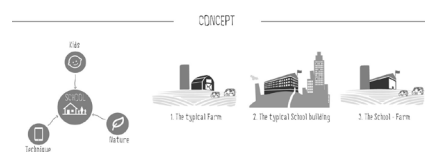


Figura 4.4 - "Nurcery Fields Forever" (vision, progetto)



Figura 4.5 - Funzioni indotte: servizi

Lavoro

La gestione economica di un'area così vasta, prevede una consistente componente organizzativa che richiede spazi propri. Per meglio regolare le sinergie tra le funzioni inserite, sono previsti degli uffici di amministrazione dell'area con l'esplicita funzione di coordinare le collaborazioni, controllare il funzionamento globale del sistema e proporre migliorie gestionali. Gli uffici tecnici relativi alle singole attività (come i laboratori di ricerca e il polo universitario) sono invece collocati all'interno delle funzioni stesse, in stretto contatto con le loro esigenze specifiche.

Ai laboratori di ricerca viene affiancata una parte di produzione, che consiste in una linea di packaging. Tale scelta vuole facilitare la trasmissione dell'innovazione nella realtà produttiva, specializzata in un campo tramite uno scambio reciproco tra aziende e ricerca. Questo rapporto, punto focale di tutto il polo, viene gestito da un'incubatore d'impresa, una funzione dedicata al contatto tra realtà diverse. Ubicabile concretamente in degli uffici, l'incubatore d'impresa ha il ruolo di far conoscere il modus operandi, i progetti, gli interessi delle diverse attività presenti nell'area a aziende ed altre realtà attinenti provenienti dall'esterno.



Figura 4.6 - Funzioni indotte: lavoro

Nella fascia urbana a sud dell'area, caratterizzata da attività commerciali e di produzione, è prevista la demolizione di diversi volumi e capannoni dismessi o in contrasto con il panorama urbano circostante; uno di questi volumi ospita oggi la Confcommercio ed altri uffici di attività secondarie. Per ricollocare tali funzioni e garantire un rientro economico dall'affitto degli spazi, si prevede la costruzione di diversi piani ad uso ufficio, affittabili da imprese esterne che vogliono trasferirsi all'interno dell'area riqualificata.

Pieni

Demolizioni

La realtà volumetricamente più ingombrante presente oggi sull'area, è il tubificio. La dimensione, completamente fuoriscala rispetto al resto del tessuto urbano, rende difficile se non impossibile un suo completo recupero. Si sceglie pertanto di demolirne la maggior parte, mantenendone una porzione di 12 campate in direzione est ovest, di cui 4 dedicate alla linea di packaging, una alla strada carrabile e 7 ai laboratori di ricerca agroalimentare. Sul resto dell'area, vengono demolite tutte le strutture esistenti ad eccezione dei telai cementizi caratteristici della Pietra Curva, una volta struttura dell'acciaiera. Queste strutture vengono coperte creando uno spazio non totalmente chiuso destinato al mercato urbano.

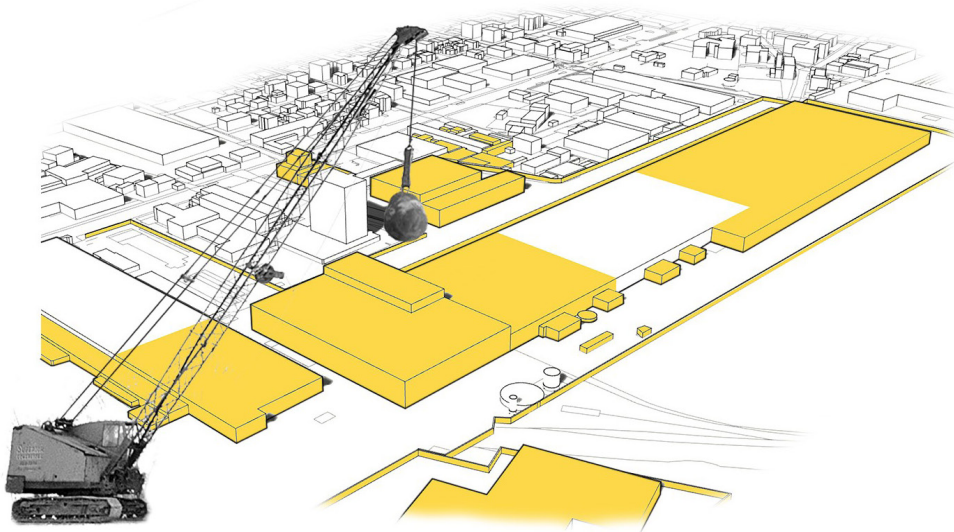


Figura 4.7 - Concept: demolizioni

Figura 4.8 - Concept: archeologia (in basso)

Archeologia

Come memoria del passato industriale, vengono mantenuti i grandi silos metallici presenti a nord del tubificio, e le giacenze delle vasche d'acqua, una volta parte della linea produttiva. I silos vengono ridipinti e conservati quasi come monumenti; le vasche vengono ricreate come elementi di decoro urbano collegate in un sistema delle acque che viene sfruttato sia per l'irrigazione, che per arredo, che percorre l'area da ovest a est, proveniente dal fiume Mella e collegato alla rete fognaria su via Dalmazia.



Figura 4.9 - Serbatoi lato nord

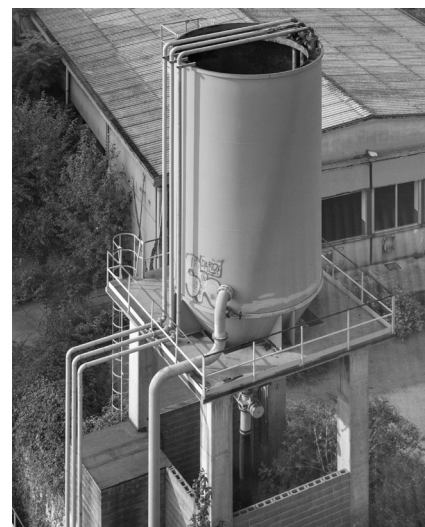
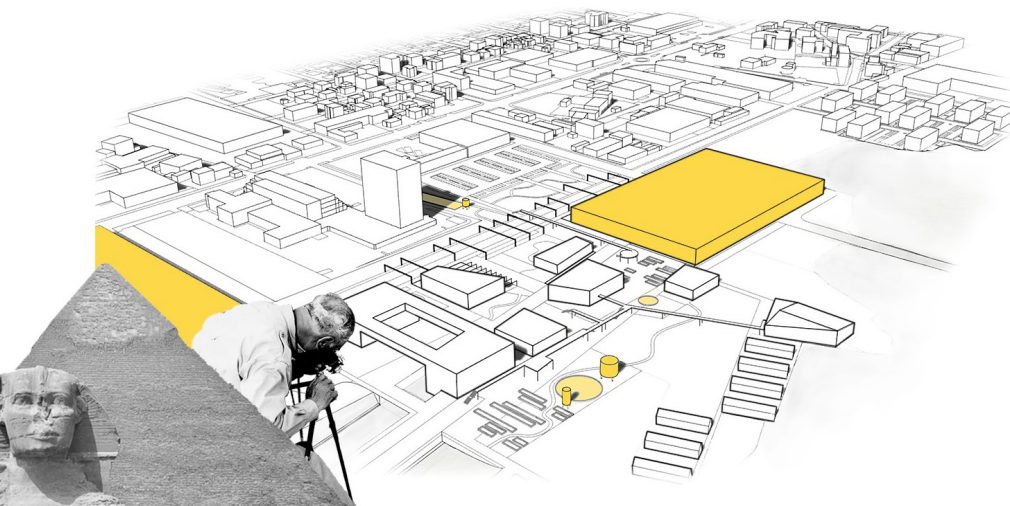


Figura 4.10 - Serbatoi lato sud

Assi

Le presistenze costituiscono, nella giacenza dei nuovi volumi, le direttrici imprescindibili, col fine di accentuare, nel caso delle Casere, o ricordare, per quanto riguarda il tubificio, la loro presenza, non solo con elementi materiali ma anche con allineamenti, percorsi e viste. L'impostazione in direzione est-ovest (con inclinazione oraria di circa 30°) del tubificio, viene mantenuta così come la giacenza originaria dello stesso, o meglio il limite est. Dove arriva oggi il tubificio, viene realizzato un elemento a ponte, che copre le quattro campate in direzione nord-sud in cui è diviso il tubificio, diminuendo la profondità degli ambienti e rendendoli abitabili. La porzione recuperata, chiusa in testa dal "ponte", viene frammentata sulla sua lunghezza in porzioni ridotte (singoli edifici) spezzati e traslati lungo i tre assi di riferimento: le Casere, il Tubificio e la direzione nord-sud. La scelta di quest'ultimo asse crea un legame tra il disegno architettonico e quello del verde, di grande rilevanza per il progetto, sia come verde urbano che come campi coltivati e colline boscate. Questo dialogo è sia ideale che fisico: le colline sono infatti ricoperte di frutteti disposti in filari paralleli all'asse.

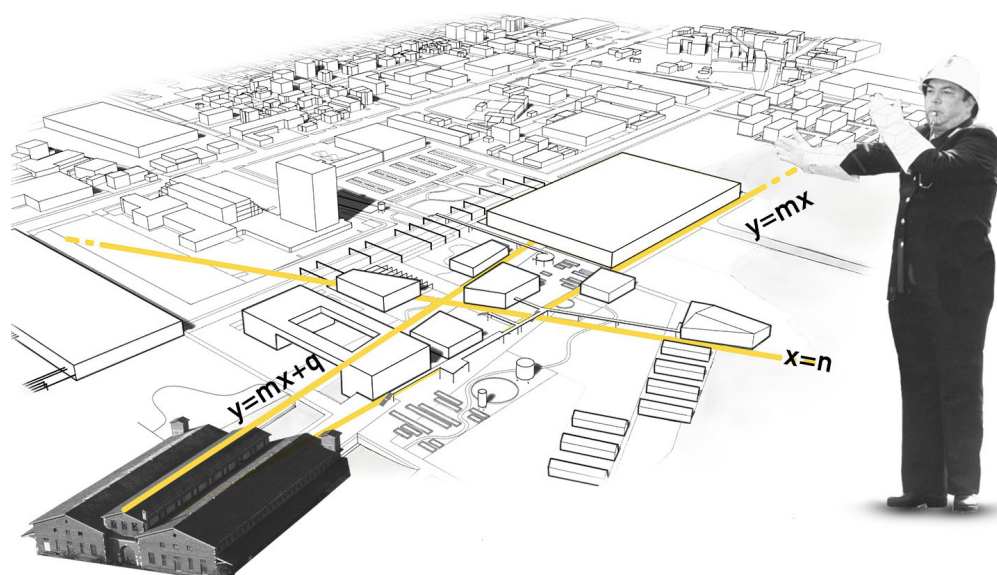


Figura 4.11 - Concept: assi

Figura 4.12 - Le casere, vista frontale



Le colline

La ferrovia, che definisce il confine nord dell'area di intervento, viene nascosta dietro dei lievi rilievi realizzati con il terreno di riporto dei cantieri di bonifica e scavi di tutta l'area. Si distingue un rilievo boscato più a ovest, che si estende fino al limite dell'area, interrotto da una strada carrabile di connessione per i laboratori, per le aree coltivate e soprattutto per la parte produttiva a servizio della linea di packaging. Il rilievo a est invece, di altezza massima 6 metri, sfuma verso il limite dell'area su via Dalmazia. La seconda strada che interrompe i rilievi costituisce un accesso carrabile di emergenza o di rifornimento. L'altura centrale è scavalcata da una strada agricola che separa la vigna a est, con filari sistemati a giropoggio, dal frutteto a ovest, che scende fino alle porzioni arate. Ai piedi delle colline vengono collocate delle serre e un orto botanico, la cui geometria risulta dall'incrocio dei diversi assi.

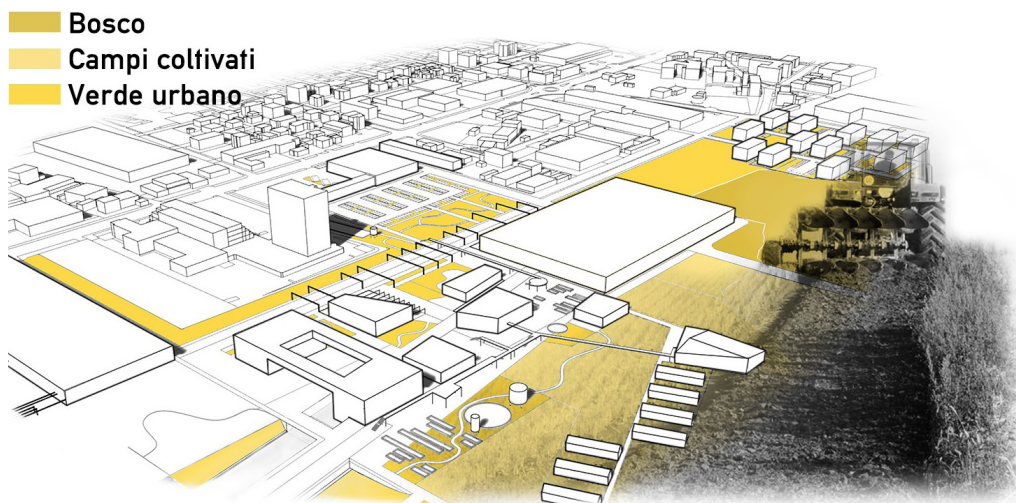


Figura 4.13 - Concept: sistema del verde
Figura 4.14 - Pietra Curva, strutture esistenti



Il masterplan

La parte orientale del masterplan è occupata dall'università di agraria, suddivisa in nove blocchi, e dal mercato urbano tra le strutture delle vecchie acciaierie. L'accesso sud della Pietra Curva, interamente liberata dal muro di bordo, è posizionato in asse con il collegamento verso la strada di servizio al polo logistico che da progetto (previsto da F.S. e HUPAC) collega direttamente ai maggiori svincoli autostradali locali. L'asse nord-sud, si allarga nell'intersezione dei due assi (Casere e Tubificio) a creare una piazza pubblica che si colloca in adiacenza all'edificio a "ponte".

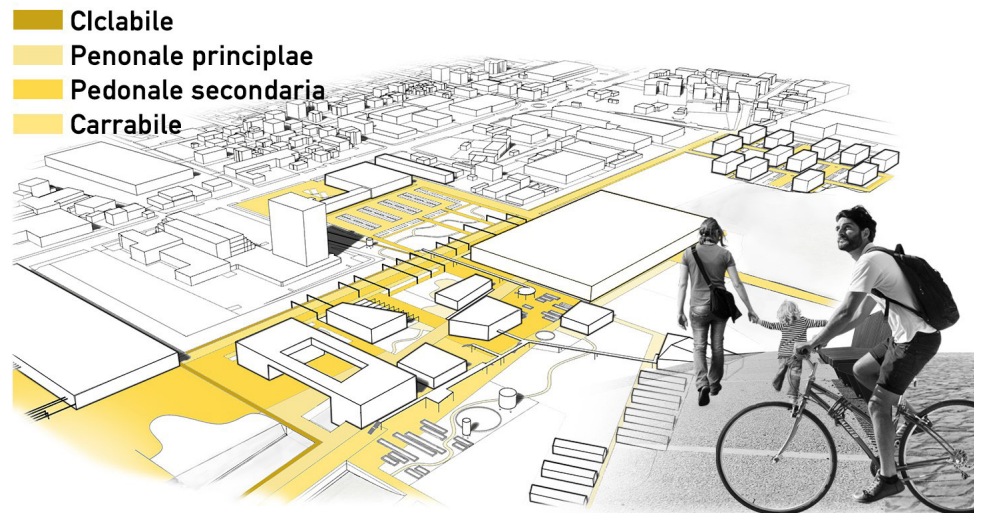


Figura 4.15 - Concept: sistema dei percorsi

L'asse delle Casere scende lievemente di quota fino a raggiungere i -5 metri in corrispondenza del piede nord della torre, dove si colloca l'accesso principale all'auditorium e al museo di enologia, parzialmente interrato. Il percorso in quota parallelo si collega alla piazza pubblica centrale all'area e continua, passando sotto le travi reticolari della testa della giacenza originaria, fino a scontrarsi col volume rimasto del tubificio, entrando in una pelle continua in policarbonato. Ai lati del percorso, si affacciano diverse funzioni indotte: i volumi sono il risultato della frammentazione del corpo del tubificio. Lo stesso processo di frammentazione avviene all'interno del volume recuperato, seguendo tuttavia logiche geometriche più rigide.

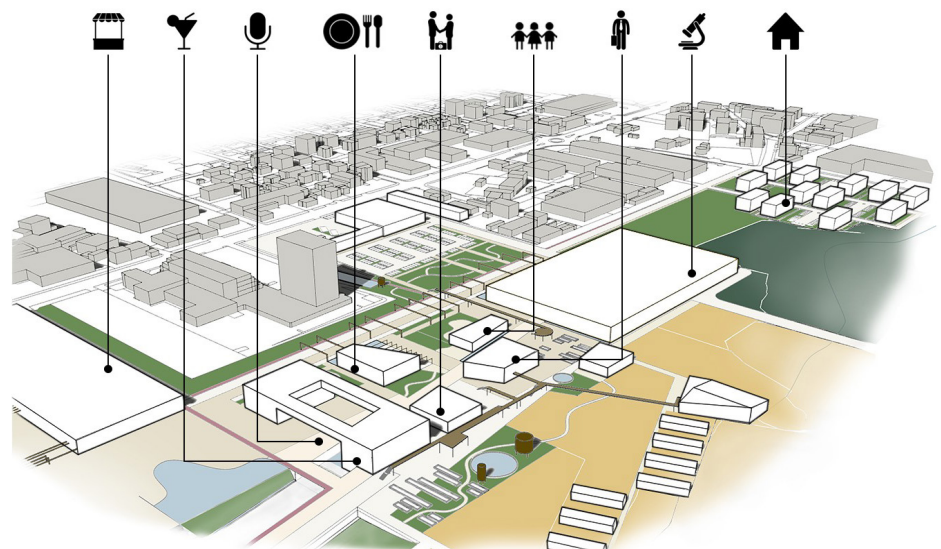


Figura 4.16 - Concept: masterplan

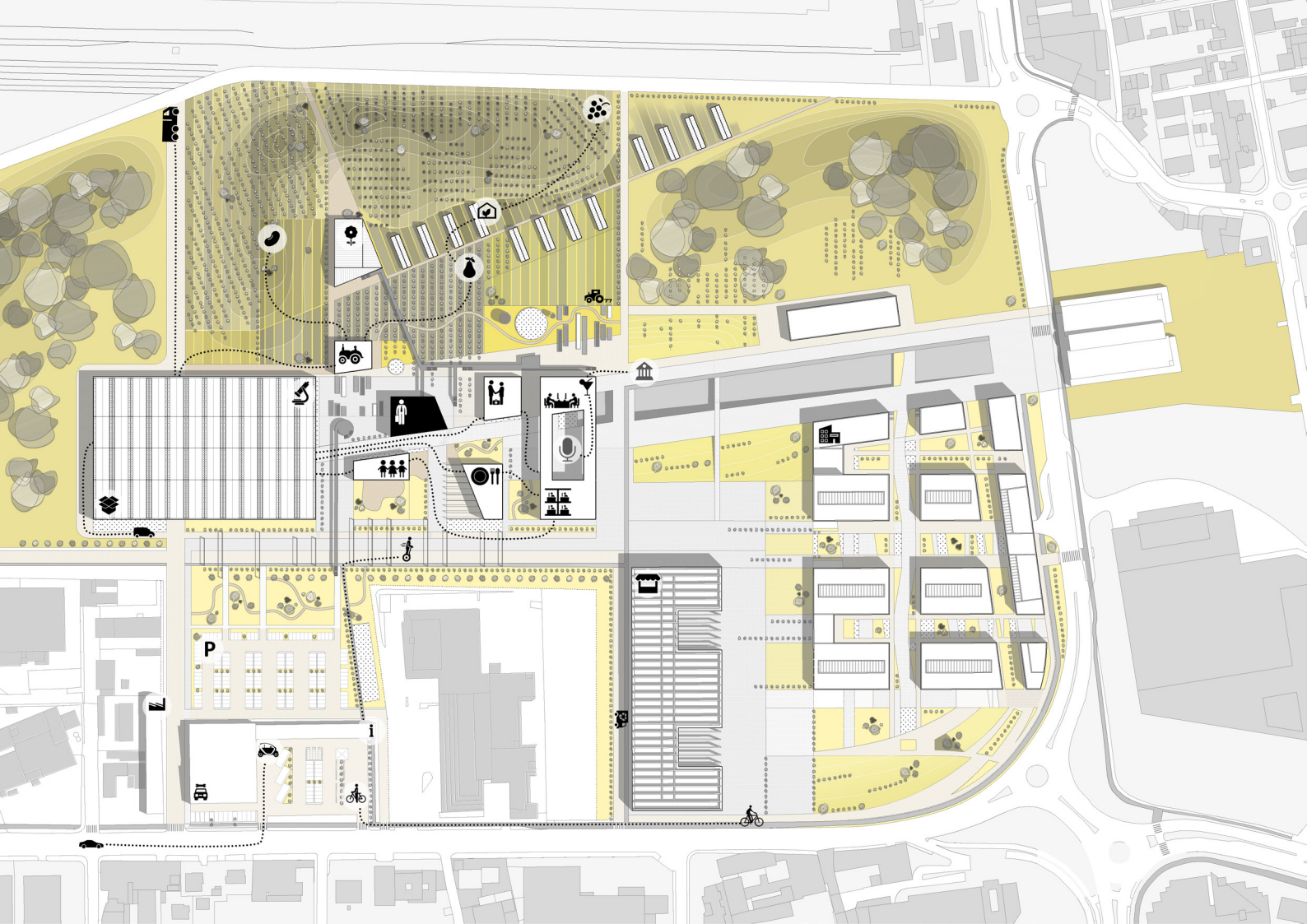
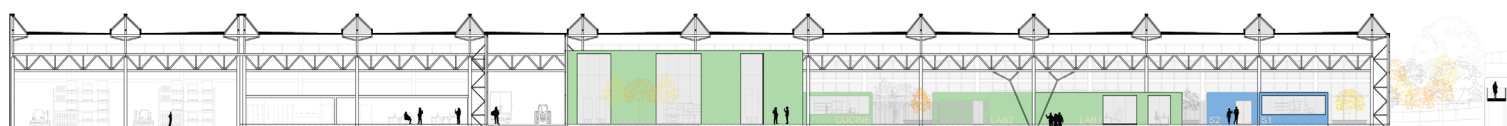


Figura 4.17 - Tavola 20, schema funzionale

L'edificio a "ponte" è costituito da due "torri" (altezza di tre piani fuori terra e uno interrato, viene definita torre rispetto alle altezze circostanti, mantenute più ridotte rispetto a quella del tubificio), collegate da due travi reticolari nell'altezza del piano, che creano degli spazi "sospesi", abitabili e con vista su tutta l'area.

A sud dell'ex tubificio, vengono rimossi gli altri volumi interni all'area e vengono abbattuti diversi capannoni dismessi, per dare più respiro al tessuto urbano e per aprire una strada carrabile a doppio senso, ingresso diretto ai laboratori e alla linea di packaging. Al posto dell'edificio della Confcommercio, viene aperta una piazza dedicata allo sharing elettrico, al noleggio ibrido e al servizio di BiciMia; i tre volumi con coperture di qualche rilevanza architettonica (due a botte e uno a shed), sono stati mantenuti: quello in direzione est-ovest come filtro e info point dei servizi di mobilità sostenibile, quello nord-sud come museo in memoria di Oddino Pietra e della sua attività di industriale, quello maggiore come deposito e autofficine dei veicoli a noleggio. La piazza si apre su via Orzinuovi, poco più a ovest della nuova fermata della metropolitana in previsione.

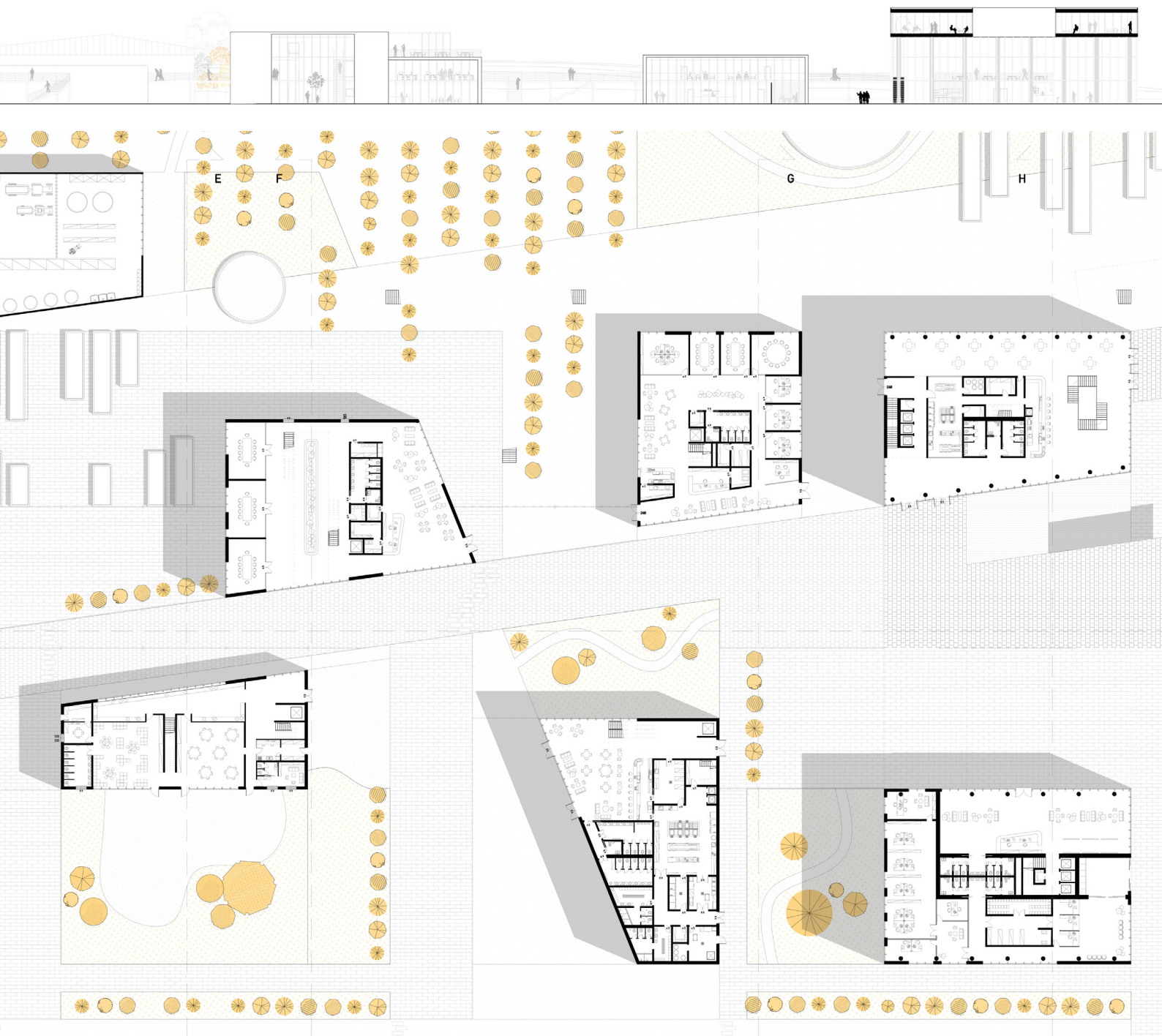
Figura 4.18 - Sezione trasversale I-I



Il progetto architettonico

La scelta di mantenere una porzione del tubificio, impedisce di realizzare scavi in corrispondenza dello stesso. Si sceglie tuttavia di non realizzare scavi oltre a quelli necessari per le fondazioni, partendo dalla considerazione che, vista la quantità di area disponibile, l'altezza ridotta rispetto all' sviluppo planimetrico dell' oggetto di recupero e la dimensione della maglia urbana circostante, non sia necessario svilupparsi in altezza o in profondità, incorrendo a costi aggiuntivi. vengono sviluppate le planimetrie degli edifici di "scomposizione" del tubificio: la mensa, l' incubatore d' impresa, il nido aziendale, gli uffici di amministrazione, la rimessa agricola e l' edificio a "ponte". Il recupero della porzione di tubificio a laboratori di ricerca agroalimentare verrà di seguito affrontato come focus della progettazione.

Figura 4.19 - Tavola 22, pianta piano terra



Rimessa agricola

Posizionata in prossimità dello spigolo nord est dei laboratori, contiene i macchinari per la lavorazione dei cambi, gli attrezzi, le semenze, dei lavabi ed integra al suo interno un ambiente per custodia dei prodotti pericolosi utilizzati nei laboratori. il volume è trasparente sui prospetti est ed ovest, permettendo la visuale delle attrezzature e mezzi agricoli qui contenuti.

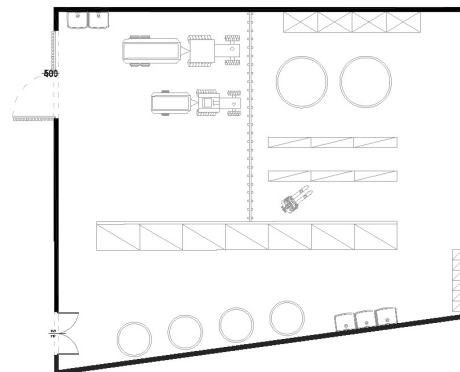


Figura 4.20 - Planimetria rimessa agricola

Pianta piano terra

Figura 4.21 - Vista prospetto nord

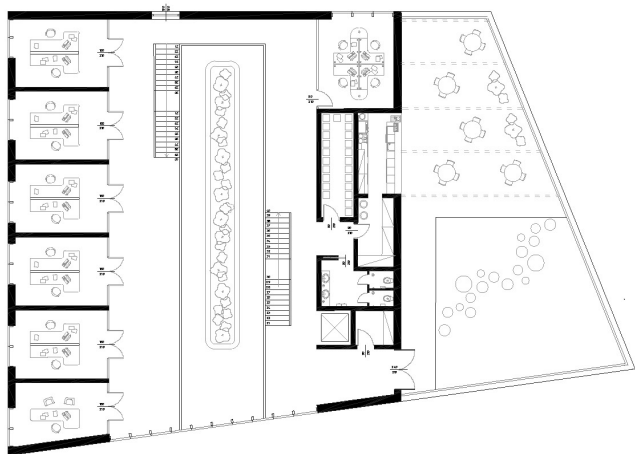


Uffici amministrativi

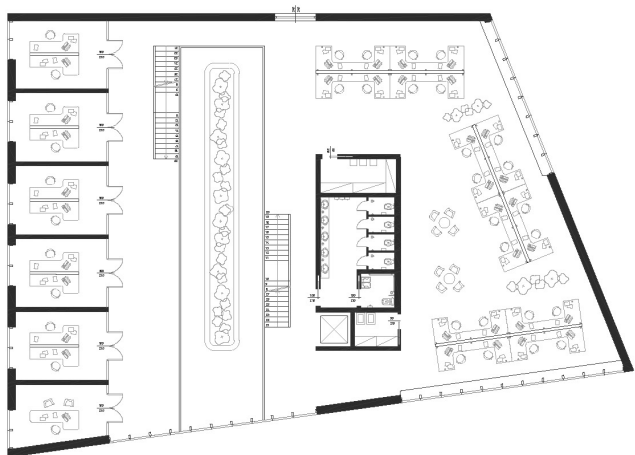


Figura 4.22 - Sezione FF

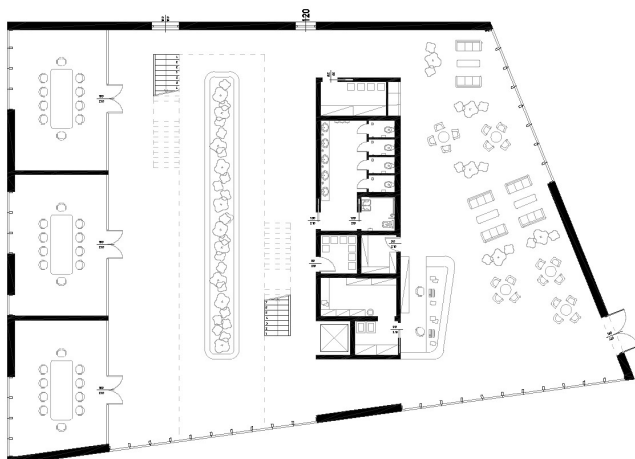
La distribuzione degli uffici è divisa in due parti, una di openspace a est e l'altra di uffici singoli in affaccio su una porzione a tutta altezza a ovest; le due parti sono divise dal blocco dei servizi. Il prospetto sud, come quelli degli altri volumi in affaccio sul percorso pedonale centrale, sono prevalentemente vetrati in alternanza a fasce opache; queste alternanze creano delle visuali e dei rimandi da un edificio all'altro. Gli accessi sono sempre posizionati lateralmente rispetto all'affaccio sulla strada principale. Il volume si sviluppa su tre piani; l'ultimo è occupato, nella parte ad est del blocco servizi, da una terrazza con servizio bar.



Pianta piano secondo



Pianta piano primo



Pianta piano terra

Figura 4.23 - Planimetrie uffici amministrativi

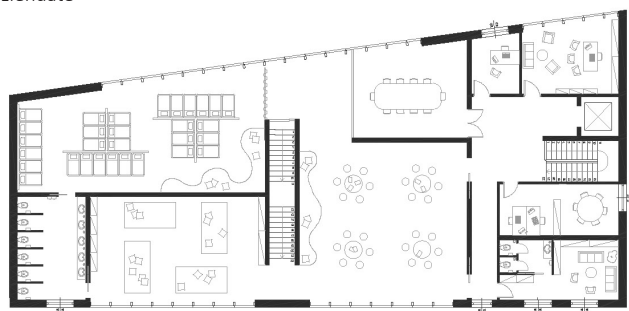


Nido aziendale

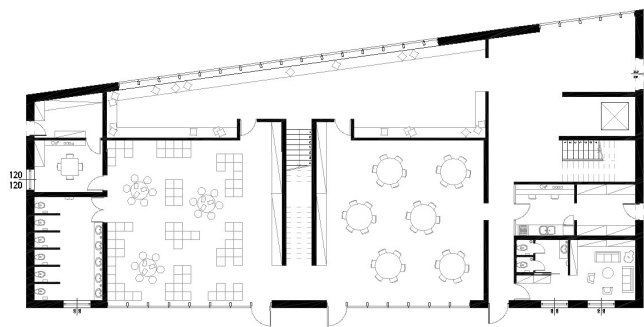
La struttura del nido si sviluppa su due livelli, e comprende una parte all'aperto a sud, delimitata da una recinzione, dove i bambini possono uscire in sicurezza. Al piano inferiore si trovano le due aule principali, dotate di arredo polifunzionale; al piano di sopra si trova la sala gioco, quella per il riposo e quella per le attività manuali. La parete est dell'a struttura ospita la parte di servizio (come il rifornimento per i pasti, proveniente dalla vicina mensa), ed al piano di sopra le sale degli insegnanti ed una sala riunione con vista sugli spazi dedicati al gioco ed al riposo.

Figura 4.24 - Attività ludico-educative

Figura 4.25 - Planimetrie nido aziendale



Pianta piano terra



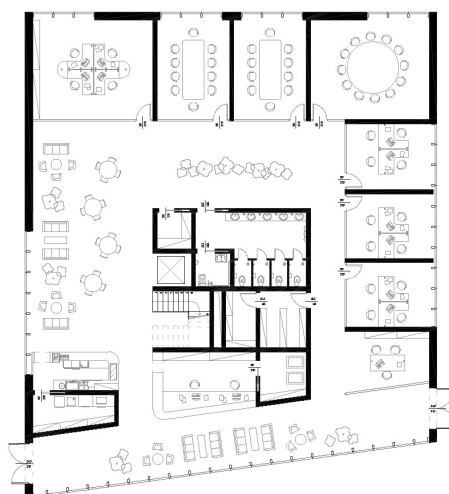
Pianta piano primo



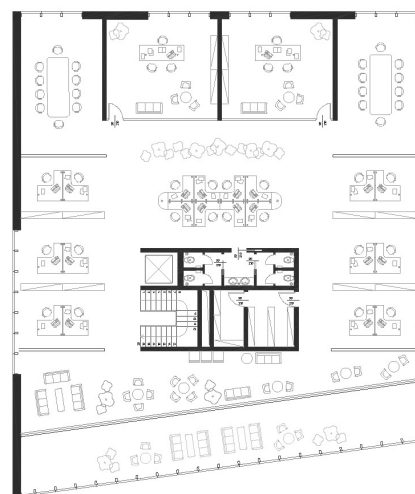
Figura 4.26 - Sezione E-E

Incubatore d'impresa

Questo volume di uffici si distingue per la superficie completamente vetrata verso sud; l'arretramento del solaio del secondo ed ultimo piano, permette di non interrompere il telaio di facciata vetrata dalla base alla sommità dell'edificio. Il blocco di servizi è collocato al centro, attorno al quale si crea come un percorso, che percorre le tappe dei progetti di collaborazione. Il piano superiore è occupato da postazioni dedicate allo sviluppo dei progetti.



Pianta piano terra



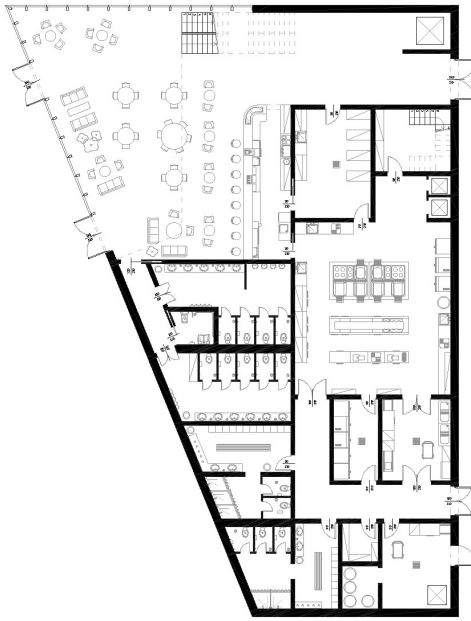
Pianta piano primo

Figura 4.27 - Planimetrie incubatore d'impresa

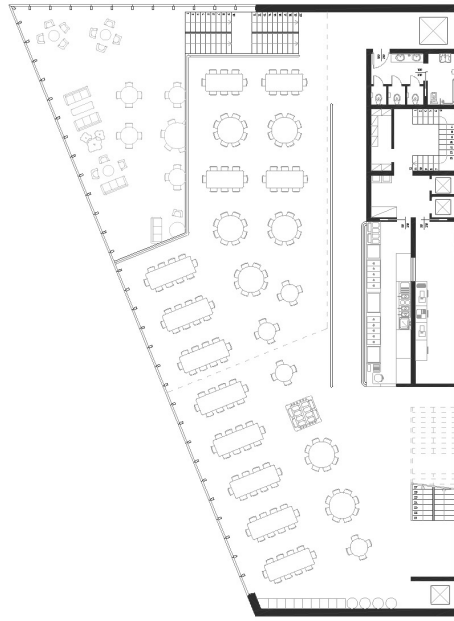
Mensa

Gli ingressi su entrambi i lati mostrano la dichiarata apertura del servizio a diverse categorie di utenti. I tre piani si sviluppano con superficie decrescente dal basso verso l'alto, svuotando in parte il volume verso lo spigolo vetrato. Il piano terra è occupato dal bar e dai diversi locali della cucina; al piano superiore si trova la distribuzione a self-service ed le sedute, che riempiono anche il livello superiore. A ovest del volume descritto, viene delimitata con portali metallici, un'area esterna pavimentata, utilizzabile quando la stagione lo consente.

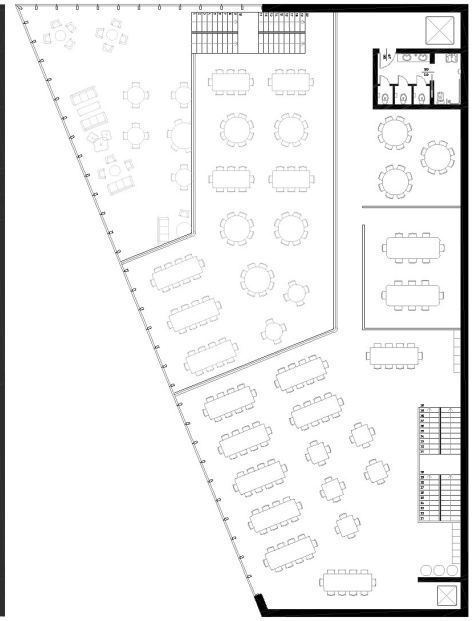
Figura 4.28 - Planimetrie mensa



Pianta piano terra



Pianta piano primo



Pianta piano secondo

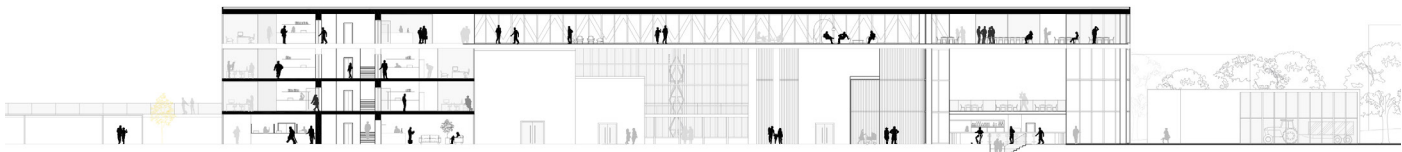
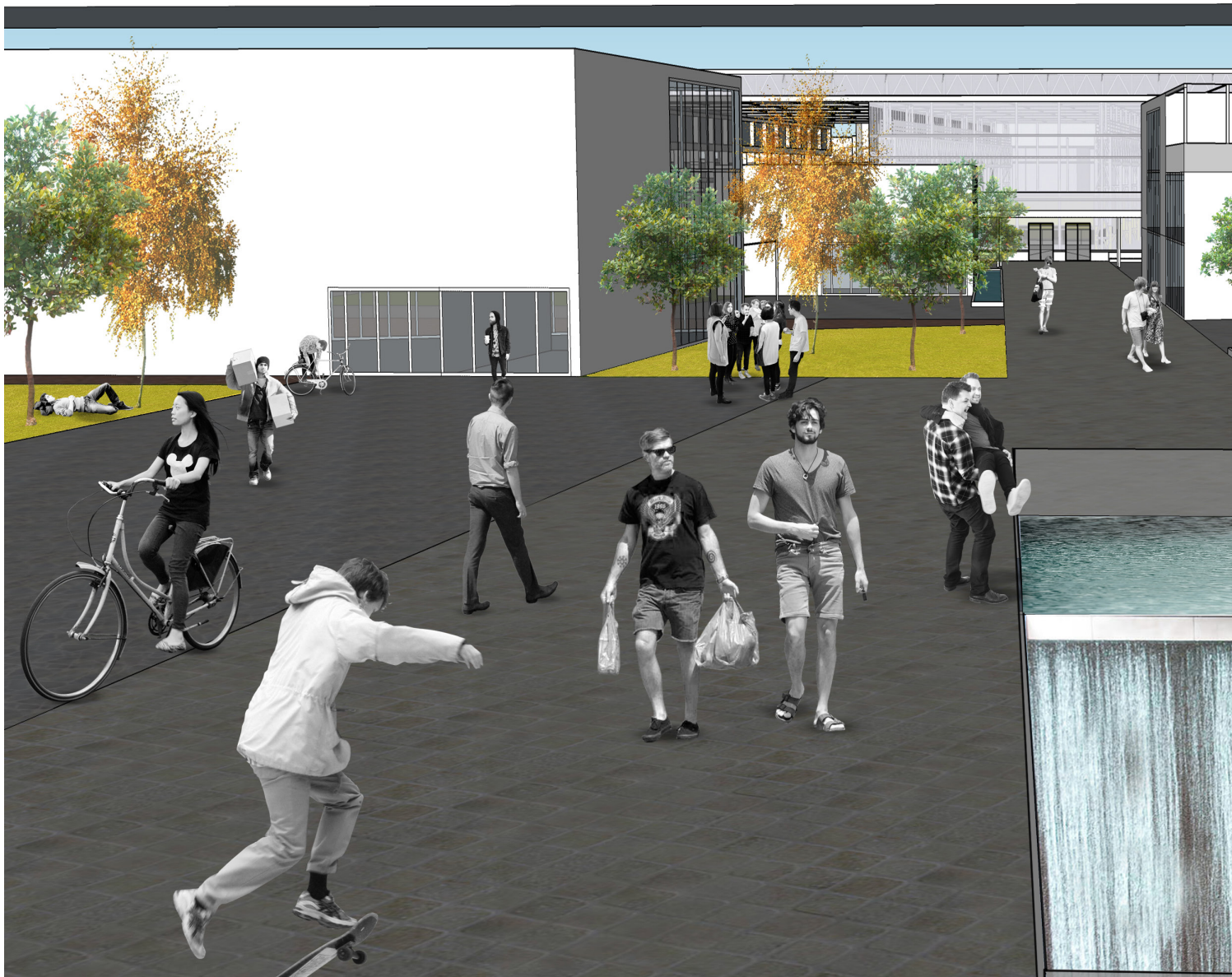
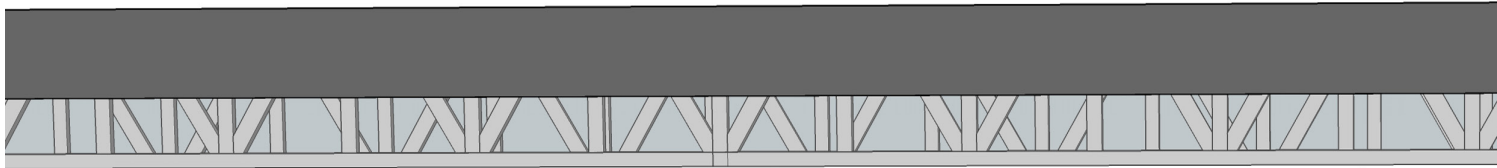
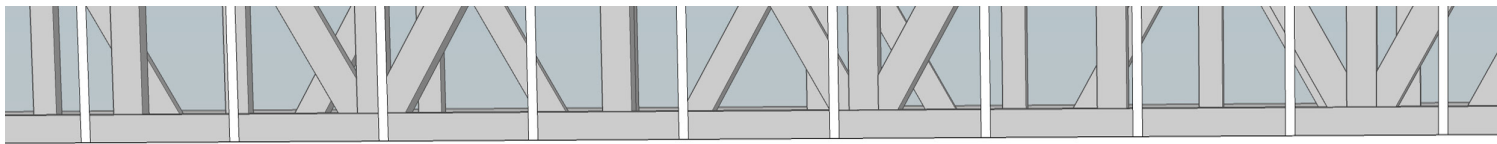


Figura 4.29 - Sezione H-H

Figura 4.31 - Sezione L-L (in basso)



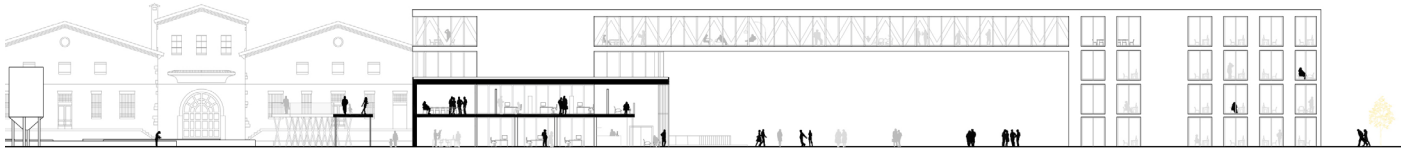
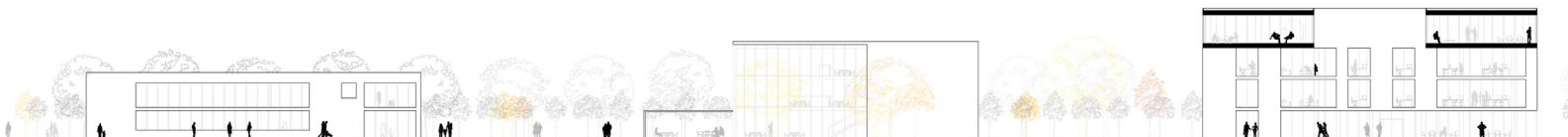
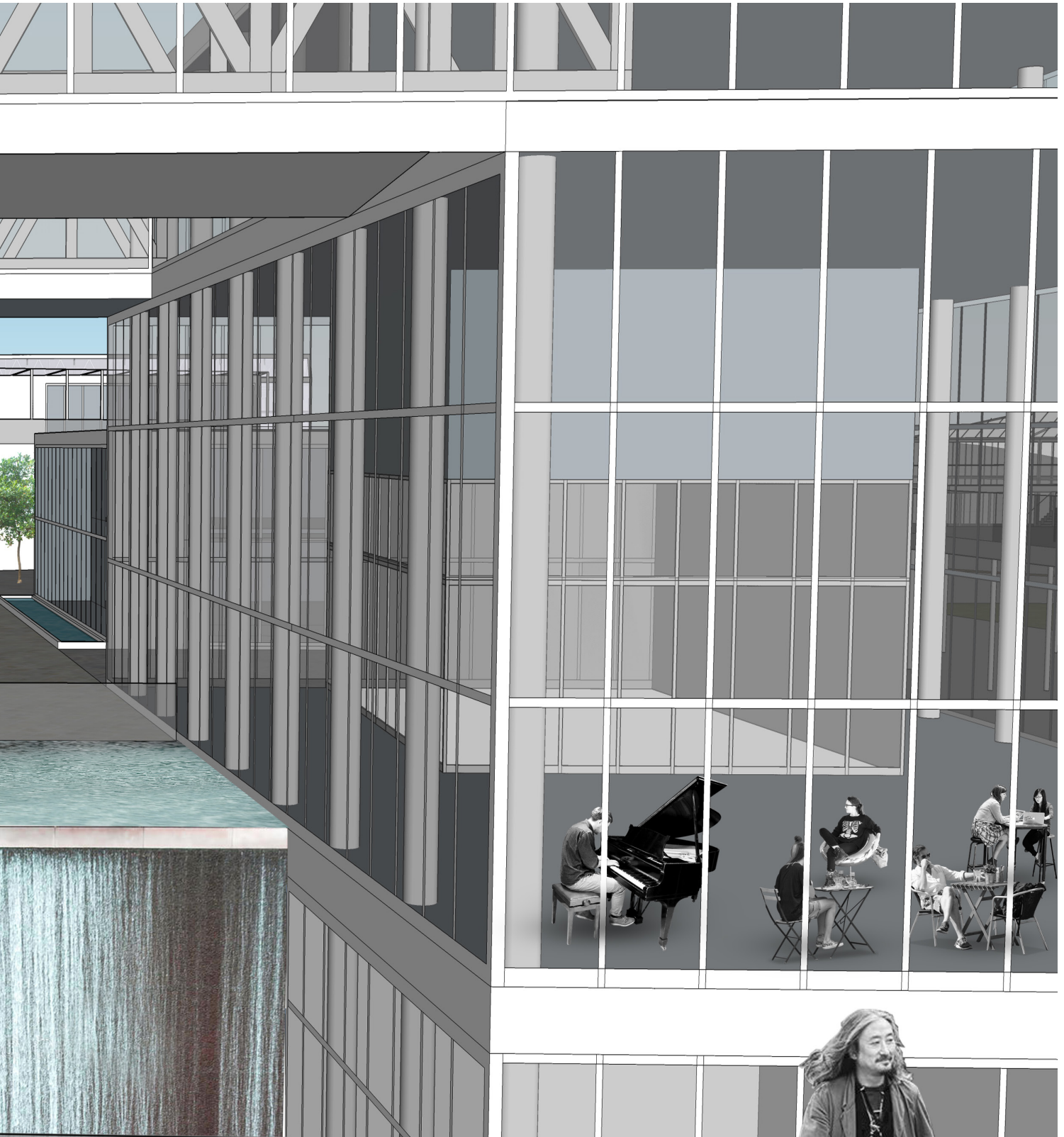


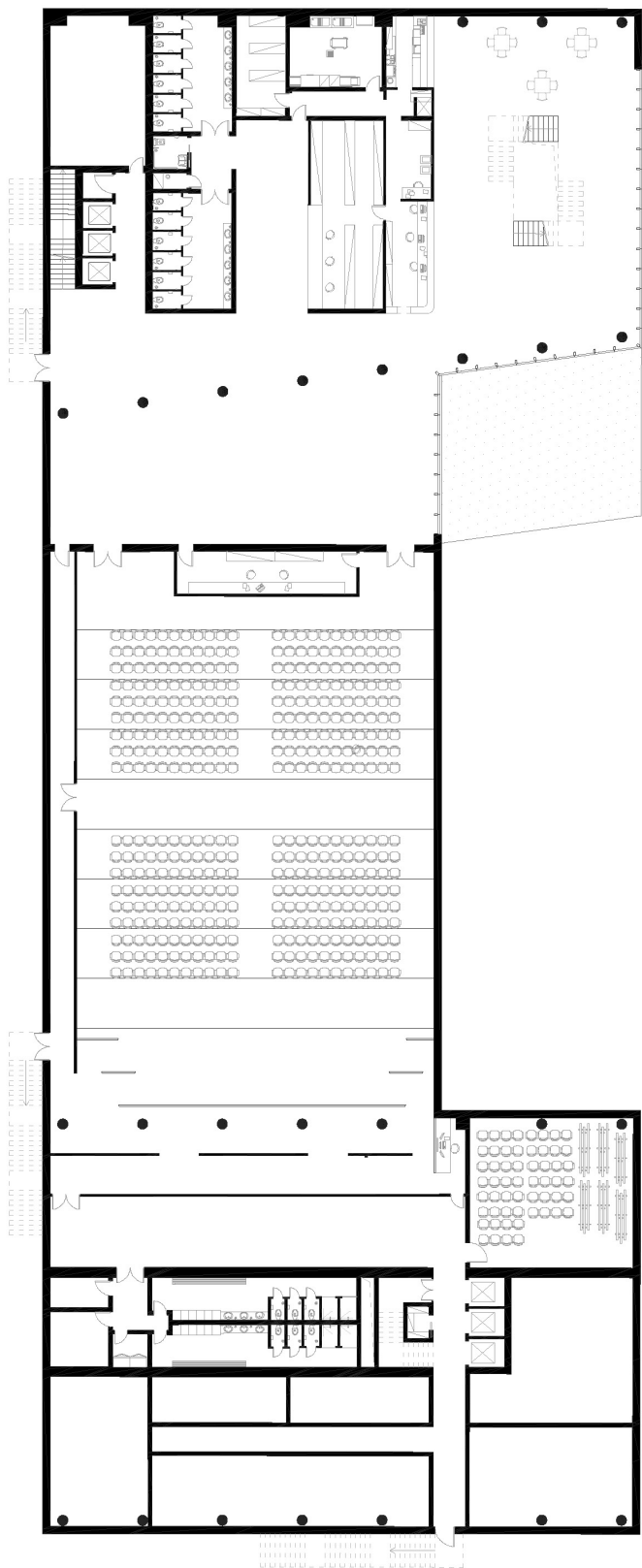
Figura 4.30 - Sezione G-G

Figura 4.32 - Vista percorso centrale

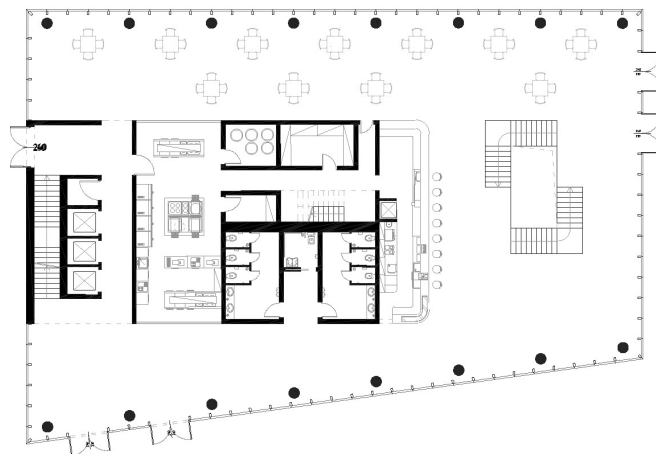


L'edificio a ponte

La testa del tubificio viene ricalcata da una volumetria maggiore, che si sviluppa su quattro piani fuori terra. L'attacco a terra è diviso in due parti, un volume "pieno" a sud, ed uno completamente vetrato a nrd. Quello a sud ospita una banca, al piano terra, e due reparti di uffici su ogni piano, articolato intorno al core centrale dei servizi. L'ultimo piano si collega al volume nord, tramite due "passerelle" larghe 6 m, realizzate con delle travi reticolari che occupano tutta l'altezza del piano.



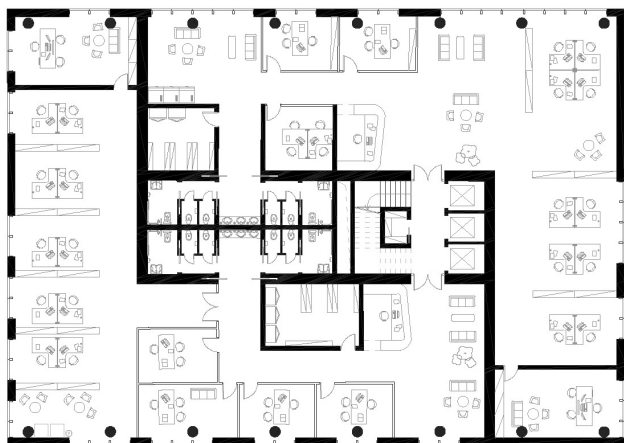
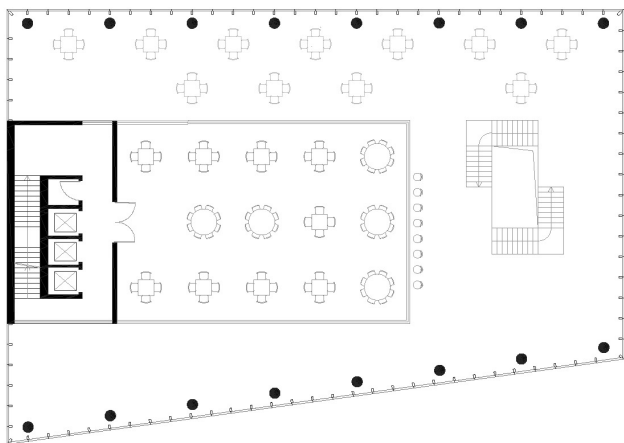
Pianta piano interrato



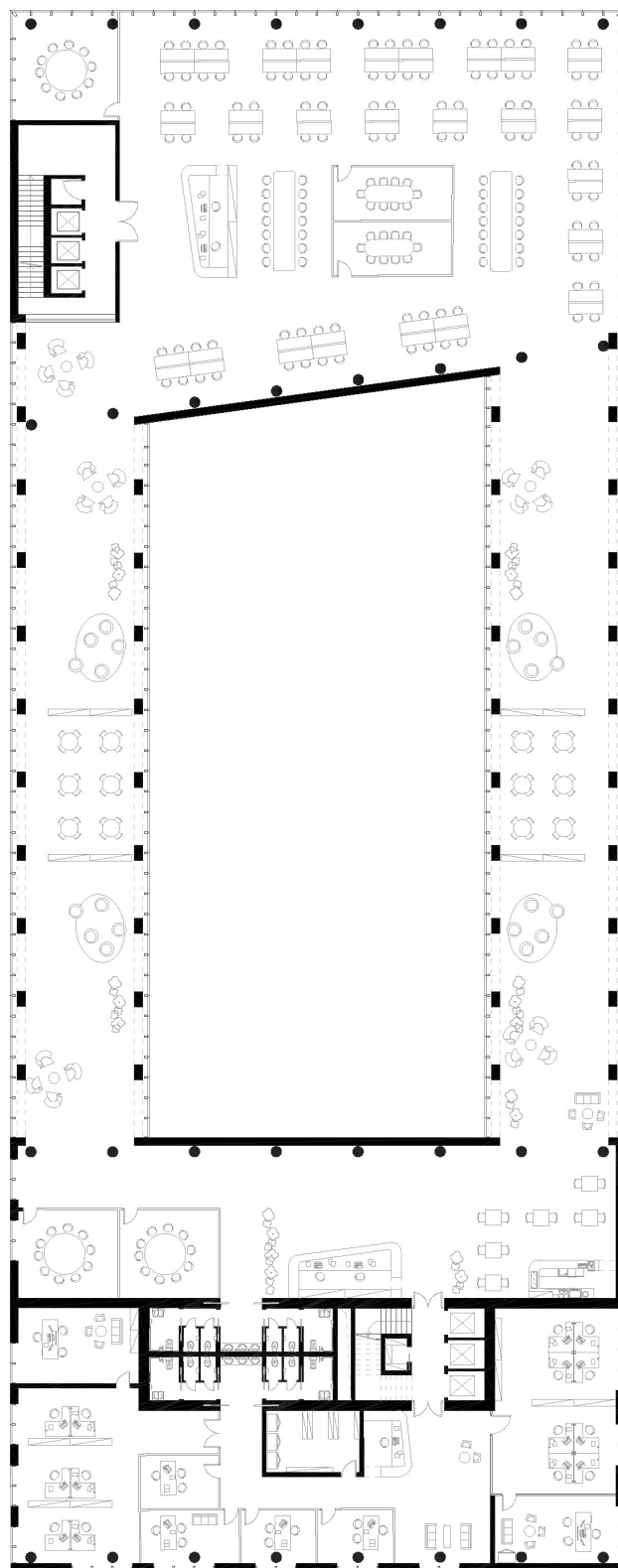
Pianta piano terra

Queste passerelle consuono allo spazio di co-working, posizionato sopra al piede vetrato del ponte. Questo volume trasparente arriva ad una quota di -5 m, dove è posizionato l'accesso al museo di enologia e all'auditorium, interrato e posizionato in corrispondenza della proiezione delle passerelle del terzo piano. All'interno del volume vetrato, le parti piene consistono nel blocco scale, addossato al prospetto ovest, ed un volume centrale che ospita la cucina e crea uno spazio rialzato destinato alla ristorazione. Sia al piano terra che a quello interrato, si trovano bar e servizi; il foyer di ingresso al piano interrato è collegato al piano terreno da una doppia scala centrale che apre lo spazio connettendolo in verticale.

Figura 4.33 - Planimetrie edificio a "ponte"



Pianta piano primo e secondo



Pianta piano terzo

Vuoti

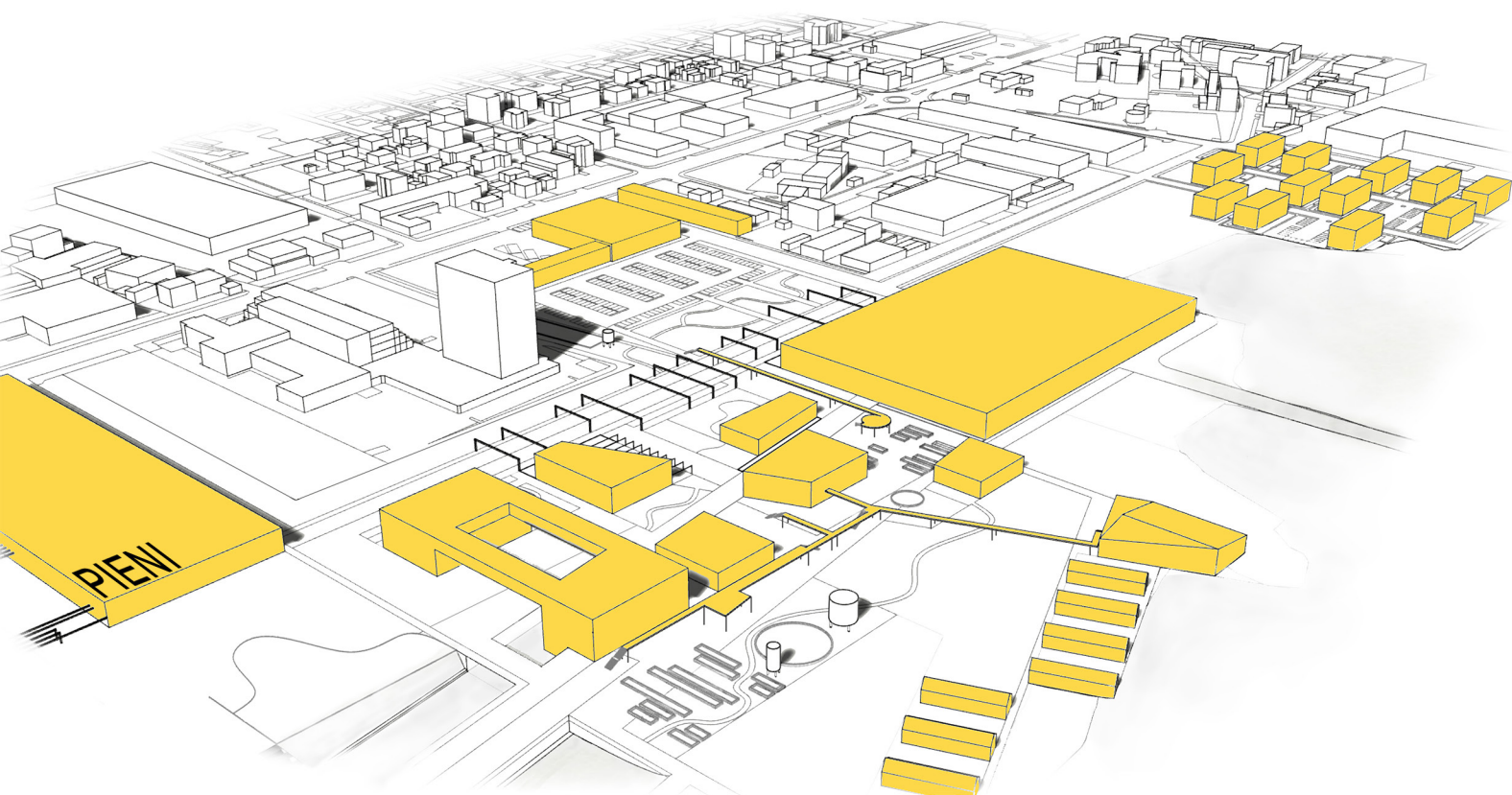
La progettazione dei volumi è stata affiancata da quella dello spazio vuoto. Un progetto architettonico ed in particolare un progetto urbano, non è costituito solo dalla definizione dei volumi, ma anche dello spazio non edificato circostante. Quest'area si distingue tra verde urbano, spazi pubblici e campi coltivati.

Il sistema del verde pubblico

L'area a verde non coltivato domina il masterplan per estensione. Si distingue per le sue diverse caratteristiche tra: area boscata, verde non accessibile e verde accessibile.

L'area boscata, più selvaggia e naturale, occupa la collinetta a nord-ovest; l'area di verde non accessibile, curata ma non fruibile ai pedoni, si estende su quella a est ma anche a delimitare i confini nella nuova configurazione urbana, creando delle barriere naturali di prato urbano e filari di alberi di piccola e media taglia. Le aree di verde attrezzato invece sono quelle dotate di sedute, zone puntuali ombreggiate da alberi, prato corto e drenato per evitare la formazione di pozzanghere e percorsi secondari in calcestruzzo stabilizzato.

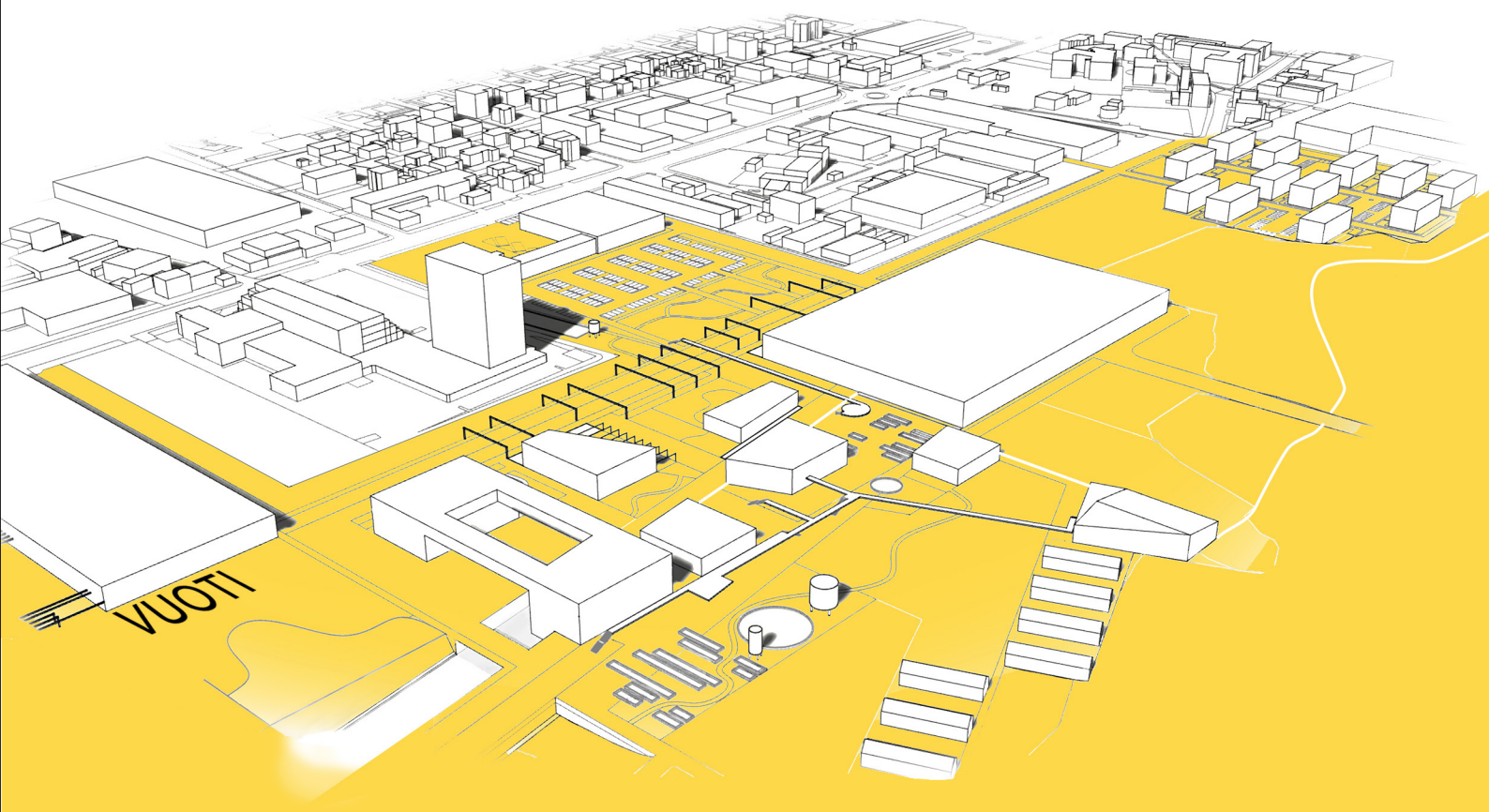
Figura 4.34 - Concept: pieni



Gli spazi pubblici

Lo spazio urbano, pavimentato con elementi autobloccanti di diverse dimensioni che consentono di mantenere una buona percentuale di superficie drenante, si distingue tra una piazza pubblica centrale, passeggiate segnate da portali in acciaio naturalmente ossidati che ricordano nel colore le grandi strutture dei capannoni industriali, e passerelle sopraelevate. Queste passerelle, creano dei percorsi alternativi a quelli a terra, dai quali è possibile godere di visuali diverse: partendo da est, voltandosi, si osservano le Casere, restaurate e rinate grazie alla nuova destinazione d'uso, alla propria destra si apre la visuale sulle colline e sulle serre; proseguendo il percorso si biforca tra i volumi costruiti a sinistra e il collegamento all'orto botanico dall'altra, raggiungibile attraverso un tratto di passeggiata in quota che attraversa i frutteti.

Figura 4.35 - Concept: vuoti



I campi coltivati

La superficie destinata alla produzione di prodotti ortofrutticoli si estende su un'area di quasi quattro ettari. La scelta di inserire questa destinazione d'uso è connessa al sistema dei laboratori di ricerca, come appezzamento autonomo di produzione destinata alla vendita. Le coltivazioni infatti, oggetto di studio e continuo monitoraggio, costituiscono un prototipo di appezzamento "rurale urbano". Questa doppia natura, la compresenza di realtà cittadina e extra-cittadina, costituisce il cuore della vision progettuale: "2Be", due nature che convivano, in un progetto che è in fase di divenire. La componente temporale, riferita ad un futuro, viene accentuata perchè risulta non trascurabile; l'area infatti, risulta oggi ancora molto inquinata dalla presenza di sostanze chimiche provenienti dalle fabbriche circostanti: la Caffaro a nord, responsabile della presenza di pcb e diossine, e l'industria galvanica Baratti a sud, causa degli alti valori di cromo esavalente. L'attuazione del progetto ed in particolare la realizzazione di coltivazioni di prodotti commestibili, è vincolata ad un periodo di bonifica dell'aria, in progetto da anni ma ancora ai primi stadi.

Gli appezzamenti agricoli si dividono tra un vigneto, una vasta area di frutteto, dei campi coltivati a cereali e legumi e diverse serre per l'utilizzo di coltivazioni idroponiche e tradizionali. La scelta di limitare la ricerca e la produzione al campo ortofrutticolo, oltre a semplificare notevolmente le prescrizioni dell'a.s.l., vuole aiutare a definire un sistema completo di progettazione, produzione, controllo e analisi, confezionamento e distribuzione dei prodotti. Frutta, verdura, cereali e legumi vengono lavorati per la I gamma, ovvero la vendita diretta previa selezione ed eventuale pulitura, e la IV gamma, che comprende le lavorazioni che portano

Figura 4.36 - Tavola 18, sistema del verde



ad un prodotto crudo pronto al consumo. Questa produzione è destinata a fornire parte del mercato urbano, ma anche i servizi di ristorazione presenti sull'area, che godono così di prodotti a chilometro zero e garantiti da un attento controllo microbiologico di ogni fase del processo.

Le macro-fasi di lavorazione dei prodotti sono:

- Raccolta della materia prima
- Selezione
- Lavorazione
- Stoccaggio
- Confezionamento

Il passaggio dalla prima alla quarta gamma, per frutta e verdura, consiste nelle sole fasi di selezione, pulitura e taglio; i legumi richiedono anche una fase aggiuntiva di essiccazione, e strumenti appositi per l'estrazione del frutto dal baccello. Per i cereali, i macchinari previsti devono distinguersi per le caratteristiche del prodotto in:

- Fiocatura: laminatoio
- Pulitura: pulitori e separatori
- Macinazione: molino
- Stoccaggio: silos

Figura 4.37 - Tavola 19, sistema dei campi coltivati



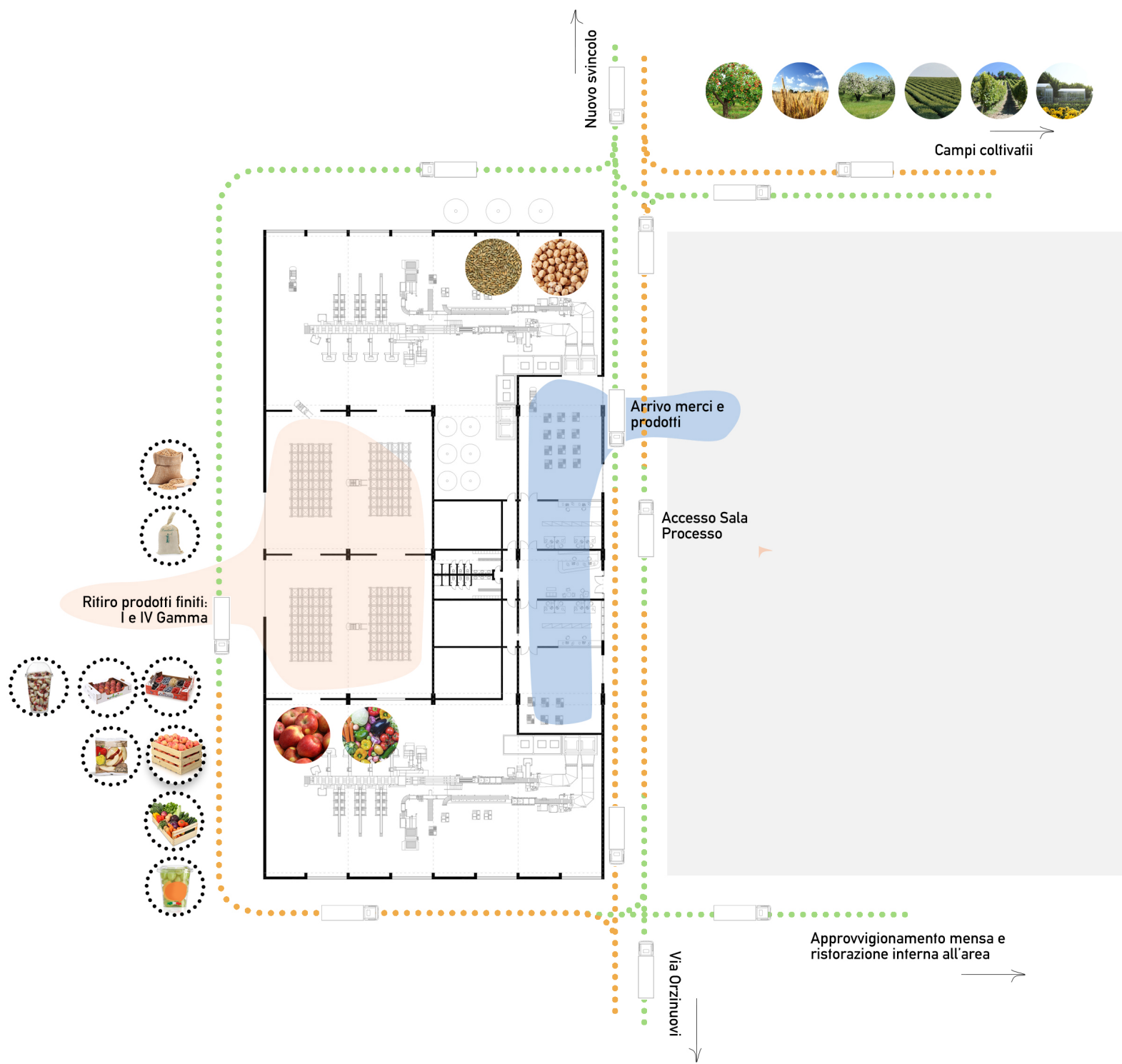


Figura 4.38 - Linea di packaging

La linea di packaging si distingue in due sezioni, una dedicata a frutta e verdura stagionali e l'altra a cereali e legumi, dotate di attrezzature adeguate e all'avanguardia. Per ammortizzare il costo dei macchinari e della manutenzione, l'impianto è aperto anche ad aziende esterne, che entrando in contatto con la realtà del Polo Agroalimentare, possono inviare alla struttura i propri prodotti per le lavorazioni ivi previste. Le linee produttive sono disposte in direzione est-ovest per facilitare le movimentazioni: i prodotti provenienti dai campi o da produttori esterni raggiungono l'impianto dalla strada carrabile a nord realizzata in levocell, sulla quale si immette la strada agricola proveniente dalle colline. Sotto la copertura del tubificio, i mezzi di trasporto scaricano la merce per l'accettazione ed un primo controllo di qualità; a seconda della provenienza, i prodotti vengono catalogati, stoccati e inseriti nel programma di lavorazione. Il prodotto finito, pronto per la vendita, lascia l'impianto sul lato ovest da cui si rimette sulla strada di collegamento a nord per destinazioni esterne all'area, oppure viene direttamente consegnato ai punti di vendita e alle cucine dei servizi di ristorazione interni all'area, passando a sud del tubificio sulla strada carrabile dedicata, distinta sempre dalla medesima pavimentazione in levocell.

I metodi di confezionamento ammessi sono:

- Imbustatrici termoretraibili: confezione sottovuoto, garantisce un tempo di conservazione più lungo per l'assenza del processo di ossidazione
- Flow Pack: confezioni ermetiche, sicure igienicamente e pronte al consumo
- Sacchetti, vaschette e cassette: prodotti esposti all'aria, per una vendita da banco.

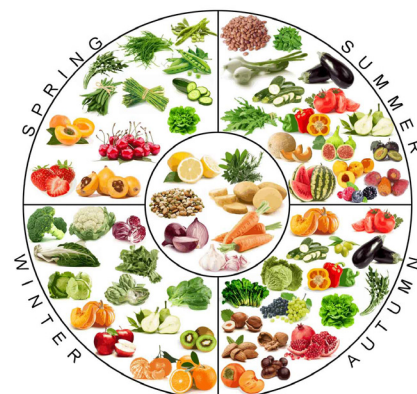


Figura 4.39 - Frutta di stagione

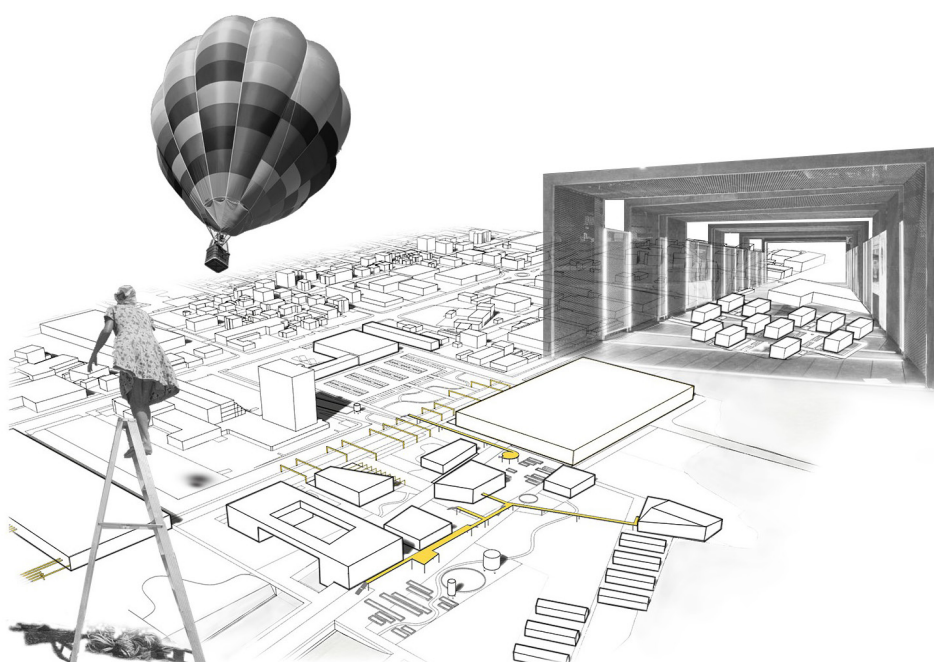


Figura 4.40 - concept: visuali

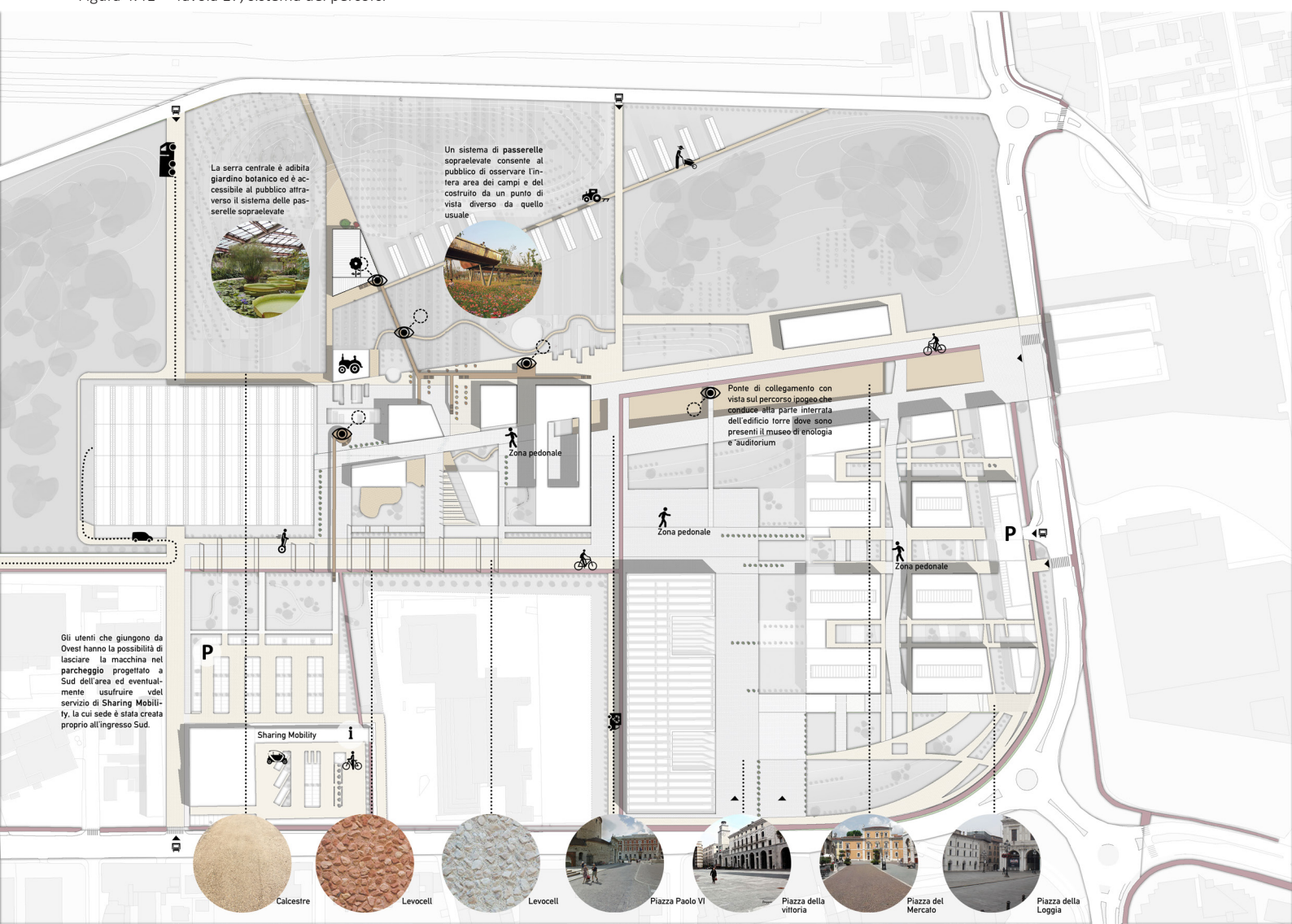
La viabilità

I percorsi di collegamento interni all'area di intervento e di connessione con l'esterno, si distinguono in: carrabile, pedonale e ciclabile. L'intera area progettata, ad eccezione dei collegamenti agricoli e di quelli per la linea di confezionamento, è considerata non accessibile ai veicoli a motore, ma solo a velocipedi e mezzi elettrici che non superino i 25 km/h.

Le strade carrabili, contraddistinte da una pavimentazione in levocell ed in parte in autobloccanti di piccola dimensione, sono destinate ai mezzi di soccorso (ambulanze, vigili del fuoco, sicurezza) ed ai rifornimenti per le diverse attività. Gli assi principali sono l'asse est-ovest a sud della giacenza del tubificio, e l'asse nord-sud che costeggia la piazza ed il mercato urbano (lato ovest), ai quali si aggiunge il collegamento tra via dalmazia e quest'ultimo asse, sul lato nord del percorso a quota ribassata.

I percorsi pedonali principali si articolano tra quello in discesa dall'ingresso all'area di fronte alle Casere, che permette di raggiungere l'auditorium, il museo ed i servizi pubblici posizionati al piano terra e interrato del piede nord dell'edificio a ponte. Parallelo a questo, sul lato sud, rimane in quota un percorso pedonale che, dai volumi dell'università, attraversa la piazza e raggiunge i laboratori di ricerca passando tra i diversi edifici che costituiscono il nuovo complesso; la pavimentazione in elementi autobloccanti si distingue per la dimensione dei singoli pezzi, più piccoli a est e di dimensione maggiore oltre la piazza, verso ovest. L'asse est-ovest a sud della giacenza del tubificio, segnato da diversi portali in acciaio, si divide,

Figura 4.41 - Tavola 17, sistema dei percorsi



grazie alla pavimentazione e alle isole di verde urbano, tra il percorso carrabile in levocell e quello pedonale in autobloccanti. Lo stesso elemento del portale viene ripreso nel percorso, di dimensioni notevoli in larghezza, che dall'accesso pedonale a sud dell'area, costeggia il mercato urbano sul lato est e raggiunge la piazza centrale. Le aree verdi sono attraversate da vialetti curvilinei realizzati in calceste.

Le piste ciclabili vengono notevolmente potenziate, in modo tale da permettere una completa fruibilità dello spazio dagli utenti, creando continuità con i tratti in corso di realizzazione su via Dalmazia. Il percorso, realizzato in levocell rosso, costeggia tutto il perimetro dell'area, dall'attraversamento ciclopedonale di fronte alle Casere, proseguendo a sud lungo la Curva dell'area della Pietra liberata dal muro, e decorata da alberi che separano pedoni e velocipedi; costeggiando l'asse carrabile nord-sud, attraversa l'area sul lato ovest del mercato, raggiungendo la piazza e riconnettendosi, in quota, all'ingresso est di fronte alle Casere. A nord del mercato, una diramazione costeggiata da un filare di alberi, segue l'asse est-ovest, proseguendo fino al limite dell'area di intervento. All'altezza dell'entrata pubblica dei laboratori di ricerca, il percorso ciclabile si collega, costeggiando la vasca d'acqua ed il serbatoio esistente, allo spazio dedicato alla mobilità sostenibile, dove è possibile il noleggio di diversi mezzi di trasporto.

Le aree di sosta sono distribuite in due punti principali dell'area: sotto i volumi di nuova edificazione del Polo Universitario, viene costruito un grande parcheggio interrato; un parcheggio a raso (150 posti), di servizio agli uffici e ai laboratori, viene realizzato a sud dell'entrata alla linea produttiva, collegato alla piazza dedicata alla mobilità sostenibile che affaccia su via Orzinuovi. L'analisi del contesto ha mostrato che, nell'intorno dell'area, sono già presenti diverse aree dedicate alla sosta, come il parcheggio dell'area commerciale a sud dell'attuale polo logistico (via Varese), il nuovo parcheggio della Coop, in costruzione a sud delle Casere, le aree di sosta nei pressi dell'ufficio della regione (via Dalmazia angolo via Orzinuovi), ed il parcheggio della Presolana a nord della ferrovia.

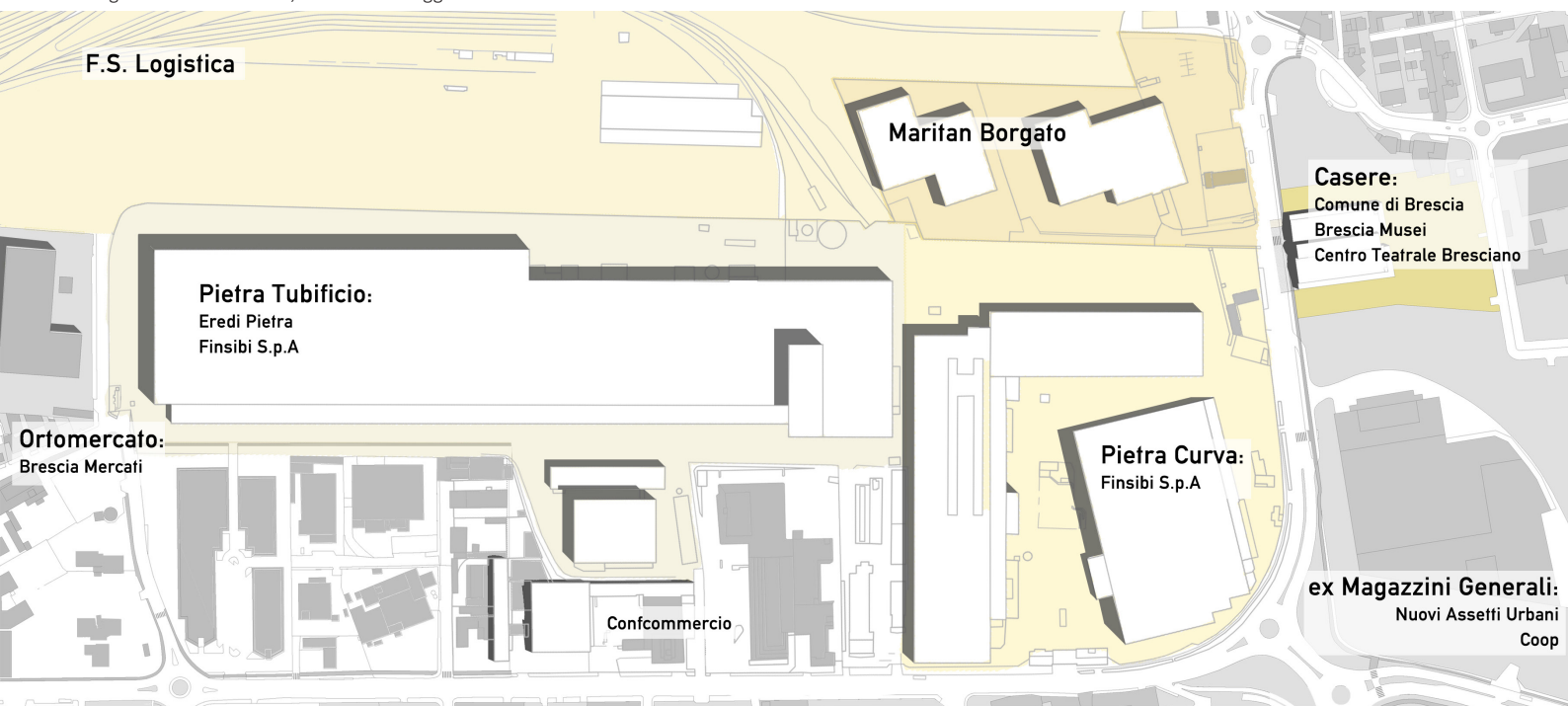
Stakeholders

L'analisi preliminare e la progettazione, hanno mostrato i numerosi interessi presenti nella realizzazione e gestione di un intervento su un'area così vasta e che gode di una posizione strategica in prossimità degli svincoli autostradali. Viene di seguito riportato uno schema qualitativo degli interessi edificatori, di proprietà e di gestione, presenti sull'aria allo stato attuale, e un'ipotesi di come potrebbe funzionare, da questo punto di vista, la realtà descritta nel progetto.

Oggi

- **NAU (Nuovi Assetti Urbani):** società immobiliare e di progettazione; si occupa della realizzazione del progetto dell'area degli ex magazzini generali, dal supermercato, in gestione alla cooperativa dei consumatori COOP Italia S.c.a.r.l., agli edifici residenziali da cui trae guadagno economico.
- **Finsibi S.p.A:** società immobiliare, proprietaria di gran parte delle quote dei terreni della vecchia Pietra, dalla Pietra Curva al Tubificio. Ha grandi interessi nella realizzazione di volumetrie sviluppate in altezza per l'affitto/vendita di locali con destinazione uffici, come mostrano i progetti da loro sostenuti per la realizzazione di torri trasparenti, che opitassero il nuovo World Trade Center.
- **Eredi Pietra:** risultano essere ancora proprietari di una quota del terreno; hanno espresso il loro parere positivo sul recupero di una parte della volumetria esistente, a fini commemorativi dello sviluppo industriale fiorito con le generazioni precedenti.
- **Consorzio Brescia Mercati S.p.A.:** i problemi relativi all'attuale struttura e gestione dell'ortomercato, sono sulle pagine dei giornali di Brescia. Il malcontento dei venditori e lo scarso servizio per la clientela, richiedono un intervento, già in parte ideato, per una risistemazione generale del comparto, con una maggior apertura verso la cittadinanza.
- **Ferrovie dello Stato:** Fs logistica risulta proprietaria dello scalo ferroviario e dell'area della Piccola Velocità (circa 200 mila metri quadri, di cui i due terzi destinati al nuovo polo logistico in progetto). I finanziamenti per il nuovo polo intermodale di interscambio rotaia-gomma, provengono dalla società Merc-

Figura 4.42 - Tavola 21, stakeholders oggi



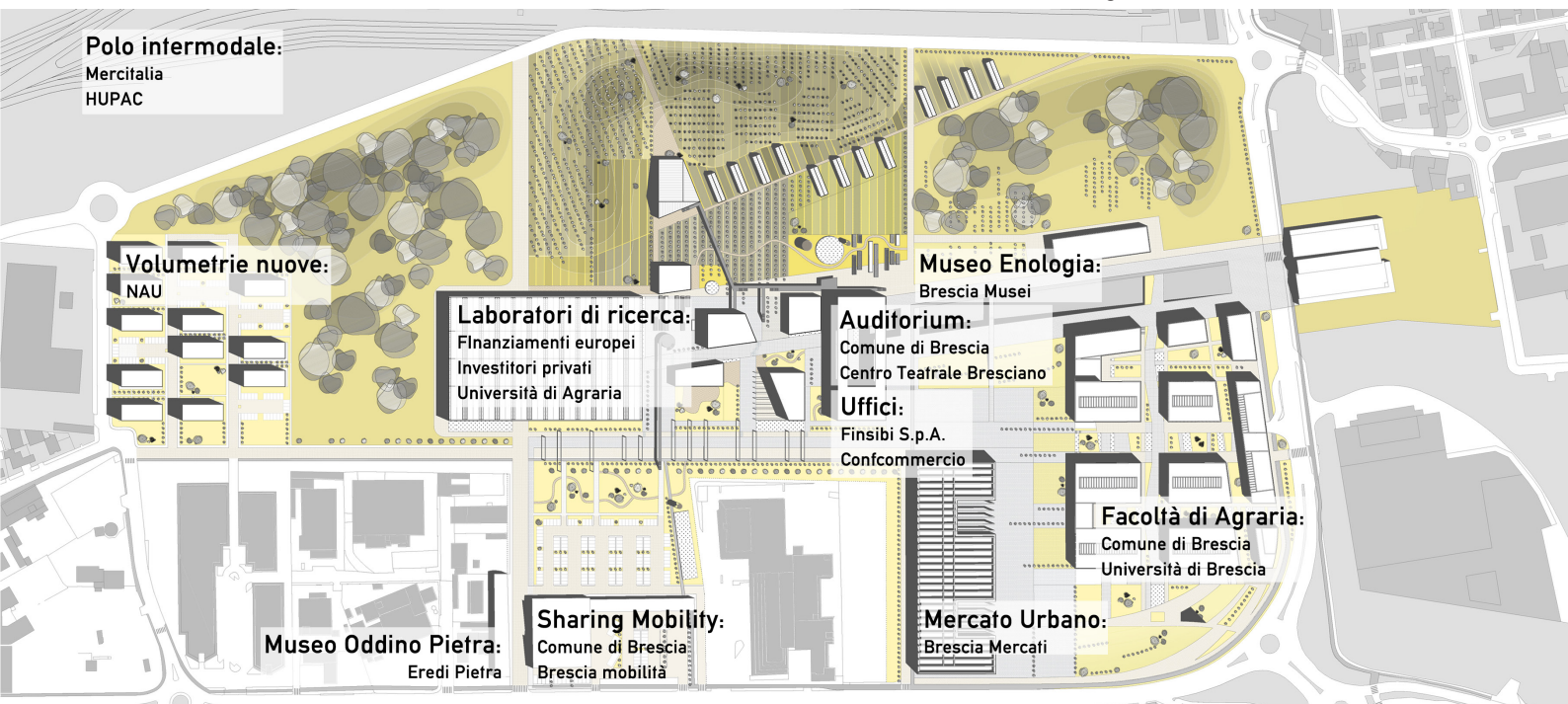
talia, che raggruppa le società del gruppo FS che operano nel trasporto delle merci e nella logistica del Gruppo.

- HUPAC S.p.A.: è il principale gestore di rete nel traffico intermodale europeo. Il Gruppo è formato da 17 società con sedi operative in Svizzera, Italia, Germania, Olanda, Belgio, Polonia, Russia e Cina. Il suo ruolo è quello di coordinare terminal efficienti in siti cruciali e sviluppare soluzioni informatiche innovative. La proposta sulla realizzazione di un polo logistico a Brescia, in collegamento con quelli Italiani di Busto Arsizio-Gallarate e Piacenza, è di circa 200 milioni di investimento.
- Lonati, Expo Sviluppo: la società, interna al grande gruppo Lonati, è attivamente interessata nella realizzazione del nuovo Progetto Fiera, che interessa l'area dell'attuale Fiera di Brescia, a ovest dell'ortomercato, in parte proprietà di Immobiliare Fiera.
- Università degli studi di Brescia - Unibs: l'università, in parte pubblica e in parte privata, riversa interessi nella creazione di una nuova facoltà di agraria, come più volte dichiarato dal rettore Maurizio Tira, e anche in una parte di ricerca.
- Brescia Musei e Centro Teatrale Bresciano: questi due gruppi hanno già definito degli accordi per l'utilizzo di una parte delle Casere (piano interrato) come deposito per i propri beni e le proprie attrezzature.
- Comune di Brescia: l'attenzione dell'amministrazione pubblica, è già stata espressa più volte, dai progetti sviluppati sull'area degli ex-Magazzini Generali (tra cui il progetto firmato da Libeskind per la nuova sede degli uffici della provincia), agli accordi con Unibs per il collocamento della nuova facoltà, ai piani di riqualifica dell'intera area.

Domani

La società immobiliare NAU, già presente sulla vicina area degli ex-Magazzini Generali, può essere interessata nella realizzazione di funzioni semi-pubbliche come l'asilo, la mensa e i laboratori di ricerca, ricivendo in cambio volumetrie realizzabili nella parte ovest del masterplan, destinate alla vendita. L'altra grande società immobiliare Finsibi S.p.A., più attiva nella realizzazione di edifici terziari, può trovare

Figura 4.43 - Tavola 21, stakeholders domani



guadagno dalla gestione e dalla vendita/affitto delle superfici destinate ad uffici e co-working nel piede sud e nell'ultimo piano dell'edificio a ponte, ma anche nella realizzazione degli edifici destinati all'incubatore d'impresa e agli uffici di amministrazione dell'area.

Il polo intermodale, ormai in via di realizzazione, grazie anche al nuovo svincolo in previsione da PGT che delimita l'area ad est, fa da sfondo a tutto il progetto; la parte di produzione trae vantaggio da questa presenza, così come può fare il Gruppo Brescia Mercati, nel progetto di rinnovo della struttura esistente. Brescia Mercati viene integrato all'interno dell'area nella gestione del nuovo Mercato Urbano, che gode di una posizione più favorevole per l'interazione con la cittadinanza, rispetto all'attuale struttura.

La collaborazione tra il Comune, Brescia Musei e il Centro Teatrale Bresciano, può far nascere delle sinergie tra le Casere, il museo di enologia e l'auditorium. Un'altra grande collaborazione è quella tra il Comune e l'università di Brescia, per la gestione del nuovo polo Universitario e del Polo di Ricerca, il quale, grazie alla sua dimensione e alla presenza di una parte di produzione, potrebbe contare su notevoli finanziamenti pubblici italiani ed europei, oltre che sollecitare la curiosità di azionisti privati interessati nello sviluppo tecnologico d'avanguardia.

La presenza dei servizi di mobilità dolce ed elettrica all'interno dell'area, oltre alla creazione di un vero e proprio punto di riferimento (info-point, autofficina, ciclofficina, sharing) per la mobilità sostenibile, sono d'interesse innanzitutto comunale, per l'attualità del tema e per i benefici che può apportare tale scelta all'immagine della città, ma anche del gruppo dedicato Brescia Mobilità.

Gli interessi degli eredi Pietra, rispettati nella scelta di recuperare materialmente una parte delle strutture (nei laboratori di ricerca e nel mercato urbano), ma anche nelle linee guida della progettazione urbana, vengono ricompensati con l'istituzione di uno spazio dedicato al ricordo di Oddino Pietra, della sua società, la Pietra S.p.A., e delle vicende della SETA, situato nel volume con volta a botte in direzione nord-sud, che costeggia la strada di accesso al volume restante del tubificio.



Laboratori di ricerca agroalimentare

5

ARCHITETTURA

Centri di ricerca e diffusione

I progetti di seguito analizzati, costituiscono un confronto attuale della nuova realtà progettuale con realtà simili esistenti.

VEGA - Venezia

VENice GAteway for Science and Technology – è uno dei più importanti Parchi Scientifico-Tecnologici in Italia, network tra Università, Centri di Ricerca e settore produttivo della Città Metropolitana e del territorio regionale e rappresenta una struttura al servizio delle imprese del Veneto: promuove e sviluppa iniziative di ricerca scientifica, facilita il trasferimento di conoscenze e favorisce la crescita tecnologica e la competitività delle imprese.



Figura 5.1 - VEGA logo

VEGA opera nei settori di punta dell'innovazione tecnologica quali Nanotecnologie, ICT, Green Economy, segmenti che hanno reso il Parco Scientifico un modello di riconversione ambientale. Ne è esempio il percorso di riqualificazione di Porto Marghera, area industriale di oltre 2000 ettari tra Venezia e la Terraferma, tra le più grandi d'Europa. E' situato in una posizione geografica strategica, nel cuore del sistema economico del Nord Est d'Italia, nelle vicinanze del centro storico di Venezia, a pochi minuti dall'aeroporto internazionale "Marco Polo", dal Porto commerciale, dalle principali infrastrutture marittime e viarie. Il Parco Scientifico Tecnologico di Venezia è un ambito urbanistico che si estende su oltre 26 ettari di aree ex industriali di Porto Marghera ed è facilmente raggiungibile dai principali mezzi di comunicazione: Autobus, tram, treno e da quest'anno è stato attivato anche il trasporto pubblico acquatico attraverso il Canale Brentella.

VEGA recita un ruolo strategico nel piano di riconversione dell'area industriale di Porto Marghera, grazie a un costante investimento in innovazione tecnologica e a una posizione centrale nel network territoriale. Il Parco Scientifico Tecnologico VEGA ha due mission fondamentali:

- Riqualificazione industriale e trasferimento tecnologico. Attivare piattaforme tecnologiche, laboratori di innovazione e un sistema di relazioni, di rete e di



Figura 5.2 - VEGA, Venezia

community per facilitare il trasferimento di conoscenze scientifiche e tecnologiche dalle Università e dal mondo della ricerca al tessuto delle PMI del territorio di Venezia-Mestre e regionale;

- Incubazione di nuove imprese. Favorire la nascita di nuove attività e lo sviluppo di idee imprenditoriali innovative attraverso la collaborazione attiva con le associazioni imprenditoriali.

VEGA agevola, con strumenti ad hoc, l'insediamento nei propri spazi di start-up e spin-off universitari e aziendali.

CIRI Agroalimentare - Cesena

Il CIRI (Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale) è uno strumento dell'Università di Bologna che ha lo scopo di svolgere e coordinare attività di ricerca prevalentemente rivolta a potenziare i rapporti con l'industria, promuovere i risultati della ricerca e operare il trasferimento tecnologico per rispondere alle esigenze del mondo produttivo.

Il CIRI nasce nell'ambito del progetto Tecnopoli, che intende creare una rete di infrastrutture per la ricerca e l'innovazione, dedicate alla ricerca industriale e al trasferimento tecnologico. Tale progetto fa parte del Piano Operativo Regionale della Regione Emilia Romagna, finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale 2007-2013, come consolidamento della Rete regionale dell'Alta tecnologia.

La peculiarità e l'innovatività del CIRI Agroalimentare, posizionato all'interno del Food Crossing District di Cesena, ruotano attorno alla visione integrata dell'alimento come frutto di una sequenza di interventi (scelta delle materie prime e degli ingredienti, formulazione, fermentazione o processo tecnologico, imballaggio, scelta delle condizioni di conservazione o maturazione appropriate) calibrati in modo da programmare e prevedere la sicurezza, la qualità organolettica e nutrizionale e la shelf-life del prodotto. A tal fine le competenze tecnologiche, microbiologiche, analitiche e nutrizionali, presenti all'interno del CIRI Agroalimentare, sono integrate in modo da fornire all'industria non solo un servizio ma un supporto per tutte le fasi della produzione e innovazione attraverso l'applicazione di un approccio integrato basato sulle esigenze dell'industria.

L'attività del CIRI Agroalimentare si rivolge verso due aree di ricerca: "Area di processo, alimenti, consumi e salute" e "Area di Bioanalitica, bioattività, microbiologia e valorizzazione di microrganismi a fini industriali".

Area Bioanalitica, Bioattività, Microbiologia e Valorizzazione di Microrganismi a fini Industriali

Questa U.O. studia la composizione degli alimenti e dei composti biologicamente attivi ed effettua analisi chimico-fisiche, sensoriali e biologiche dalla materia prima al prodotto finito per lo studio di alimenti funzionali, del recupero e della valorizzazione dei sottoprodotti dell'industria agroalimentare, dell'impiego ed ottimizzazione di processi fermentativi e biotecnologici e della valorizzazione di microrganismi a fini industriali. L'attività si concentra sulla messa a punto di protocolli produttivi, analitici e di gestione del prodotto mediante sistemi innovativi per il controllo della qualità e della autenticità dei prodotti alimentari.



Figura 5.3 - Food crossing district, Cesena

Area di processo, alimenti, consumi e salute

In questa U.O. vengono studiate le tecnologie e i sistemi di miglioramento della shelf-life degli alimenti, l'ottimizzazione di processi di trasformazione dei prodotti di origine vegetale e animale, dello studio di tecniche per il controllo della qualità, della tracciabilità, della sicurezza e della verifica delle proprietà degli alimenti. Inoltre vengono sviluppate nuove tecniche e nuovi materiali nell'ambito del confezionamento dei prodotti alimentari e formulazioni di nuovi alimenti funzionali e nutraceutici.



Figura 5.4 - Attrezzatura Sala Processo, CIRI Cesena

Agro - Food LAB - Brescia

Il Laboratorio di ricerche nel campo agro-alimentare (AGRO-FOOD LAB) dell'Università di Brescia nasce con l'obiettivo di sviluppare e potenziare una rete di piattaforme d'indagine scientifica per un approccio integrato alla relazione tra la produzione e il consumo di cibo di qualità e: (i) la promozione della salute e del benessere dei cittadini; (ii) la promozione della sostenibilità, della salute ambientale e del risparmio energetico; (iii) la valorizzazione e crescita economico-sociale sostenibile del territorio; (iv) la valorizzazione del patrimonio culturale, artistico e paesaggistico. agrofood lab

Agro-Food LAB è stato costituito nell'ambito del Progetto dal titolo "La salute della persona: lo sviluppo e la valorizzazione della conoscenza per la prevenzione, la diagnosi precoce e le terapie personalizzate" (Programma "Emblematici Maggiori 2014" Cariplo - Regione Lombardia), di cui è Responsabile Scientifico Prof. Maurizio Memo. Il laboratorio, che è coordinato dal Dott. Gianni Gilioli, afferisce al Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale ed è costituito da sette piattaforme specializzate e tecnologicamente avanzate che portano avanti una serie di ricerche di base e applicate nei settori:

- Proteomica analitica e funzionale
- Analisi chimico-fisiche, spettroscopiche e chiroottiche
- Analisi sensoristica per l'agroalimentare
- Analisi genetiche e genomiche
- Microbiologia agro-alimentare

- Analisi dei rischi e della sostenibilità
- Nutrizione e metabolismo

L'integrazione multidisciplinare e la coordinazione delle competenze presenti in Agro-Food LAB consente:

1. di sviluppare approcci trasversali che permettono di analizzare in modo integrato gli aspetti multidimensionali della qualità del cibo tra cui la qualità nutrizionale, la salubrità (food safety), la qualità soggettiva e la tracciabilità, la sostenibilità di filiera e la sicurezza (food security).
2. di considerare approcci longitudinali che guardino all'intera filiera alimentare dalla produzione al consumo e valuti, tramite un'opportuna associazione di metodi sperimentali e approcci quantitativi, le implicazioni in termini di rischi e benefici a livello macroscopico (es. sulla popolazione umana e sull'ambiente) di condizioni e fattori di rischio o beneficio caratterizzate a livello microscopico (es. molecolare) o individuale (es. scelte alimentari).

Accanto a questi obiettivi di innovazione sono in atto azioni di educazione e formazione finalizzati a promuovere la conoscenza e le pratiche che favoriscano il consumo del cibo di qualità per favorire gli impatti positivi che questo può avere sulla salute e sull'ambiente. Il laboratorio sta operando anche al fine di promuovere la ricerca di soluzioni applicative, il trasferimento tecnologico e di competenze nel settore agro-alimentare, sia a livello nazionale che internazionale, nelle regioni industrializzate e in via di sviluppo al fine di ottenere maggior sicurezza e salubrità degli alimenti nonché una maggiore sostenibilità nel medio e nel lungo termine.

CAAB: F.I.CO - Bologna



Figura 5.5 - FICO, logo

Obiettivo è quella di creare a Bologna, all'interno dell'edificio del CAAB Mercato Ortofrutticolo, il più grande centro al mondo per la celebrazione della bellezza dell'agro-alimentare italiano: 80000 mq. con l'obiettivo di diventare punto di riferimento museale, gustativo, per la spesa e didattico per un pubblico molto vasto.

L'acronimo sta per Fabbrica Italiana Contadina, ma il nome completo è FICO Eataly World. Si propone di riunire tutto il mondo agroalimentare italiano, cioè il nostro cibo in tutta la sua biodiversità, dal campo (anzi dal seme) fino alle tavole dei ristoranti. 80mila metri quadrati di aree agricole, allevamenti, stabilimenti di trasformazione e produzione, fino alla vendita e alla ristorazione. Senza, ovviamente, lasciare da parte didattica, ricerca, intrattenimento. La grande differenza, rispetto ad altri megastore del cibo, sta proprio nel fatto di accendere un faro sulla produzione, quella nei campi con le più importanti cultivar ortofrutticole locali e le razze autoctone, e quella nei laboratori artigiani che a breve cominceranno la loro attività in loco, come quelli della pasta o dei salumi. Per far conoscere da vicino non solo i prodotti ma anche il modo in cui nascono, inclusi quelli che, per limiti di dimensioni o di stagionalità, non potranno che essere presenze temporanee.

I tre motivi di interesse sono spiegati da Tiziana Primori (amministratore delegato di F.I.C.O. Eataly World) durante un'intervista: "il progetto accende l'interesse verso il nostro Paese e il nostro territorio, riscuote attenzione per il suo carattere di sostenibilità". E testimonianza "della presa che la filiera agroalimentare del made in Italy ha nel panorama mondiale".

"La sostenibilità è nel nostro modo di essere" riprende Tiziana Primori, e con questo vuol intendere che ogni tassello di questo progetto si sviluppa in modo armonico con l'ambiente e le persone. Realizzata sull'area del Caab, Centro Agro



Figura 5.6 - CAAB, logo

Figura 5.7 - CAAB

Alimentare di Bologna, il mercato ortofrutticolo cittadino (spostatosi per questo in uno spazio attiguo), non è una nuova edificazione ma una riconversione senza consumo di suolo; alimentata dal più grande impianto fotovoltaico su tetto d'Europa, realizzato dal Caab sull'area mercatale. A questo si aggiunge l'aspetto della formazione "diffondere la cultura del cibo, della biodiversità e del territorio, è uno degli obiettivi del progetto". FICO vuole diventare la struttura di riferimento per la conoscenza del patrimonio italiano e per la sua valorizzazione all'estero.

Concept

Il focus di tesi riguarda lo sviluppo progettuale dei laboratori di ricerca agroalimentare, situati all'interno del volume recuperato del tubificio. Delle dodici camerate rimaste a seguito delle demolizioni, le prime quattro, a partire da ovest, sono occupate dalla linea di packaging, la quinta è occupata da una strada carrabile larga 10 metri, le ultime sette sono dedicate ai laboratori.

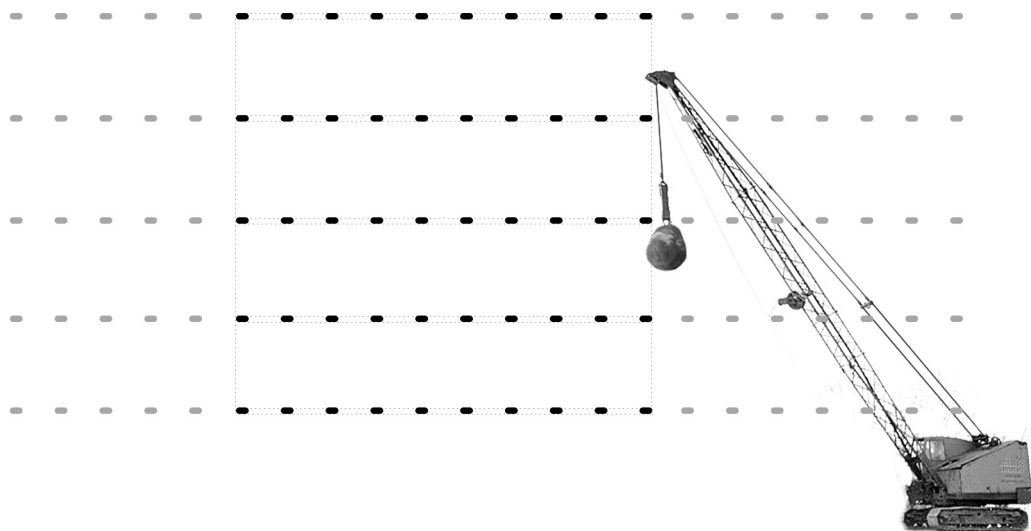


Figura 5.8 - concept LAB: demolizioni

Figura 5.9 - Vista interna prospetto nord



Le demolizioni riguardano, per le campate rimosse, l'abbattimento dell'intera struttura, mentre per quelle oggetto di intervento, si prevede la rimozione dei tamponamenti in cemento sui lati nord e sud, la rimozione delle superfici semitrasparenti dei lucernari in copertura, di tutti i serramenti in ferro che chiudono le aperture a nord e a sud e delle lamiere di copertura, tutti elementi che verranno sostituiti mantenendo inalterato la geometria e l'aspetto estetico generale.

La struttura che rimane a seguito di queste prime fasi, è costituita dai telai in CA che delimitano lo spazio a nord e a sud, composti da pilastri con passo 6 metri, a sezione rettangolare con dimensioni 40x90 cm. L'elemento portante continuo tra le sommità dei pilastri, ha un'altezza di 2,8 m ed uno spessore pieno di 80 cm.; ad un'altezza di 5 metri da terra, è posizionato un traverso di sezione 40x30 cm. Lo sviluppo totale di progetto di questa sequenza di campate a telaio con irrigidimento intermedio è di 145 m, di cui 87,4 m relativi al volume dei laboratori.

I pilastri interni, posizionati a 12 metri gli uni dagli altri e a 25 metri circa dai prospetti nord e sud, sono realizzati in acciaio. Ogni elemento è composto da due tubolari affiancati ad una distanza di 1,4 m, connessi da cinque elementi di irrigidimento orizzontali ad una distanza di circa 1,5 m e controventati da delle V rovesciate. Ogni elemento è costituito da profili tubolari saldati in ogni connessione. L'elemento superiore orizzontale è coperto da una grata e funge da passerella in quota, che permette di percorrere tutta la struttura in direzione est-ovest. Gli elementi verticali principali, si interrompono in corrispondenza della passerella se non per degli elementi minori che costituiscono i montanti del parapetto. La sezione portante del pilastro, si restringe in un elemento sempre doppio, che sostiene la trave reticolare sovrastante, struttura che definisce la forma dei lucernari.

I pilastri in acciaio sono connessi in direzione est-ovest, da una struttura reticolare che continua senza soluzione di continuità, incastrandosi tra i due elementi tubolari dei pilastri e sempre realizzata con tubolari saldati. A questa orditura, si somma quella che collega le campate coprendo le luci di 25 m in direzione nord-sud che separano le file di pilastri in acciaio o in cemento. La trave reticolare superiore ha forma triangolare con punta verso l'alto, che corrisponde alla cima dei lucernari; in corrispondenza dei pilastri, delle forcelle metalliche irrigidiscono il fissaggio. Alcuni elementi all'interno della struttura, presentano un ulteriore irrigidimento che si sviluppa sul piano verticale est ovest, connettendo la trave reticolare inferiore alla base dei pilastri, formando degli elementi a V, biforcati in sommità. Il piano di calpestio interno è costituito da una colata in cemento armato, probabilmente di notevole spessore vista la natura industriale e i processi che si svolgevano su essa.

Nella soletta in cemento, si aprono vuoti di dimensione notevole, dotati di scale e di elementi in cemento ripetuti, dalle geometrie squadrate. All'interno della sezione recuperata, ricadono in particolare due grandi "vasche", una nella campata sud, più estesa, ed una seconda in quella adiacente. Nella campata più a nord si trovano invece dei muretti in cemento alti circa dai 60 ai 120 cm, distanziati e collegati da travi IPE ormai ossidate. Tali forme vengono mantenute nel progetto e rifunzionalizzate per usi totalmente diversi. I volumi minori interni ed esterni al tubificio, probabilmente usati come "gabbionetti" tecnici di controllo della produzione, vengono abbattuti.

Lo sviluppo del concept parte quindi da questa struttura spoglia, uno scheletro imponente caratterizzato dalla presenza di due materiali, acciaio e cemento armato, e dalla profondità dell'edificio, che rende necessarie fin da subito delle considerazioni sulla diffusione della luce al suo interno. Viene definito, attraverso la sostituzione degli elementi rimossi (copertura, lucernari e aperture) e l'aggiunta



Nella pagina precedente:

Figura 5.10 - Pilastri in tubolari doppi

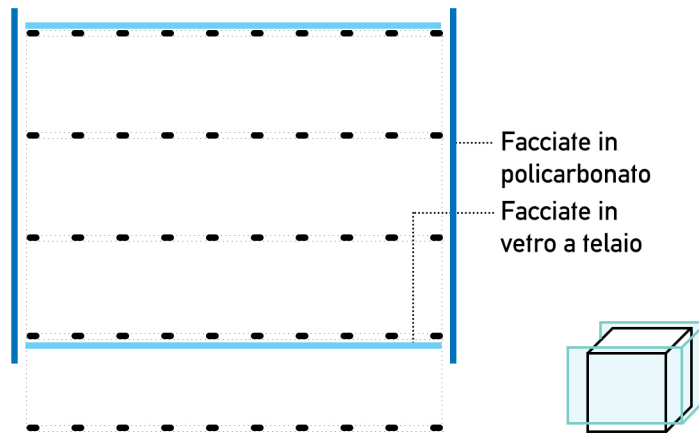
di una nuova “pelle”, un volume di 67,8x87,4 m che definisce un’area di 5925 m², con un’altezza interna di circa 10 m che raggiunge i 12 m in corrispondenza dei lucernari. Di fondamentale importanza per la progettazione, è quella di poter usufruire della luce naturale il più possibile. Per questo motivo, sono state mantenute tutte le superfici trasparenti in copertura, e massimizzate le aperture su tutti i lati. La campata sud viene lasciata fuori dalla volumetria proprio per trasformarsi in una tettoia di protezione dall’irraggiamento solare, nella direzione più a rischio. La “pelle” trasparente che avvolge la metratura descritta, si distingue per linguaggio e scelte tecnologiche, tra facciate est e ovest di una tipologia, e prospetti nord e sud di un’altra.

L’est e l’ovest corrispondono alle linee di demolizione, scelte in fase progettuale; per sottolineare l’idea del taglio netto, del cambiamento, vengono realizzate due facciate in pannelli di policarbonato maschiati di altezza pari a quella del tubificio; l’effetto è quello di una superficie continua, semitrasparente, attraverso la quale si distinguono volumi, ombre, la presenza di movimento, senza tuttavia definirne i contorni.

A nord e a sud invece, rimane il disegno dei telai in cemento che anche oggi domina le viste; questo schema geometrico viene mantenuto realizzando a nord delle superfici vetrate, sia inferiormente che superiormente. La facciata sud, arretrata di una campata rispetto al disegno del telaio, ricalca la maglia a montanti e traversi con un sistema di facciata continua ben visibile dall’esterno. Le superfici vetrate a nord e a sud, permettono una visione nitida dell’esterno e dell’interno reciprocamente, mettendo in contatto visivo le colline coltivate a nord, i laboratori di ricerca, ed i percorsi a sud.

Figura 5.11 - Pilastro controventato





La campata "vuota", oltre ad avere un ruolo per il funzionamento energetico dell'involucro, costituisce una zona di passaggio ma anche di passeggiata, ricca di vegetazione, sedute, spazi ombreggiati, destinati, nelle stagioni che lo permettono, ad essere sfruttati come luoghi di incontro all'aperto. La permeabilità tra interno ed esterno è garantita da due aperture, che conducono esternamente a delle rampe: la pavimentazione del tubificio infatti è rialzata da un pavimento flottante (60 cm), mentre la superficie esterna, protetta dalla continuazione della copertura, mostra la natura cruda dello stato attuale. Nella soletta in cemento si aprono spaccature dalle quali esce una vegetazione più bassa, realtà non lontana da quella che, a seguito della dismissione, si può trovare all'interno. Il vuoto scavato nella platea, una volta destinato alla laminazione, viene riempito d'acqua, che copre senza nascondere le geometrie ripetute degli elementi in CA.

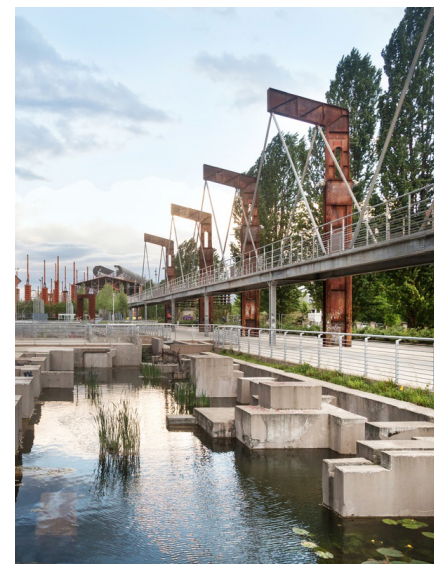
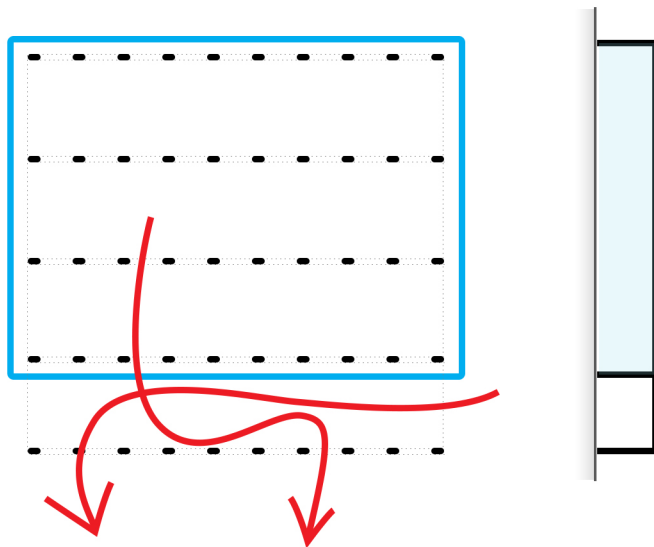
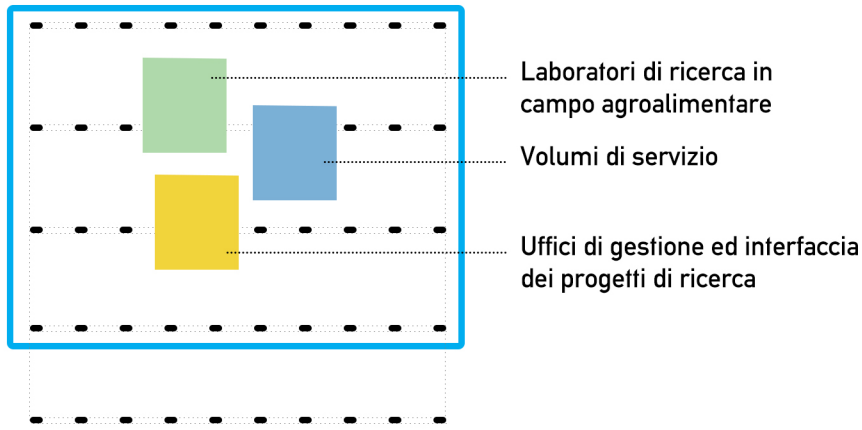


Figura 5.13 - concept LAB: campata vuota

Figura 5.14 - Parco Dora - lotto Ingest, Torino

All'interno di questo involucro, vengono realizzati dei volumi autonomi che ospiteranno gli ambienti necessari per i laboratori di ricerca. Questo tipo di funzione, richiede locali facilmente controllabili in particolare per temperatura, umidità, ricambio d'aria, lavabilità delle superfici e pulizia dei piani di lavoro. Un'altra peculiarità è quella del controllo degli accessi: vista la presenza di materiali pericolosi ma anche dati sensibili, l'accesso ai laboratori deve essere permesso solo agli addetti o a esterni, previa autorizzazione e registrazione su un registro. Le funzioni necessarie per il funzionamento di un centro di ricerca scientifica, possono suddividersi tra: laboratori, uffici e servizi (sia igieniche che logistici). Questa distinzione viene sottolineata dall'uso di colori diversi per le finiture esterne: verde per i laboratori, giallo per gli uffici e blu per i servizi.





Le tre funzioni così identificate, si articolano in diversi spazi; ancora una volta la luce risulta essere di grande rilevanza per le scelte progettuali: la frammentazione dei volumi permette infatti di garantire ai diversi ambienti un livello di illuminamento naturale adeguato. Gli uffici si articolano su tre volumi, simili per dimensioni e forma, caratterizzati da un percorso centrale (sul lato corto) che divide due ambienti distinti ai lati; tali volumi vengono posizionati a sud, più vicini al lato di maggior interazione con l'esterno in quanto sono ambienti che, non contenendo materiale pericoloso e strumentazioni specifiche, necessitano un minor controllo.

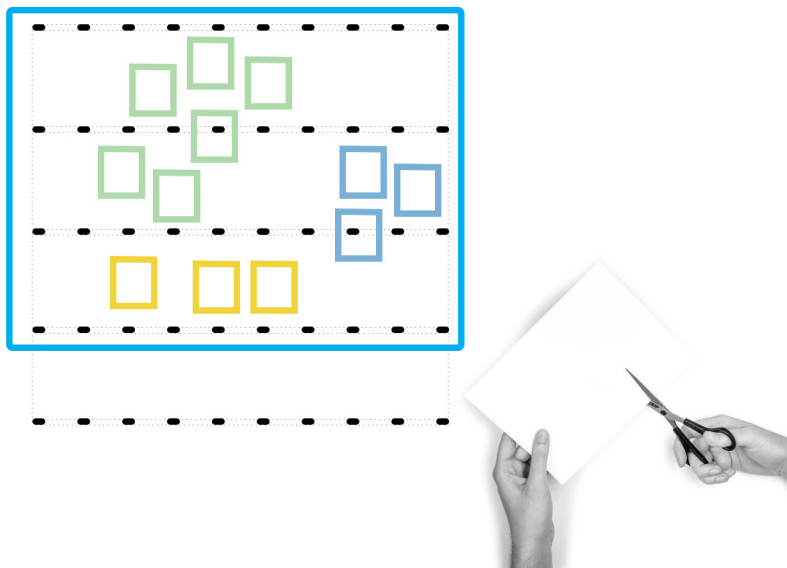
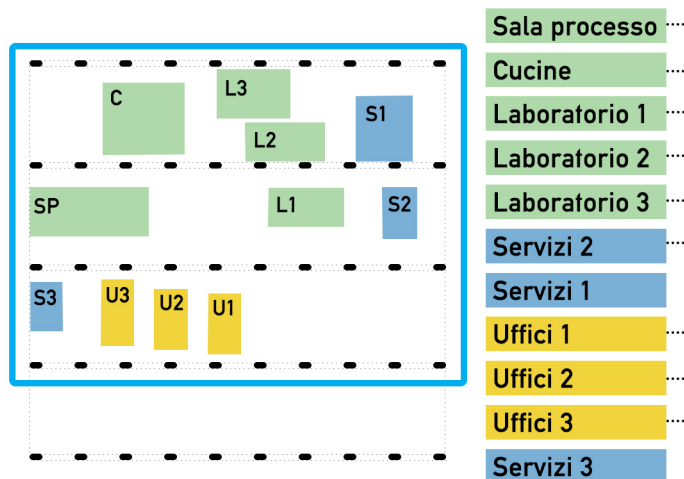


Figura 5.16 - concept LAB: frammentazione

I laboratori si articolano in cinque volumi, posizionati a semicerchio che lascia vuoto lo spazio centrale dell'involucro. La vicinanza alla facciata nord, trasparente in tutte le parti non strutturali, garantisce livelli di illuminamento più elevati, come prescritto per ambienti dedicati a tale funzione. I laboratori si distinguono in tre blocchi, due dei quali attrezzati per lavorazioni chimico-fisiche, ed il terzo occupato dalle attività di elaborazione dati che non richiedono strumentazioni pericolose. Nello stesso volume sono collocati i servizi, che servono tutti gli ambienti dei volumi verdi. Le cucine sono due grandi ambienti separati da una cella frigorifera ed una dispensa; lo stesso volume accoglie anche l'officine meccanica. La sala processo è l'ambiente con più vincoli, necessari per raggiungere le prestazioni richieste dalle attività svolte quali l'utilizzo di prototipi; oltre all'altezza elevata che raggiunge gli 8,3 m, è progettata per ospitare un carroponete per il sollevamento dei macchinari, dai mezzi di trasporto alla sala. il lato ovest della

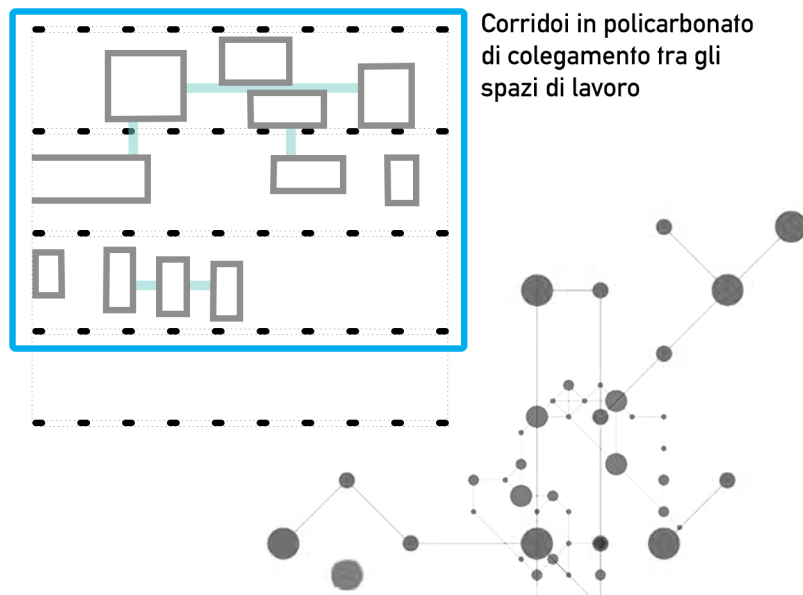
Figura 5.18 - concept LAB: volumi interni



sala è completamente vetrato ed in connessione diretta con la strada carrabile. Le ipotesi progettuali effettuate per la definizione di tale ambiente, necessitano maggior approfondimento rispetto a quello raggiunto.

I blocchi di servizio si distinguono su due tipologie: due volumi di controllo, collocati uno in prossimità del prospetto est e l'altro sul lato opposto; ed il terzo, di dimensioni maggiori, ospita locali spogliatoi, docce e bagni separati distinti uomo/donna, dedicati ai lavoratori delle coltivazioni, ed il locale tecnico principale di tutto il sistema di volumi dei laboratori.

Figura 5.19 - concept LAB: connessioni

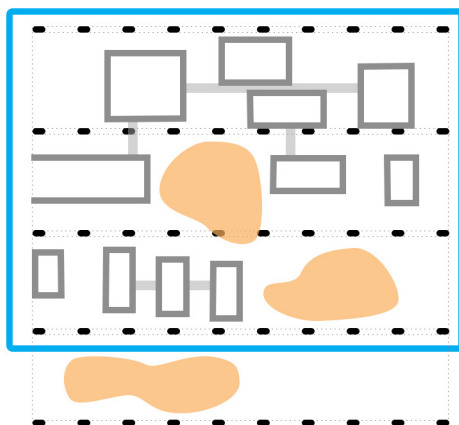


I singoli locali sono collegati da percorsi continui tra i diversi volumi dello stesso colore; si distinguono così i due sistemi, quello degli uffici, che attraversa i tre volumi, e quello dei laboratori che si articola dalla sala processo, alle cucine, costeggiando i laboratori attrezzati e non, fino ad arrivare al blocco servizi blu dove si colloca la sala tecnica principale. Fanno eccezione i due volumi opposti di controllo degli accessi che, per la loro funzione, costituiscono degli elementi indipendenti. I collegamenti sono realizzati in policarbonato e pavimento radiante superelevato, per garantire la continuità del confort termico nel passaggio tra ambienti che operano nello stesso ambito.

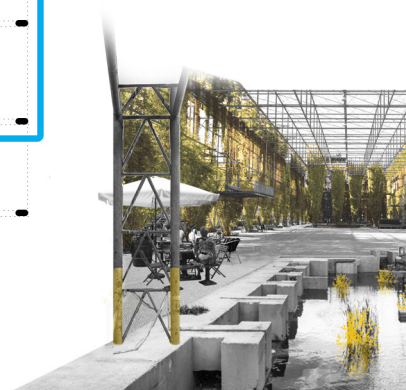


Figura 5.20 - Vacchi "ingranaggi"

Figura 5.21 - concept LAB: spazi vuoti



Svago
Ristoro
Comunicazione



Intorno ai volumi si creano degli spazi vuoti, progettati per ospitare attività di interscambio tra il mondo della ricerca quali esposizioni, presentazioni, ma anche incontri tra utenti dello stesso settore. L'interno del semicerchio dei laboratori, costituisce una piccola platea con possibilità di proiezione sulla parete di fondo della sala processo. La zona "vuota" a sud, in prossimità dell'accesso est, scende di livello seguendo la conformazione attuale dell'interno del tubificio. Quest'area, servita di tavoli e sedute, costituisce un punto di ritrovo per i pasti o per il tempo libero. Esternamente, la campata sud offr un'area ombreggiata con la medesima funzione nelle stagioni che lo consentono.

Gli accessi principali allo spazio buffer creato dalla presenza del volume originario, sono tre: l'accesso "pubblico" a est, inteso come collegamento controllato tra il mondo della ricerca e l'esterno; quello a nord, dedicato agli addetti alle coltivazioni; e quello a ovest, unico volume, sala processo a parte, ad essere in collegamento visivo diretto con l'esterno, sulla strada carrabile che divide i laboratori dalla produzione. L'accesso a nord risulta non essere direttamente controllato, poiché l'area coltivata, per garantire la qualità ed il controllo chimico, è recintata in tutto il suo perimetro con rete verde a maglia grossa, che consente la vista ed il passaggio della luce. Sono presenti accessi secondari sui diversi lati del volume esterno, che consentono una fruibilità dell'esterno da parte dei lavoratori e soddisfano le normative antincendio.

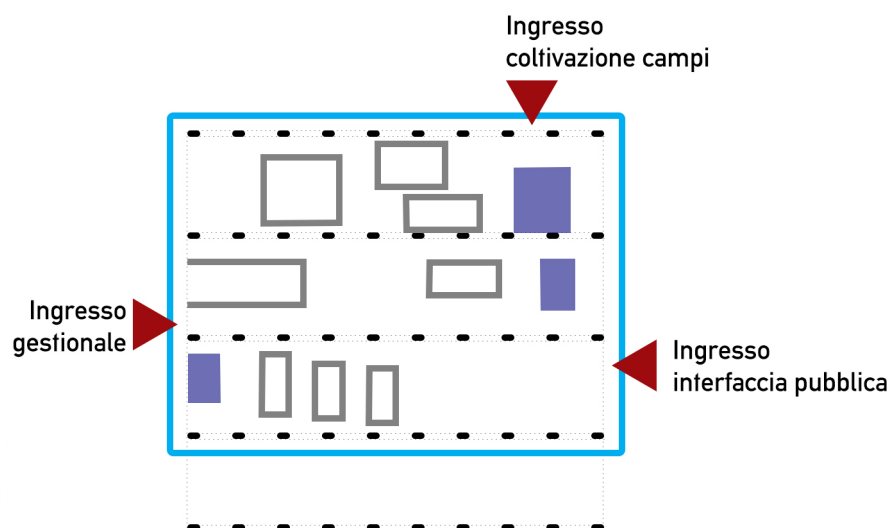


Figura 5.22 - concept LAB: accessi controllati

Figura 5.23 - Campate centrale tubificio



Il progetto architettonico

Le condizioni di cantiere e i vincoli spaziali della struttura, consentono di realizzare volumi che occupano solo una campata per volta: da ogni elemento verticale viene lasciata una distanza di 1,2 m per garantire il passaggio e la fruibilità dello spazio. La geometria dei volumi è realizzata rispettando il modulo di 1,2 m per garantire una più facile prefabbricazione delle parti strutturali degli elementi tecnici che costituiscono i volumi interni.

Per la realizzazione dei volumi a componenti prefabbricate si sceglie di utilizzare il legno come materiale strutturale, sovrapporre il piano di calpestio di circa 60 cm e realizzare finiture esterne in pannelli in celenit colorato a seconda delle funzioni.

Le piante

I volumi di controllo est ed ovest sono composti da due ambienti: uno di servizio e l'altro, ricco di elementi vetrati a 80 cm dal piano di calpestio, con la funzione di controllare e gestire gli accessi alla struttura. L'ambiente di servizio è destinato a magazzino a est, a sala tecnica principale per il gruppo uffici a ovest. Il volume di servizio dotato di docce e spogliatoi, è collocato in direzione dell'accesso principale nord, che si apre in prossimità di uno dei nuovi volumi edificati, destinato a rimessa agricola e deposito semenze, macchinari e attrezzi.

La sala processo ospita al suo interno due piccoli locali, una sala tecnica e una cella frigo. Il volume della cucina è suddiviso tra due cucine, separate da una cella frigo e da un magazzino, l'officina meccanica ed un locale tecnico. Il volume di

Figura 5.24 - Macchinari interni al tubificio







Superficie utile dei locali

- 1) Servizi 1

S1_A	27,20 m ²
S1_B	44,53 m ²
- 2) Servizi 2

S2_A	40,38 m ²
S2_B	40,38 m ²
S2_C	20,47 m ²
S2_D	50,66 m ²
- 3) Lab 1

LAB1_A	21,80 m ²
LAB1_B	43,88 m ²
LAB1_C	9,87 m ²
LAB1_D	22,81 m ²
LAB1_E	16,08 m ²
- 4) Lab 2

LAB2_A	36,88 m ²
LAB2_B	16,58 m ²
LAB2_C	20,83 m ²
LAB2_D	20,44 m ²
LAB2_E	19,84 m ²
LAB2_F	8,63 m ²
- 5) Lab 3

LAB3_A	20,36 m ²
LAB3_B	22,05 m ²
LAB3_C	19,16 m ²
LAB3_D	19,72 m ²
LAB3_E	23,62 m ²
LAB3_F	42,19 m ²
- 6) Cucine

C_A	52,27 m ²
C_B	48,71 m ²
C_C	80,52 m ²
C_D	12,86 m ²
C_E	42,25 m ²
- 7) Sala Processo

SP_A	215,38 m ²
SP_B	20,29 m ²
SP_C	18,23 m ²
- 8) Ufficio 1

U1_A	1,57 m ²
U1_B	12,96 m ²
U1_C	48,56 m ²
- 9) Ufficio 2

U2_A	24,29 m ²
U2_B	12,96 m ²
U2_C	43,70 m ²
- 10) Ufficio 3

U3_A	42,48 m ²
U3_B	12,96 m ²
U3_C	38,72 m ²
- 11) Servizi 2

S2_A	25,15 m ²
S2_B	42,28 m ²
- 12) Passaggi coperti

P_A	8 m ²
P_B	27,20 m ²
P_C	24,87 m ²
P_D	14 m ²
P_E	8 m ²
P_F	8 m ²
P_G	8 m ²

Figura 5.25 - Tavola 28

laboratorio più a nord non è dotato di attrezzature speciali quali cappe chimiche e fornitura di gas infiammabili (elio, azoto, vuoto); oltre ad un blocco servizi accessibile sia dall'interno che dall'esterno del volume, ospita lo studio tecnico, il laboratorio di analisi strutturale, quello di analisi termiche e quello di analisi della mobilità dell'acqua negli alimenti. Il blocco di laboratori adiacente ospita il grande laboratorio di biologia molecolare e microbiologia, la sala di preparazione dei campioni, con annesso il locale per le colture cellulari, ed il laboratorio di tecnologie alimentari. L'ultimo volume ospita il laboratorio di biochimica, quello di analisi sensoriali, unico sprovvisto di cappa chimica, la sala di preparazione dei campioni con annessa la sala di colture cellulari.

I tre volumi degli uffici si dividono ognuno in due parti: un open space a sud, nei primi due blocchi, l'ufficio direzionale a nord nel primo ed il blocco di servizi a nord nel secondo. Il terzo volume è diviso tra due sale riunioni.

Lo spazio vuoto tra gli ambienti ospita una zona ristoro nel vuoto a sud-est, i vasi di essenze a nord-ovest sulle strutture in cemento e acciaio presistenti, lo spazio centrale semicircolare utilizzabile come platea. La planimetria rimane in parte libera anche per permettere un futuro ampliamento dei laboratori con la costruzione di nuovi volumi.

Figura 5.26 - Prospetto nord (n alto)

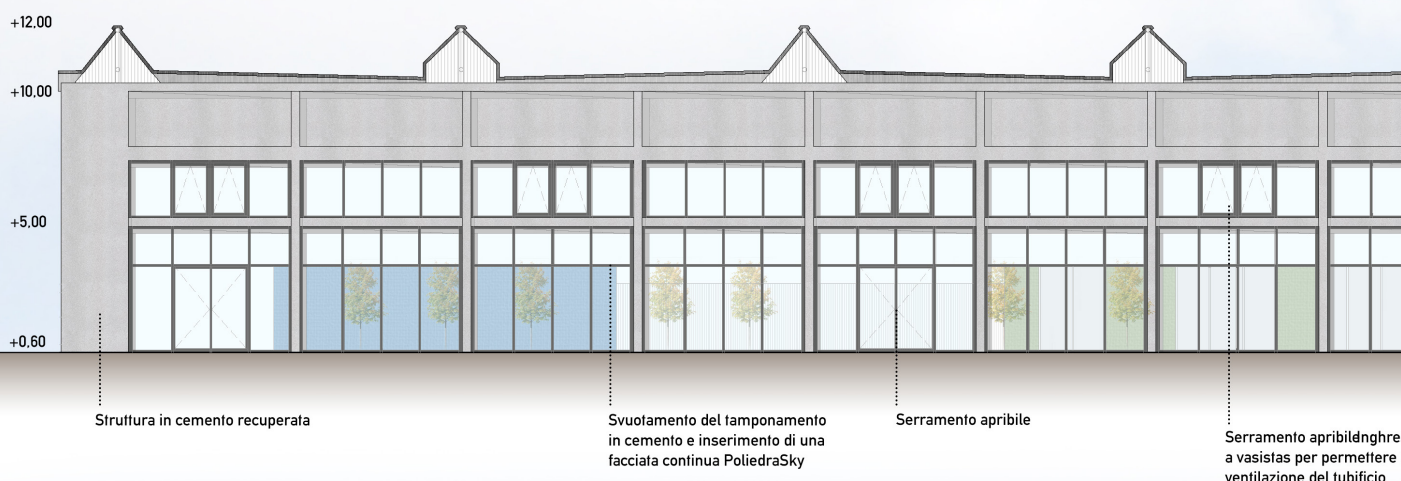
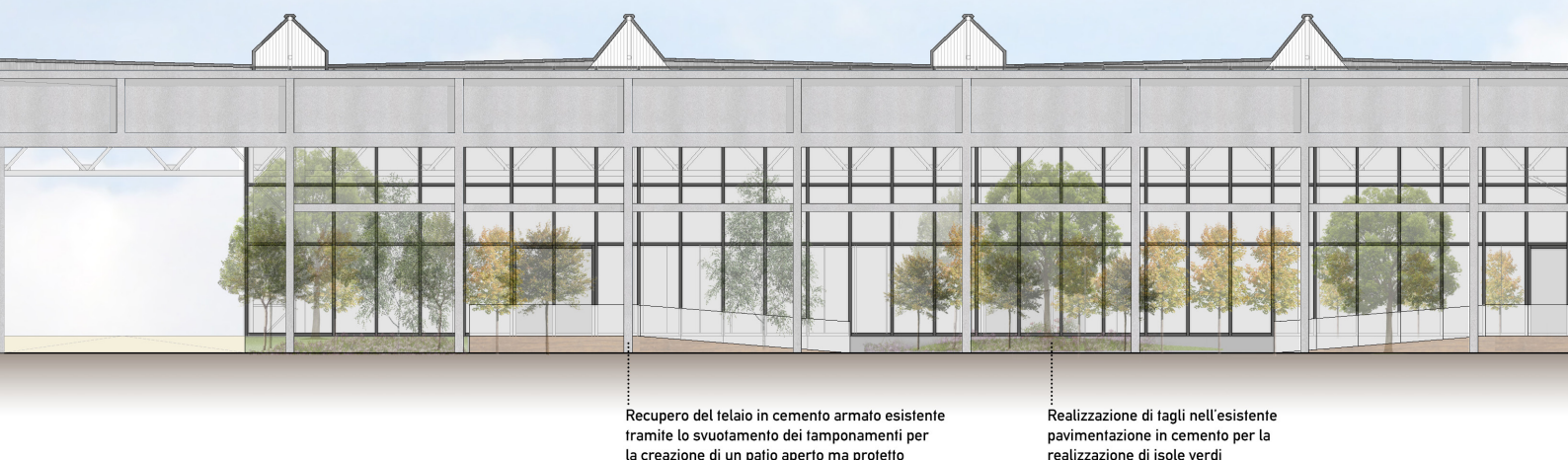


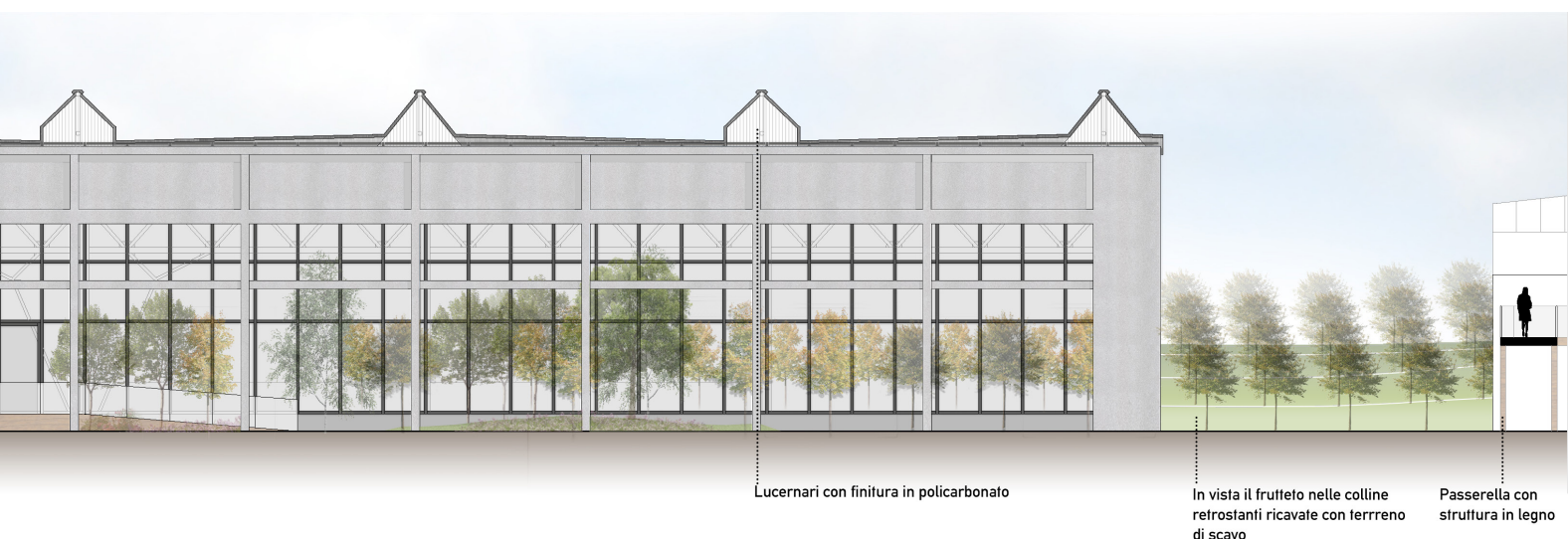
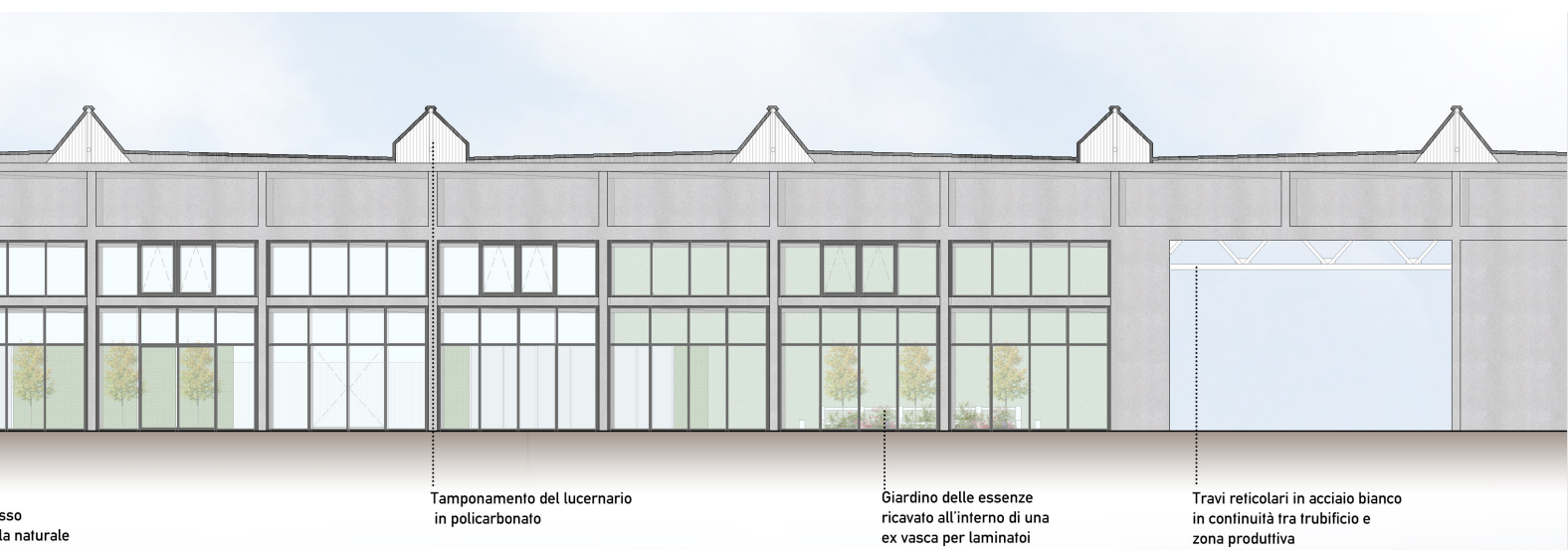
Figura 5.27 - Prospetto sud (in basso)



Prospetti

Sul prospetto nord si legge il disegno regolare del telaio in CA; le superfici vengono pulite e trattate per resistere alla disgregazione. Il doppio telaio dichiara la presenza di elementi apribili nella fascia alta ovvero i due moduli centrali su campate alternate, e nella fascia bassa, tre accessi posizionati uno di fianco alle essenze, uno di fianco al prospetto est ed il terzo in prossimità dei degli spogliatoi.

Il prospetto sud, visto da dentro e fuori la campata libera, chiarisce la sovrapposizione delle maglie a telaio che definiscono il disegno di facciata. Solo il primo modulo dal basso è realizzato in vetro, mentre quelli superiori sono chiusi da lastre in policarbonato, per alleggerire il peso dell'elemento di chiusura, portato da una struttura "autoportante". La differente visuale chiarisce la presenza di vegetazione nella campata esterna al volume i quali, per la loro natura caducifoglie, aiutano a proteggere la facciata nei mesi estivi, e consentono alla radiazione solare di passare in inverno, quando sono spogli.



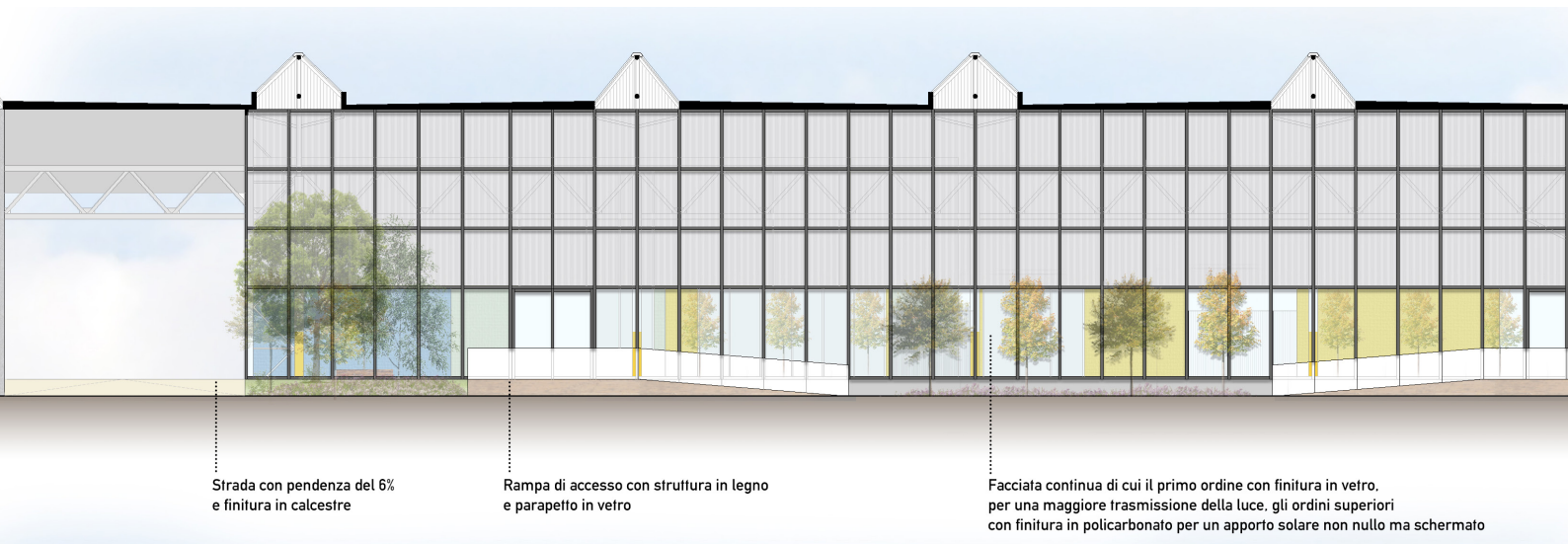
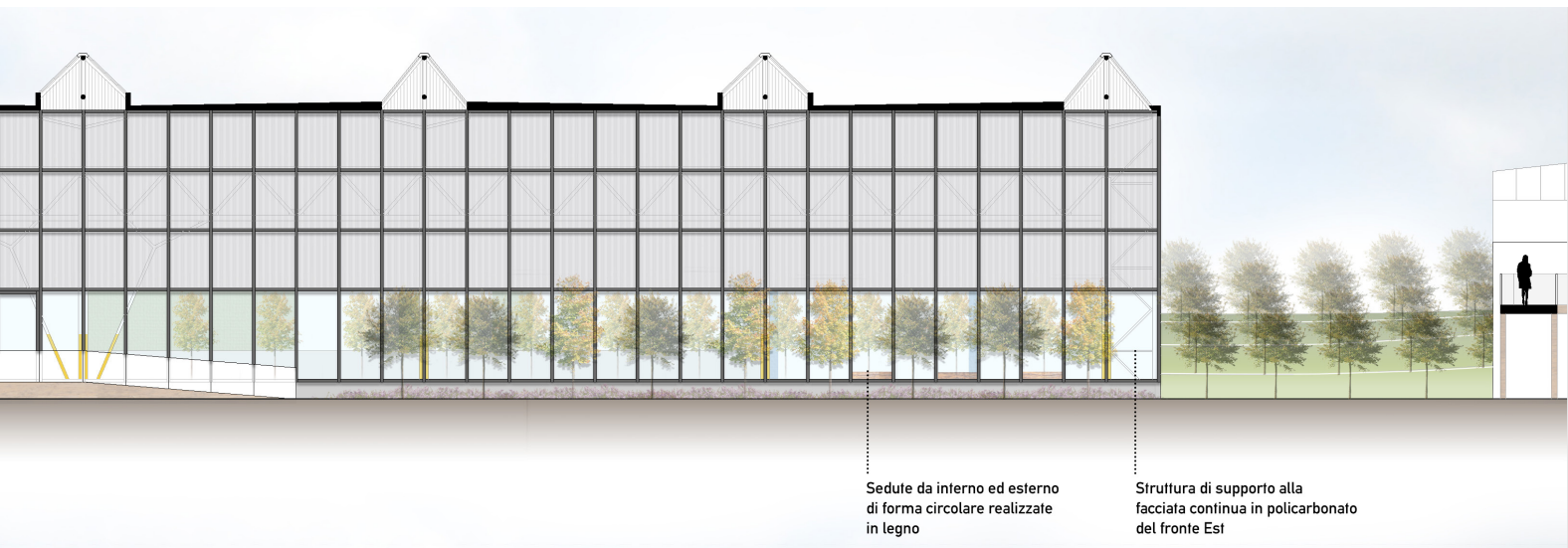


Figura 5.28 - Prospetto sud bis (interno alla campata)

Il prospetto est è caratterizzato dalla superficie continua in policarbonato, che copre l'intera altezza del tubificio, dalla quota zero al piano di imposta dei lucernari. In corrispondenza dell'arrivo del percorso in asse con le casere, si apre l'accesso "pubblico", spostato verso sud rispetto alla mezzeria della facciata. La trasparenza del policarbonato (44% di luce trasmessa) permette di intravedere i colori delle diverse funzioni svolte all'interno dei volumi. Nella linea di terra si nota la differenza di quota tra la parte esterna a nord, a +0,60 m, quella dei laboratori, portata a +0,60 m da un pavimento sopraelevato che crea un locale tecnico accessibile, e quella della campata a sud, a $\pm 0,00$ m, attuale livello della soletta in CA.

Figura 5.29 - Vista aperture prospetto nord





Il prospetto ovest si caratterizza per la presenza della copertura sezionata, che continua oltre la strada carrabile per coprire anche la zona della produzione. sullo sfondo si distinguono le Casere da una parte e le passerelle sopraelevate dall'altra. La superficie traslucida in policarbonato si interrompe in corrispondenza della sala processo e del volume di controllo, unici due elementi in connessione diretta con l'esterno, ma tuttavia protetti dagli agenti atmosferici dalla copertura sovrastante.

Figura 5.30 - Vista prospetto nord



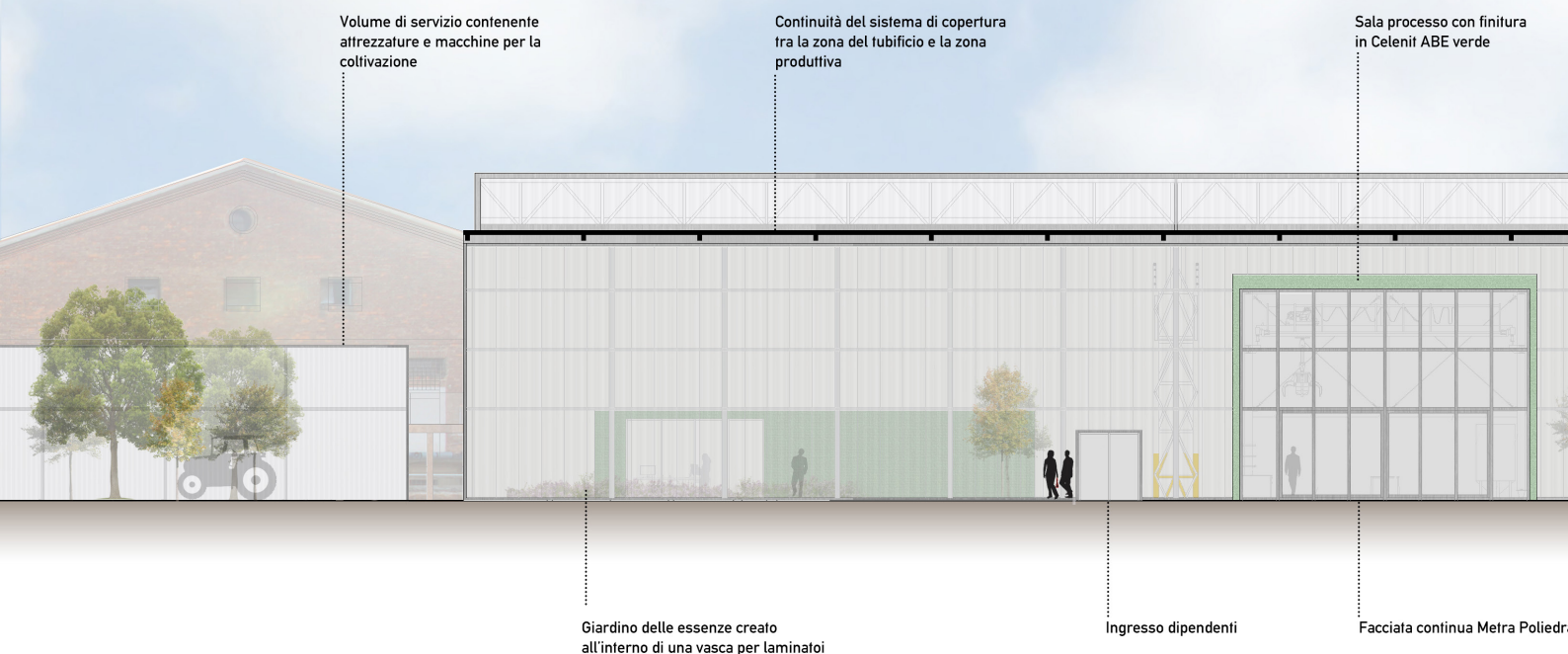


Figura 5.31 - Prospetto ovest

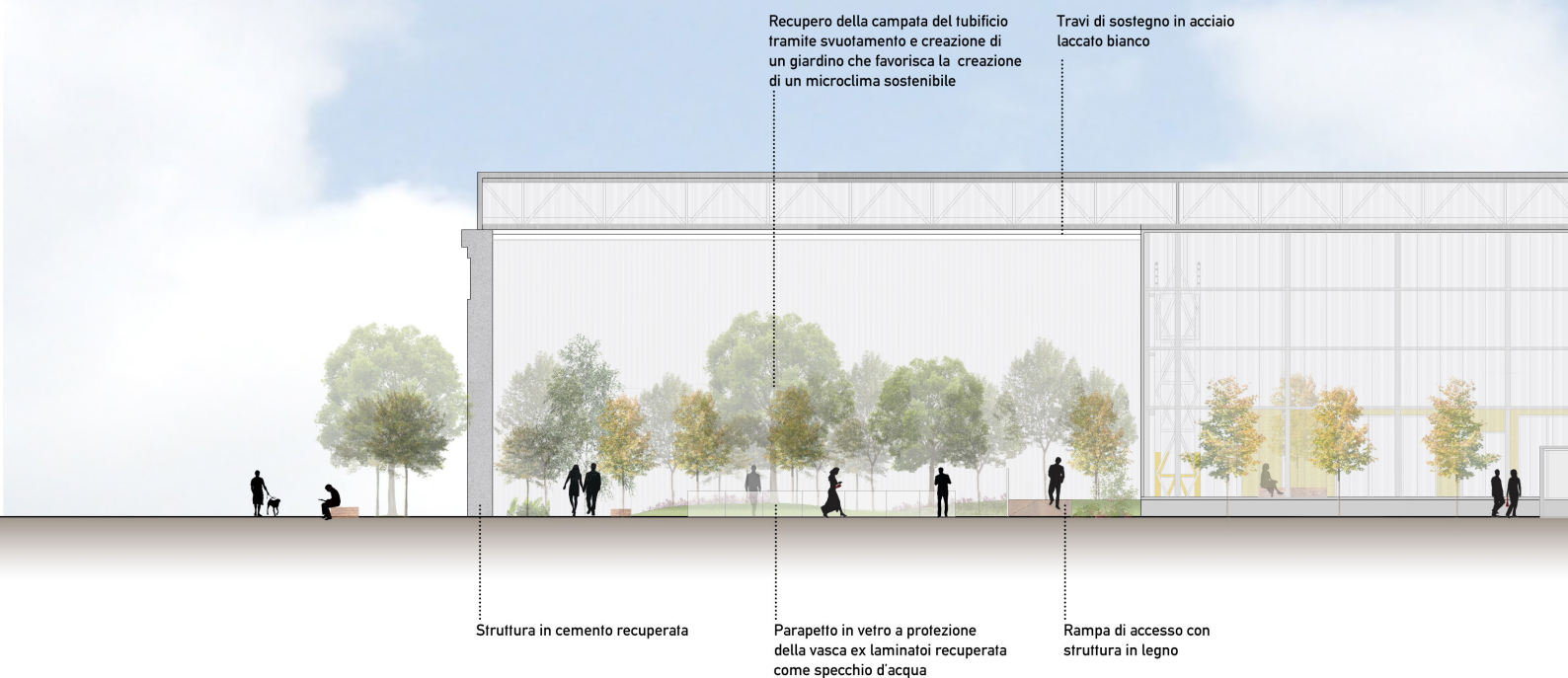
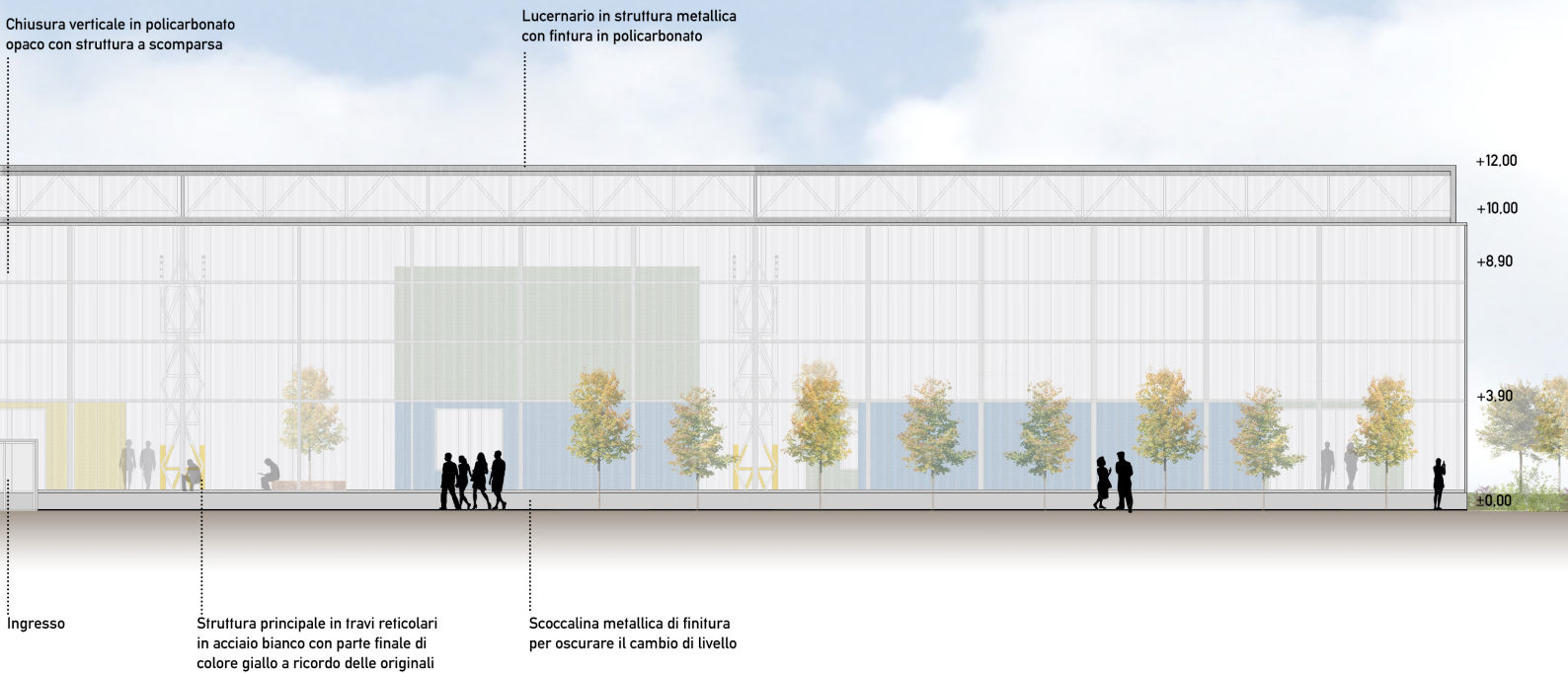
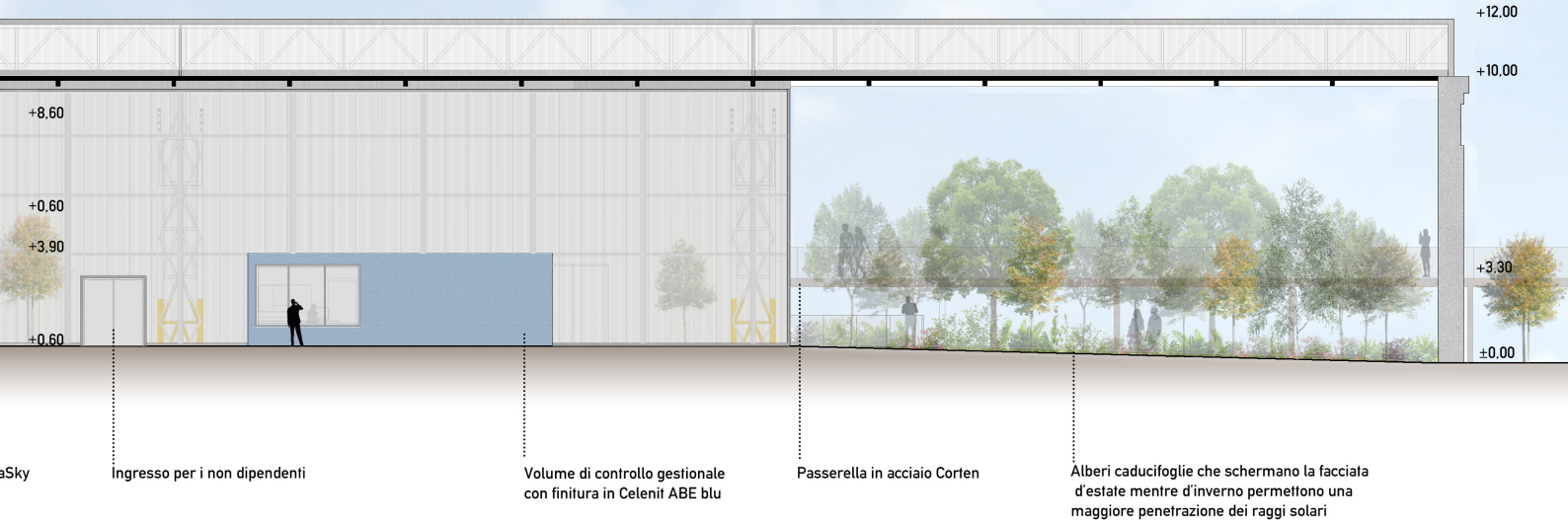


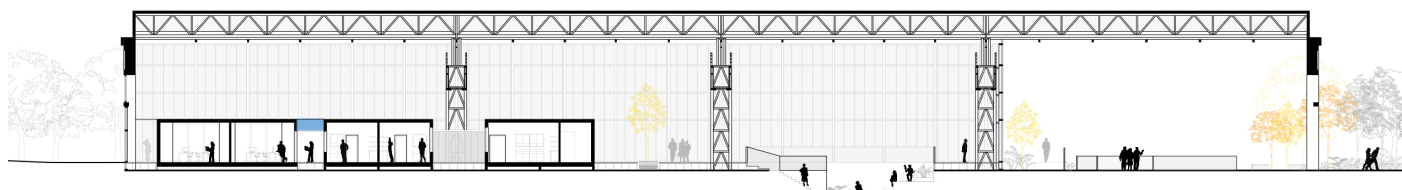
Figura 5.32 - Prospetto est



Sezioni

Le sezioni mostrano in primo luogo la differenza tra la consistenza della struttura in CA e quella della struttura in acciaio. I volumi interni sono realizzati con struttura piena per il solaio (crosslam) e struttura intelaiata per pareti e coperture. Ogni volume poggia su delle travi continue in legno lamellare, che permettono di rialzare i solai dalla persistente soletta in CA e lasciare lo spazio per il passaggio degli impianti sotto le volumetrie. All'interno del volume di involucro vengono piantati arbusti di dimensioni medio-piccole sfruttando lo spessore del pavimento flottante, così da avere il volume di terreno necessario e realizzare delle sedute di altezza adeguata. Nelle viste della campate sud si riconoscono i parapetti trasparenti di

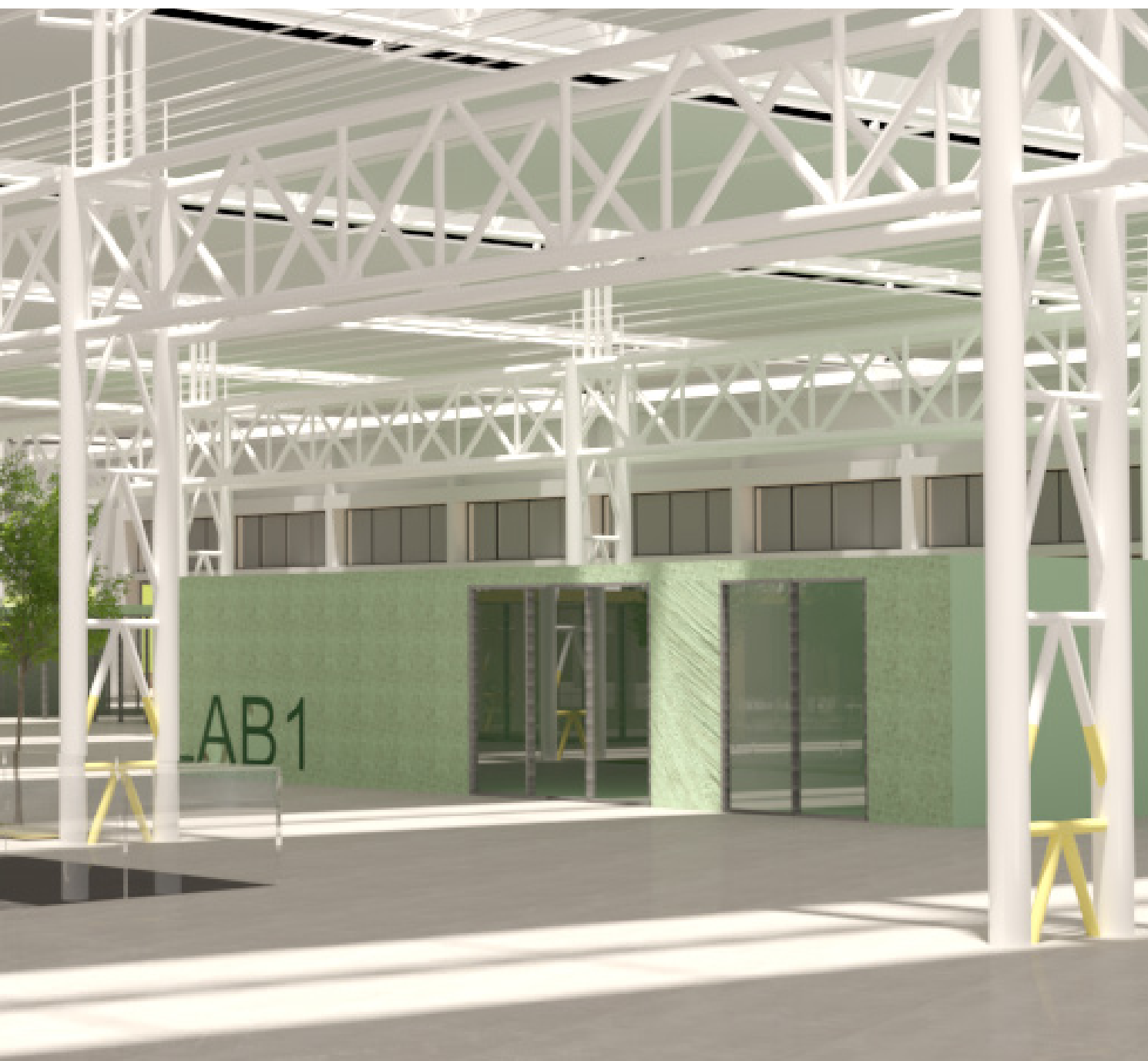
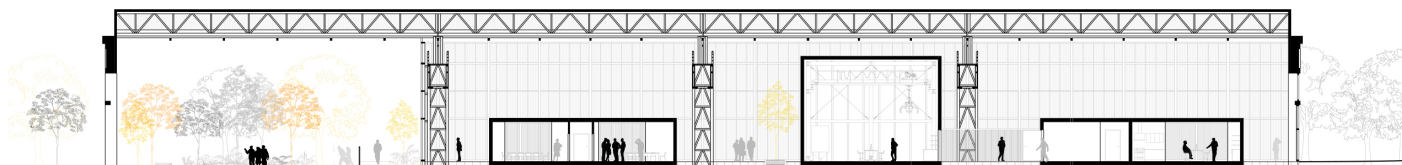
Figura 5.33 - Sezione C-C



protezione per i dislivelli. La sezione della copertura, mostra l'orditura principale in profili IPE in acciaio, alla quale si somma quella secondaria, più ravvicinata, utilizzata per il fissaggio dei pannelli sandwich di copertura. Il colore della lamiera interna microforata, è di color bianco-grigio. L'intera struttura in tubolari viene pulita e pitturata di colore bianco, ad eccezione della parte inferiore, ricoperta di vernice gialla, a ricordo di quella attuale. La pavimentazione flottante è realizzata in pietra ricostruita di colore grigio chiaro ad elementi di dimensioni 60x60 cm. I colori chiari fanno sì distinguono dalle superfici trasparenti e traslucide, e dai colori dei volumi ricoperti di pannelli in celenit di colore, giallo siena, azzurro e verde chiaro.

Figura 5.34 - Sezione B-B

Figura 5.35 - Vista Laboratori di Ricerca



Laboratori di ricerca agroalimentare

6

ENERGETICO

Spazio buffer: analisi termiche

Il doppio involucro di cui godono i laboratori di ricerca, ha due funzioni: ridurre il delta termico tra interno ed esterno riducendo le prestazioni richieste agli elementi tecnici; creare un ambiente polifunzionale di interfaccia tra gli ambienti di lavoro, necessariamente ad accesso controllato per la presenza di materiali pericolosi e dati sensibili, e l'esterno.

Sono state effettuate analisi termiche sull'edificio esistente a meno del progetto dei laboratori, al fine di valutare l'incidenza dell'involucro sulla temperatura percepita al suo interno. Per tali verifiche è stato utilizzato il software Autodesk Ecotect Analysis, il quale fornisce risultati fondamentali per l'individuazione delle strategie progettuali necessarie per uno sviluppo sostenibile del progetto; permette di eseguire analisi sulle prestazioni energetiche e l'integrazione climatica degli edifici, attraverso strumenti per la creazione e l'importazione geometrica dei modelli, per la contestualizzazione geografica e per la caratterizzazione tecnologica dell'edificio. Il programma funziona come un calcolatore, non fornisce quindi valutazioni sulle scelte possibili, ma solo dati elaborati. In particolare le simulazioni termiche ed energetiche sono fatte con il metodo detto delle Ammittanze, sviluppato dal Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE).



Figura 6.1 - Logo Ecotect

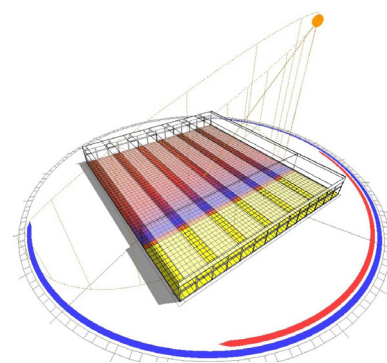


Figura 6.2 - Discomfort termico

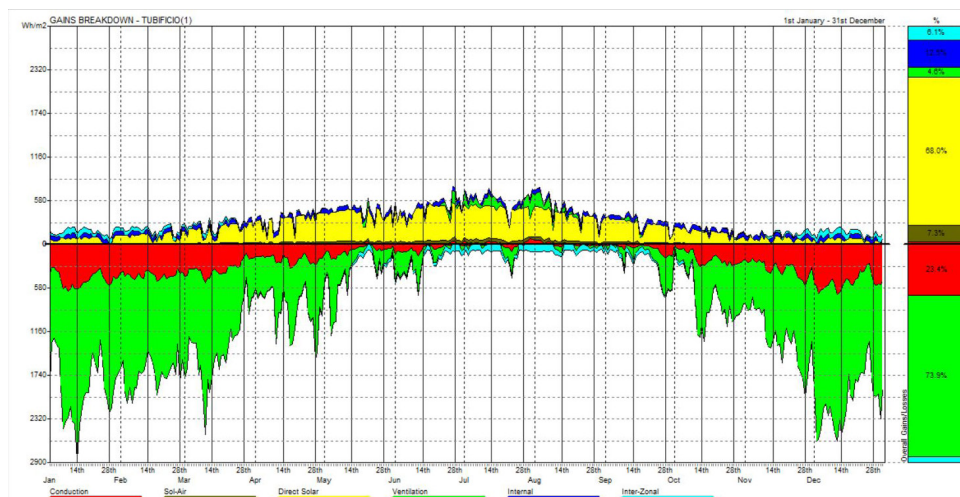


Grafico 6.1 - Analisi termiche: gains and Losses

I dati di seguito riportati sono riferiti al solo involucro recuperato privo di qualsiasi impianto termico, questo per valutare l'incidenza degli apporti gratuiti dell'ambiente circostante, durante i diversi periodi dell'anno.

Il grafico evidenzia l'andamento delle temperature interne ed esterne all'involucro nel periodo invernale, in particolare nel giorno più freddo dell'anno ovvero il 3 Dicembre.

Come si può notare, l'involucro influisce positivamente nell'isolamento degli ambienti interni infatti, per la maggior parte della giornata, la temperatura esterna rimane più bassa rispetto a quella letta all'interno del tubificio. A metà giornata invece, si può notare come la temperatura esterna superi quella interna, questo a causa dell'aumento della radiazione solare esterna e delle zone ombreggiate interne. Sarà dunque necessario utilizzare un adeguato sistema di riscaldamento.

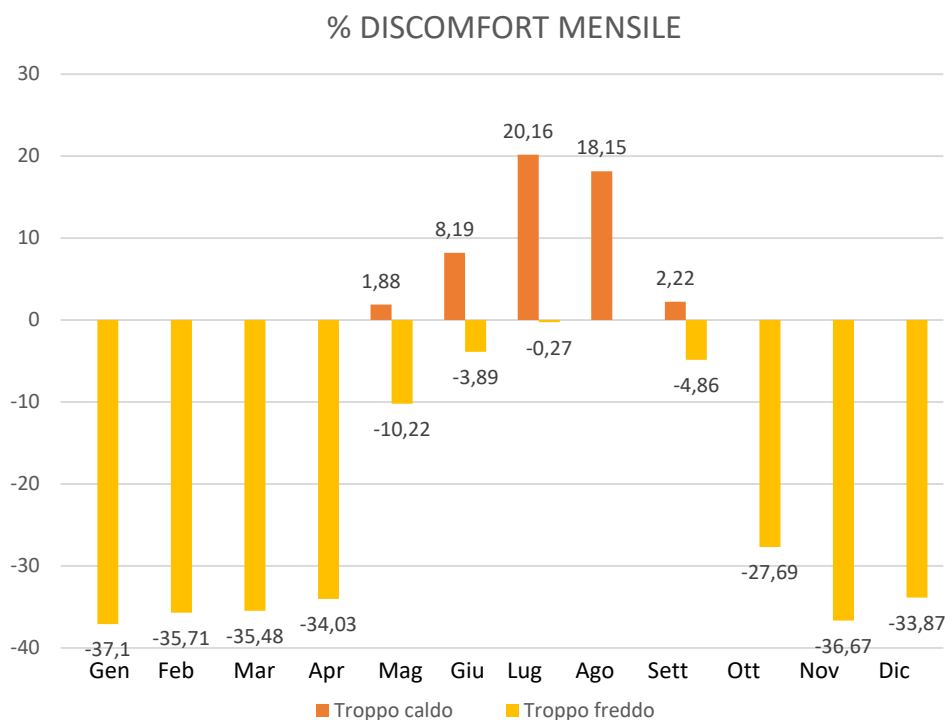
Anche analizzando l'andamento delle temperature interne ed esterne all'involucro nel periodo estivo, in particolare nel giorno più caldo dell'anno ovvero il 30 Luglio, è possibile notare il contributo positivo dell'isolamento termico del nuovo

Grafico 6.2 - Temperatura interna ed esterna



involucro in quanto la temperatura interna degli ambienti, durante le ore diurne e quindi più calde della giornata, rimane sempre più bassa rispetto a quella esterna. Al contrario, durante le ore notturne quando il calore esterno diminuisce, l'involucro contribuisce a mantenere un'adeguato comfort termico al suo interno.

Grafico 6.3 - Discomfort termico



L'analisi del discomfort termico mostra invece la percentuale di superficie (zona tubificio 1) che, in assenza di impianti, non rientra nel range di temperatura di progetto prevista (18-26° C) durante le ore di occupazione dell'edificio (Lun-Ven: 8-20 h). Si nota come il discomfort invernale sia prevalente su quello estivo fino ad un valore massimo del 40% nei mesi più rigidi. Si ricorda tuttavia che la superficie analizzata (alla quale deve essere sottratta quella occupata dai nuovi volumi) costituisca uno spazio buffer nel quale non sono attese le prestazioni richieste all'interno degli ambienti di lavoro, ma condizioni intermedie che permettano attività accessorie.

Illuminotecnica

L'illuminamento naturale ha l'obiettivo di favorire il benessere psico-fisico degli utenti e ridurre i consumi energetici degli edifici; tale parametro è determinato dal flusso luminoso diretto proveniente dal sole e dalla volta celeste, da quello riflesso dalle ostruzioni e dalle superfici esterne, da quello indiretto causato dalle riflessioni multiple sulle superfici interne. Le prestazioni richieste in termini di illuminamento naturale vengono descritte dal FLDm (Fattore medio di Luce Diurna), che rappresenta il rapporto percentuale tra l'illuminamento medio dell'ambiente e l'illuminamento che si ha nelle stesse condizioni di tempo e spazio, su una superficie orizzontale esterna che riceve luce dall'intera volta celeste, senza irraggiamento solare diretto. I valori minimi di FLDm per i diversi tipi di ambienti sono prescritti dalla norma UNI 10840:2007.



Figura 6.3 - Logo Sefaira

Le grandezze fotometriche che permettono di valutare qualitativamente le caratteristiche d'illuminazione prodotta in un ambiente sono:

- flusso luminoso [lm] è la quantità di energia luminosa emessa nell'unità di tempo da una data sorgente
- intensità luminosa [cd] è il rapporto tra il flusso luminoso e l'angolo solido, ovvero l'intensità di lumen all'interno di un cono ideale con vertice nella sorgente e asse sulla direzione di propagazione
- illuminamento [$I_x = \text{lm}/\text{m}^2$] è il rapporto tra il flusso ricevuto da una superficie e l'area della stessa
- luminanza [cd/m^2] è il rapporto tra l'intensità luminosa e l'area apparente della superficie nella direzione assegnata

I parametri di riferimento per la valutazione del comfort visivo sono:

- livello e uniformità di illuminamento: il valore medio di illuminamento sul piano di lavoro è prescritto dalla norma UNI EN 12462-1. Il fattore di uniformità è definito come rapporto tra il valore minimo e medio degli illuminamenti di una superficie.
- distribuzione ed equilibrio della luminanza
- abbagliamento
- resa del contrasto e direzionalità della luce
- spettro della sorgente luminosa e resa cromatica

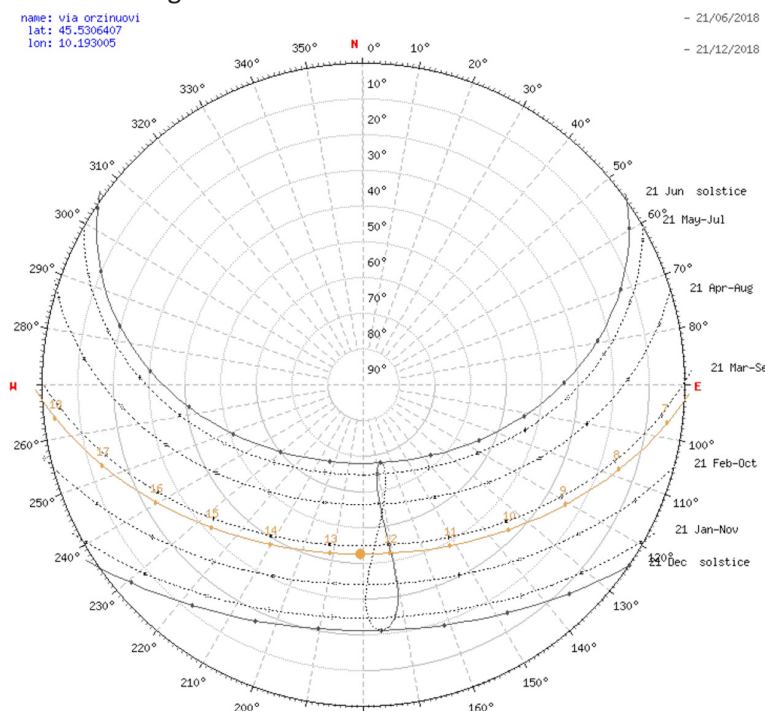


Figura 6.4 - Percorso solare

Modellazione

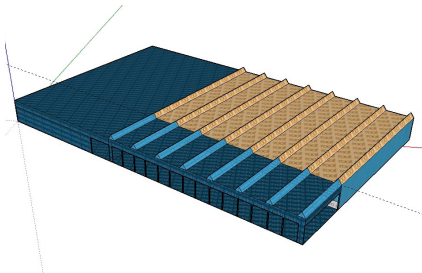


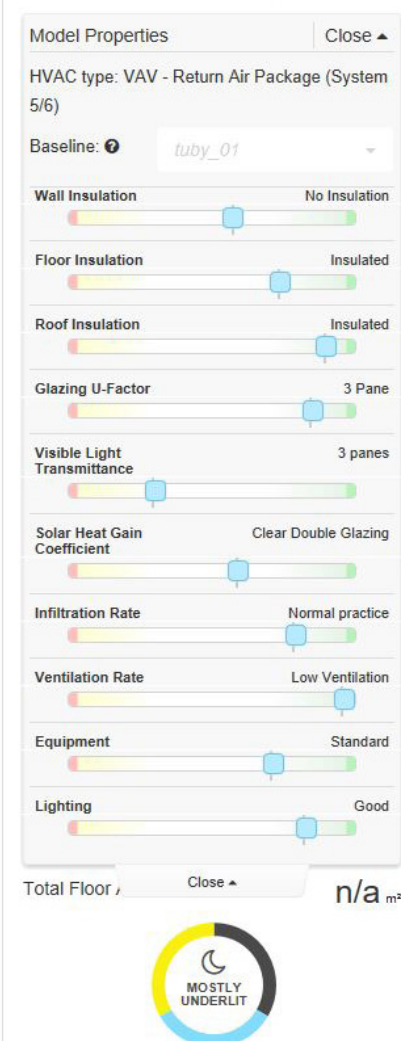
Figura 6.5 - Modello volume esterno

La presenza di un doppio involucro attorno agli ambienti di lavoro e di ricerca, ha necessitato delle analisi specifiche per definire le condizioni interne sia al solo volume recuperato, che ai volumi interni. Il modello di analisi, realizzato con SketchUp 2015, è stato analizzato con il software Sefaira Systems + Architecture, che, basandosi sugli algoritmi del software di calcolo *Energy Plus*, permette di effettuare valutazioni HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) e di illuminotecnica. Per gli output richiesti, è stato necessario il solo utilizzo della versione offline, grazie alla *Daylight Visualization*.

La modellazione ha portato a definire le superfici che delimitano l'involucro esterno, come elementi bidimensionali, distinti tra:

- **Roof:** elementi di copertura costituita da pannelli sandwich in lana di roccia; viene definito un valore di trasmittanza pari a $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Per i volumi interni, i nuovi elementi tecnologici di chiusura orizzontale superiore hanno invece una trasmittanza di $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
- **Floor:** superficie sulla quale viene effettuata la simulazione; il piano di calcolo è posizionato a $0,8 \text{ m}$ dal piano di calpestio; per la soletta in CA viene genericamente definito un valore di $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ non influente per il calcolo. Gli elementi di solaio che definiscono lo spazio interni dei laboratori hanno invece una trasmittanza di $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- **Wall:** elementi di parete che definiscono uno spazio interno rispetto ad uno esterno; sono caratterizzati da un valore di trasmittanza termica approssimativo di $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ per le superfici in CA e di $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ per i pannelli di chiusura verticale dei volumi interni.
- **Fixed/operable glazing:** non considerando la ventilazione, non è stata fatta alcuna distinzione tra elementi fissi ed apribili. Si ricorda che gli elementi apribili sono le finestre da tetto elettriche, le finestre verticali ad $h=0,8 \text{ m}$ (apribili a vasistas), le porte vetrate di accesso lungo il perimetro dello spazio buffer, parte dei lucernari (apertura elettrica) e i due moduli centrali a campate alterne dell'ordine superiore di aperture del prospetto nord.
- **Internal wall:** elementi verticali di separazione tra due ambienti due ambienti caratterizzati dalle medesime condizioni climatiche.
- **Internal glazing:** elementi vetrati di separazione tra due ambienti caratterizzati dalle medesime condizioni climatiche.
- **Shading:** superfici ombreggianti, considerate nella simulazione per l'ingombro e quindi per le ombre generate sulle superfici del modello.
- **Ignore:** superficie non considerata nella simulazione, equivale ad un vuoto.

Figura 6.6 - Baseline "tuby"



Per effettuare le analisi illuminotecniche, è stato necessario definire dei parametri base del modello, riportati nella *Baseline* nominata *Tubificio*. I parametri di ventilazione, illuminazione artificiale (in termini di consumo energetico) e presenza di persone, sono stati mantenuti su valori standard per edifici ad alta efficienza energetica poiché non influenti per le simulazioni.

Per distinguere le superfici trasparenti tra materiale vetro e policarbonato, si è scelto di applicare le caratteristiche del policarbonato agli elementi denominati *Fixed Glazing* (facciate est e ovest, parte alta della facciata sud e lucernari), e definire come vuoti (tag *Ignore*) gli elementi vetrati. Nelle analisi si dovrà quindi tenere conto che la luce proveniente dagli elementi trasparenti, non subisce, a differenza della realtà, fenomeni di riflessione e assorbimento. In particolare i valori di abbagliamento saranno quindi sovrastimati rispetto alla realtà.

Parametri di riferimento

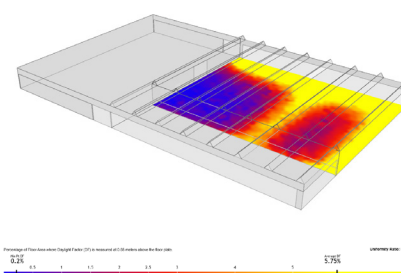
Il parametro fondamentale per la definizione e la scelta degli elementi traslucidi, è la *Visible Light Transmittance*, definita pari al 30% nella *Baseline*, e variata in fase di simulazione. Non riportati nel modello, sono gli oscuranti realizzati con tende a rullo in tessuto microforato, installati in particolare sulle superfici vetrate più prossime alle facciate trasparenti dell'involucro.

I parametri di riferimento per l'interpretazione dei dati sono il Fattore di Luce Diurna, distinto tra valori minimi (minimum) e medi (average), l'*Uniformity Ratio*, definito come il rapporto tra FLD_{MIN} e FLD_{AV} , per le simulazioni di *Daylight Factor* (rapporti adimensionali espressi in percentuale). Come valori di riferimento da normativa, si considera per i laboratori un limite di $FLD_{AV} > 3-4\%$ a seconda del tipo di attività, per gli uffici $FLD_{AV} > 1-2\%$, per le cucine $FLD_{AV} > 2\%$ e per gli ambienti principali di servizio $FLD_{AV} > 1\%$. Si tiene conto del fatto che i laboratori di ricerca, a differenza dei tradizionali "laboratori manifatturieri", richiedono in ogni caso un'illuminazione mirata artificiale caratterizzata da una scala cromatica ed un'intensità adeguata alle attività svolte.

Per valutare l'illuminamento (lux) generale e i possibili fenomeni di abbagliamento, vengono utilizzati i parametri di Spatial Daylight Autonomy (sDA), ovvero la percentuale di area che riceve almeno 300 lux per gli uffici e 500 lux per i laboratori, per il 50% delle ore annue di occupazione, e l'Annual Sun Exposure (ASE), che indica la percentuale di area che riceve almeno 1000 lux per almeno 250 ore annue di occupazione; ne consegue quindi che l'obiettivo della progettazione è quello di ottenere valori di sDA elevati e valori di ASE ridotti. Tali simulazioni distinguono cromaticamente le superfici Overlit in giallo (più di 1000 lux per più di 250 ore annue di occupazione) e quelle Underlit in blu (meno di 300/500 lux per più del 50% delle ore di occupazione annue); la quota parte con illuminamento ottimale rimane grigia.

L'obiettivo della progettazione è quello di ottenere un adeguato livello di luce diffusa in tutto l'ambiente del tubificio, che garantisca l'illuminamento adeguato anche all'interno dei volumi. Per valutare queste condizioni, è stato realizzato un modello incrementato in step successivi per separare l'influenza delle scelte progettuali sui parametri. Il modello iniziale è costituito dal solo involucro esterno delle "pelli" che avvolgono la struttura recuperata. Per testare il funzionamento del modello è stata effettuata una simulazione con un solo lucernario trasparente, per capire l'influenza di una simile apertura in copertura (molto più influente di quelle verticali) sulla profondità dello spazio interno. Procedendo per modifiche successive, è stato quindi studiato l'illuminamento ottimale dello spazio buffer, prima vuoto e poi in presenza dei volumi. In una seconda fase è stato analizzato un volume tipo con le diverse aperture previste (finestra da tetto, finestre verticali h=3 m, finestre verticali h=2,2 m). In ultimo è stata effettuata una simulazione sulle superfici interne dei volumi, in seguito alle scelte progettuali ottimali definite dalle simulazioni precedenti.

Grafico 6.4 - Test del modello



Lo spazio buffer

Base

La prima analisi, caratterizzata dalla semplice definizione dei materiali scelti, mostra come la presenza delle superfici trasparenti o traslucide su tutti i lati e delle aperture lineari (con larghezza in proiezione $l=3$ m), permetta di risolvere il problema della profondità dello spazio coperto: l'intera area definita come *Floor* riceve una quantità di luce sopra la soglia minima necessaria.

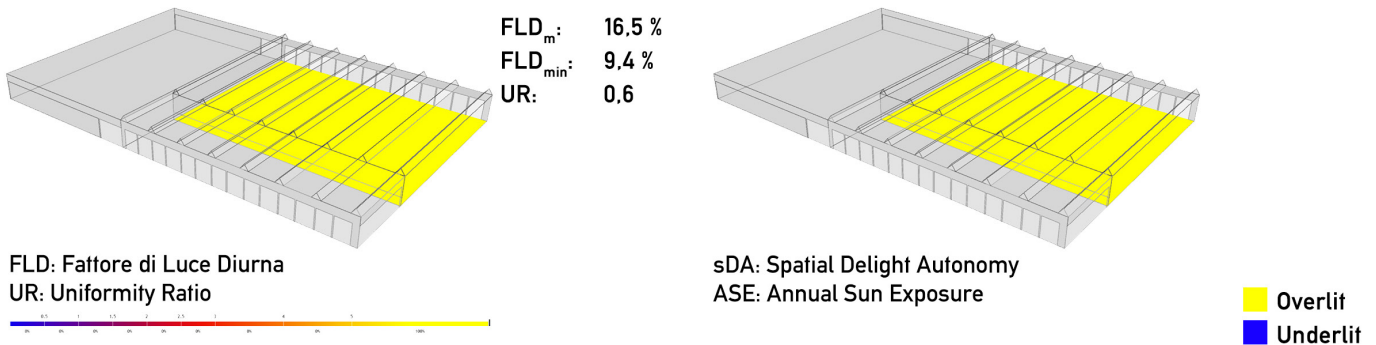


Grafico 6.5 - Base

Visible Light Trasmittance

Per attenuare i fenomeni di abbagliamento e per alleggerire la struttura, si sceglie di utilizzare pannelli in policarbonato di spessore 50 mm di colore neutro (*crystal*) per non generare, con la scelta di un colore dominante, fenomeni di discomfort legati alla caratteristica dello spettro. Vengono selezionati come valori di VLT (Visible Light Trasmittance), 36% e 44%, corrispondenti alle caratteristiche dei prodotti Rodeca. Il valore di VLT influisce riducendo gradualmente il valore di FLD e lievemente il valore di ASE; se si utilizzassero pannelli con $VLT=15\%$ si raggiungerebbe una percentuale di $ASE=50\%$. Si sceglie tuttavia un pannello con $VLT=0,36\%$ per garantire il comfort negli ambienti di lavoro.

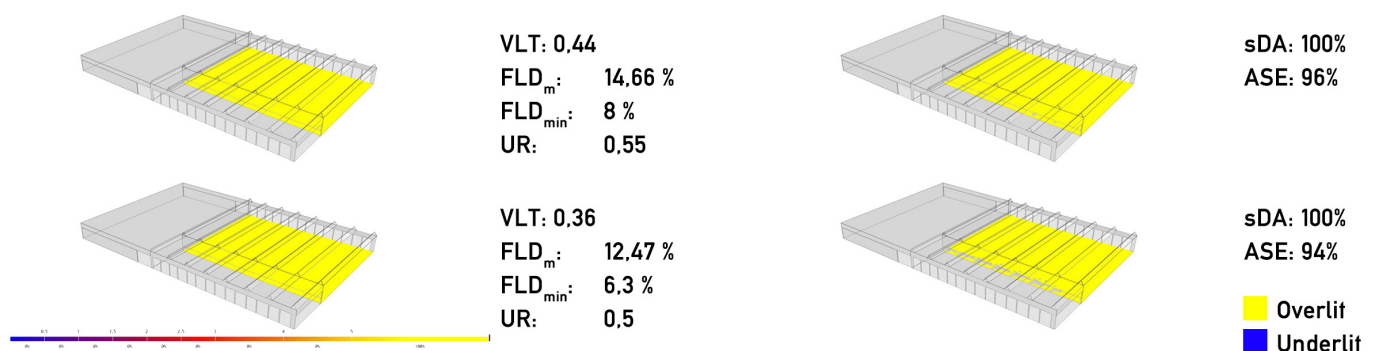


Grafico 6.6 - Visible Light Trasmittance

50% Lucernari

Per ridurre ulteriormente il fenomeno di abbagliamento, si considerano le falde esposte a sud est dei lucernari come opache, ovvero realizzate con moduli fotovoltaici integrati. La superficie trasparente in copertura risulta così ridotta del 50%. Tale soluzione incide notevolmente sulla riduzione dell'abbagliamento generale, ma riduce anche il valore di FLD interno al tubificio. Si sceglie pertanto di utilizzare questa soluzione sulla parte di struttura dedicata alla linea di packaging, che non prevede la realizzazione di un doppio involucro.

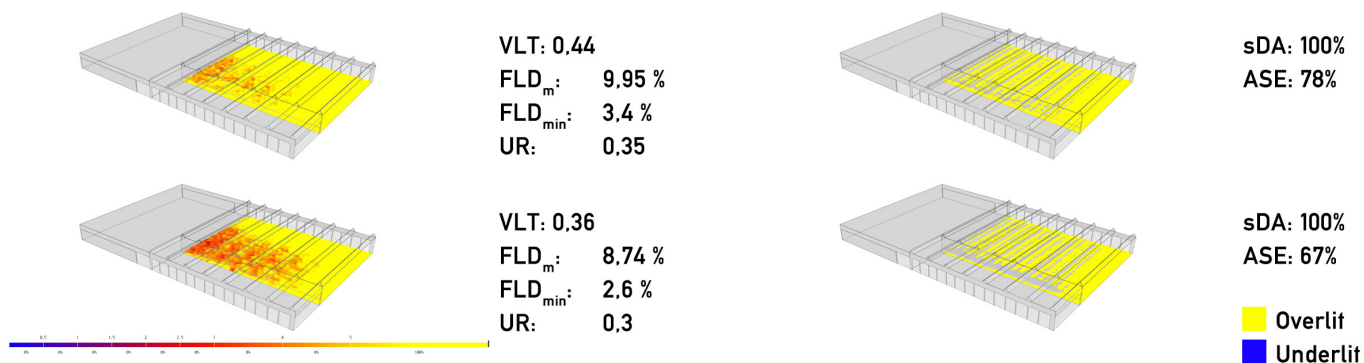


Grafico 6.7 - 50% lucernari

Presenza dei volumi interni

La presenza dei volumi di nuova costruzione interferisce con la distribuzione della luce tra di essi, come si nota dal valore UR=0,1. Si nota come essendo questo uno spazio buffer e non di lavoro, le analisi effettuate sono finalizzate ad una valutazione della vivibilità dello spazio, svincolata da ogni prescrizione normativa (luce diffusa e uniforme).

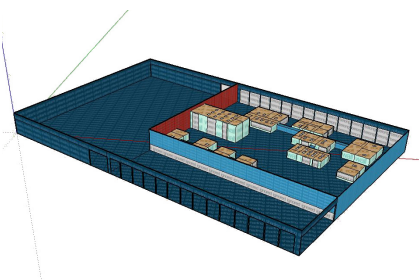


Figura 6.7 - Modello volumi interni

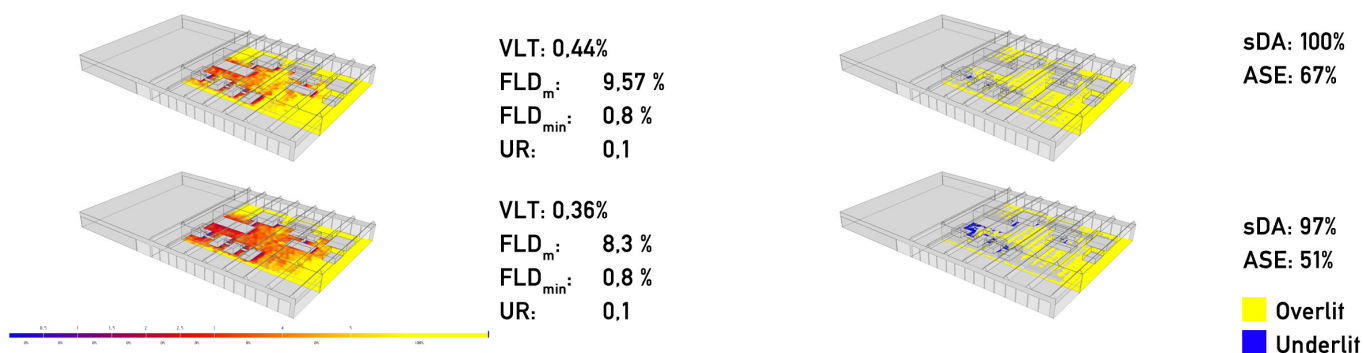


Grafico 6.8 - Presenza dei volumi interni

Superfici interne ai volumi

I volumi interni vengono inizialmente modellati con le sole superfici verticali vetrate; come previsto, le sole superfici trasparenti verticali non bastano per garantire l'illuminamento necessario. Per garantire valori sufficienti di FLD_{AV} all'interno degli spazi di lavoro, risulta necessaria la scelta di pannelli in polycarbonato con $VLT=44\%$. Si prevede quindi l'inserimento di un numero adeguato di finestre da tetto, del tipo Velux Integra, per tetto piano con vetro piano, nella dimensione di 100×150 cm.

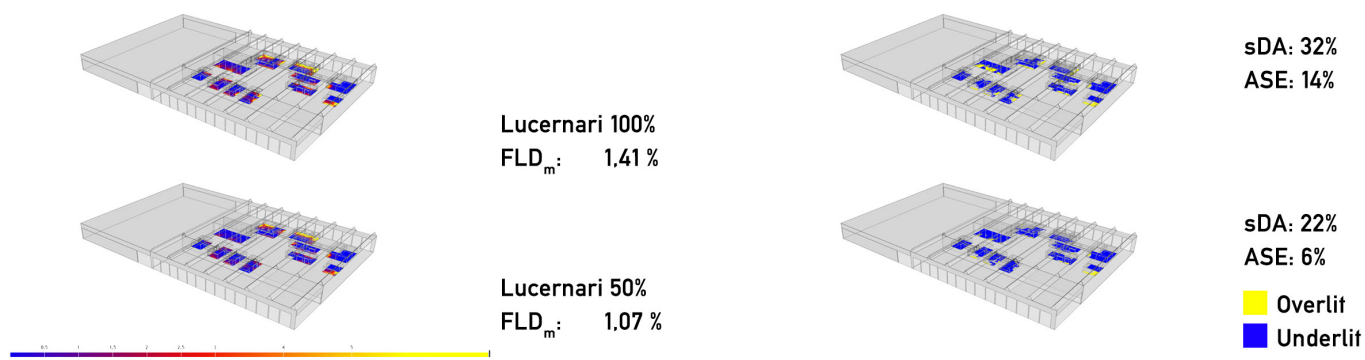


Grafico 6.9 - Superfici interne ai volumi

Progettazione del volume tipo

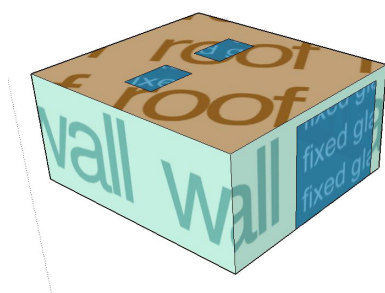


Figura 6.8 - Modello volume tipo

L'analisi effettuata su un volume tipo di $h=3$ m e dim. $7,2 \times 6,5$ m ha lo scopo di definire delle regole base per il posizionamento delle aperture in copertura nella situazione di progetto, in relazione alle altre caratteristiche dell'ambiente. I valori dei parametri (Daylight Factor, Uniformity Ratio) vengono rapportati al caso tipo di riferimento per ogni variabile; questa "adimensionalizzazione" viene effettuata per valutare l'incidenza della variabile progettuale, a prescindere dalle condizioni ambientali in cui si trova il volume (posizionato all'esterno, senza alcuna superficie Shading intorno).

Influenza dell'orientamento

Vengono considerati i casi di apertura di tre moduli vetrate a tutta altezza ($3 \times 3,6$ m) con esposizione nella direzione dei quattro lati del volume recuperato.

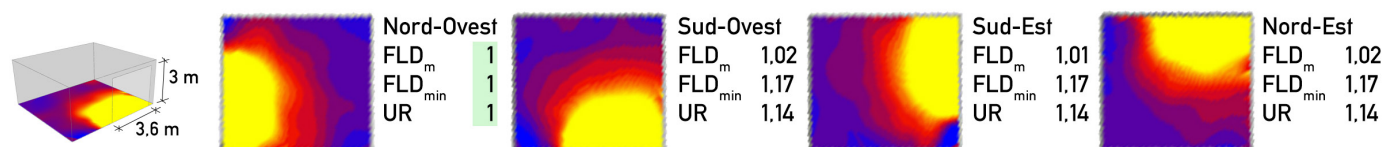


Grafico 6.10 - Influenza dell'orientamento

Si nota che i circa 30° di inclinazione, riducono la naturale differenza tra gli orientamenti principali. L'esposizione nord-ovest di riferimento risulta più sfavorita principalmente nel valore minimo e quindi di UR (minor penetrazione della luce nella profondità dell'ambiente).

Distanza minima dalla parete

Viene posizionata un'apertura in copertura, aumentando progressivamente la distanza della stessa dalla parete (0,8 m; 1,2 m; 2,0 m; 2,8 m); i valori riportati si riferiscono al punto di superficie più prossimo alla parete.

Per avere valori sufficienti di FLD sulla parete di riferimento, l'apertura non deve essere collocata a più di 2 m. Questo valore tuttavia si riduce considerando un volume interno al tubificio, con illuminamento circostante ridotto circa del 70-80 %.

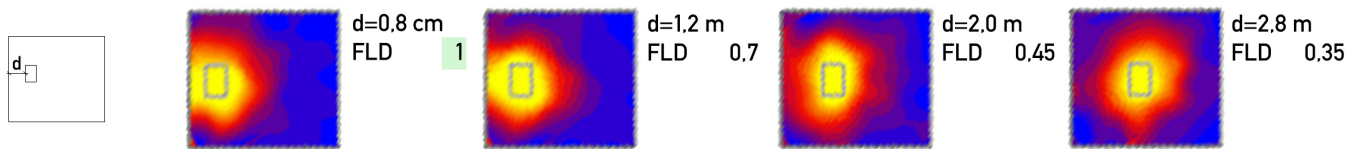


Grafico 6.11 - Distanza minima dalla parete

Numero e posizione delle finestra da tetto

Considerando come caso base una finestra da tetto centrale rispetto all'ambiente, si analizzano le configurazioni modificate: una finestra a distanza minima dalla parete, due finestre affiancate al centro, due finestre distanziate.

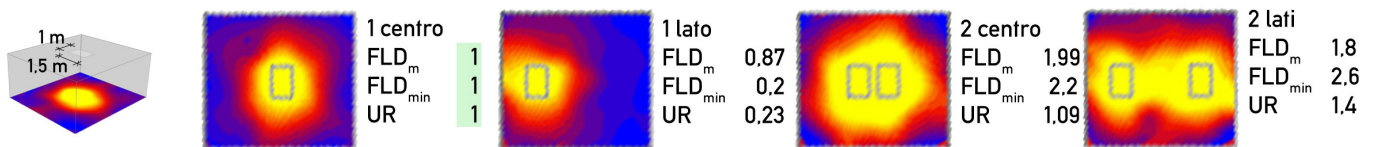


Grafico 6.12 - Numero e posizione delle finestre da tetto

Le finestre da tetto, soprattutto in una situazione come quella di progetto in cui i volumi sono collocati sotto una copertura in parte traslucida, sono fondamentali per garantire un illuminamento sufficiente e una diffusione della luce che evita qualsiasi fenomeno di abbagliamento. La posizione reciproca delle aperture permette di raggiungere valori di UR elevati.

Combinazione finestre da tetto e finestre verticali

Le simulazioni riportano le combinazioni dei quattro orientamenti dell'apertura verticale (3x3,6 m), con quattro configurazioni di aperture in copertura.

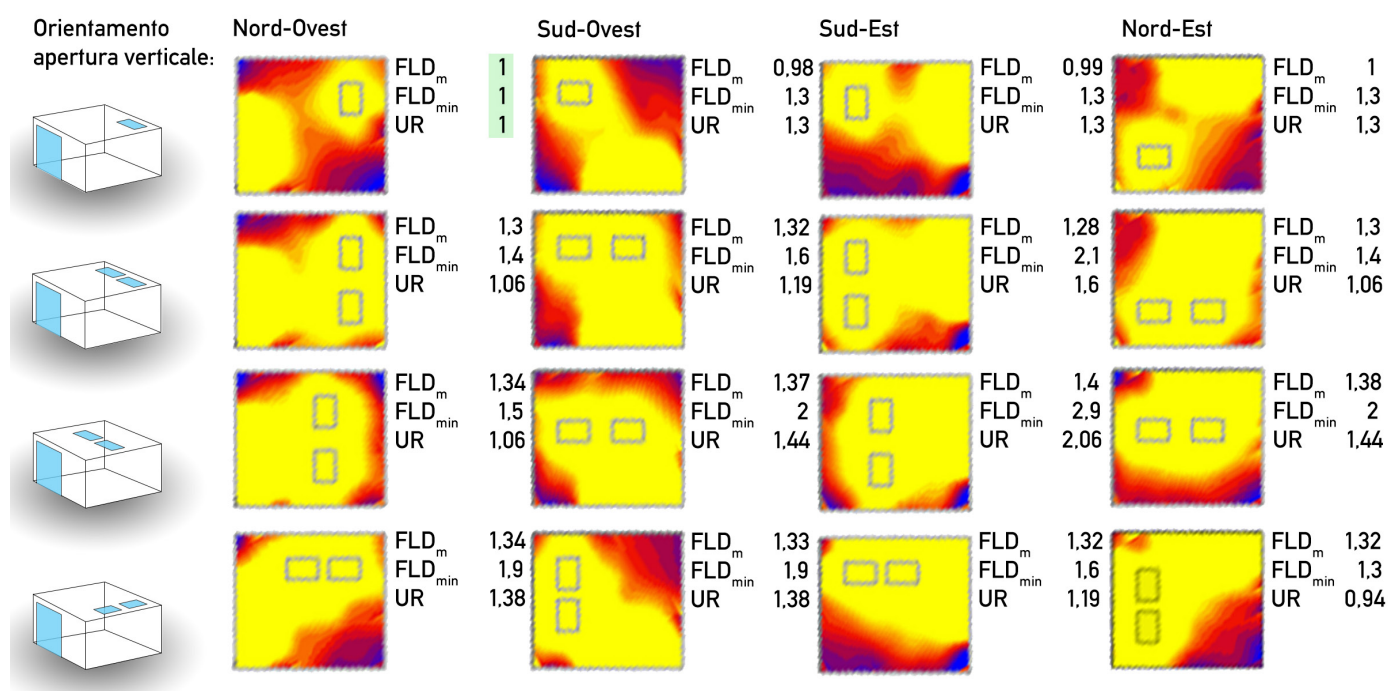


Grafico 6.13 - Combinazione finestre da tetto e finestre verticali

La combinazione di superfici trasparenti verticali e orizzontali, permette di raggiungere un livello di comfort visivo accettabile, grazie alla distribuzione più omogenea dell'illuminamento, ai valori più elevati di luce diretta e alla possibilità di percepire lo spazio esterno a quello di lavoro. Il posizionamento delle aperture in copertura a distanza adeguata dai lati e in posizione opposta a quelle verticali, massimizza i guadagni; si nota come non ci sia una combinazione migliore in assoluto ma dipenda dalla combinazione con l'orientamento.

Differenza tra finestre h=3 m e h=2,2 m

La differenza tra serramento fisso a tutta altezza (h=3 m) e serramento apribile posizionato a 80 cm da terra (h=2,2 m) non incide particolarmente sui valori rilevati. La soluzione apribile viene scelta nel caso di piani di lavoro adossati alla parete.

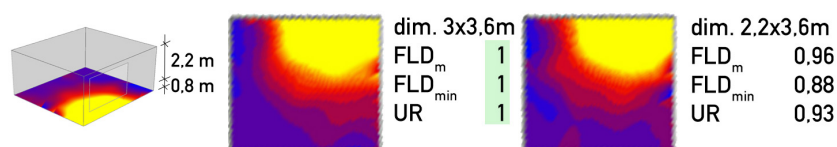


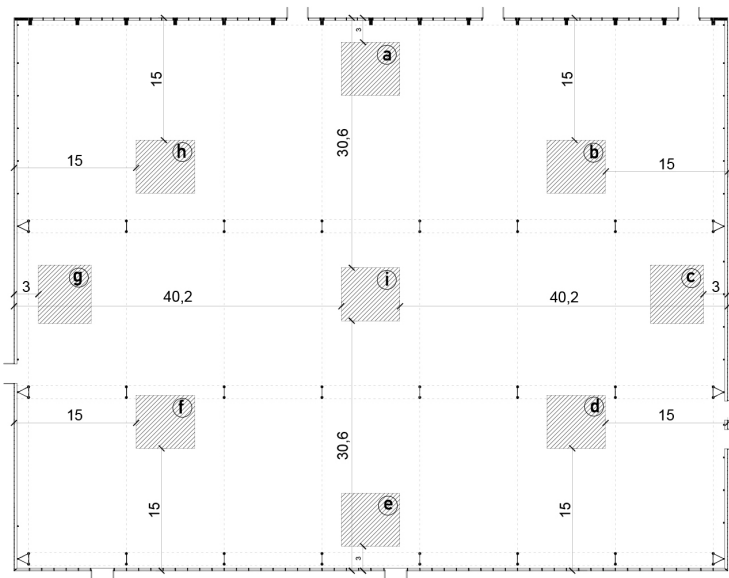
Grafico 6.14 - Differenza tra finestre di diversa altezza

Vengono riportati i valori di decremento percentuale rispetto a quelli di riferimento:

- FLD_m -4 %
- FLD_{min} -12,5 %
- UR -6,7 %

Posizionamento all'interno del tubificio

Per valutare la variabile della posizione all'interno dello spazio buffer, sono state identificate delle aree pari a quelle dell'ambiente tipo, in diverse posizioni. Vengono considerati i valori effettivi di ogni area delimitata, in quanto il Fattore di Luce Diurna esprime già la percentuale rispetto ad un ipotetica area equivalente posta all'esterno (VLT=0,44).



Cod.	FLDm	FLDmin	UR
(a)	22,5	17,3	0,18
(b)	13,6	12,9	0,95
(c)	17,1	14	0,82
(d)	11,46	10,3	0,9
(e)	10,08	9,5	0,44
(f)	10,00	9,3	0,93
(g)	9,87	8,1	0,82
(h)	12,37	11,1	0,9
(i)	11,36	9,9	0,87

Figura 6.9 - Posizionamento all'interno del tubificio

La superficie vetrata a nord garantisce un illuminamento elevato; tali valori non risentono del problema dell'abbagliamento in quanto il naturale percorso del sole evita una luce diretta troppo forte. La vicinanza alla facciata trasparente a sud, esposta ma protetta dalla continuazione della copertura, crea condizioni ottimali. Il materiale traslucido ad est riduce notevolmente il rischio di abbagliamento. A ovest, la continuità della copertura e il materiale traslucido, riduce notevolmente l'illuminamento; il posizionamento dei volumi su questo lato è dettato da motivi logistici (accesso diretto). I valori di UR mostrano come una distanza uniforme da diversi lati garantisca un illuminamento più omogeneo.

Il volume centrale infine mostra come valori sufficienti di illuminamento possano essere raggiunti anche a distanze maggiori dai lati, grazie alla distribuzione di aperture in copertura.

Progettazione

Le analisi effettuate su un ambiente tipo sono state mantenute come regole base per la progettazione degli ambienti di progetto. E' stato mantenuto lo stesso modulo vetrato in copertura (finestra da tetto Velux integra per tetti piani con vetro piano, dim. 1x1,5 m).

- L'esposizione a nord-ovest riduce lievemente l'illuminamento; la luce non è diretta, quindi non abbaglia
- La distanza minima dalla parete è di 0,8 m
- La distanza reciproca tra due aperture non sia inferiore a 0,8 m
- Il posizionamento delle aperture da tetto il più lontano possibile da quelle verticali garantisce maggior uniformità
- Il posizionamento lungo i lati nord (luce diffusa) e sud (tettoia antistante) ga-

rantisce un buon grado di illuminamento senza rischio di abbagliamento; lungo il lato est può essere necessaria una schermatura locale; a ovest e nel centro la luce diretta diminuisce, ma è consentito l'accesso diretto dall'esterno

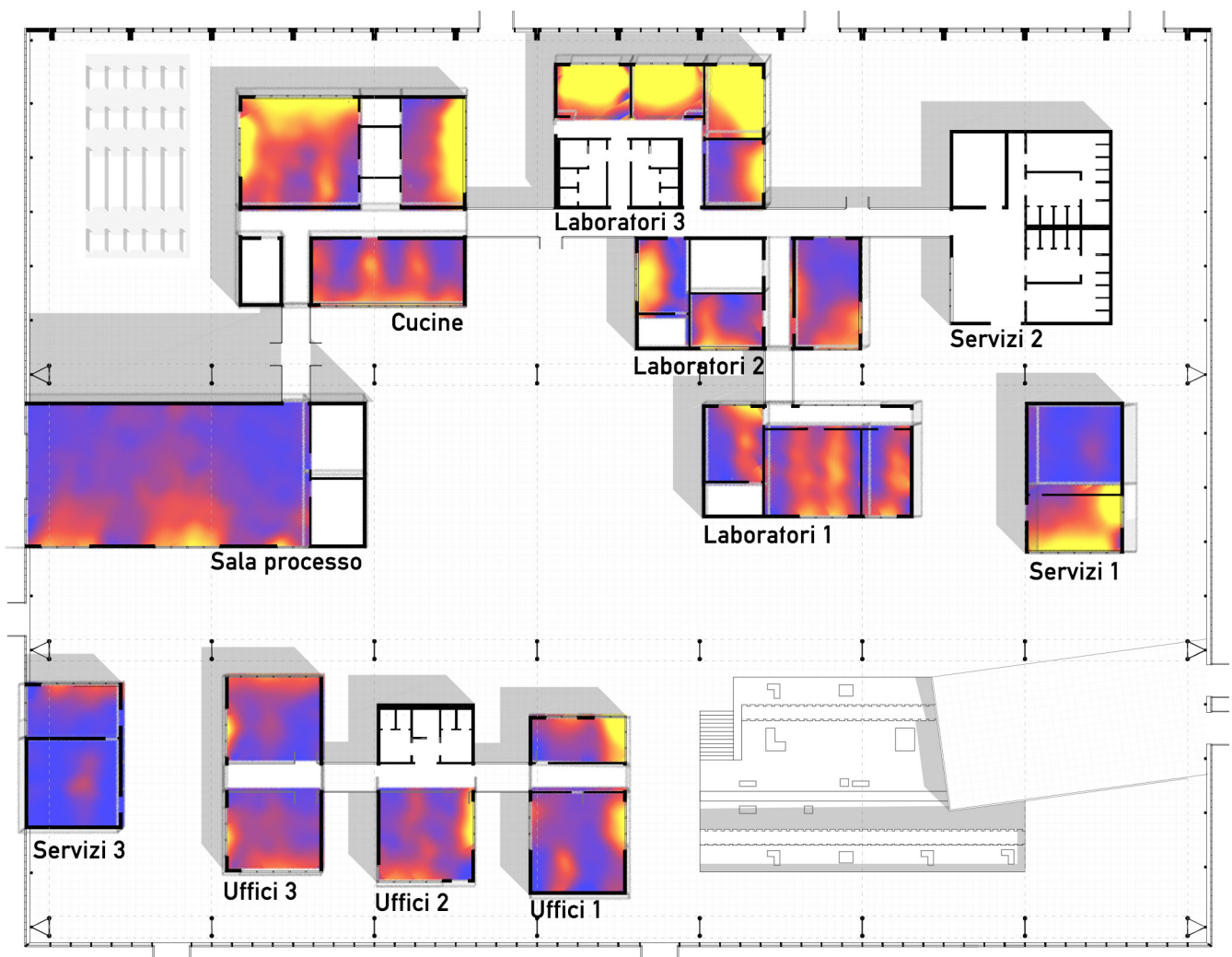
- Non c'è grande divario tra un'apertura di $h=3$ m e una di $h=2,2$ m posizionata a 80 cm dal piano di calpestio (soluzione adottata per piani di lavoro addossati alle pareti perimetrali)

Sono stati considerati nell'analisi i soli ambienti che richiedono una permanenza di persone durante la giornata lavorativa. Le analisi sono state effettuate mantenendo un valore $VLT=0,44$, necessario per ottenere valori di FLD negli ambienti che rispettassero le prescrizioni normative:

All'interno dei singoli ambienti, specialmente dei laboratori, è prevista un'illuminazione artificiale diretta sul piano di lavoro, necessaria per determinate attività. All'interno degli spazi di passaggio ed in particolare dei corridoi in policarbonato, si ottiene una luce diffusa, grazie alle caratteristiche del materiale traslucido che costituisce la principale superficie della "nuova pelle". La luce diffusa garantisce un comfort visivo ottimale in ogni ambiente, interno ed esterno ai nuovi volumi, preferibile ad ogni luce diretta, ad eccezione dei piani di lavoro.

Strutturalmente le aperture sono predisposte nei pannelli di copertura con apposito rinforzo locale della struttura in direzione trasversale. Le aperture infatti sono tutte disposte con lato maggiore nella direzione portante di copertura.

Figura 6.10 - Progettazione illuminotecnica dei Laboratori di Ricerca



Volume	Ambiente	Descrizione	Verifiche illuminotecniche		
			A _F [m ²]	FLD _{AV} [%]	UR [adm]
Servizi 1	S1_A	n°8 moduli 1,2x2,2m	21,1	3,9	0,3
	S1_B	una finestra da tetto	1,5	0,4	-
Servizi 2	S2_A	una finestra da tetto	1,5	1	-
	S2_B	una finestra da tetto	1,5	1	-
Servizi 3	S3_A	n°8 moduli 1,2x2,2m	21,1	1,2	0,2
	S3_B	una finestra da tetto	1,5	0,35	-
Uffici 1	U1_A	n°7 moduli 1,2x3m	25,2	2,4	0,2
	U1_B	n°6 moduli 1,2x3m	28,8	1,5	0,2
Uffici 2	U2_A	n°5 moduli 1,2x3m una finestra da tetto	19,5	1,8	0,3
Uffici 3	U3_A	n°9 moduli 1,2x3m	32,4	1,42	0,15
	U3_B	n°8 moduli 1,2x3m	28,8	1,6	0,3
Sala processo	SP_A	n°9 moduli 1,2x8m 12 finestre da tetto	104,4	1,3	0,3
Cucine	C_A	n°9 moduli 1,2x2,2m 4 finestre da tetto	29,8	2,11	0,24
	C_B	n°6 moduli 1,2x2,2m 2 finestre da tetto	18,8	3,48	0,26
	C_C	n°4 moduli 1,2x3m n°6 moduli 1,2x2,2m 2 finestre da tetto	33,2	3,24	0,25
Laboratori 1	LAB1_A	n°9 moduli 1,2x8m 12 finestre da tetto	104,4	1,8	0,2
	LAB1_B	n°2 moduli 1,2x3m 2 finestre da tetto	7,2	2,3	0,3
	LAB1_D	n°3 moduli 1,2x3m 4 finestre da tetto	17,7	1,6	0,2
Laboratori 2	LAB2_A	n°2 moduli 1,2x2,2m n°3 moduli 1,2x3m 2 finestre da tetto	19,1	1,7	0,25
	LAB2_D	n°3 moduli 1,2x2,2m 2 finestre da tetto	10,9	2,2	0,25
	LAB2_E	n°3 moduli 1,2x2,2m 2 finestre da tetto	10,9	2,85	0,2
Laboratori 3	LAB3_A	n°3 moduli 1,2x3m	10,8	2,3	0,26
	LAB3_B	n°5 moduli 1,2x3m	18	8,6	0,36
	LAB3_C	n°3 moduli 1,2x3m	10,8	10,4	0,3
	LAB3_D	n°3 moduli 1,2x3m	10,8	8,9	0,3
	LAB3_E	una finestra da tetto	1,5	0,3	-

Tabella 6.1 - Progettazione illuminotecnica dei Laboratori di Ricerca

Schematic Design

Per definire il comportamento energetico dell'edificio, in particolare gli apporti gratuiti ed il funzionamento generale in assenza di impianti, sono state descritte tre condizioni tipo: il comportamento estivo, il comportamento invernale, e quello relativo alle mezze stagioni.

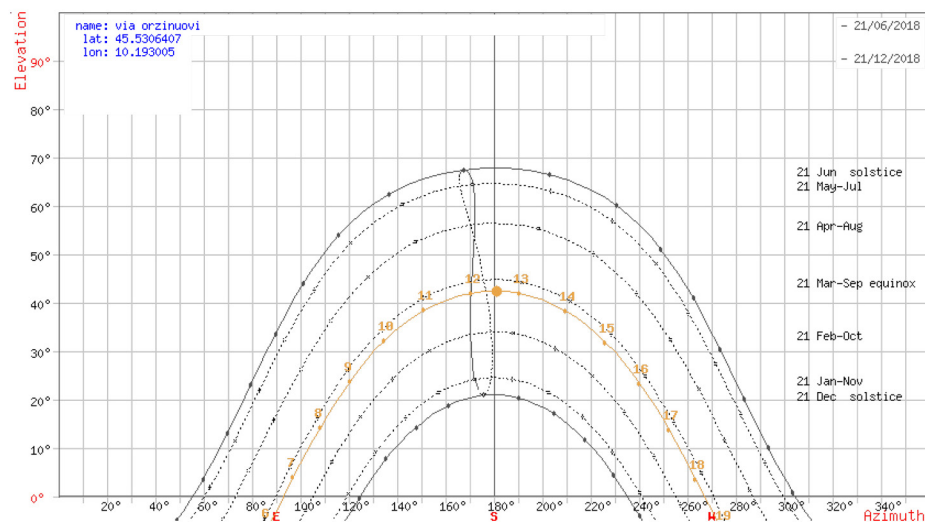


Figura 6.11 - Percorso solare (2)

Strategie estive

Durante i mesi più caldi, lo spazio buffer, come verificato dalle simulazioni termiche, consente di ottenere uno spazio di passaggio tra interno ed esterno in cui non vengono garantite le prestazioni di progetto prescritte per gli ambienti di lavoro, ma che gode comunque di condizioni migliori rispetto a quelle esterne, caratterizzate da temperature troppo elevate ed eccessivo irraggiamento. Questo è garantito in primo luogo dall'involucro isolato in copertura, protetto da vetro-camera o da lastre in policarbonato, oppure dalla struttura in CA che, seppur priva di materiale isolante, conserva un'inerzia termica maggiore rispetto agli altri materiali.

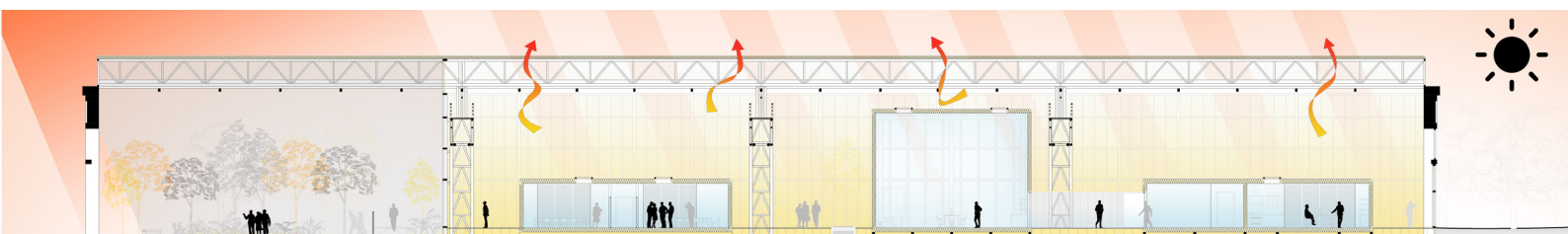


Figura 6.12 - Strategie energetiche estive

Parte dei lucernari in copertura sono provvisti di impianto di apertura elettrica così da poter garantire la fuoriuscita di aria calda, più leggera, che si accumula nella parte alta del volume. La campata sud, lasciata fuori dallo spazio buffer, costituisce un elemento di protezione fondamentale per la facciata trasparente: la continuità della copertura garantisce sufficiente profondità per ombreggiare la superficie vetrata dai raggi estivi, caratterizzati da un'angolo elevato (67,5°); la presenza di alberi di grandi dimensioni a foglia larga costituisce un'ulteriore protezione. Anche i volumi interni, dotati di finestre da tetto o di aperture a battente, possono facilitare la fuoriuscita dell'aria più calda accumulata in alto.

Strategie invernali

Nei mesi invernali, la presenza di numerose superfici vetrate, permette alla radiazione solare di penetrare all'interno delle "pelli" del tubificio e scaldare l'aria, permettendo l'utilizzo degli spazi altrimenti troppo freddi. A sud, la penetrazione della radiazione è aiutata dall'assenza delle fronde degli alberi caducifoglie, che non si interpongono ai raggi caratterizzati da un angolo basso (21°). L'isolamento

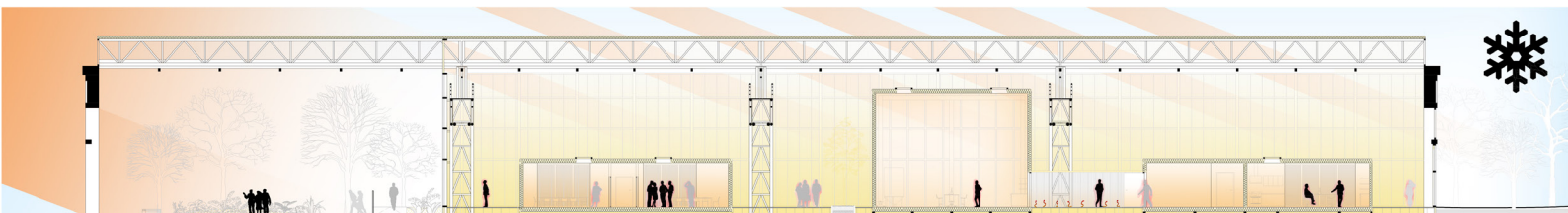


Figura 6.13 - Strategie energetiche invernali

dei volumi interni permette di mantenere negli spazi di lavoro una temperatura più vicina al valore di comfort, anche grazie alla funzione di mitigazione effettuata dal primo involucro. La riduzione del volume di aria da mantenere ad una certa temperatura permette di sfruttare anche gli apporti gratuiti dovuti alla presenza di persone e macchinari all'interno degli stessi. Nei collegamenti tra un volume e l'altro, per evitare sbalzi termici dannosi alla salute, sono predisposti pannelli radianti a pavimento integrati nel sistema di pavimento sopraelevato.

Strategie mezze stagioni

Le stagioni miti sono appunto caratterizzate da un clima spesso ottimale naturalmente; in questi mesi l'obiettivo è quello di sfruttare la ventilazione naturale, resa possibile da aperture a quota più bassa da cui entra aria pulita, e aperture a quota più elevata da cui l'aria viziata può fuoriuscire creando un ricircolo naturale. Questo sistema viene raddoppiato nel progetto: tra l'esterno e lo spazio buffer, tra lo spazio buffer e i volumi interni. Lo spazio intermedio, ombreggiato e areato, può essere utilizzato ancora più che nelle stagioni più estreme, come area polifunzionale sia per gli utenti, ai quali vengono forniti spazi interni ed esterni (campata a sud) per il ristoro e le relazioni interpersonali, sia per gli esterni, per i quali pos-

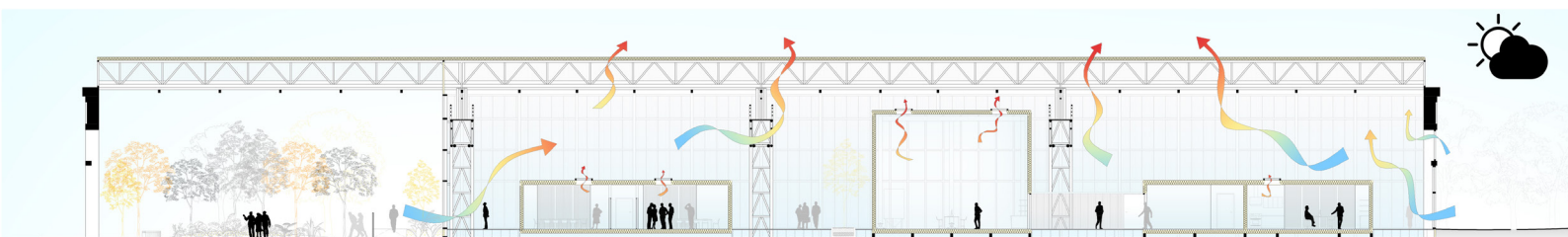


Figura 6.14 - Strategie energetiche mezze stagioni

sono essere allestite in questo spazio presentazioni, conferenze ed esposizioni sui progetti svolti dall'organo di ricerca, senza interferire con i protocolli di sicurezza che li caratterizzano.

Schema impiantistico

La distribuzione degli impianti è suddivisa in tre comparti: la fascia alta, occupata dalla distribuzione dei sistemi ad aria, la fascia centrale, dedicata alla "distribuzione" delle persone, e la fascia sottopavimento e di intercapedine (contropareti, pareti divisorie, controsoffitti) dedicata alla distribuzione elettrica e dei liquidi.

Figura 6.15 - Distribuzione verticale impianti

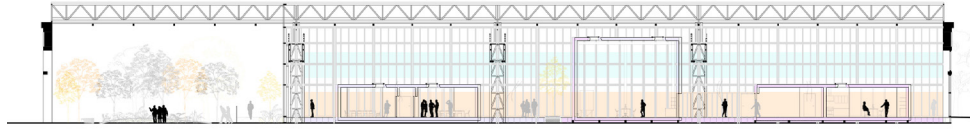
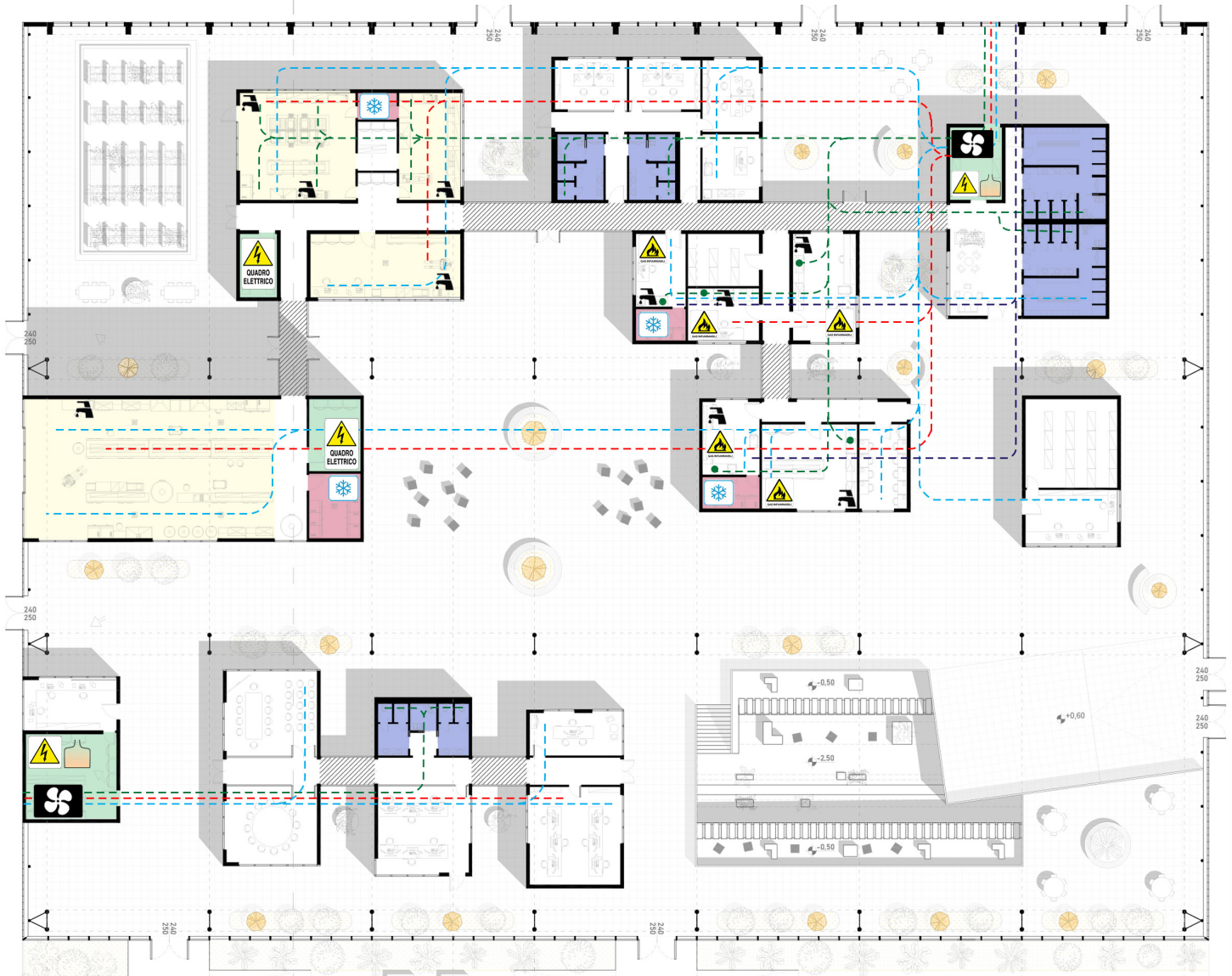



Figura 6.16 - Distribuzione orizzontale impianti



- Ambienti "speciali" per attività e richieste impiantistiche
- Servizi igienici (acque nere): uffici, laboratori, spogliatoi
- Locali ad ambiente e temperatura controllati
- Locali tecnici

-  Allaccio fornitura gas infiammabili
-  Quadro elettrico
-  Unità di Trattamento dell'Aria
-  Cella frigorifera
-  Boiler termoelettrico

- Cappa chimica
- Cappa chimica
- Cappa chimica
- Cappa chimica
- Cappa chimica
-  Allaccio idrico (ambienti non di servizio)

In particolare, la distribuzione ad aria garantisce la mandata e la ripresa per il condizionamento dell'aria (sistema di raffreddamento, riscaldamento e controllo della qualità dell'aria), l'estrazione dai bagni e dalle cappe chimiche dei laboratori di ricerca, e la distribuzione dei gas necessari per le sperimentazioni chimiche.

La rete inferiore comprende invece gli scarichi che, suddivisi su due connessioni alla fognatura (nord e sud), dai blocchi di servizio (bagni LAB 3, bagni, docce e spogliatoi SERVIZI 2, bagni UFFICIO 2) vengono allontanati sfruttando i 60 cm di spazio tecnico sottopavimento. Alle acque nere, si affiancano le acque grigie provenienti dagli scarichi dei lavabi posizionati in ogni locale destinato ad attività di lavorazione di cibi e materiale biologico, e il sistema di acque bianche. Anche il sistema elettrico sfrutta questa intercapedine, dalla quale entra, attraverso il pannello di solaio adeguatamente presagomato per ogni connessione interno-esterno, in corrispondenza delle contropareti, dalle quali sale fino agli apparecchi illuminanti a

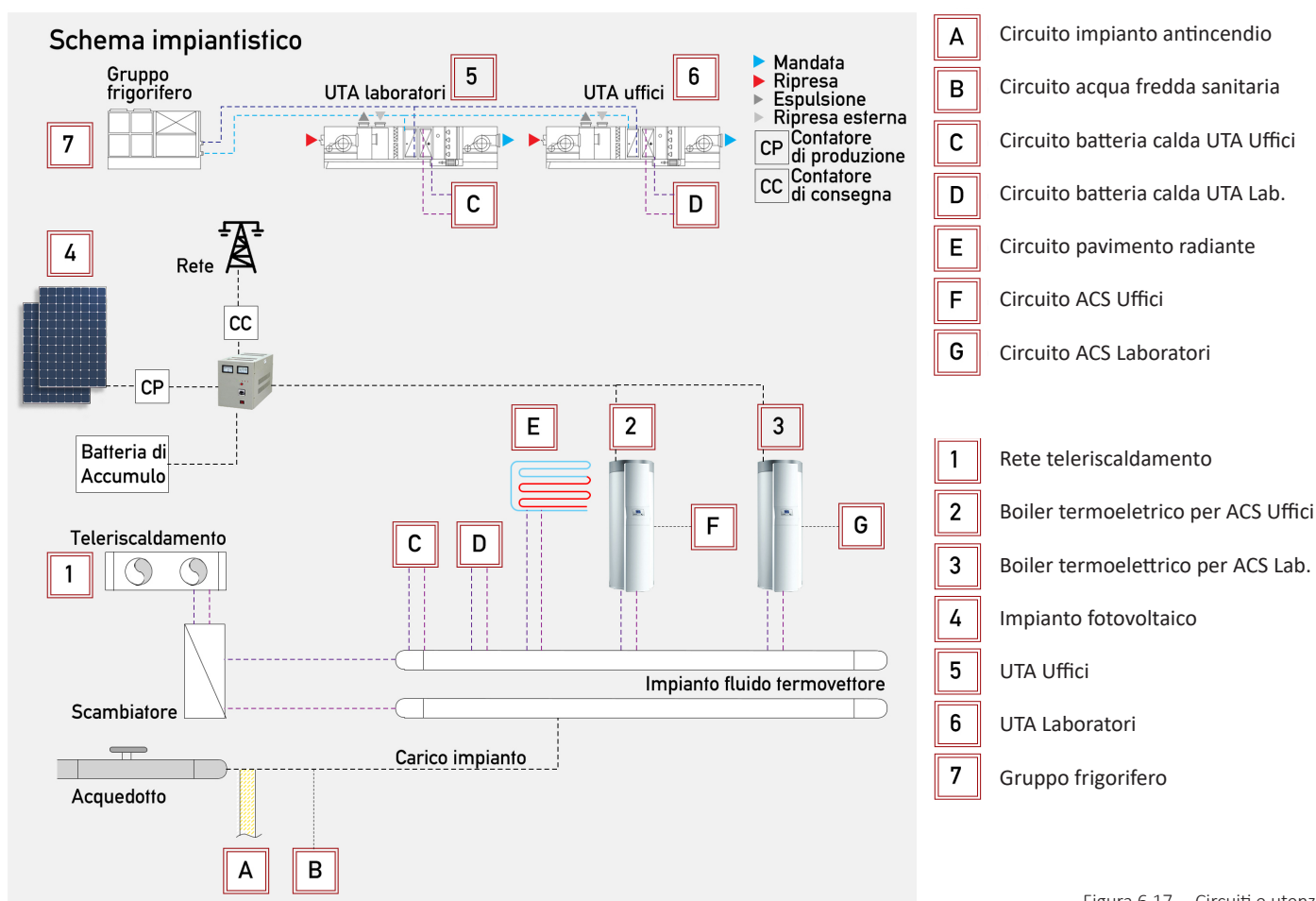


Figura 6.17 - Circuiti e utenze

soffitto. All'interno del progetto sono posizionate quattro sale tecniche principali, anche se per motivi di sicurezza, ogni ambiente adibito a laboratorio è dotato di quadro elettrico locale e un gruppo di continuità. Una sala tecnica si trova in corrispondenza del volume di controllo a ovest, ospita una centralina elettrica, un'Unità di Trattamento dell'Aria ed un boiler termoelettrico per la produzione di Acqua Calda Sanitaria; gli ambienti riforniti da questo punto sono i tre volumi di uffici, indipendenti e con necessità diverse rispetto a quelle dei laboratori di ricerca. La centralina principale dei laboratori è invece posizionata nel volume di servizio con spogliatoi, posizionato in prossimità del prospetto nord, dal quale il sistema ad aria fulriesce per l'espulsione e la ripresa di aria dall'esterno; anche in questo ambiente troviamo un boiler termoelettrico, una centralina elettrica e un'UTA. Vengono tuttavia previste altre due sale tecniche, una all'interno della sala processo e ad essa dedicata, ed una nel blocco Cucine.

L'energia necessaria per il sostentamento della rete impiantistica, viene in parte prodotta da un impianto fotovoltaico posizionato sulla falda est dei lucernari di copertura sopra alla linea di packaging. Le simulazioni illuminotecniche hanno mostrato come l'oscuramento della falda est dei lucernari comporta notevoli miglioramenti alla percentuale di superficie interna abbagliata; tale soluzione tuttavia non è realizzabile sul volume dei laboratori per garantire l'illuminamento corretto all'interno dello spazio di lavoro, ma è ottimale per l'ambiente a tutta altezza della produzione. L'impianto fotovoltaico, attraverso un inverter, è connesso alla rete, al sistema elettrico del progetto e ad una batteria di accumulo; alimentati da questa rete sono anche i boiler termoelettrici.

Il collegamento all'acquedotto alimenta la rete di acqua fredda sanitaria, la rete antincendio e l'impianto del fluido termovettore. L'acqua di questo circuito viene riscaldata dalla rete di teleriscaldamento della città, primo impianto urbano in Italia; lo stesso sistema alimenta i boiler termoelettrici, le batterie calde delle due UTA, il sistema di pavimento radiante dei corridoi di collegamento.

Laboratori di ricerca agroalimentare

7

TECNOLOGIA

Materiali ieri

Le prime abitazioni delle tribù nomadi si distinguevano per l'utilizzo di tronchi, rami, pelli e pellicce di animali come materiali da costruzione; le case dovevano essere composte da meno elementi possibili e leggeri per facilitarne il montaggio/smontaggio tipico della vita itinerante.

Argilla

I sumeri svilupparono l'uso di mattoni di argilla (materiale disponibile ovunque) cotti al sole e resi idrorepellenti da cicli di gelo e cottura. La dimensione dei blocchi dipendeva dal comportamento del materiale: venivano create unità base combinabili in più modi, la cui stabilità era garantita dal sistema di ancoraggio.

Pietra

La civiltà greca raffinò l'uso di blocchi di pietra tagliati con precisione e fissati con tasselli e perni in bronzo e ferro, elementi statuari adatti alla magnificenza dei templi. Nei dieci libri sull'architettura di Vitruvio, tramandati fino ad oggi e ancora attuali, vengono documentate le tecniche costruttive per edifici in pietra modulari, grande eredità della civiltà romana.

Nell'architettura gotica, i singoli blocchi delle cattedrali vengono spinti al loro limite di carico da maestranze altamente specializzate e formate; il materiale è posizionato solo dove è necessario e rimosso dove non serve, creando una sensazione di slancio e leggerezza vertiginosa.

Legno

Inizialmente le strutture in legno erano costituite da elementi affiancati, legati e ricoperti con canniccio, oppure conficcati nel terreno e ricoperti; ogni elemento era dimensionato e sagomato per la funzione che doveva svolgere. In seguito, gli elementi lignei venivano poggiati su una base in pietra per prevenirne la decomposizione causata dall'umidità del terreno. Un sistema era costituito da un telaio ligneo che definiva dei compartimenti, ricoperti poi con assi; un altro era quello di affiancare elementi lignei a sezione circolare, quadrata o semicircolare, connessi ad incastro agli angoli, chiusi da pareti che potevano così avere sia funzione portante che divisoria.



Figura 7.1 - Lavorazione dei mattoni in argilla



Figura 7.2 - Estrazione della pietra



Figura 7.3 - Case in legno e paglia

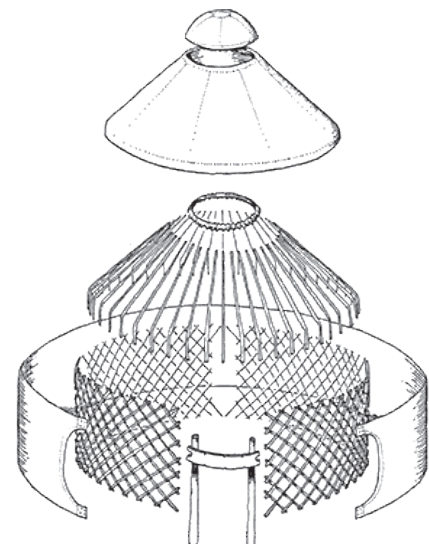


Figura 7.4 - Nomadic Dwelling

Materiali oggi

Legno

Lo sviluppo di sistemi prefabbricati in legno si ha nel 1860 con le Prairies Houses in America, case modulari trasportabili.

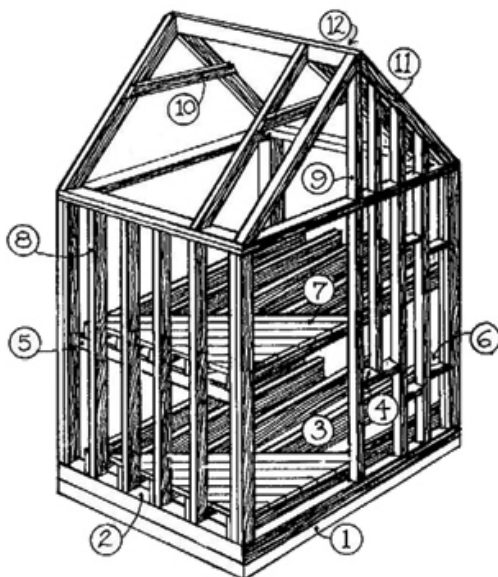


Figura 7.5 - Prairies Houses

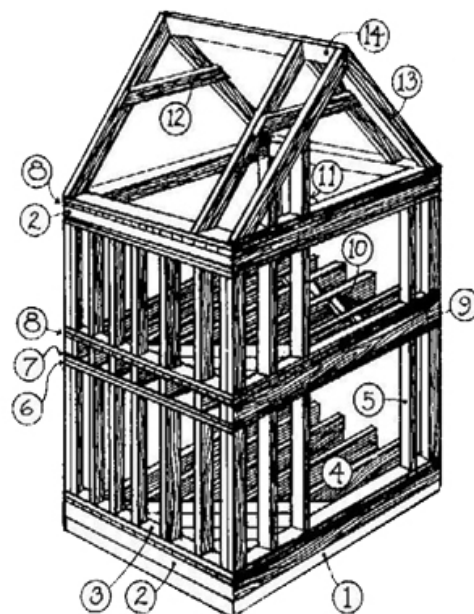
Nel 1832 G. W. Snow creò il sistema “Ballom Frame”: al posto di pilastri e travi, venivano utilizzati listelli fissati con chiodi posizionati a minor distanza. Questi elementi, prodotti nelle segherie in misure standardizzate, dopo un periodo di essiccamento, erano facilmente trasportabili e stoccabili. Gli elementi verticali, posizionati ad una distanza di 30-40 cm, erano poi ricoperti sia internamente che esternamente e le aperture ricavate in ogni punto con dei rinforzi orizzontali. La costruzione in legno divenne così vantaggiosa per costi e facilità di montaggio rispetto alle tecniche tradizionali.

Figura 7.6 - Balloon Framing e Platform Framing

- Ballon Framing
1. Foundation
 2. Sole Plate
 3. Joist
 4. Door Header
 5. Ledger Board
 6. Fire Stop
 7. Sub Floor
 8. Stud
 9. Gable Stud
 10. Collar Tie
 11. Rafter
 12. Ridge Beam



- Platform Framing
1. Foundation
 2. Header Joists
 3. Sole Plate
 4. Joists
 5. Stud
 6. Double Top Plate
 7. Cap Plate
 8. Sub floor
 9. Stringer Joist
 10. Bridging
 11. Gable Stud
 12. Collar Tie
 13. Rafter
 14. Ridge beam



Il sistema "Platform Frame" si differenziava dal precedente per gli elementi verticali che, invece che svilupparsi sull'intera altezza dell'edificio, erano alti un piano.

Il sistema a telaio si distingueva per un modulo standard di 62,5 cm di distanza tra gli elementi verticali: le chiusure, costituite da elementi prefabbricati standard come listelli, travi, assi, erano preconfezionati con finitura esterna e facilmente assemblabili nel costituire l'edificio. I vantaggi di ogni sistema in legno risiedono nello sfruttamento massimo del tronco di partenza e nella velocità di assemblaggio.

Il sistema costruttivo tipico delle abitazioni giapponesi mono-piano si basa sulla standardizzazione dimensionale di ogni elemento che si fonda sul modulo base il "shaku" (circa 1 piede ovvero 30,48 cm). La distanza tra le colonne segue un'altra unità fondamentale, il "ken" la cui grandezza differisce leggermente da una zona all'altra. Le connessioni sono ad incastro o in legno e rimangono quindi flessibili e capaci di resistere a vibrazioni e terremoti. La distanza tra le colonne, a seconda delle usanze, del tipo di ambiente e della stagione, può essere riempita con pannelli fissi o scorrevoli, opachi o traslucidi o in bamboo.

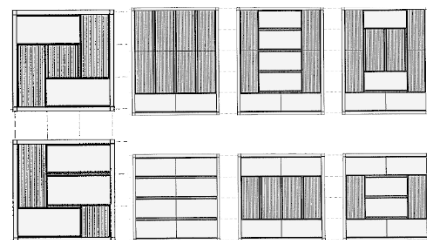
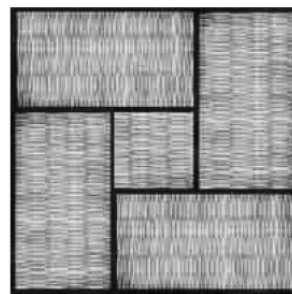


Figura 7.7 - Sistemi modulari giapponesi

Due ambiti in cui si è sviluppato l'uso di sistemi modulari, sono quello militare e l'espansione coloniale. Le necessità in campo militare sono quelle di leggerezza, trasportabilità e velocità di montaggio e smontaggio. L'invenzione nel 1837 della lamiera corrugata semplifica il processo: i pannelli di lamiera di dimensione standard vengono fissati ad una sottostruttura in ferro con finitura interna in legno. Le dimore per i coloni venivano prima costruite a mano e poi prefabbricate in Inghilterra per essere smontate e inviate oltremare su navi, in una sorta di kit di montaggio. Nel tempo il ferro ha affiancato il legno in questo tipo di prefabbricazione.

Ferro

All'inizio della rivoluzione industriale, ferro di buona qualità diventò disponibile in grandi quantità. L'introduzione del ferro battuto e poi dell'acciaio ha introdotto nuove possibilità in edilizia; la grandezza delle luci aumenta e la sezione degli elementi strutturali si riduce. Questo tipo di industria fornisce semi-lavorati che, da una parte tendono a standardizzarsi il più possibile, dall'altra permettono di

Figura 7.8 - Crystal Palace

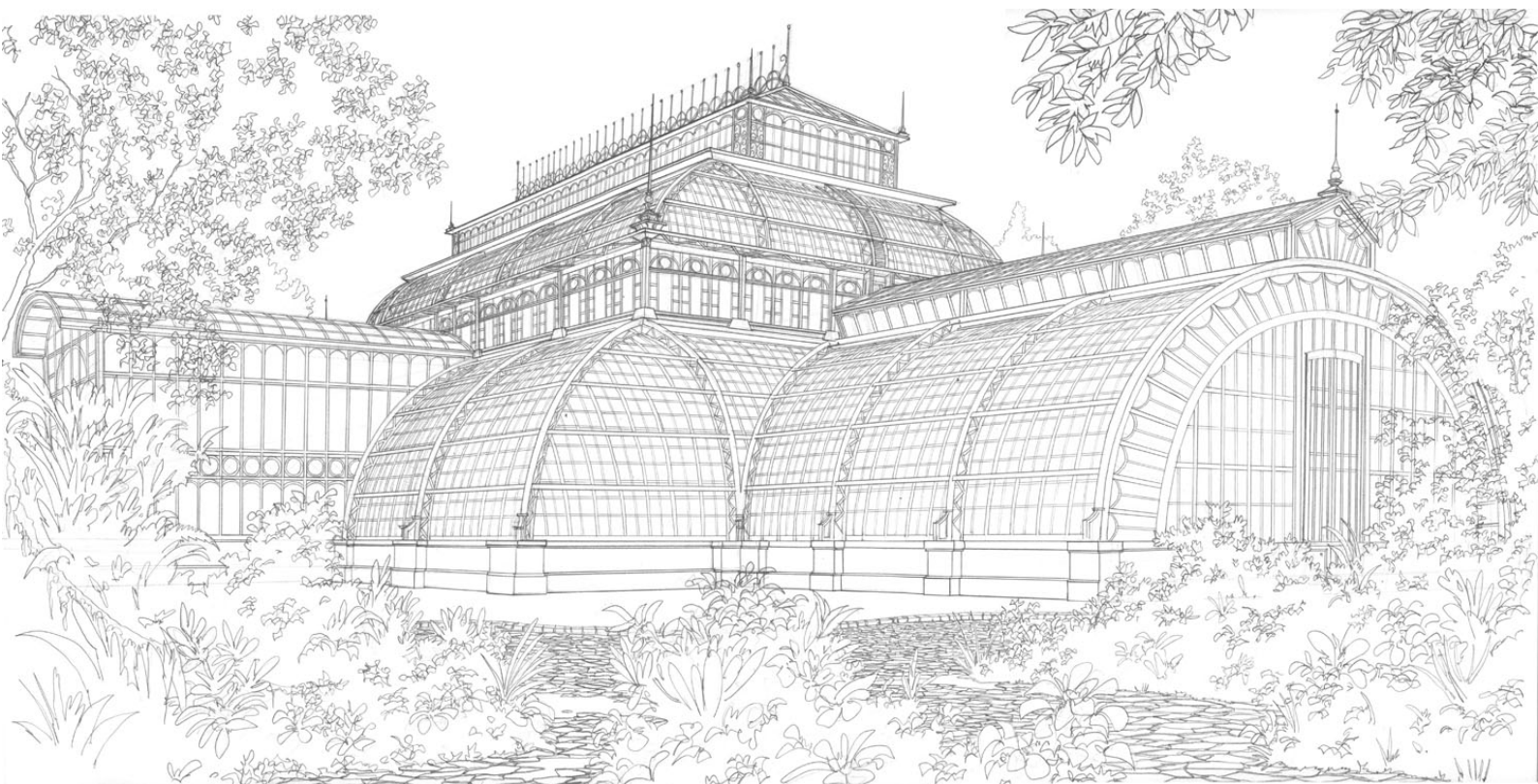


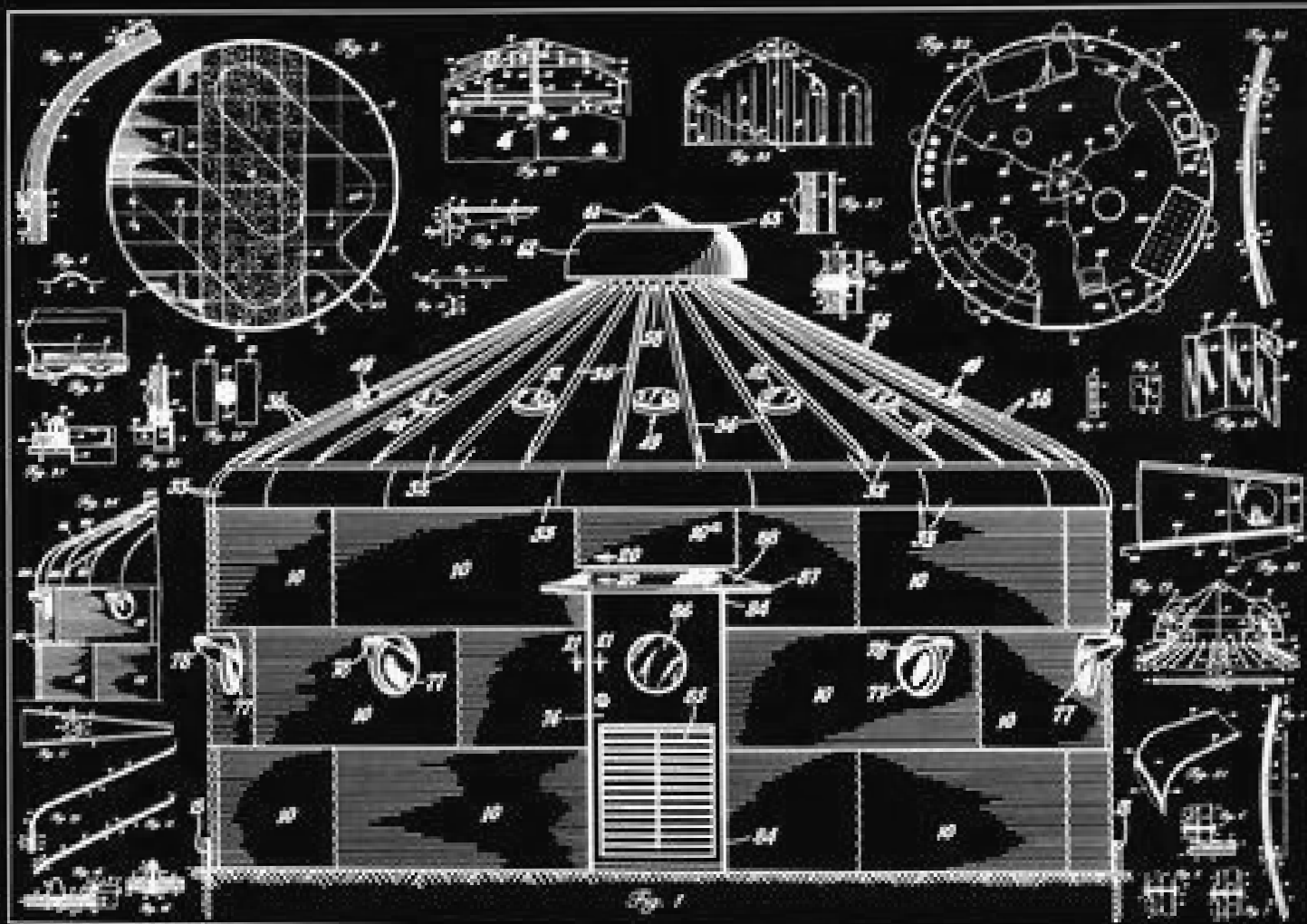


Figura 7.9 - Biblioteca Sainte Geneviève, Parigi

realizzare elementi strutturali ad hoc sia per funzione (carichi applicati effettivi) che per estetica.

Un ulteriore sviluppo della prefabbricazione in ferro avviene durante la colonizzazione, dal desiderio di importare piante esotiche in climi diversi, per cui era necessario la costruzione di serre vetrate. Le basi di questi progetti erano le necessità strutturali e climatiche piuttosto che le questioni architettoniche (Crystal Palace, Paxton, 1851: grande esempio di come progettisti, ingegneri e aziende produttrici potessero lavorare insieme e sviluppare nuove tendenze architettoniche nate dalla chiarezza – onestà – strutturale e dalla volontà di creare spazi liberi da vincoli). Le costruzioni in ferro si basano sulla ripetibilità dell'elemento strutturale bidimensionale di base (arco o portale) che copre la luce minima; questi elementi, affiancati nella direzione principale di sviluppo planimetrico, lasciano la facciata libera dando la possibilità di coprire il tutto con tamponamenti dallo stile classico al trasparente, anticipando lo sviluppo dei sistemi a facciata continua.

Figura 7.10 - Dymaxion House, B. Fuller



Cemento

Con l'invenzione del cemento, comparve nello scenario dell'industria edilizia un nuovo materiale con grandi potenzialità. Le forme del prodotto industriale e la struttura semplice e spoglia iniziarono ad influenzare il gusto estetico ed architettonico. D'altra parte la creazione di moduli abitativi standard doveva far fronte al problema dell'urbanizzazione crescente che caratterizzava le grandi città europee, per evitare la creazione di quartieri ghetto di edilizia scadente. Oltre alla quantità e rapidità, si richiede quindi, all'industria, il controllo della qualità degli edifici (ventilazione e illuminazione).

Frederick Winslow Taylor sviluppò lo "Scientific Management" altrimenti chiamato Taylorismo, che consiste in un approccio scientifico di gestione che disarticola il processo di lavoro nei singoli elementi e li analizza in dettaglio per riorganizzare la produzione ottimizzando i tempi e rendendola più razionale, efficiente ed economica. Nel 1913 Henry Ford introduce il sistema di produzione su linea di assemblaggio nell'industria automobilistica.

Nel 1914 Le Corbusier sviluppò il progetto Dom-ino, un sistema basato su colonne in cemento (pilotis) che sostengono piastre a sbalzo, finestre e porte prefabbricate. L'obiettivo divenne quello di produrre abitazioni, incluse le finiture interne, che potessero essere vendute come prodotto finito assemblabile in pochi giorni. Nel 1926 venne realizzato il primo edificio a pannelli prodotto industrialmente in Germania, il "System Stadrat Ernst May" che si distingue per non avere finestre e porte ancora integrate. Era costituito da pannelli di parete in tre strati di cemento alleggerito (aggregati in pomice, sabbia di pomice, cemento Portland) di dimensione 3x1,1x0,2 m; viene posizionato su un letto di malta di pomice con una gru e riempito nei bordi laterali di collegamento. Questi esempi rimanevano tuttavia delle eccezioni rispetto ai metodi costruttivi tradizionali.

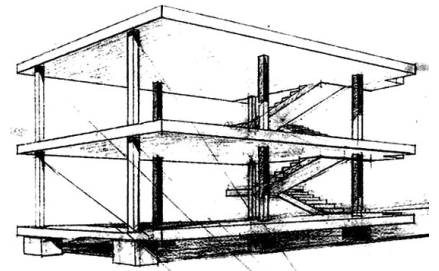


Figura 7.11 - Maison Dom-ino, Le Cobusier

Sistemi modulari

Dopo il 1925, le fabbriche di armamenti ormai ferme, iniziarono a sviluppare sistemi costruttivi per case unifamiliari per le quali la domanda stava crescendo. Il desiderio di vivere in campagna e la mancanza di materiali da costruzione come acciaio, mattoni e cemento in seguito alla guerra, portò all'aumento della richiesta di case prefabbricate in legno. In Germania tale sistema raggiunse il suo apice con il sistema Schmitthenner, caratterizzato da un peso dei muri esterni di 152 kg/m² e un tempo di costruzione medio di 10 settimane per abitazione.

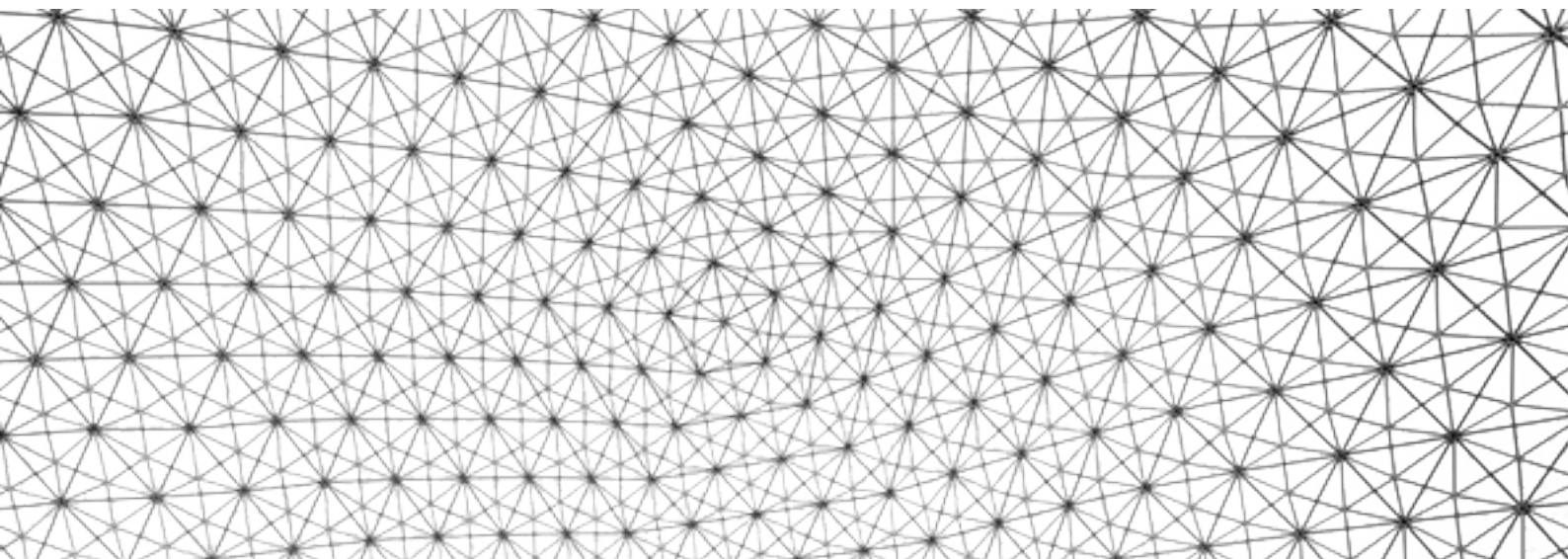


Figura 7.12 - Struttura diffusa, B. Fuller

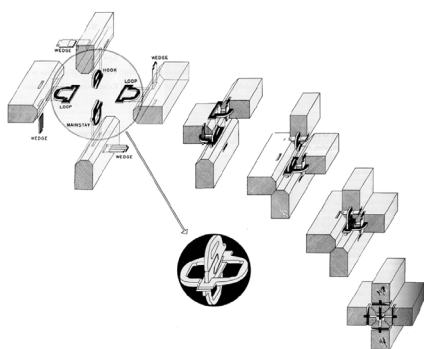


Figura 7.13 - General Panel System

R. Backminster Fuller, inventore, filosofo e visionario, si cimentò particolarmente nello sviluppo di case prefabbricate trasportabili come la Dymaxion House, una struttura esagonale sospesa da un "albero" centrale, ideata nel 1927, caratterizzata dall'uso di materiali leggeri per ottenere il massimo dello spazio con la minima superficie. I muri esterni erano costituiti da pannelli a doppio strato, traslucidi, trasparenti od opachi, con un'intercapedine pensata per l'isolamento termico ed acustico.

Nel 1940, in previsione dei bombardamenti tedeschi sulle città inglesi, vennero commissionate a Fuller delle abitazioni di emergenza per cui nacque la Dymaxion Deployment Unit. Lo sviluppo di questo progetto approdò nella Wichita House del 1944: ogni elemento non superava i 5 kg così da poter essere costruita da sei uomini in un giorno o da un uomo in sei giorni.

Nel 1943-44 Konrad Wachsmann sviluppò il Packaged House System in collaborazione con Walter Gropius: un modulo tridimensionale in legno per piccoli edifici dove gli elementi erano connessi tramite ganci e spinotti. Questo sistema portò in seguito al "General Panel Unit" al fine di creare un sistema costruttivo facilmente assemblabile in situ da utenti non specializzati. Il problema di questo sistema fu il confronto sul costo con il tradizionale sistema a telaio ligneo, che risultava vantaggioso.

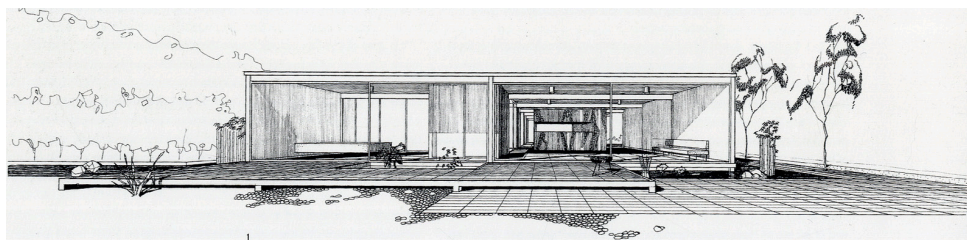


Figura 7.14 - Case Study House 21

Esponente di simili tendenze in Francia fu Jean Prouvé, a partire dal sistema “a colonna centrale” e nei suoi sviluppi. Grande campo di impiego della prefabbricazione degli elementi edilizi fu il “Case Study Houses Program”, avviato nel 1945 in USA da J. Entenza, le cui realizzazioni diventarono emblema del concetto di vivere moderno del post-guerra.

Nel 1982 Renzo Piano sviluppò l'IBM Travelling Pavillion, nell'ottica di dimostrare come un sistema di materiali con proprietà complementari possa realizzare una struttura funzionante sia dal punto di vista estetico che costruttivo.

Sistemi strutturali per grandi luci

Dai sistemi costruttivi basati su compressione e flessione, i progettisti si sono spostati verso sistemi a piastra o spaziali. La trave massiva portante si è dissolta in una moltitudine di aste idealmente uguali, dimensionate per la loro funzione specifica (MERO Systems, 1957). Questo principio portò alla realizzazione di “strutture spaziali” di dimensioni notevoli fondate sulla ripetizione di elementi discreti montati per lavorare strutturalmente insieme.

Mega strutture

Le idee visionarie di progettisti come Fuller, insieme all'esplosione demografica nelle città, portò all'ideazione di sistemi costruttivi flessibili che potessero crescere ed espandersi nel tempo, ripetendo lo stesso modulo, cella, capsula. Le meta-city costruite vennero in seguito distrutte a causa dei numerosi problemi nati dalle mancanze tecniche delle costruzioni e dalla troppa densità del costruito.

Prefabbricazione industriale

L'industrializzazione del mondo dell'edilizia fu il risultato della somma di diversi fattori, in particolare una grande richiesta di abitazioni, e la necessità di costruire più velocemente ed economicamente possibile. Gradualmente, le componenti fatte a mano all'interno di un edificio sparirono, sostituite da prodotti industriali facilmente assemblabili.

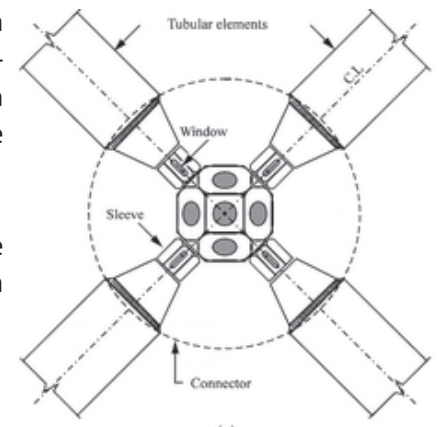


Figura 7.15 - MERO, Space Frame System



Figura 7.16 - Sistemi prefabbricati, Otto Steidle



Figura 7.17 - Università di Ulm, G. Behnisch

Architetti come Le Corbusier e Gropius videro nella realizzazione del processo progettuale e costruttivo, nella standardizzazione, un'opportunità per creare una nuova architettura libera dalle impostazioni del passato e dalla tradizionale definizione di bellezza.

Un esempio di prefabbricazione è il sistema Behnisch, sviluppato dall'architetto in collaborazione con diverse aziende produttrici. Consiste in una serie di elementi dalle forme pulite, accostabili tra loro nella composizione dell'edificio. Iniziava tuttavia a d'insorgere il dilemma della differenziazione che si manifesta qui nell'uso del colore e di texture particolari.

Strutture aperte

Mentre la standardizzazione prendeva piede come tecnica diffusa, iniziava a sorgere, a partire dalla pianificazione urbana fino alla progettazione architettonica, il desiderio di avere soluzioni specifiche, o meglio un'impostazione più aperta del progetto, che permettesse all'individuo di modificarlo secondo le proprie necessità. Si sviluppa così la ricerca della compatibilità tra elementi prefabbricati da diverse aziende, in modo tale che l'edificio risulti essere una soluzione personalizzata, unione di diversi elementi prefabbricati.

Un esempio è la Casa Sperimentale di Otto Steidle a Monaco, una struttura a telaio aperta in elementi in cemento armato prefabbricato (colonne a sezione rettangolare con mensole, piastre per solai e travi di supporto), in cui chiusure, partizioni e finiture possono essere scelte dall'utente ed inserite nella struttura di supporto così da rendere flessibile e personalizzabile una soluzione unica e comune.

Emblema di questo periodo è il Centre Pompidou a Parigi, progettato da R. Piano e R. Rogers, "un edificio come una macchina", "risultato di un kit di montaggio", che nel suo essere estremo già contiene i limiti della standardizzazione industriale in edilizia.



Figura 7.18 - Centre Pompidou

Tecnologia prefabbricata a secco

Soluzione costruttiva realizzata tramite l'assemblaggio di diversi componenti o singoli elementi tramite sistemi di collegamento meccanico e senza l'impiego di materiali di connessione destinati a consolidarsi dopo la posa. Nella storia delle costruzioni si possono distinguere tre categorie di connessione: tenuta per gravità, come tra blocchi o conci in pietra o mattone, tenuta ad incastro, in particolare tra elementi lignei facilmente intagliabili, oppure tramite dispositivi metallici di fissaggio meccanico.

La classificazione delle scelte progettuali tecnologiche può avvenire su tre livelli: in base al sistema strutturale, alla modalità di realizzazione e al peso e relativo comportamento termico.

Le soluzioni strutturali-costruttive si distinguono in base all'elemento base minimo, che può avere funzione strutturale o integrare anche altre funzioni, distinguendosi in: sistema trave-pilastro e pannelli di chiusura, sistema a pannelli autoportanti, sistema volumetrico.

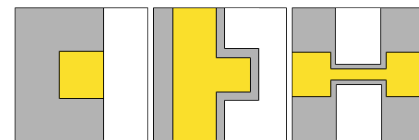


Figura 7.19 - Sistemi di incastro

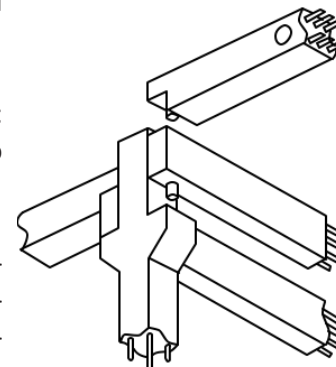


Figura 7.20 - Sistemi prefabbricati

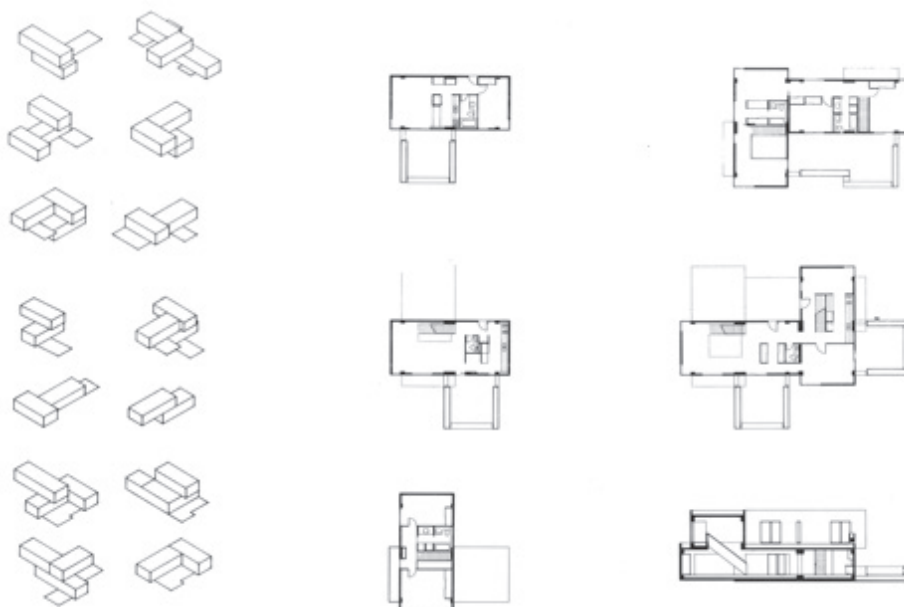
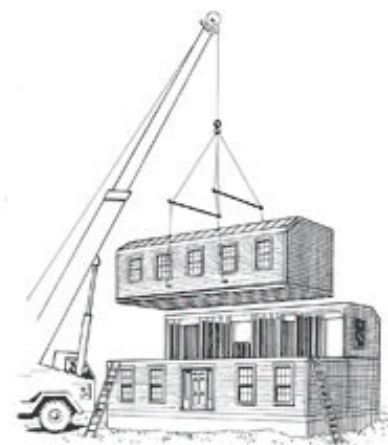


Figura 7.21 - Sistemi modulari

In base alle modalità di realizzazione si distinguono: strutture montate in opera stratificate in cantiere, pannelli prefabbricati (legno, cls o sistemi S/R), cellule complete o semicellule da giuntare in opera.

L'assemblaggio ha assunto grande importanza nei metodi produttivi moderni; infatti rispetto alle tradizionali tecniche di giunzione, basate sull'accostamento e la compenetrazione di pezzi opportunamente tagliati e modificati, i moderni metodi di produzione, basati sull'impiego di componenti industriali finiti, presentano connessioni che non richiedono operazioni di taglio e di adattamento che alterano la forma e la dimensione originarie; inoltre in questa logica produttiva e assemblativa, eventuali pezzi di ricambio per sostituzione o la manutenzione dell'intero organismo o di parti di esso, possono essere forniti dall'industria senza sostanziali alterazioni nel pezzo singolo o nell'intero organismo. Assemblare non è più, e forse non può essere più, un'azione solo materiale connessa a una delle principali metodologie costruttive esistenti, ma diventa un modo di pensare al progetto, diventa un paradigma di riferimento nel concepire architettura e non soltanto nel

Figura 7.22 - Assemblaggio moduli prefabbricati



realizzarla. Attingendo al sempre più esteso catalogo che la produzione industriale ci offre oggi, l'architetto contemporaneo importa all'interno del suo lavoro quote di progettazione altrui, cifre estetiche, connotazioni funzionali e prestazionali, scelte materiche e di tessitura deliberate altrove rispetto al suo cantiere, in contesti tecnici diversi e con motivazioni economiche e produttive differenti. (da Progetto "Campus Virtuale" dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Prof. Arch. Sergio Pone, www.federica.unina.it)

Rispetto al peso e al comportamento termico complessivo si classificano in: strutture leggere (legno e metallo: isolamento e ventilazione), strutture pesanti (cls o blocchi: accumulo termico e sfasamento) e strutture ibride (legno e metallo: struttura leggera con elementi pesanti per accumulo termico).

Type of building	Level of prefabrication [%]
Rationalised housing	25–35
Industrial building site processes	20–30
Standard ready-built (rein. conc., steel, timber)	40–60
Ready-built housing (timber panel system)	50–80
Modular units/sanitary blocks (rein. conc., steel, timber)	60–90
Mobile modular units (steel, timber)	95–100
Automobiles (for purposes of comparison)	100

Figura 7.23 - Level of prefabrication

Progettazione

Dovendo intervenire all'interno di una struttura esistente seppur indipendentemente da essa, la prefabbricazione risulta la soluzione per garantire performance e reversibilità; l'obiettivo infatti è quello di realizzare gli spazi di lavoro e di ricerca all'interno di volumi modulari o meglio basati su un modulo base di facciata così da permettere un eventuale futuro ampliamento tramite lo sviluppo/modifica dei moduli esistenti o l'aggiunta di nuovi, realizzati con lo stesso sistema, semplice e modulare. Il modulo di facciata può in realtà essere inglobato nella prefabbricazione dell'intera parete, riducendo i giunti, i numeri di pezzi da gestire in cantiere e il tempo necessario al loro montaggio. Si ritiene tuttavia fondamentale, pur definendo un'intera parete di un ambiente, rispettare il modulo base al fine di rendere gli ambienti modificabili (sezioni trasparenti, finiture, punti di ancoraggio alla struttura) con pochi dettagli validi per ogni componente.

Per definire i pacchetti tecnologici è stata effettuata un'analisi delle soluzioni innovative presenti sul mercato, in realtà aziendali italiane o estere attente in particolare alla scelta dei materiali (naturali e presenti sul territorio di produzione), alle tecniche di lavorazione (utilizzo di materiali biocompatibili) e al Life Cycle Assessment. Viste le necessità progettuali legate al montaggio dei volumi all'interno di un involucro esistente, è stato scelto come materiale strutturale il legno, il quale, oltre ad essere naturale e potenzialmente riciclabile al 100%, permette una prefabbricazione di dettaglio del singolo componente o dell'intero elemento tecnologico avvantaggiata dal peso ridotto del materiale e di ogni suo prodotto, caratteristica che lo rende preferibili ad altre soluzioni prefabbricate.

L'elemento tecnico base oggetto di progettazione è la chiusura verticale dei volumi adibiti a laboratori, servizi, volumi di controllo e uffici all'interno del tubificio; a questi elementi, suddivisi tra opachi, parzialmente trasparenti e totalmente trasparenti, si connettono due chiusure orizzontali piane, una di copertura, leggera e destinata ad accogliere al massimo parte delle attrezzature impiantistiche, e un



Figura 7.24 - Pannelli prefabbricati

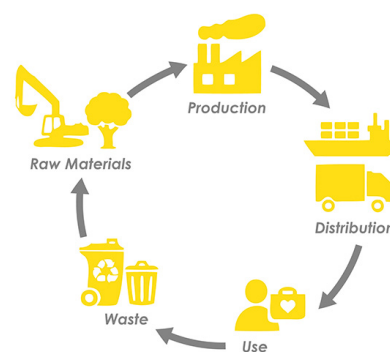


Figura 7.25 - L.C.A. "Lyfe Cicle Assesment"



Figura 7.26 - Pannelli prefabbricati di parete: progrtto

solaio rialzato rispetto all'attuale quota 0,00 m del cemento preesistente, ancorato ad esso attraverso appositi sistemi reversibili. I singoli volumi sono connessi da un percorso continuo a clima controllato delimitato da un involucro trasparente parzialmente apribile.

Le prestazioni richieste dalla funzione e dalle norme per quanto riguarda comfort termico, igrometrico e ricambi d'aria, vengono raggiunte grazie, oltre che alle prestazioni degli elementi tecnici di nuova progettazione, al doppio involucro (preesistenza e nuovi volumi) e in parte dalla presenza della serra bioclimatica, che diminuiscono il delta termico tra spazio di lavoro e spazio circostante.

Definite le condizioni al contorno, i vincoli e gli obiettivi progettuali, viene di seguito presentata una selezione di soluzioni tecnologiche le quali definiscono tre stratigrafie (parete, copertura, solaio) le cui variabili (spessori, materiali, sezioni portanti) dovranno rispondere alle condizioni effettive (delta termico, apporti solari gratuiti, ricambi d'aria garantiti) simulate con apposito software.

STEICO – Feldkirchen (Monaco), 470 km



Figura 7.27 - Pacchetto di parete Steico Wall

Sistema costruttivo caratterizzato dall'impiego del legno come materia prima, proveniente dai boschi circostanti la sede produttiva (marchio FSC – Forest Stewardship Council). I prodotti considerati sono gli elementi strutturali (Steico Wall, Steico Joist e Steico LVL), i pannelli isolanti in fibra di legno (Steico Flex, Steico Protect).

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore		Densità [kg/m³]
				Dry	Humid	
Steico Joist	200x45x45	Flange: 0,13	1600	50	20	500
Steico Wall	160x45x45	Anima: 0,18	1700	10	20	600
Steico LVL R	39x200					480
Steico LVL X	27x1250					480
Steico Flex	160	0,038	2100	0,5		60
Steico Protect	60	0,046	2100	5		230

Tabella 7.1 - Prodotti Steico

WOOD BETON – Iseo (BS), 22 km

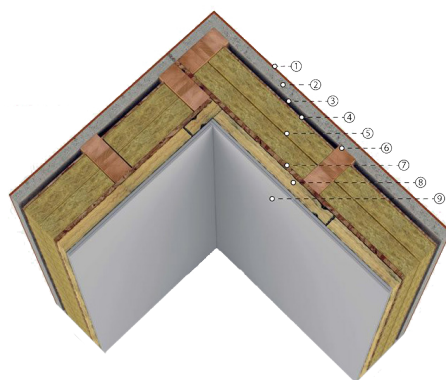
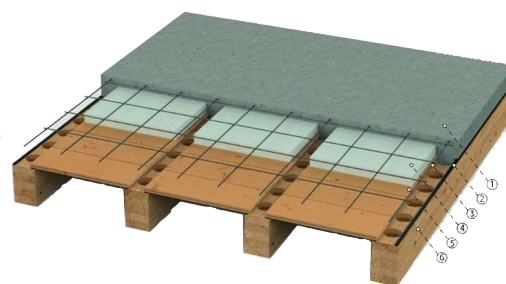


Figura 7.28 - Pareti prefabbricate legno- cemento, WoodBeton

Figura 7.29 - Solaio prefabbricato legno- cemento, WoodBeton

1. Rasatura
2. Lastra in CLS
3. Camera d'aria per ventilazione
4. Pannello USB
5. Isolante termo-acustico (spessore variabile)



1. Caldana in CLS
2. Guarnizione poliuretanicica compressa
3. Rete elettrosaldata
4. Eventuale strato in polistirene
5. Assito a vista
6. Travi in legno

L'azienda ha recentemente sviluppato due soluzioni, uno a parete e l'altro a solaio, che puntano sull'accoppiamento di due materiali, legno e calcestruzzo, sfruttandone le diverse proprietà all'interno del sistema tecnologico. In particolare, il sistema ARIA, composto da una struttura a telaio in legno alla quale si aggiunge una facciata ventilata con finitura in lastra di cls; questa soluzione sfrutta la diversa densità dei materiali per incrementare sfasamento e prestazioni acustiche, la ridotta massa del legno per migliorare le prestazioni sismiche e la presenza del cls per garantire prestazioni antincendio elevate. La camera d'aria interposta tra lastra in cls e pannello portante, può innestare, se ben progettata, l'effetto camino.

A questo sistema si affianca, per gli elementi orizzontali, il sistema PREPANEL, un solaio in travetti lignei con caldana in cls che, grazie agli intagli cilindrici nei travetti sottostanti, permette la collaborazione tra i materiali dei quali il calcestruzzo lavora a compressione e il legno a flessione, sfruttandone le caratteristiche specifiche derivanti dai legami costitutivi.



Figura 7.30 - Sistema Aria, WoodBeton

ILLE – Pieve di Bono (TN), 86 km

il sistema costruttivo Dolomiti Plus è composto da tre parti, una parte strutturale in legno d'abete composta dal sistema di pilastri e dai pannelli sandwich portanti, un involucro esterno (cappotto o facciata ventilata) e uno interno (controparete coibentata attrezzata).

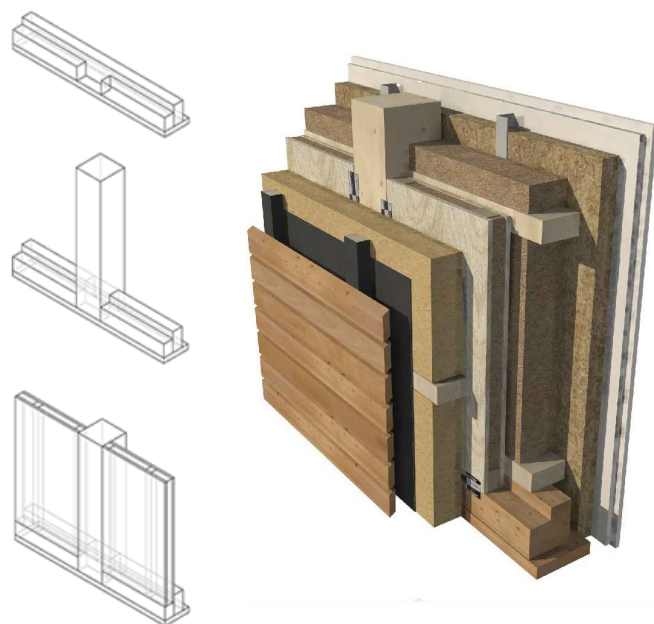
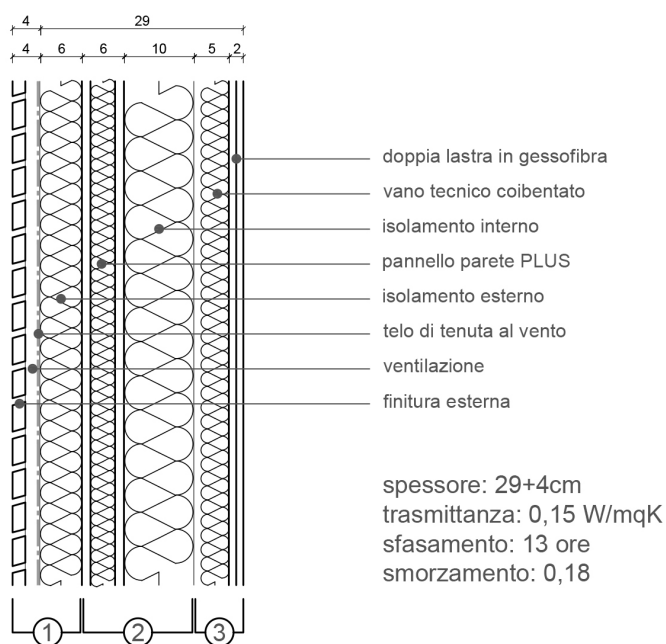


Figura 7.31 - Sistema Ille

RIWEGA – Egna (BZ), 174 km



Figura 7.32 - USB micro light, Riwega

Figura 7.33 - USB wall, Riwega

Per garantire la tenuta all'aria, all'acqua ed evitare la condensa interstiziale nei diversi mesi dell'anno, sono indispensabili diversi strati di tenuta, costituiti da teli o membrane. In particolare, si prendono in considerazione i prodotti USB micro light ($S_d > 2$ m) e USB micro 100/20 ($S_d > 18$ m) come freno al vapore, posizionati sul lato caldo dell'isolante, e USB wall 100 o USB windtop UV come tenuta al vento sull'isolante di facciate continue o discontinue ventilate.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
USB micro 100/20	0,42	0,22	1700	47619	238
USB micro 100 VARIO	0,30	0,22	1700	667-66667	333
USB windtop UV	0,50	0,22	1700	280	320
USB wall 100	0,58	0,22	1700	61	172

Tabella 7.2 - Prodotti Riwega

Per garantire le prestazioni igrometriche del pacchetto di copertura, vengono utilizzati una barriera al vapore in polietilene retinato di Classe B (DS 65 PE) e un impermeabilizzazione in PVC (Armourplan SM).

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
DS 65 PE	0,2	0,4	1800	700000	940
Armourplan SM	1,5	0,15	1255	10000	1300

Tabella 7.2 - Prodotti di impermeabilizzazione della copertura

I-PAN – Coniolo (AL), 187 km



Figura 7.34 - Pannello OSB, I-PAN

L'azienda, parte del gruppo Bonzago, ha di recente investito nella qualità creando un OSB composto al 100% da pioppo coltivato in Piemonte e Lombardia, con linea produttiva completa (dal tronco al pannello) e cogenerazione di energia elettrica immessa nella rete nazionale. Il prodotto è caratterizzato da un colore più chiaro, prestazioni meccaniche conformi e un peso inferiore del 20% rispetto agli OSB prodotti con altri legnami più resinosi. Il prodotto utilizzato è OSB/3, adatto per luoghi umidi con classe di utilizzo 1 e 2, nello spessore di 25 mm; viene utilizzato come elemento strutturale di completamento del pannello autoportante isolato.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
				Dry Humid	
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
OSB/3*	22	0,13	1700	50 30	650

Tabella 7.3 - Prodotti I-PAN

*valori relativi al prodotto di legnami Galli (sede a Orzinuovi e magazzino a Montichiari (BS), 24 km)

KNAUF – Rozzano (MI), 102 km

La gamma di prodotti knauf offre soluzioni particolari adatte ad ogni tipo di ambiente; le lastre vengono utilizzate come finitura interna della controparete attrezzata e per realizzare le pareti divisorie interne che delimitano i singoli ambienti all'interno di un blocco di laboratori, servizi o uffici. I prodotti considerati sono: lastra standard in gesso rivestito GKB (nucleo in gesso rivestito su entrambi i lati in cartone), la variante Idrolastra GKI impregnata per resistere all'umidità e alla muffa; la Ignilastra è realizzata con armatura in fibre minerali e additivi per migliorare la coesione del nucleo di gesso se a contatto col fuoco per garantire maggiore protezione, la lastra F-Zero incombustibile; la Silentboard è caratterizzata da un nucleo di gesso modificato con elevato potere insonorizzante, la lastra Cleaneo invece si distingue per la sua capacità di depurazione dell'aria; la lastra Diamond infine si distingue per la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche, all'umidità oltre alle prestazioni acustiche e antincendio migliorate.

Alle lastre in gesso rivestito, si aggiungono quelle in inerti e cemento Portland, caratterizzate da prestazioni meccaniche elevate ed alta resistenza agli agenti esterni.



Figura 7.35 - Lastre GKB, Knauf

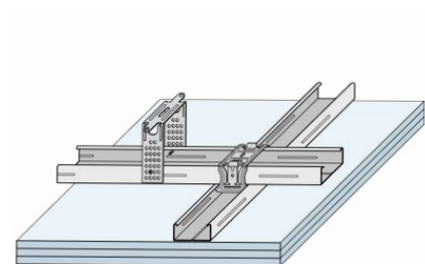


Figura 7.36 - Sistema di controsoffittatura, Knauf

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore		Densità [kg/m³]
				Dry mid	Hu- mid	
GKB*	12,5	0,2	1000	10	4	680
GKI*	12,5	0,2	1000	10	4	700
GKF**	12,5	0,2	1000	10	4	820
F-Zero	12,5	0,2	1000	10	4	820
Silent	12,5	0,2	1000	10	4	1450
Cleaneo	12,5	0,2	1000	10	4	630
Diamant	12,5	0,25	1000	10	4	1000
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66		1150

*nella variante con preaccoppiata barriera al vapore (GKB BV) $\mu=3700$

**nella variante idroignilastra GKFI

Tabella 7.4 - Prodotti Knauf

A completamento del sistema sia di controparete che di pareti divisorie, si prevede l'utilizzo di orditure metalliche MgZ, che si compongono di profili guida a "U", fissati a pavimento e soffitto, e di profili montanti a "C" da posizionare verticalmente (interasse non superiore a 600 mm).

Appositi profili metallici sono previsti anche per il fissaggio dei controsoffitti, previsti di spessore ridotto in quanto devono ospitare i soli cavi elettrici.

Per i solai interni, anch'essi prefabbricati, si prevede l'utilizzo di doppie lastre di sottofondo Brio F126, nello spessore di 23 mm, per sopportare e distribuire eventuali carichi elevati previsti all'interno dei laboratori di ricerca (es. macchinari).

ROCKWOOL - Milano, 115 km

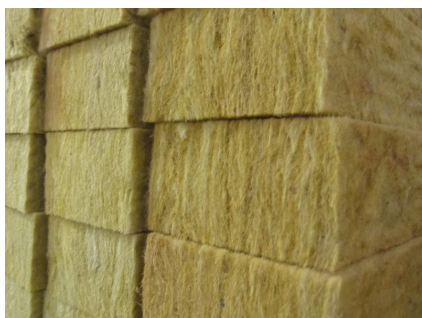


Figura 7.37 - Pannelli in lana di roccia, Rockwool

L'azienda offre soluzioni nel campo dell'isolamento termico, acustico e per la resistenza al fuoco, con prodotti in lana di roccia, composta al 97% da materiali minerali, con una percentuale di materiale riciclato circa del 30%. Un altro vantaggio di questo materiale è la capacità di mantenere le proprie prestazioni inalterate nel tempo, con ottima resistenza in particolare all'umidità e al fuoco, due aspetti fondamentali per la progettazione di spazi destinati alla permanenza di persone.

I prodotti considerati nella progettazione interessano ogni elemento tecnico: dai pannelli 211 per l'isolamento di pareti e contropareti interne, all'isolamento sottopavimento realizzato con pannelli Steprock HD, all'isolamento del "primo solaio" con pannelli Cosmos B.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
Pannello 211	40	0,035	1030	1	40
Steprock HD	40	0,037	1030	1	140
Cosmos B	60	0,035	1030	1	100

Tabella 7.5 - Prodotti Rockwool

XLAM Dolomiti - Castelnuovo (TN), 170 km



Figura 7.38 - Pannelli Crosslam, Xlam Dolomiti

Per i solai dei volumi di progetto, si prevede l'utilizzo di pannelli in strati di tavole in legno di abete, reciprocamente incrociati ed incollati (classe di resistenza minima C24– S10). Le tavole che compongono il pannello, preventivamente piallate e classificate sono giuntate mediante giunti minidita, tipo finger joint, al fine di garantire la continuità strutturale tra le lamelle che compongono i singoli strati.

Viste le luci e i carichi permanenti ridotti, ma la possibilità di avere carichi elevati dovuti alle attrezzature di laboratorio, viene scelto un pannello a 5 strati con spessore 40 mm nella direzione principale e 19 mm in quella secondaria.

Alternative progettuali

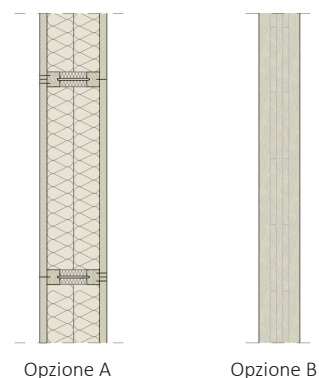
1) Struttura a pannelli: telaio - crosslam

I pannelli sono autoportanti ovvero realizzati con una struttura interna di elementi puntuali di sezione adeguata a portare il peso degli elementi ad esso agganciati (parte esterna) e della copertura. Questa soluzione è possibile in quanto i volumi sono monopiano, eccezione fatta per la sala processo, ambiente a tutta altezza pari a 8 m.

L'opzione A è costituita da elementi Steico Wall di altezza 16 cm con ali di 45x45 mm chiusi tra due pannelli OSB/3 e isolati con pannelli in fibra di legno.

L'opzione B prevede l'impiego di pannelli piedi in legno lamellare. Il crosslam viene realizzato tramite l'unione di tavole unite con giunti a dita per raggiungere la lunghezza richiesta, incollate in strati on direzione ortogonale. La direzione delle tavole più esterne definisce il senso portante del pannello.

Figura 7.39 - Struttura portante, alternative

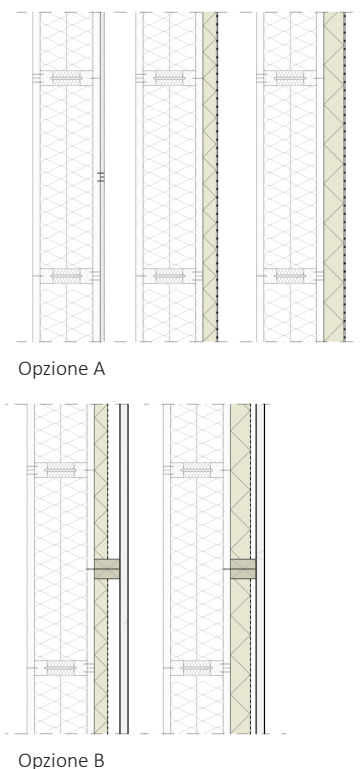


2) Sistema di facciata esterno: cappotto – facciata ventilata

In base alle prestazioni richieste dal punto di vista termico, vengono analizzate tre alternative con cappotto esterno (Opzione A) e rasatura, negli spessori di 6 cm e 4 cm; considerando che l'elemento tecnico risulta essere una chiusura tra ambiente interno e spazio filtro, si considera anche l'opzione priva di isolamento aggiuntivo esterno, realizzata tramite l'aggiunta al pacchetto strutturale di una lastra porta intonaco esterna.

L'aggiunta di una facciata ventilata (Opzione B), nelle due opzioni con isolante di spessore 6 cm o 4 cm, consente un maggior controllo igrometrico del pacchetto grazie alla microventilazione; la lastra in CLS aumenta invece le prestazioni acustiche e lo sfasamento, grazie alla diversa densità del materiale.

Figura 7.40 - Sistemi di isolamento esterno, alternative



2a) Caratteristiche di teli e isolante:

Nel sistema di facciata esterna, le caratteristiche termiche e igrometriche dipendono in particolare dal tipo di membrana e dal materiale isolante utilizzato. Si considera in alternativa, l'utilizzo di fibra di legno ad alta densità, lana di roccia o schiuma poliuretanic di tipo polyiso (PIR).

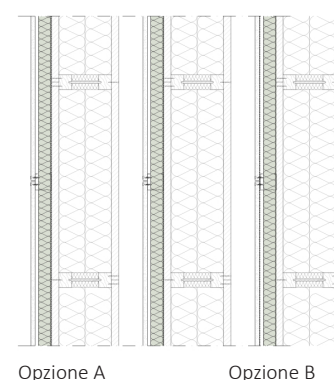
Per la tenuta all'aria, si considera in alternativa l'uso dei prodotti USB wall 100, USB Wall 120 o USB Windtop UV.

3) Sistema di controparete interno:

La controparete interna ha principalmente funzione impiantistica; si considera in alternativa l'utilizzo di una struttura in listelli di legno (Opzione A) o in montanti in acciaio zincato (Opzione B) con lastra in gesso rivestito (con prestazioni diverse in base al tipo di ambiente) e intercapedine isolata in lana di roccia. Il sistema in acciaio zincato Knauf viene considerato per fini pratici, in quanto le pareti divisorie interne dei volumi sono realizzate con lo stesso sistema.

Oltre alla struttura di sostegno, si considera in alternativa l'utilizzo di una barriera al vapore posizionata contro la parte strutturale (USB micro light/VARIO 100/100-20) oppure preaccoppiata alla lastra di finitura (Knauf GKB BV).

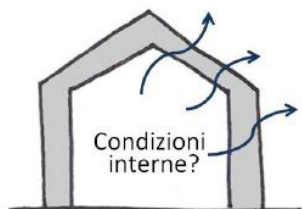
Figura 7.41 - Sistemi di controparete interna, alternative



Progettazione igrotermica

Il controllo della progettazione igrotermica è l'insieme delle verifiche atte a dimostrare la qualità del progetto rispetto al tema della migrazione del vapore attraverso l'involucro. Questo controllo passa attraverso le due verifiche di legge sul rischio muffa e sull'assenza di condensa interstiziale a partire da condizioni climatiche determinate dalla normativa tecnica.

Condizioni climatiche interne



Le condizioni climatiche interne possono essere ipotizzate sulla base delle indicazioni della norma UNI EN ISO 13788 attraverso il metodo delle "Classi di produzione di vapore". Questa stima si basa sul principio che le condizioni interne dipendono:

- dalle condizioni climatiche esterne (in particolare temperatura, umidità e pressione di vapore)
- dalla tipologia di utenza degli ambienti interni.

Le classi di produzione di vapore identificate dalla norma sono:

- classe 1: magazzini di stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati
- classe 2: uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata
- classe 3: alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto
- classe 4: palestre, cucine, mense
- classe 5: edifici particolari, per esempio lavanderie, distillerie, piscine

Ad ognuna di esse è abbinata una funzione di trasformazione che lega i parametri climatici esterni a quelli interni.

Il rischio di formazione di muffa



I risultati di diversi studi biologici della muffa mostrano che, per numerose specie, le condizioni ideali per proliferare si manifestano su superfici con un valore di umidità relativa dall'80 al 100%.

A partire proprio da questa informazione la norma UNI EN ISO 13788 in un capitolo dal titolo "Progettazione per evitare la crescita di muffe, la corrosione e altri danni dovuti all'umidità", propone un metodo per calcolare la soglia d'allarme con cui il progettista confronta i suoi risultati considerando il valore di UR superficiale pari all'80%. La dimostrazione dell'assenza di rischio di formazione di muffa, passa quindi dal confronto tra la temperatura di rischio muffa e la temperatura di progetto sulla superficie interna della struttura oggetto d'analisi. La prima è legata alle ipotesi climatiche dell'ambiente interno, la seconda alla resistenza termica totale della struttura analizzata.

Il rischio di condensazione interstiziale



Il vapore presente nell'aria tende a spostarsi dall'ambiente a più alta concentrazione di vapore verso l'ambiente a più bassa concentrazione. L'involucro edilizio, che separa due ambienti con concentrazioni di vapore molto differenti per diversi mesi dell'anno, è quindi attraversato da un flusso di vapore continuo.

Questo flusso, sebbene molto piccolo in termini assoluti, può creare problemi qualora si creino le condizioni perché avvenga la condensazione tra due strati contigui o all'interno di un materiale.

Esistono due normative di riferimento per il controllo del rischio di condensazione interstiziale: il metodo della norma UNI EN ISO 13788, comunemente definito come "metodo di Glaser", prevede uno studio semplificato delle pressioni di vapore e di saturazione medie mensili attraverso tutti gli strati dell'elemento analizzato; il metodo della norma UNI EN 15026 prevede invece un'analisi dettagliata dei fenomeni igroscopici in atto ora per ora.

Principi progettuali

Si può parlare di corretta progettazione igrotermica quando a livello preventivo si dimostra l'assenza di rischi igrotermici (muffa e condensa interstiziale) e in opera si realizza una buona tenuta all'aria dell'edificio.

Per la corretta progettazione di una copertura è necessario pertanto:

- verificare gli spessori degli strati isolanti in modo da superare le resistenze minime accettabili per il superamento del rischio muffa
- verificare i punti deboli della struttura (spigoli, innesti di travi, ecc.) per la correzione dei ponti termici e il controllo della tenuta all'aria dell'edificio
- verificare la disposizione degli strati rispetto al loro comportamento termico e igrometrico per scongiurare il rischio di condensazione interstiziale.

Rispetto a questo ultimo problema, secondo la norma UNI EN ISO 13788, per evitare la condensazione interstiziale i criteri da adottare sono:

- disporre i materiali in ordine crescente di resistenza termica dall'interno all'esterno
- disporre i materiali in ordine decrescente di resistenza al vapore dall'interno all'esterno.

PAN 7.0.2.5 - suite ANIT

Il software PAN, parte della suite sviluppata dell'Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico, permette di calcolare i parametri estivi e invernali delle strutture opache (trasmissione stazionaria e periodica, attenuazione e sfasamento, verifica termo-igrometrica).

Le condizioni interne vengono definite sulla base delle classi di concentrazione del vapore, attribuendo agli ambienti oggetto di progettazione, una classe 4.

Dati climatici interni

Dati noti

Classe di concentrazione del vapore all'interno Condizioni standard DM 26/06/15

Temperatura interna e umidità

Ricambio d'aria e produzione di vapore

Mese critico per la condensa: dicembre Resistenza minima per evitare condensa: 0,797 m²K/W

Mese critico per il rischio muffe: dicembre Resistenza minima per evitare rischio muffe: 2,381 m²K/W

Classi di concentrazione del vapore all'interno degli ambienti

Classe 1 - Magazzini per stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Classe 4 - Palestre, cucine, mense

Classe 5 - Edifici particolari, per esempio lavanderie, distillerie, piscine

	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]	Umidità relativa interna [%]	Pressione superficiale minima rischio muffa [Pa]	Temperatura superficiale minima rischio muffa [°C]	Temperatura superficiale minima condensazione [°C]	Fattore di temperatura rischio muffa	Fattore di temperatura condensazione
▶ gennaio	2,7	692,4	20,0	1641,1	70,2	2051,3	17,9	14,4	0,879	0,677
febbraio	3,2	659,9	20,0	1585,2	67,8	1981,6	17,4	13,9	0,843	0,637
marzo	8,2	815,7	20,0	1491,8	63,8	1864,8	16,4	12,9	0,694	0,400
aprile	11,7	997,3	20,0	1501,9	64,3	1877,4	16,5	13,1	0,577	0,158
maggio	17,5	1330,5	18,0	1553,1	75,3	1941,3	17,0	13,6	-0,921	-7,861
giugno	20,8	1429,3	20,8	1529,3	62,2	1911,7	16,8	13,3	0,000	0,000
luglio	21,9	1865,6	21,9	1965,6	74,8	2457,1	20,8	17,2	0,000	0,000
agosto	21,6	1832,2	21,6	1932,2	74,7	2415,2	20,5	17,0	0,000	0,000
settembre	18,1	1613,7	18,1	1808,0	87,2	2260,0	19,5	15,9	0,000	0,000
ottobre	12,7	1178,6	20,0	1638,6	70,1	2048,3	17,9	14,4	0,713	0,236
novembre	7,4	950,8	20,0	1669,2	71,4	2086,5	18,2	14,7	0,856	0,578
dicembre	3,2	752,1	20,0	1675,0	71,7	2093,7	18,2	14,7	0,895	0,686

Figura 7.43 - PAN, dati climatici interni

Le condizioni esterne sono invece legate alla provincia di Brescia, alle coordinate del sito di progetto e alla sua altezza sul livello del mare, pari a 149 m. Sulla base di questi dati e dei file climatici corrispondenti, vengono riportati i valori limiti di trasmittanza termica previsti separatamente per coperture, pavimenti e pareti, oltre a temperatura, umidità, irradianza medie annue o mensili, dati necessari per i calcoli previsti.

Dati climatici esterni

Provincia di appartenenza

BS - BRESCIA

Comuni della provincia di BRESCIA

Brescia

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici

BS - BRESCIA

Latitudine 45° 32'

Longitudine 10° 13'

Altitudine s.l.m. 149 m

Temperatura di progetto -7,0 °C

Temperatura media annuale 12,4 °C

Temperatura media stagione di riscaldamento 6,2 °C

Gradi giorno 2554

Zona climatica E

Durata della stagione di riscaldamento 183 giorni

Irradianza media del mese di massima insolazione 284,6 W/m²

Fonte dei dati climatici

UNI 10349:2016

UNI 10349:1994

Fonte dei gradi giorno

DPR 412/93

UNI 10349:2016

	Temperatura [°C]	Pressione [Pa]	Umidità rel. [%]	Irradiazione orizz. giornaliera [kWh/m ²]	Velocità del vento [m/s]
▶ gennaio	2,7	692	94	1,0	1,2
febbraio	3,2	660	86	2,1	1,1
marzo	8,2	816	75	3,3	1,6
aprile	11,7	997	72	4,3	1,6
maggio	17,5	1331	67	5,7	1,5
giugno	20,8	1429	58	6,8	1,5
luglio	21,9	1866	71	6,6	1,2
agosto	21,6	1832	71	5,9	1,0
settembre	18,1	1614	78	4,1	1,2
ottobre	12,7	1179	81	2,3	1,1
novembre	7,4	951	93	1,5	1,1
dicembre	3,2	752	98	1,0	1,2

Trasmittanze termiche di riferimento secondo regolamenti regionali

	Dal 1° gennaio 2016
▶ Coperture	0,22
Pareti	0,26
Pavimenti	0,26

Trasmittanze termiche limite per edifici esistenti secondo regolamenti regionali

	Dal 1° gennaio 2016
▶ Coperture	0,24
Pareti	0,28
Pavimenti	0,29

	T [°C]	Irradianza oraria del giorno di massima insolazione [W/m ²]								
		Orizz.	Sud	SE	Est	NE	Nord	NO	Ovest	SO
▶ 1	18,8									
2	18,0									
3	17,4									
4	17,0									
5	16,8	27,4	10,1	53,3	126,5	132,0	65,6	10,1	10,1	10,1
6	17,1	195,7	49,1	309,2	558,3	508,4	191,8	49,5	49,5	49,5
7	17,9	380,1	85,8	506,7	749,3	596,4	149,3	79,0	79,0	79,0
8	19,2	552,5	173,3	628,4	764,5	539,0	109,2	102,2	102,2	102,2
9	21,2	699,9	316,1	675,7	713,7	406,2	120,9	120,2	120,2	120,2
10	23,4	812,8	433,2	651,3	568,7	238,7	133,2	133,2	133,2	140,0
11	26,0	884,3	508,7	562,8	374,7	148,5	141,5	141,5	141,5	245,8
12	28,4	911,6	534,7	422,6	156,2	144,2	144,2	144,2	156,2	422,1
13	30,2	884,3	508,7	245,8	141,5	141,5	141,5	146,9	374,7	562,8
14	31,4	812,8	433,2	140,0	133,2	133,2	133,2	238,7	568,7	651,3
15	31,8	699,9	316,1	120,2	120,2	120,2	120,9	406,2	713,7	675,7
16	31,4	552,5	173,3	102,2	102,2	102,2	109,2	539,0	764,5	628,4
17	30,3	380,1	85,8	79,0	79,0	79,0	149,3	596,4	749,3	506,7
18	28,7	195,7	49,1	49,5	49,5	49,5	191,8	508,4	558,3	309,2
19	26,7	27,4	10,1	10,1	10,1	10,1	65,6	132,0	126,5	51,8
20	24,8									
21	23,1									
22	21,6									
23	20,4									
24	19,5									

Figura 7.44 - PAN, dati climatici esterni

Stratigrafie: alternative

C.V. 01

Chiusura verticale senza cappotto (con lastra esterna in fibrocemento)

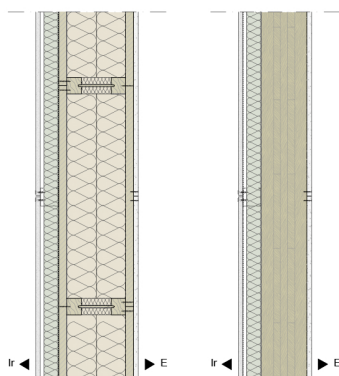


Figura 7.45 - C.V. 01

C.V. 01	Spessore [mm]	Variabili	Prodotti	Codice
Gesso rivestito	12,5	x	GKB	
			GKI	C.V. 01.3
			GKB+BV	C.V. 01.4
Aria	10			
Lana di roccia	40			
Barriera al vapore	< 1	x	USB micro light	C.V. 01.1
			USB micro 100/20	C.V. 01.2
Struttura portante	160	x	Steico Wall	
			X-lam	C.V. 01.5/6
Fibrocemento	12,5			

Tabella 7.6 - C.V. 01: variabili

Sulla stratigrafia vengono in particolare analizzate le condizioni igrometriche al variare della posizione e delle caratteristiche della barriera al vapore; l'utilizzo di una soluzione strutturale massiccia viene analizzata (a parità di spessore del pacchetto) al fine di definire la sua incidenza sul passaggio del vapore.

La tabella seguente riporta le caratteristiche fondamentali per le analisi termiche e igrometriche relative ad ogni prodotto utilizzato nelle combinazioni che seguono.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore		Densità [kg/m ³]
				Dry	Humid	
GKB	12,5	0,2	1004	10	4	680
GKI	12,5	0,2	1004	10	4	700
GKB+BV	12,5	0,2	1004	3700		680
Aria	20	0,11	1000	1		1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5		40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544		211
USB micro 100/20	0,4	0,22	1700	42857		238
OSB/3	22	0,10	1700	100		530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3		50
Steico Wall	160	Flange: 0,13	1600	50	20	500
		Anima: 0,18	1700	10	20	600
X-lam	124	0,12	1600	20		420
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66		1150

Tabella 7.7 - C.V. 01: materiali

C.V. 01.1

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dall'uso di una barriera al vapore leggera, impermeabile all'acqua e all'aria, semi-trasparente di colore giallo-bianco, composta da tre strati (PP.PE.PP).

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66	1150

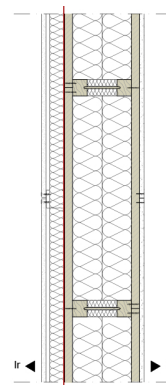


Figura 7.46 - C.V. 01.1

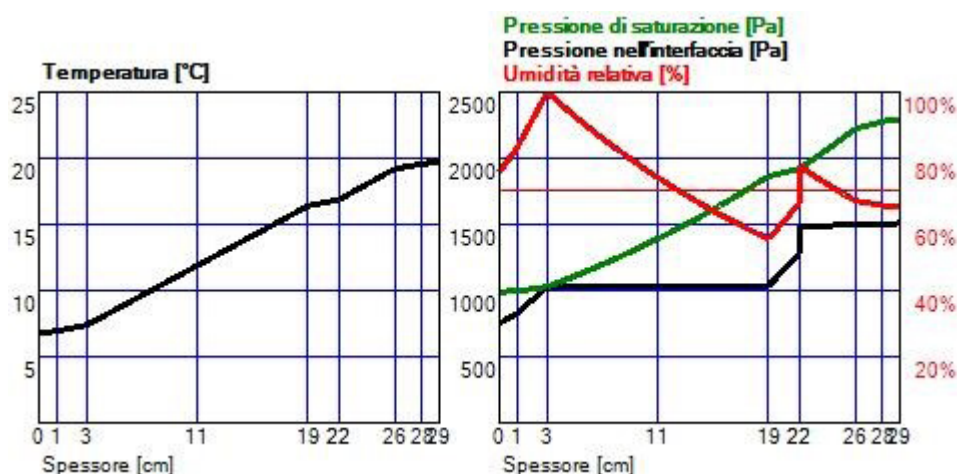
Tabella 7.8 - C.V. 01.1

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	28,9	cm
Massa superficiale	55,9	kg/m ²
Resistenza	6,27	m ² K/W
Trasmittanza U	0,159	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,05	W/m ² K
Sfasamento	10	h

Tabella 7.9 - C.V. 01.1: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:



La stratigrafia è suddivisa in strati minimi di resistenza termica 0,25 m²K/W (UNI EN SO 13799, 2013) che determinano il numero di interfacce.

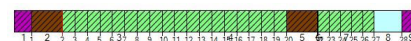


Grafico 7.1 - C.V. 01.1: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 01.2

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dall'uso di una barriera al vapore semitrasparente di colore bianco, a bassissima traspirazione ($S_d=20$ m), composta da due strati (PP.PP).

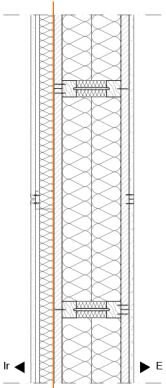


Figura 7.47 - C.V. 01.2

Tabella 7.10 - C.V. 01.2

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USBmicro100/20	0,4	0,22	1700	42857	238
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66	1150

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	28,9	cm
Massa superficiale	55,9	kg/m ²
Resistenza	6,27	m ² K/W
Trasmittanza U	0,159	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y_{ie}	0,05	W/m ² K
Sfasamento	10	h

Tabella 7.11 - C.V. 01.2: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

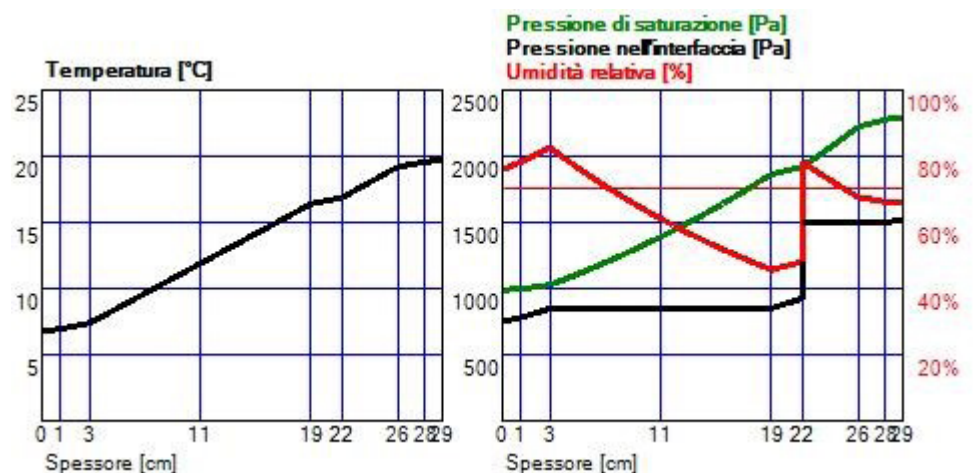


Grafico 7.2 - C.V. 01.2: verifica di condensa interstiziale

Si nota come il problema di condensa interstiziale sia risolto dall'impiego di una barriera al vapore caratterizzata da un valore di resistenza al passaggio del vapore più elevato; nelle alternative successive viene utilizzato questo prodotto.

C.V. 01.3

La stratigrafia analizza l'eventuale differenza nell'utilizzo di lastre interne idrofobe (GKI) per locali ad alta umidità quali bagni e cucine.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKI	12,5	0,2	1004	10 4	700
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USBmicro100/20	0,4	0,22	1700	42857	238
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66	1150

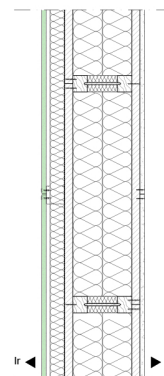


Figura 7.48 - C.V. 01.3

Tabella 7.12 - C.V. 01.3

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	28,9	cm
Massa superficiale	56,2	kg/m ²
Resistenza	6,28	m ² K/W
Trasmittanza U	0,159	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,05	W/m ² K
Sfasamento	10	h

Tabella 7.13 - C.V. 01.3: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

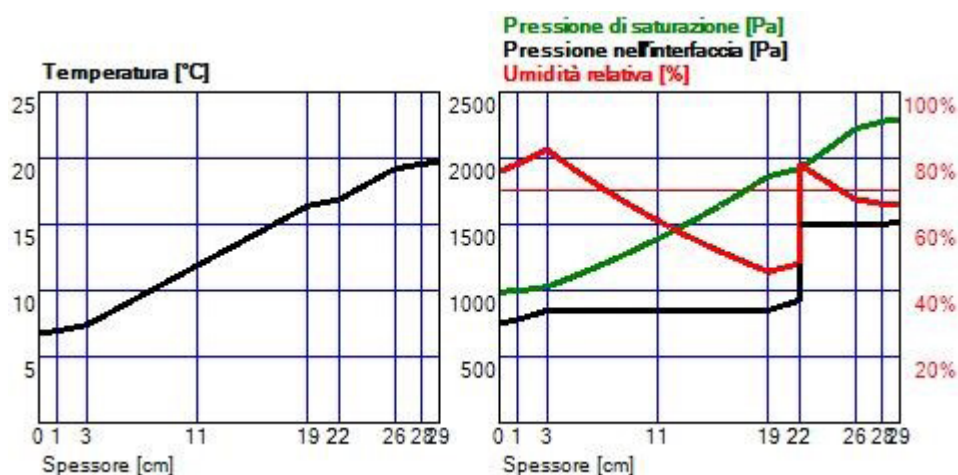


Grafico 7.3 - C.V. 01.3: verifica di condensa interstiziale

Il trattamento impregnante al quale è sottoposta la lastra non comporta un cambiamento rilevante nelle sue caratteristiche igrometriche, ma solo un leggero aumento di densità.

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 01.4

La stratigrafia analizza, come soluzione alternativa alla C.V. 01.2, l'uso della lastra in gesso rivestito con preaccoppiata barriera al vapore (GKB+BV) per risolvere il problema di condensa rilevato nell'opzione di partenza (C.V. 01.1).

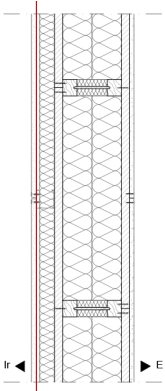


Figura 7.49 - C.V. 01.4

Tabella 7.14 - C.V. 01.4

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB+BV	12,5	0,2	1004	3700	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66	1150

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	28,9	cm
Massa superficiale	55,8	kg/m ²
Resistenza	6,27	m ² K/W
Trasmittanza U	0,159	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,05	W/m ² K
Sfasamento	10	h

Tabella 7.15 - C.V. 01.4: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

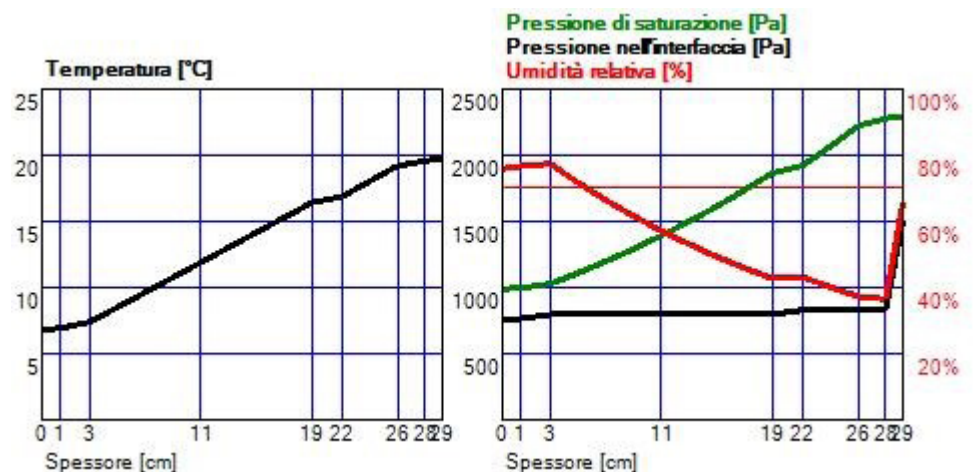


Grafico 7.4 - C.V. 01.4: verifica di condensa interstiziale

Come mostra il grafico, il rischio di condensa viene ugualmente risolto; l'andamento dell'umidità relativa mostra tuttavia come la posizione più interna della barriera permette di mantenere una percentuale più bassa fin dallo strato isolante interno. Ulteriore vantaggio del prodotto è la riduzione del tempo di posa, eliminando una fase di montaggio.

Verifica Trasmittanza ■

Verifica Muffa ■

Verifica Condensa interstiziale ■

C.V. 01.5

La stratigrafia pone in confronto, l'impiego di una struttura portante massiccia (X-lam); non viene aggiunto ulteriore isolante (sostituito dal materiale legno) per ragionare sulle prestazioni ottenibili a parità di spessore.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USBmicro100/20	0,4	0,22	1700	42857	238
X-lam	124	0,12	1600	20	420
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66	1150

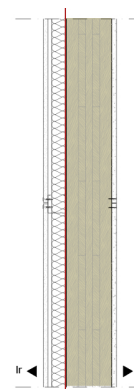


Figura 7.50 - C.V. 01.5

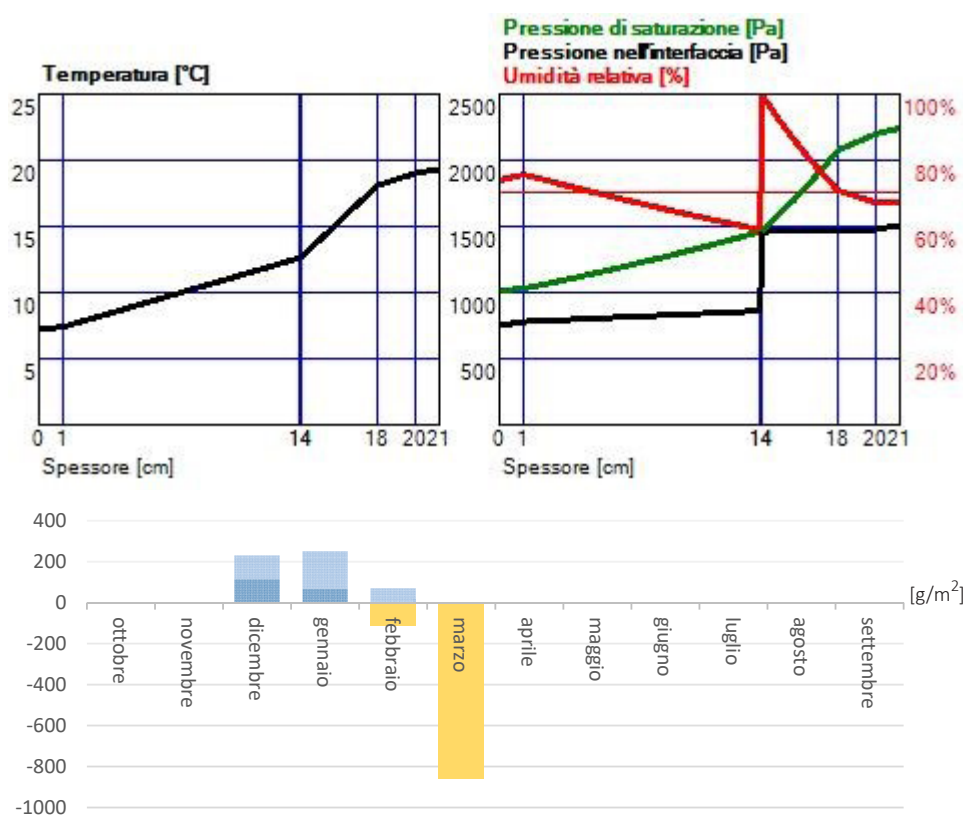
Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Tabella 7.16 - C.V. 01.5

Spessore tot.	20,9	cm
Massa superficiale	76,7	kg/m ²
Resistenza	2,66	m ² K/W
Trasmittanza U	0,377	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,14	W/m ² K
Sfasamento	8	h

Tabella 7.17 - C.V. 01.5: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:



La stratigrafia è suddivisa in strati minimi di resistenza termica 0,25 m²K/W (UNI EN SO 13799, 2013) che determinano il numero di interfacce.



Grafico 7.5 - C.V. 01.5: verifica di condensa interstiziale

Condensa prodotta
Condensa accumulata
Evaporazione

Verifica Trasmittanza
Verifica Muffa
Verifica Condensa interstiziale

C.V. 01.6

Rispetto alla stratigrafia precedente, viene sostituita e spostata la barriera al vapore (GKB+BV) per risolvere il problema di condensa sulla faccia interna dell'elemento strutturale.

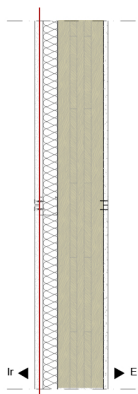


Figura 7.51 - C.V. 01.6

Tabella 7.18 - C.V. 01.6

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB+BV	12,5	0,2	1004	3700	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
X-lam	124	0,12	1600	20	420
Aquapanel Out.	12,5	0,35	1004	66	1150

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	28,9	cm
Massa superficiale	55,9	kg/m ²
Resistenza	6,27	m ² K/W
Trasmittanza U	0,159	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,05	W/m ² K
Sfasamento	10	h

Tabella 7.19 - C.V. 01.6: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

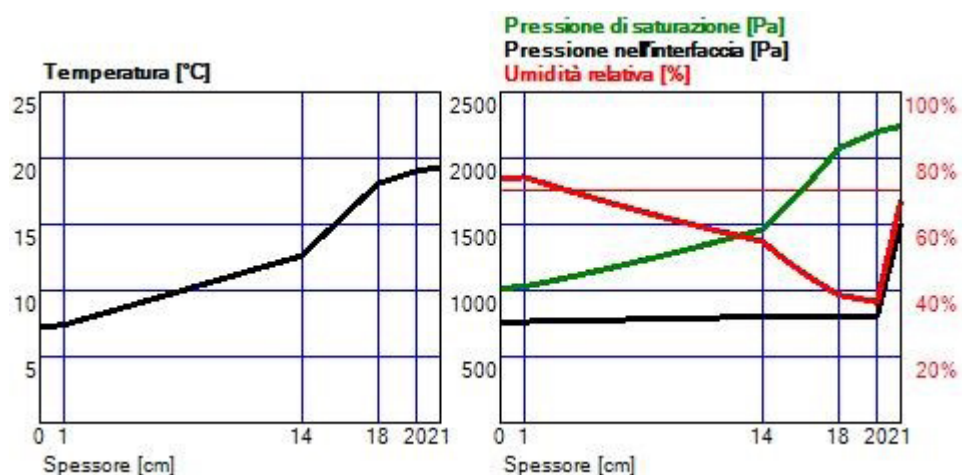


Grafico 7.6 - C.V. 01.6: verifica di condensa interstiziale

L'uso di una struttura portante massiccia, semplifica l'assemblaggio e migliora il comportamento a lastra delle pareti. Pur risolvendo i problemi di condensa, il pacchetto tecnologico è caratterizzato da una massa maggiore (+50% rispetto alla soluzione a telaio), non trascurabile in condizioni di cantiere limitanti (elementi preassemblati posizionati in opera tramite macchinari con altezza di elevazione limitata dalla preesistenza. Si nota inoltre come la verifica di trasmittanza non sia verificata; sarebbe necessaria l'aggiunta di materiale isolante aggiuntivo che incrementerebbe massa e spessore dell'elemento tecnico.

C.V. 02

Chiusura verticale con cappotto da 4 cm e finitura a intonaco.

C.V. 02	Spessore [mm]	Variabili	Prodotti	Codice
Gesso rivestito	12,5		GKB	
Aria	10			
Lana di roccia	40			
Barriera al vapore	< 1		USB micro 100/20	
Struttura portante	130-160	x	Steico Wall X-lam	C.V. 02.2
Sistema a cappotto	40	x	Fibra di legno Lana di roccia Polistirolo espanso	C.V. 02.1 C.V. 02.3 C.V. 02.4

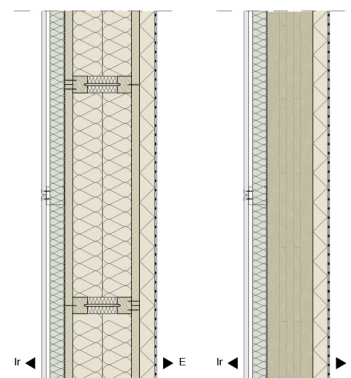


Figura 7.52 - C.V. 02

Tabella 7.20 - C.V. 02: variabili

Sulla stratigrafia vengono in particolare analizzate le prestazioni termiche al variare del materiale del sistema a cappotto per uno spessore di 4 cm; la soluzione massiccia viene inserita al fine di valutare lo spessore e il materiale adatto a convalidare la verifica di trasmittanza.

La tabella seguente riporta le caratteristiche fondamentali per le analisi termiche e igrometriche relative ad ogni prodotto utilizzato nelle combinazioni che seguono.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore		Densità [kg/m ³]
				Dry	Humid	
GKB	12,5	0,2	1004	10	4	680
Aria	20	0,11	1000	1		1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5		40
USBmicro100/20	0,4	0,22	1700	42857		238
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544		211
OSB/3	22	0,10	1700	100		530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3		50
Steico Wall	160	Flange: 0,13	1600	50	20	500
		Anima: 0,18	1700	10	20	600
X-lam	124	0,12	1600	20		420
Fibra di legno	40	0,048	2100	5		265
Lana di roccia	40	0,035	1046	5		100
EPS	40	0,031	1464	6		19
Intonaco	4	0,8	1000	6		1600

Tabella 7.21 - C.V. 02: materiali

C.V. 02.1

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 4 cm realizzato con fibra di legno intonacata.

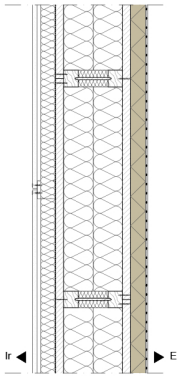


Figura 7.53 - C.V. 02.1

Tabella 7.22 - C.V. 02.1

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USBmicro 100/20	0,4	0,22	1700	42857	238
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	40	0,048	2100	5	265
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	32,1	cm
Massa superficiale	58,5	kg/m ²
Resistenza	7,08	m ² K/W
Trasmittanza U	0,141	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,02	W/m ² K
Sfasamento	13,5	h

Tabella 7.23 - C.V. 02.1: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

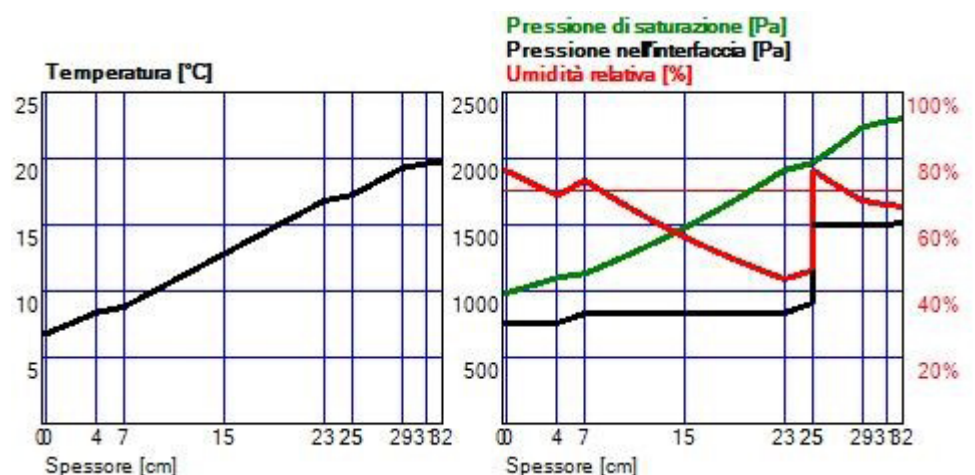


Grafico 7.7 - C.V. 02.1: verifica di condensa interstiziale

C.V. 02.2

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura massiccia in X-lam, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 4 cm realizzato con fibra di legno intonacata.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
X-lam	124	0,12	1600	20	420
Fibra di legno	40	0,048	2100	5	265
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

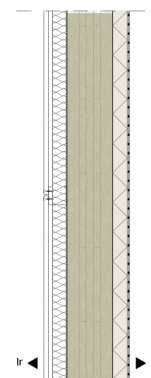


Figura 7.54 - C.V. 02.2

Tabella 7.24 - C.V. 02.2

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	24,1	cm
Massa superficiale	79,3	kg/m ²
Resistenza	3,46	m ² K/W
Trasmittanza U	0,289	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,05	W/m ² K
Sfasamento	10,5	h

Tabella 7.25 - C.V. 02.2: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

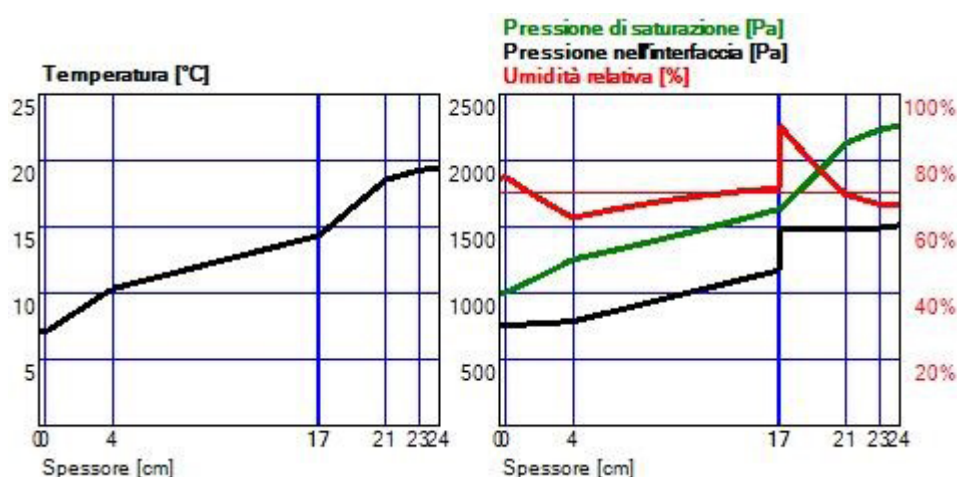


Grafico 7.8 - C.V. 02.2: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 02.3

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 4 cm realizzato con lana di roccia intonacata.

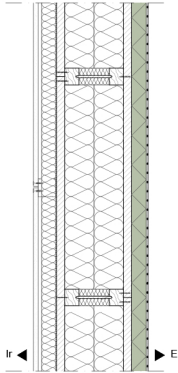


Figura 7.55 - C.V. 02.3

Tabella 7.26 - C.V. 02.3

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Lana di roccia	40	0,035	1046	5	100
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	32,1	cm
Massa superficiale	52	kg/m ²
Resistenza	7,39	m ² K/W
Trasmittanza U	0,135	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y_{ie}	0,02	W/m ² K
Sfasamento	12,6	h

Tabella 7.27 - C.V. 02.3: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

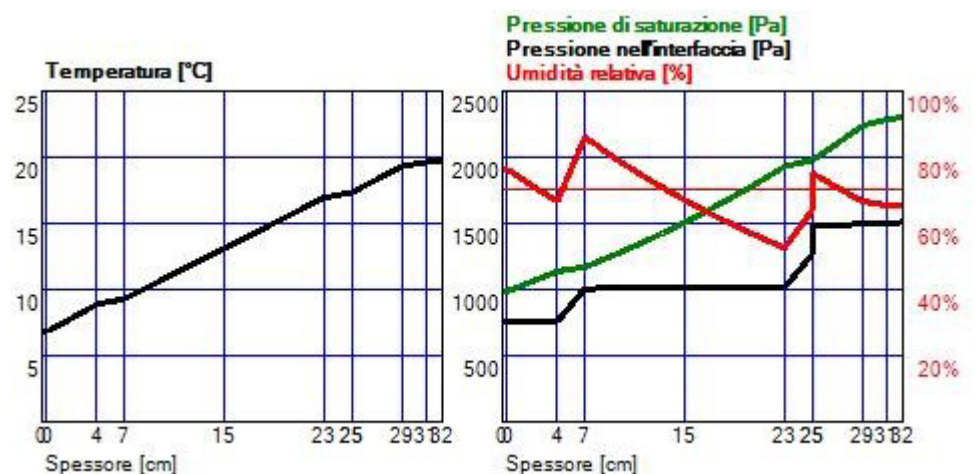


Grafico 7.9 - C.V. 02.3: verifica di condensa interstiziale

C.V. 02.4

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 4 cm realizzato con polistirolo espanso intonacato.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
EPS	40	0,031	1464	6	19
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

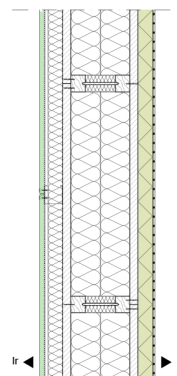


Figura 7.56 - C.V. 02.4

Tabella 7.28 - C.V. 02.4

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	32,1	cm
Massa superficiale	48,6	kg/m ²
Resistenza	7,49	m ² K/W
Trasmittanza U	0,133	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,02	W/m ² K
Sfasamento	12,5	h

Tabella 7.29 - C.V. 02.4: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

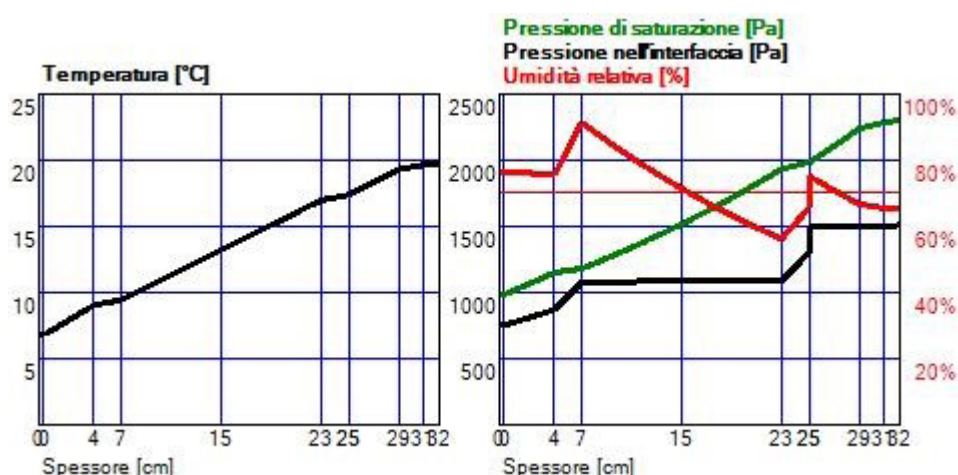


Grafico 7.10 - C.V. 02.4: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 03

Chiusura verticale con cappotto da 6 cm e finitura a intonaco.

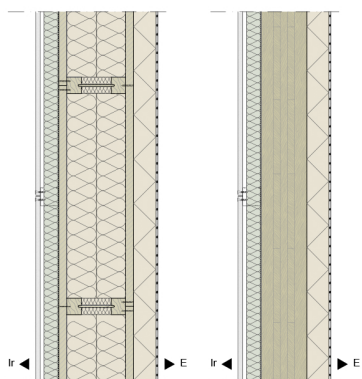


Figura 7.57 - C.V. 03

Tabella 7.30 - C.V. 03: variabili

C.V. 03	Spessore [mm]	Variabili	Prodotti	Codice
Gesso rivestito	12,5		GKB	
Aria	10			
Lana di roccia	40			
Barriera al vapore	< 1		USB micro 100/20	
Struttura portante	130-160	x	Steico Wall	
			X-lam	C.V. 03.2
Sistema a cappotto	60	x	Fibra di legno	C.V. 03.1
			Lana di roccia	C.V. 03.3
			Polistirolo espanso	C.V. 03.4

Sulla stratigrafia vengono in particolare analizzate le prestazioni termiche al variare del materiale del sistema a cappotto per uno spessore di 6 cm; la soluzione massiccia viene inserita al fine di valutare lo spessore e il materiale adatto a convalidare la verifica di trasmittanza.

La tabella seguente riporta le caratteristiche fondamentali per le analisi termiche e igrometriche relative ad ogni prodotto utilizzato nelle combinazioni che seguono.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore		Densità [kg/m ³]
				Dry	Humid	
GKB	12,5	0,2	1004	10	4	680
Aria	20	0,11	1000	1		1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5		40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544		211
OSB/3	22	0,10	1700	100		530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3		50
Steico Wall	160	Flange: 0,13	1600	50	20	500
		Anima: 0,18	1700	10	20	600
X-lam	124	0,12	1600	20		420
Fibra di legno	60	0,048	2100	5		265
Lana di roccia	60	0,035	1046	5		100
EPS	60	0,031	1464	6		19
Intonaco	4	0,8	1000	6		1600

Tabella 7.31 - C.V. 03: materiali

C.V. 03.1

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 6 cm realizzato con fibra di legno intonacata.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	60	0,048	2100	5	265
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

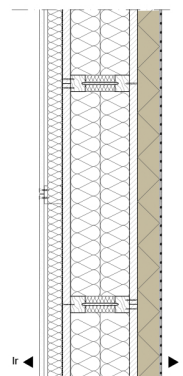


Figura 7.58 - C.V. 03.1

Tabella 7.32 - C.V. 03.1

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	34,1	cm
Massa superficiale	63,9	kg/m ²
Resistenza	7,49	m ² K/W
Trasmittanza U	0,133	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01	W/m ² K
Sfasamento	15	h

Tabella 7.33 - C.V. 03.1: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

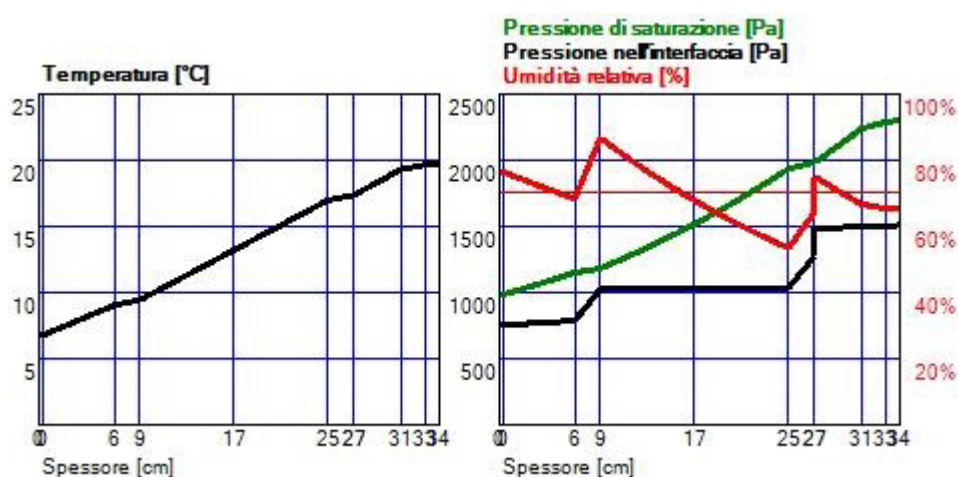


Grafico 7.11 - C.V. 03.1: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 03.2

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura massiccia in X-lam, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 6 cm realizzato con fibra di legno intonacata.

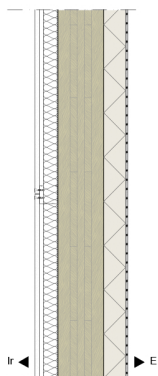


Figura 7.58 - C.V. 03.2

Tabella 7.34 - C.V. 03.2

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
X-lam	124	0,12	1600	20	420
Fibra di legno	60	0,048	2100	5	265
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	26,1	cm
Massa superficiale	84,6	kg/m ²
Resistenza	3,88	m ² K/W
Trasmittanza U	0,258	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,03	W/m ² K
Sfasamento	12	h

Tabella 7.35 - C.V. 03.2: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

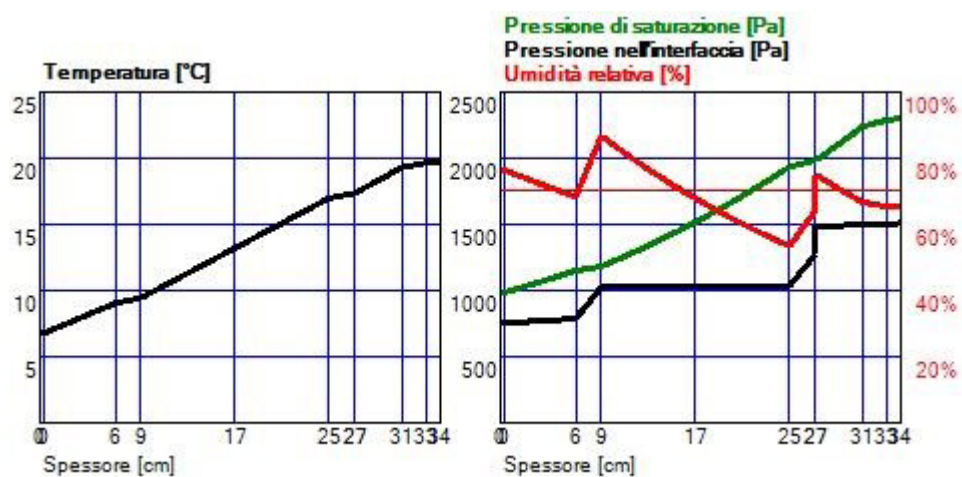


Grafico 7.12 - C.V. 03.2: verifica di condensa interstiziale

C.V. 03.3

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 6 cm realizzato con lana di roccia intonacata.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Lana di roccia	60	0,035	1046	5	100
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

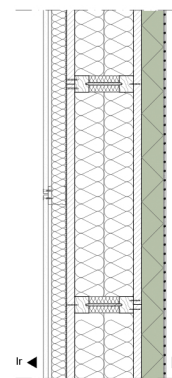


Figura 7.59 - C.V. 03.3

Tabella 7.36 - C.V. 03.3

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	34,1	cm
Massa superficiale	54	kg/m ²
Resistenza	7,96	m ² K/W
Trasmittanza U	0,126	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01	W/m ² K
Sfasamento	13,5	h

Tabella 7.37 - C.V. 03.3: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

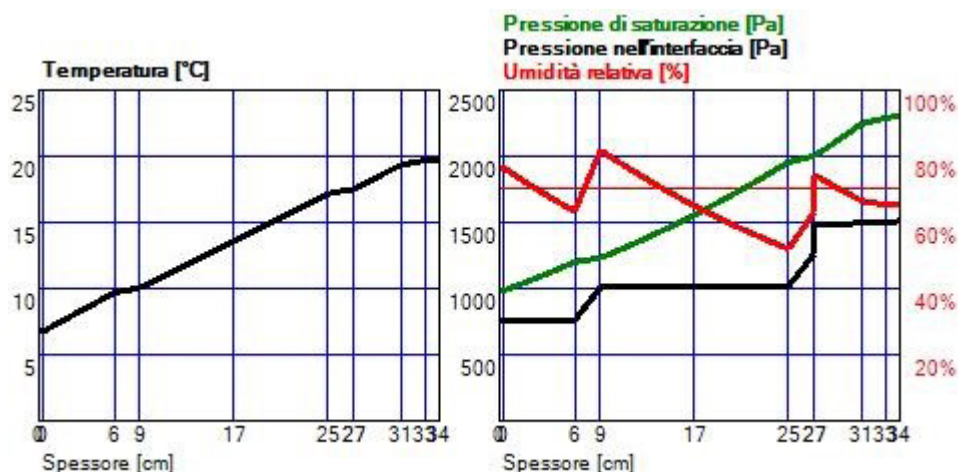


Grafico 7.13 - C.V. 03.3: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 03.4

La stratigrafia è caratterizzata dalla struttura a pannelli intelaiati chiusi da OSB, e dalla presenza di un sistema a cappotto di 6 cm realizzato con lana di roccia intonacata.

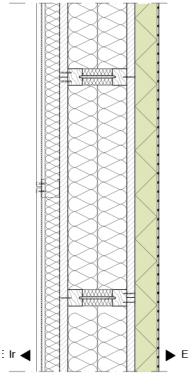


Figura 7.60 - C.V. 03.4

Tabella 7.38 - C.V. 03.4

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
EPS	40	0,031	1464	6	19
Intonaco	4	0,8	1000	6	1600

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	34,1	cm
Massa superficiale	48,9	kg/m ²
Resistenza	8,12	m ² K/W
Trasmittanza U	0,123	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y_{ie}	0,01	W/m ² K
Sfasamento	13	h

Tabella 7.39 - C.V. 03.4: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

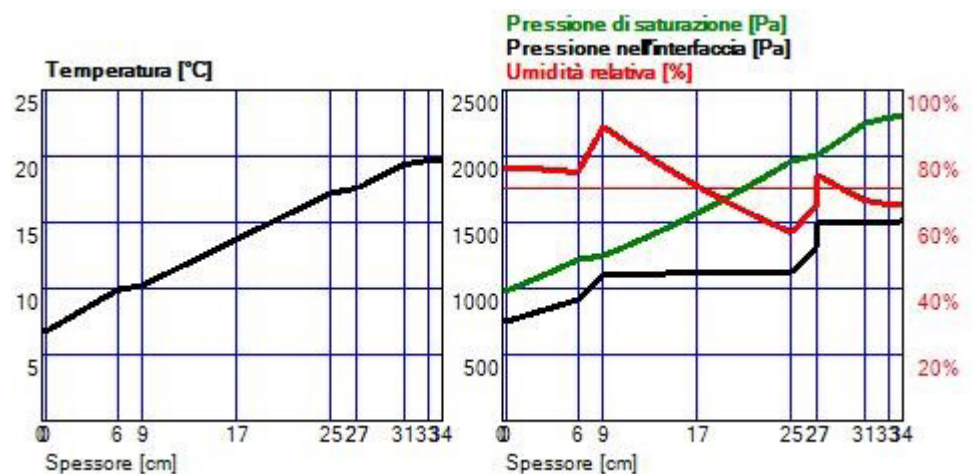


Grafico 7.14 - C.V. 03.4: verifica di condensa interstiziale

C.V. 04

Chiusura verticale con facciata ventilata (isolante 4 cm) e rivestimento in CLS.

C.V. 04	Spessore [mm]	Variabili	Prodotti	Codice
Gesso rivestito	12,5		GKB	
Aria	10			
Lana di roccia	40			
Barriera al vapore	< 1		USB micro 100/20	
Struttura portante	130-160	x	Steico Wall X-lam	C.V. 04.2
Sistema di facciata ventilata	40+20	x	Fibra di legno	C.V. 04.1
			Lana di roccia	C.V. 04.3
			Lana di vetro	C.V. 04.4
Finitura esterna	25		CLS	

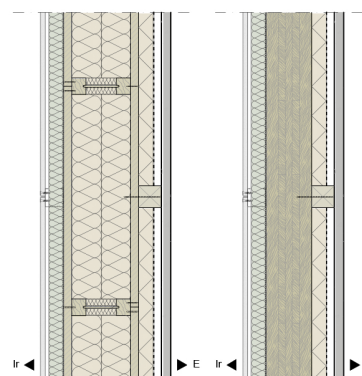


Figura 7.61 - C.V. 04

Tabella 7.40 - C.V. 04: variabili

Sulla stratigrafia vengono in particolare analizzate le prestazioni termiche al variare del materiale isolante del sistema di facciata ventilata per uno spessore di 4 cm; la soluzione massiccia viene inserita al fine di valutare l'incidenza del peso su un sistema (facciata ventilata) più articolato, che prevede uno spessore di isolamento termico aggiuntivo.

La tabella seguente riporta le caratteristiche fondamentali per le analisi termiche e igrometriche relative ad ogni prodotto utilizzato nelle combinazioni che seguono.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore		Densità [kg/m³]
				Dry	Humid	
GKB	12,5	0,2	1004	10	4	680
Aria	20	0,11	1000	1		1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5		40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544		211
OSB/3	22	0,10	1700	100		530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3		50
Steico Wall	160	Flange: 0,13 Anima: 0,18	1600 1700	50	20	500
				10	20	600
X-lam	124	0,12	1600	20		420
Fibra di legno	40	0,037	2100	3		110
Lana di roccia	40	0,034	1030	1		70
Lana di vetro	40	0,032	1032	1		32
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61		303
USB windtop UV	0,4	0,22	1700	333		393
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1		1
Lastra CLS	25	2	1000	80		2400

Tabella 7.41 - C.V. 04: materiali

C.V. 04.1

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in fibra di legno, membrana ad alta traspirazione ($S_d=0,02$ m) in 3 strati (PP.PP.PP) di tenuta al vento per facciate ventilate a giunti chiusi.

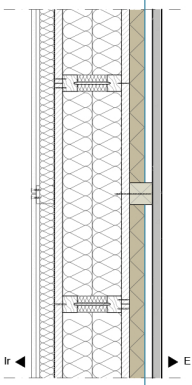


Figura 7.62 - C.V. 04.1

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	40	0,037	2100	3	110
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61	303
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

Tabella 7.42 - C.V. 04.1

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	36,2	cm
Massa superficiale	46,1+60	kg/m²
Resistenza	7,33	m²K/W
Trasmittanza U	0,136	W/m²K
Trasmittanza periodica Y_{ie}	0,02	W/m²K
Sfasamento	15	h

Tabella 7.43 - C.V. 04.1: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

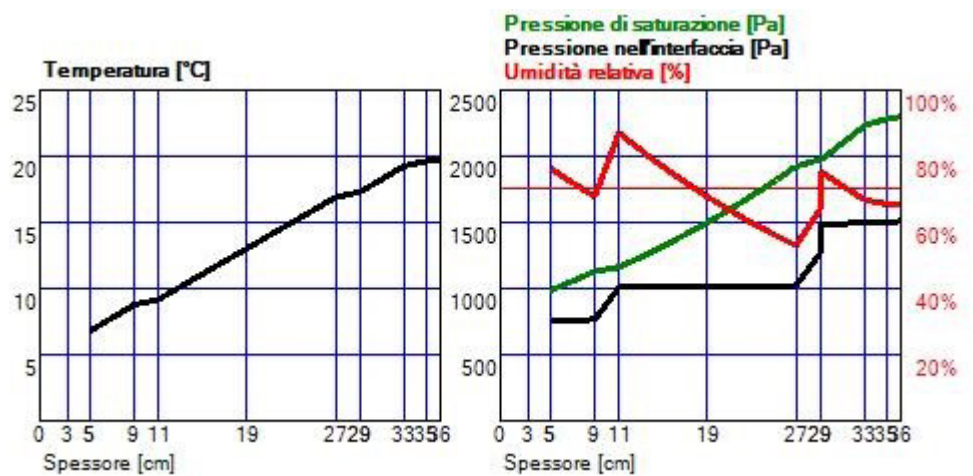


Grafico 7.15 - C.V. 04.1: verifica di condensa interstiziale

C.V. 04.2

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in fibra di legno, membrana traspirante ($S_d=0,14$ m) di tenuta al vento per facciate ventilate in 3 strati (PUR.PP) a giunti aperti.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	40	0,037	2100	3	110
USB windtop UV	0,4	0,22	1700	333	393
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

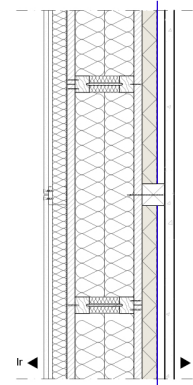


Figura 7.63 - C.V. 04.2

Tabella 7.44 - C.V. 04.2

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	36,2	cm
Massa superficiale	46,1+60	kg/m ²
Resistenza	7,33	m ² K/W
Trasmittanza U	0,136	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y_{ie}	0,02	W/m ² K
Sfasamento	15	h

Tabella 7.45 - C.V. 04.2: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

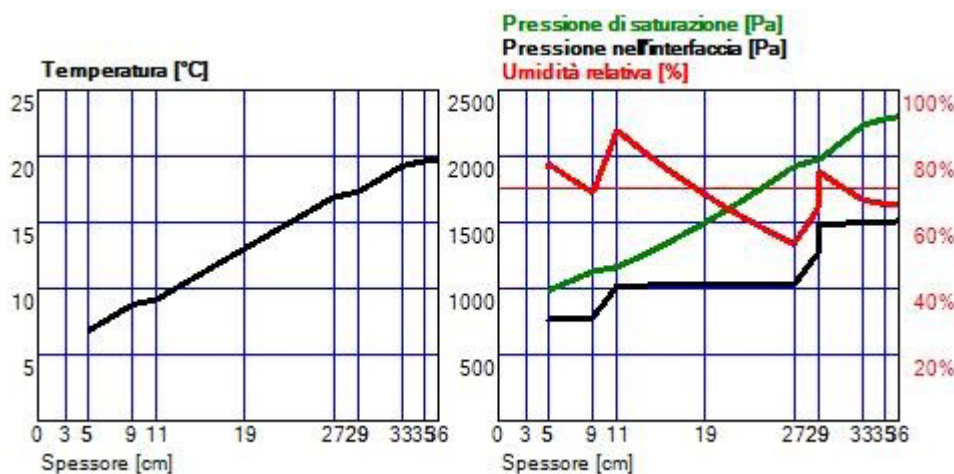


Grafico 7.16 - C.V. 04.2: verifica di condensa interstiziale

Si nota come le due membrane non incidano sulle prestazioni termo-igrometriche della stratigrafia; nella progettazione del sistema di facciata in lastre prefabbricate in CLS ad alte prestazioni di finitura, si definirà il dettaglio tecnico dell'apertura del giunto.

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 04.3

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in fibra di legno, membrana ad alta traspirazione, e struttura portante massiccia in X-lam.

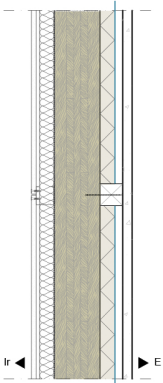


Figura 7.64 - C.V. 04.3

Tabella 7.46 - C.V. 04.3

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
X-lam	124	0,12	1600	20	420
Fibra di legno	40	0,037	2100	3	110
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61	303
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	28,2	cm
Massa superficiale	66,8+60	kg/m ²
Resistenza	3,71	m ² K/W
Trasmittanza U	0,269	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,04	W/m ² K
Sfasamento	12	h

Tabella 7.47 - C.V. 04.3: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

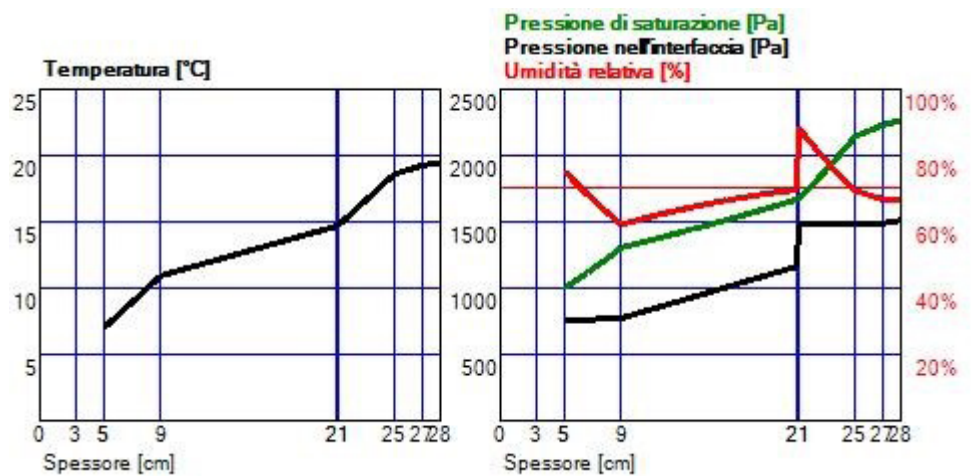


Grafico 7.17 - C.V. 04.3: verifica di condensa interstiziale

C.V. 04.4

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in lana di roccia, membrana ad alta traspirazione.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Lana di roccia	40	0,034	1030	1	70
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61	303
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

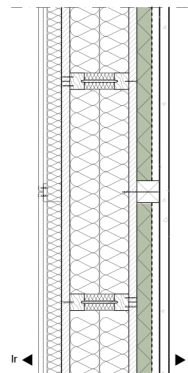


Figura 7.65 - C.V. 04.4

Tabella 7.48 - C.V. 04.4

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	36,2	cm
Massa superficiale	44,5+60	kg/m ²
Resistenza	7,43	m ² K/W
Trasmittanza U	0,135	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,02	W/m ² K
Sfasamento	14,5	h

Tabella 7.49 - C.V. 04.4: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

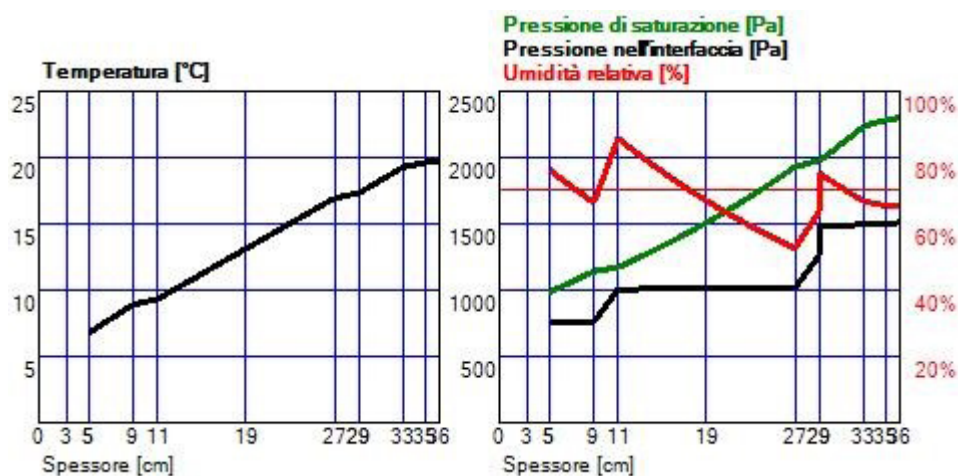


Grafico 7.18 - C.V. 04.4: verifica di condensa interstiziale

Si nota come le due membrane non incidano sulle prestazioni termo-igrometriche della stratigrafia; nella progettazione del sistema di facciata in lastre prefabbricate in CLS ad alte prestazioni di finitura, si definirà il dettaglio tecnico dell'apertura del giunto.

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 04.5

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in lana di vetro, membrana ad alta traspirazione.

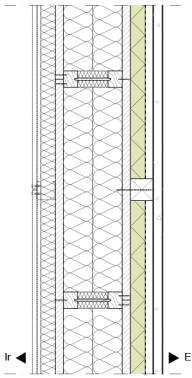


Figura 7.66 - C.V. 04.5

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Lana di vetro	40	0,032	1032	1	32
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61	303
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

Tabella 7.50 - C.V. 04.5

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	36,2	cm
Massa superficiale	43+60	kg/m²
Resistenza	7,5	m²K/W
Trasmittanza U	0,133	W/m²K
Trasmittanza periodica Y_{ie}	0,02	W/m²K
Sfasamento	14,5	h

Tabella 7.51 - C.V. 04.5: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

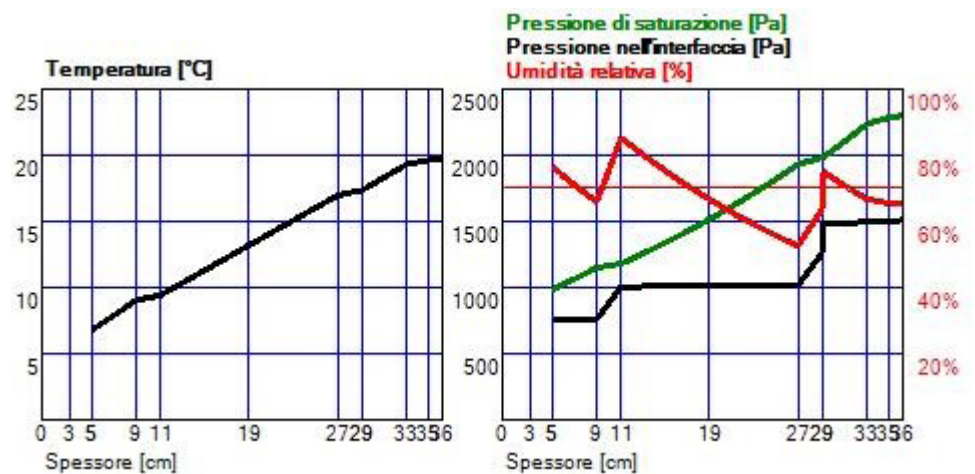


Grafico 7.19 - C.V. 04.5: verifica di condensa interstiziale

C.V. 05

Chiusura verticale con facciata ventilata (isolante 6 cm) e rivestimento in CLS.

C.V. 05	Spessore [mm]	Variabili	Prodotti	Codice
Gesso rivestito	12,5		GKB	
Aria	10			
Lana di roccia	60			
Barriera al vapore	< 1		USB micro 100/20	
Struttura portante	130-160	x	Steico Wall X-lam	C.V. 05.2
Sistema di facciata ventilata	60+20	x	Fibra di legno Lana di roccia Lana di vetro	C.V. 05.1 C.V. 05.3 C.V. 05.4
Finitura esterna	25		CLS	

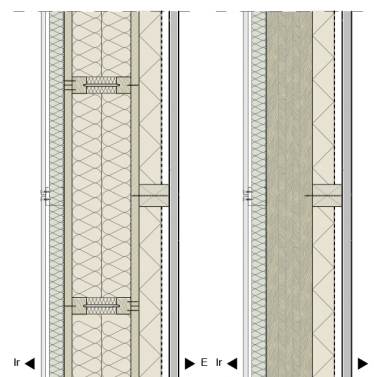


Figura 7.67 - C.V. 05

Tabella 7.52 - C.V. 05: variabili

Sulla stratigrafia vengono in particolare analizzate le prestazioni termiche al variare del materiale isolante del sistema di facciata ventilata per uno spessore di 6 cm; la soluzione massiccia viene inserita al fine di valutare l'incidenza del peso su un sistema (facciata ventilata) più articolato, che prevede uno spessore di isolamento termico aggiuntivo.

La tabella seguente riporta le caratteristiche fondamentali per le analisi termiche e igrometriche relative ad ogni prodotto utilizzato nelle combinazioni che seguono.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore		Densità [kg/m³]
				Dry	Humid	
GKB	12,5	0,2	1004	10	4	680
Aria	20	0,11	1000	1		1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5		40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544		211
OSB/3	22	0,10	1700	100		530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3		50
Steico Wall	160	Flange: 0,13	1600	50	20	500
		Anima: 0,18	1700	10	20	600
X-lam	124	0,12	1600	20		420
Fibra di legno	60	0,037	2100	3		110
Lana di roccia	60	0,034	1030	1		70
Lana di vetro	60	0,032	1032	1		32
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61		303
USB windtop UV	0,4	0,22	1700	333		393
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1		1
Lastra CLS	25	2	1000	80		2400

Tabella 7.53 - C.V. 05: materiali

C.V. 05.1

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in fibra di legno, membrana ad alta traspirazione.

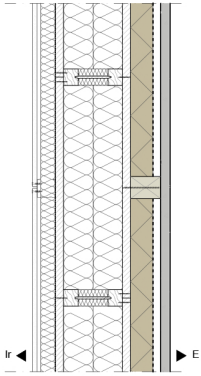


Figura 7.68 - C.V. 05.1

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	60	0,037	2100	3	110
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61	303
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

Tabella 7.54 - C.V. 05.1

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	38,2	cm
Massa superficiale	48,3+60	kg/m ²
Resistenza	7,87	m ² K/W
Trasmittanza U	0,127	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01	W/m ² K
Sfasamento	16	h

Tabella 7.55 - C.V. 05.1: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

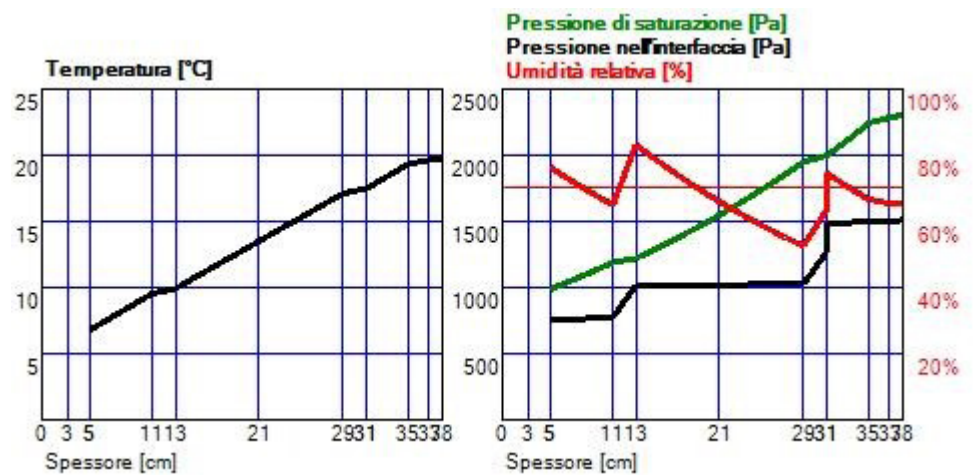


Grafico 7.20 - C.V. 05.1: verifica di condensa interstiziale

C.V. 05.2

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in lana di roccia, membrana ad alta traspirazione.

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Lana di roccia	60	0,034	1030	1	70
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61	303
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

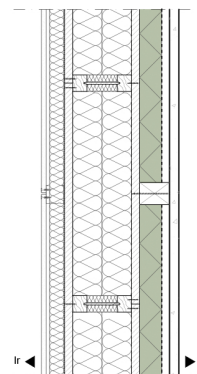


Figura 7.69 - C.V. 05.2

Tabella 7.56 - C.V. 05.2

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	38,2	cm
Massa superficiale	45,9+60	kg/m ²
Resistenza	8,02	m ² K/W
Trasmittanza U	0,125	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01	W/m ² K
Sfasamento	15	h

Tabella 7.57 - C.V. 05.2: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

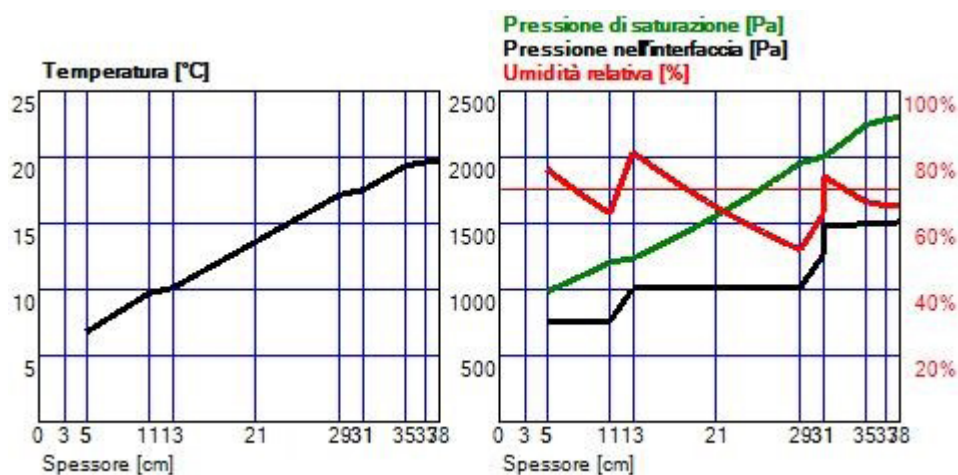


Grafico 7.21 - C.V. 05.2: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 05.3

La stratigrafia è caratterizzata da un sistema di facciata ventilata con isolamento in lana di vetro, membrana ad alta traspirazione.

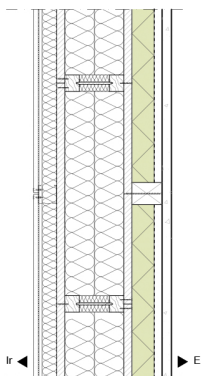


Figura 7.70 - C.V. 05.3

Prodotto	Spessore [mm]	Conducibilità [W/mK]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza al vapore	Densità [kg/m ³]
GKB	12,5	0,2	1004	10 4	680
Aria	20	0,11	1000	1	1
Lana di roccia	40	0,037	1046	5	40
USB micro light	0,57	0,22	1700	17544	211
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Fibra di legno	80 x 2	0,038	2100	3	50
OSB/3	22	0,10	1700	100	530
Lana di vetro	60	0,032	1032	1	32
USB wall 100	0,3	0,22	1700	61	303
Aria (ventilata)	20	0,143	1400	1	1
Lastra CLS	25	2	1000	80	2400

Tabella 7.58 - C.V. 05.3

Le analisi (software PAN 7.0) hanno prodotto i seguenti valori che caratterizzano la stratigrafia in termini fisici e termici:

Spessore tot.	38,2	cm
Massa superficiale	43,6+60	kg/m ²
Resistenza	8,13	m ² K/W
Trasmittanza U	0,123	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01	W/m ² K
Sfasamento	14,5	h

Tabella 7.59 - C.V. 05.3: dati caratteristici

La verifica di resistenza è stata effettuata sul mese critico di Dicembre:

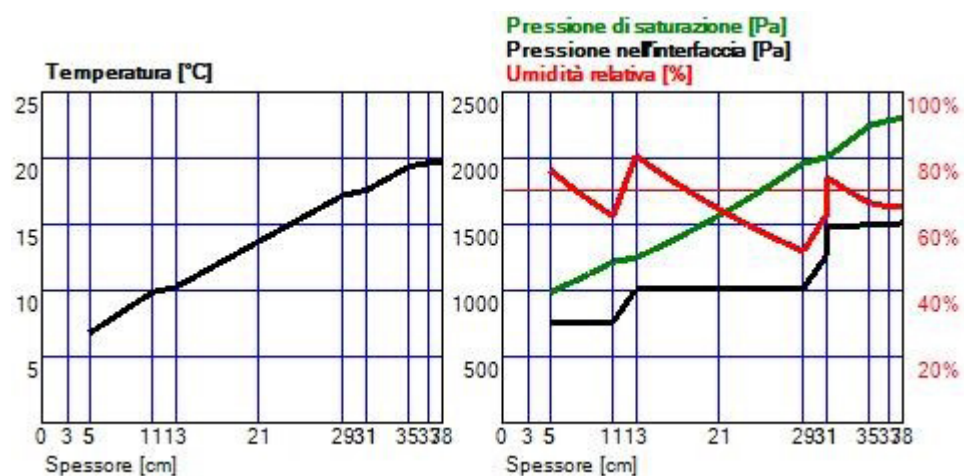


Grafico 7.22 - C.V. 05.3: verifica di condensa interstiziale

Stratigrafia	Spessore [cm]	Trasmittanza [W/m ² K]	Massa [kg/m ²]	Verifiche termo-igrometriche		
				U	Muffa	Condensa
C.V. 01.1	28,9	0,159	55,9	si	si	no
C.V. 01.2	28,9	0,159	55,9	si	si	si
C.V. 01.3	28,9	0,159	56,2	si	si	si
C.V. 01.4	28,9	0,159	55,8	si	si	si
C.V. 01.5	20,9	0,376	76,7	no	si	no
C.V. 01.6	20,9	0,377	76,6	no	si	si
C.V. 02.1	32,1	0,141	58,5	si	si	si
C.V. 02.2	24,1	0,289	79,3	no	si	si
C.V. 02.3	32,1	0,135	52	si	si	si
C.V. 02.4	32,1	0,133	48,6	si	si	si
C.V. 03.1	34,1	0,133	63,9	si	si	si
C.V. 03.2	26,1	0,258	84,6	no	si	si
C.V. 03.3	34,1	0,126	53,9	si	si	si
C.V. 03.4	34,1	0,123	49,1	si	si	si
C.V. 04.1	36,2	0,136	106,1	si	si	si
C.V. 04.2	36,2	0,136	106,1	si	si	si
C.V. 04.3	28,2	0,269	126,8	no	si	si
C.V. 04.4	36,2	0,135	104,5	si	si	si
C.V. 04.5	36,2	0,133	103,0	si	si	si
C.V. 05.1	38,2	0,127	108,3	si	si	si
C.V. 05.2	38,2	0,125	105,9	si	si	si
C.V. 05.3	38,2	0,123	103,6	si	si	si

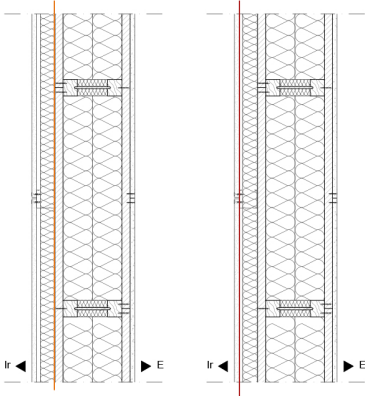
Tabella 7.60 - Report stratigrafie

Progettazione in ambiente esterno

Vengono di seguito riportate le analisi termo-igrometriche delle stratigrafie più prestazionali in condizioni di chiusura verso ambiente esterno; tali dati sono la base della progettazione tecnologica dei volumi di nuova edificazione esterni al tubificio, per mantenere coerenza nel linguaggio progettuale.

C.V. 01.2/4 - esterno

Chiusura verticale con struttura intelaiata chiusa da pannelli OSB e lastra esterna in fibrocemento (senza cappotto): posizione della barriera al vapore.



Spessore tot.	28,9	cm
Massa superficiale	55,9	kg/m ²
Resistenza	6,16	m ² K/W
Trasmittanza U	0,162	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,05	W/m ² K
Sfasamento	9,5	h

Figura 7.71 - C.V. 01.2/4- esterno

Tabella 7.61 - C.V. 01.2/4- esterno: dati

Posizionamento della barriera al vapore sulla superficie più interna del pannello OSB (USB micro 100/20).

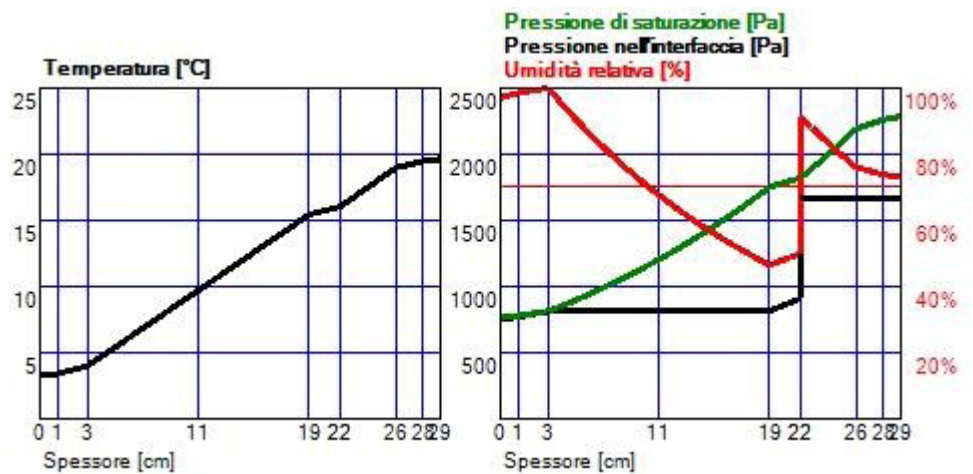


Grafico 7.23 - C.V. 01.2 - esterno: verifica di condensa interstiziale

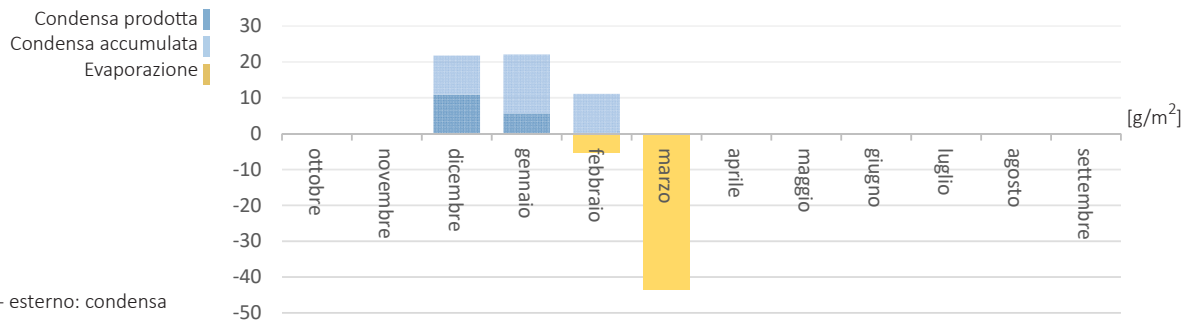


Grafico 7.24 - C.V. 01.2 - esterno: condensa

Posizionamento della barriera al vapore sulla superficie esterna della lastra in gesso rivestito (GKB+BV).

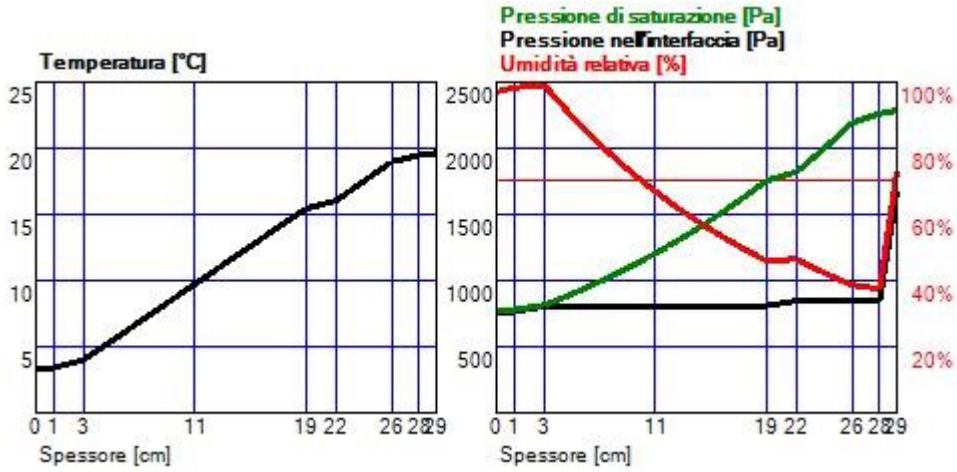


Grafico 7.25 - C.V. 01.4- esterno: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 02/03.1 - esterno

Chiusura verticale con struttura intelaiata chiusa da pannelli OSB e sistema a cappotto (fibra di legno 4 cm) intonacato.

	C.V. 02.1	C.V. 03.1	
Spessore tot.	32,1	34,1	cm
Massa superficiale	58,5	63,9	kg/m ²
Resistenza	6,99	7,40	m ² K/W
Trasmittanza U	0,143	0,135	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,02	0,01	W/m ² K
Sfasamento	13,25	14,75	h

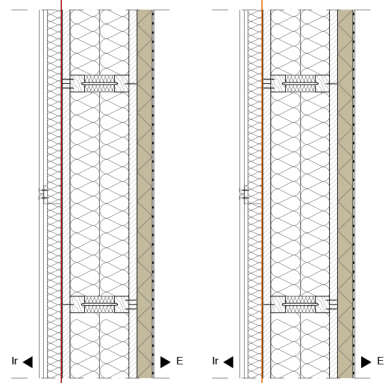


Figura 7.72 - C.V. 02/03.1- esterno
Figura 7.62 - C.V. 02/03.1- esterno: dati

C.V. 02.1: Cappotto in fibra di legno da 4 cm e barriera al vapore USB micro light

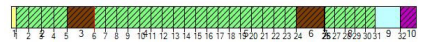
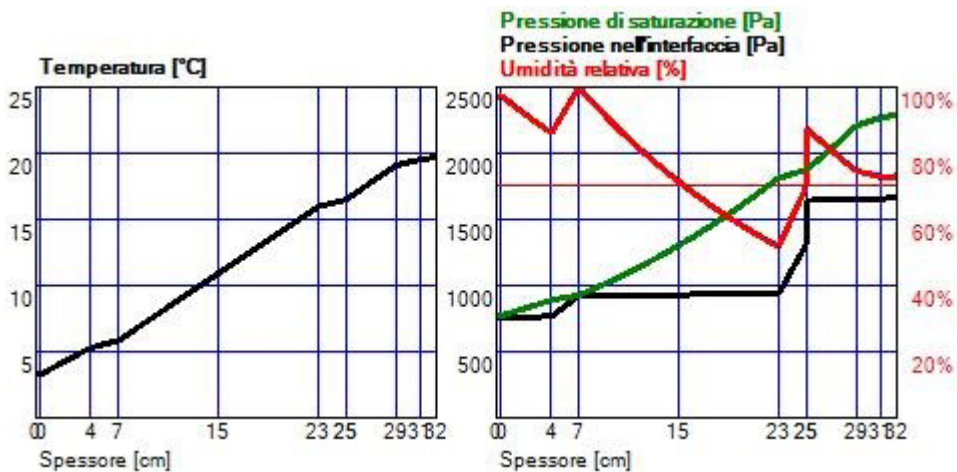
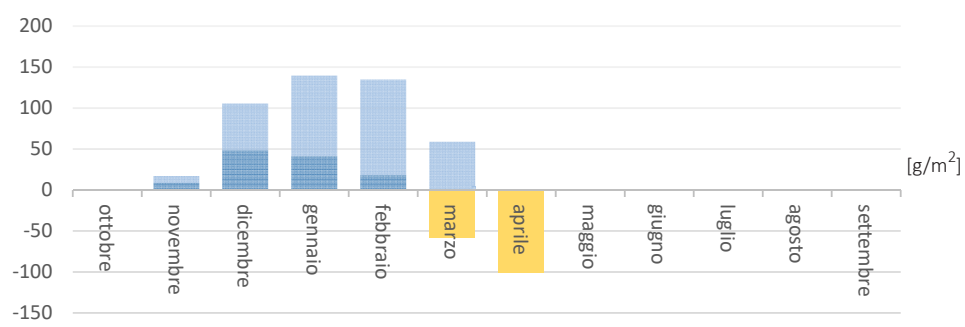


Grafico 7.26 - C.V. 02.1- esterno: verifica di condensa interstiziale



- Condensa prodotta
- Condensa accumulata
- Evaporazione

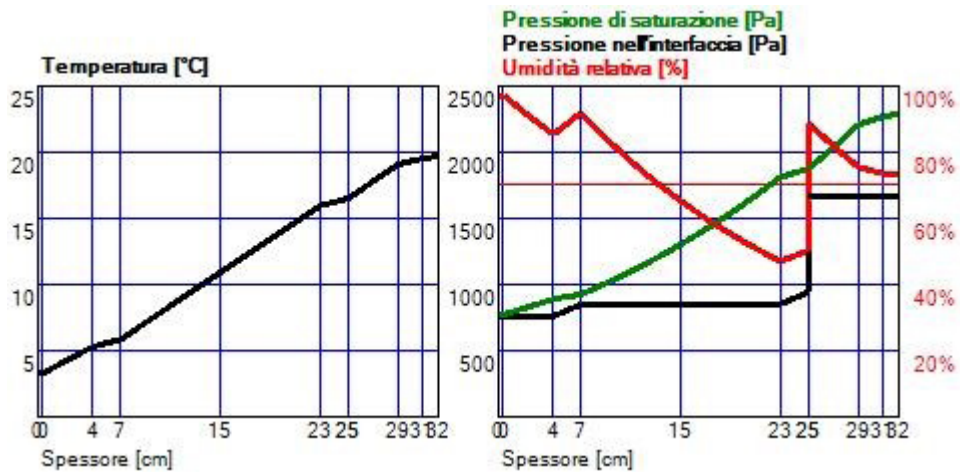
Grafico 7.27 - C.V. 02.1- esterno: condensa

- Verifica Trasmittanza
- Verifica Muffa
- Verifica Condensa interstiziale

C.V. 02.1: Cappotto in fibra di legno da 4 cm e barriera al vapore USB micro 100/20

Grafico 7.28 - C.V. 02.1 - esterno: verifica di condensa interstiziale

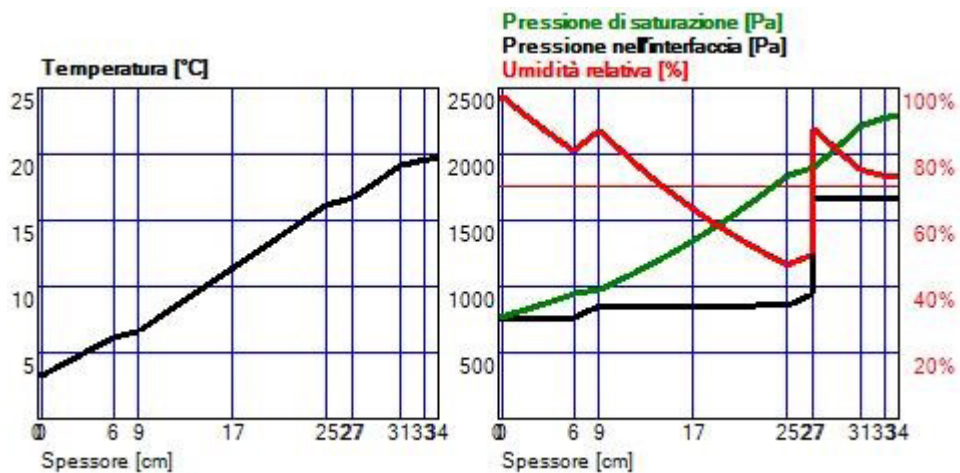
- Verifica Trasmittanza ■
- Verifica Muffa ■
- Verifica Condensa interstiziale ■



C.V. 03.1 (bis): Cappotto in fibra di legno da 6 cm e barriera al vapore USB micro 100/20

Grafico 7.29 - C.V. 03.1 (bis) - esterno: verifica di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza ■
- Verifica Muffa ■
- Verifica Condensa interstiziale ■

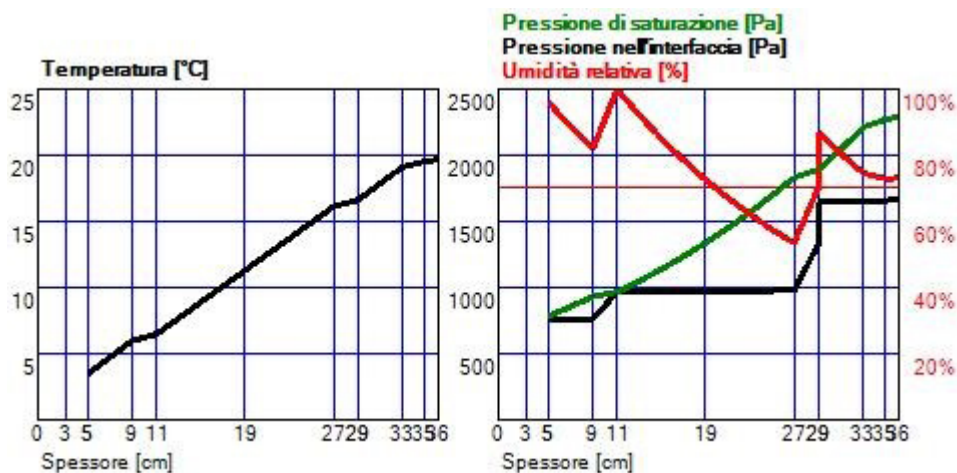


La medesima soluzione, posta in un ambiente non riscaldato, non presenta problemi di condensa interstiziale. Per garantire le prestazioni richieste viene utilizzata una barriera al vapore USB micro 100/20 (lo stesso con isolante di spessore superiori).

Rilevanza delle caratteristiche della barriera al vapore

Si nota in generale che, passando dalle caratteristiche di un ambiente non riscaldato ad uno esterno, è necessario l'uso di una barriera al vapore con resistenza più elevata. Nei seguenti grafici si confronta la soluzione con USB micro light, verificata per la prima condizione, a quella con USB micro 100/20, necessaria se in ambiente esposto.

C.V. 04.1



Struttura intelaiata e facciata ventilata (fibra di legno sp. 4 cm) - USB micro light

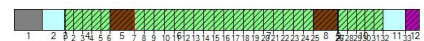
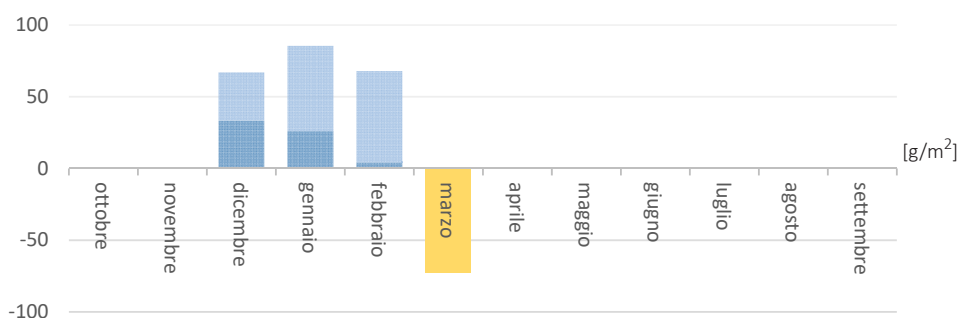


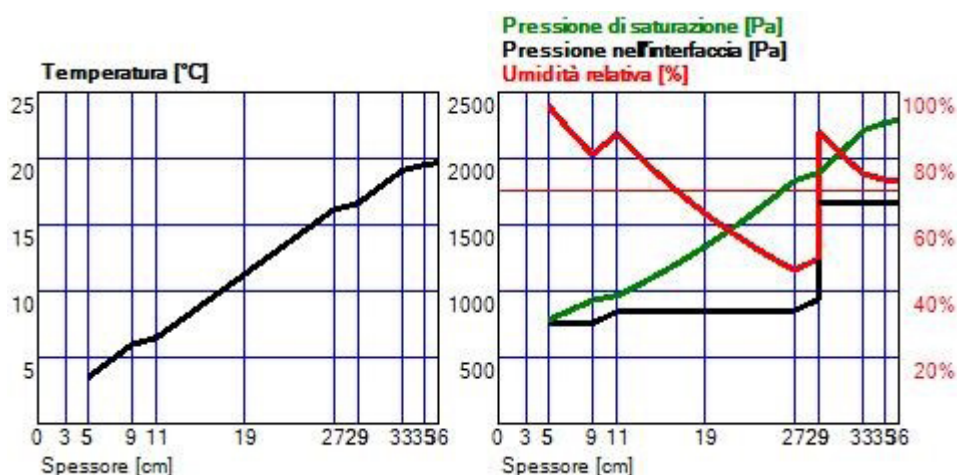
Grafico 7.30 - C.V. 04.1 - micro light: verifica di condensa interstiziale



Condensa prodotta
Condensa accumulata
Evaporazione

Grafico 7.31 - C.V. 04.1 - micro light: condensa

Verifica Trasmittanza
Verifica Muffa
Verifica Condensa interstiziale



Struttura intelaiata e facciata ventilata (fibra di legno sp. 4 cm) - USB micro 100/20

Grafico 7.32 - C.V. 04.1 - micro 100/20: verifica di condensa interstiziale

Verifica Trasmittanza
Verifica Muffa
Verifica Condensa interstiziale

C.V. 04.3

Struttura X-lam e facciata ventilata
(fibra di legno sp. 4 cm) - USB micro
light



Grafico 7.33 - C.V. 04.3 - micro 100/20: verifica di condensa interstiziale

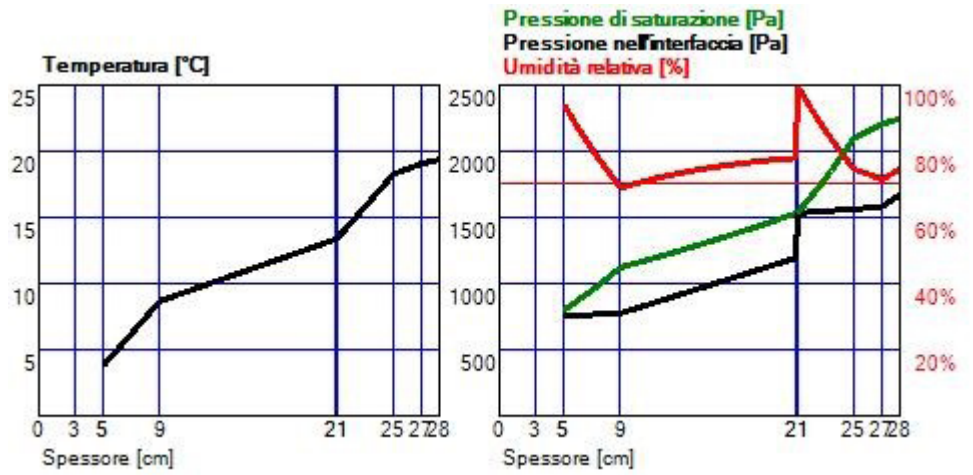
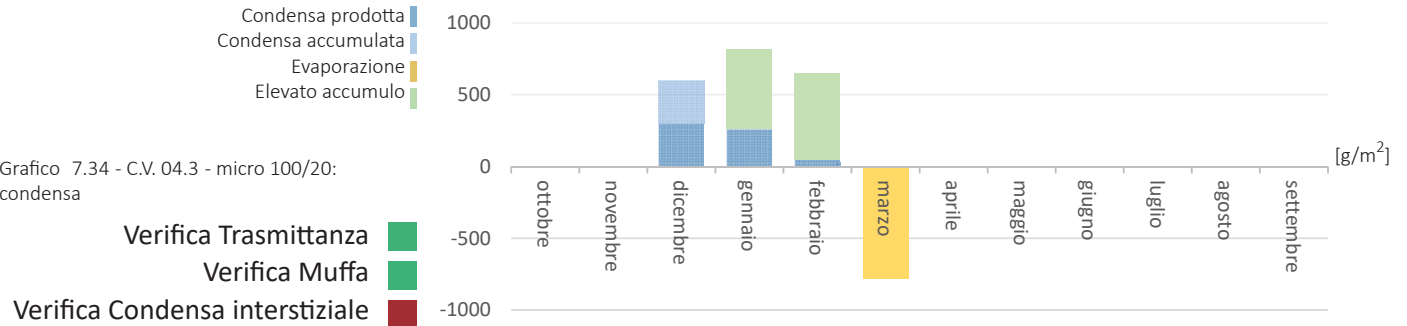


Grafico 7.34 - C.V. 04.3 - micro 100/20: condensa



Struttura X-lam e facciata ventilata
(fibra di legno sp. 4 cm) - GKB+BV

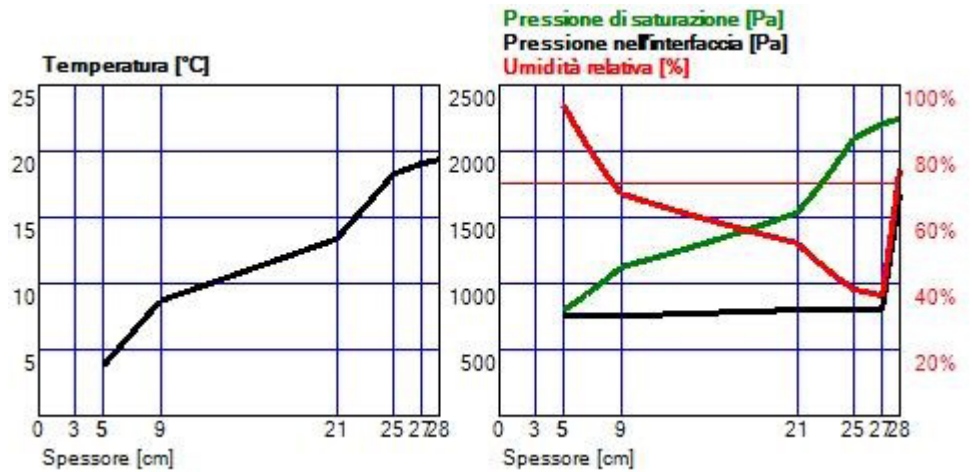
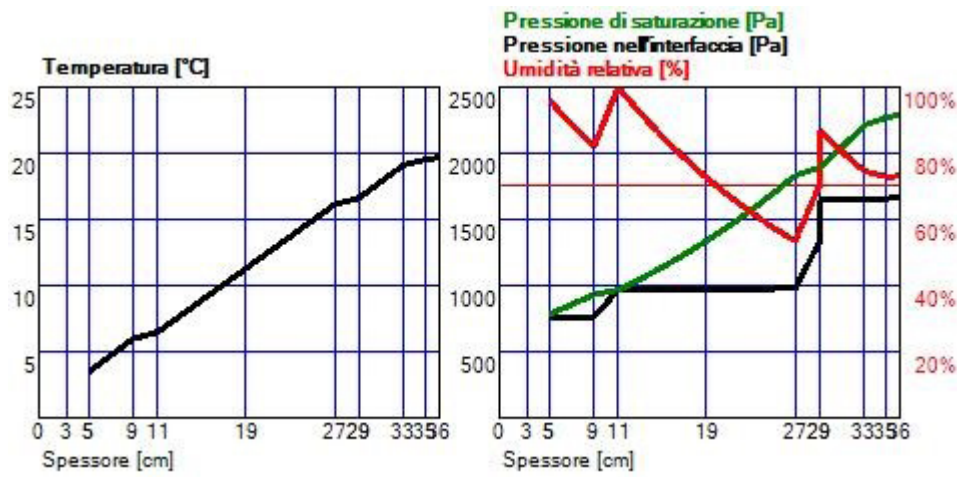


Grafico 7.34 - C.V. 04.3: verifica di condensa interstiziale

Verifica Trasmittanza
Verifica Muffa
Verifica Condensa interstiziale



Struttura intelaiata e facciata venti-
lata (fibra di legno sp. 6 cm) - USB
micro light



Grafico 7.35 - C.V. 05.1 - micro light: verifica di
condensa interstiziale

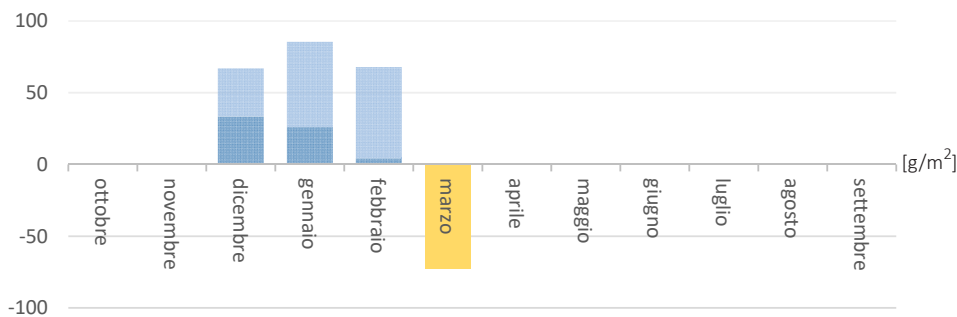
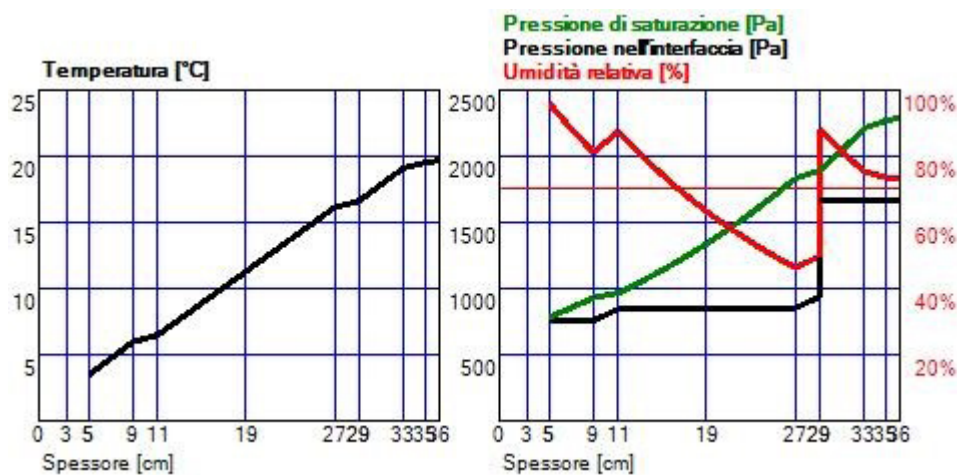


Grafico 7.36 - C.V. 05.1 - micro light: condensa

- Condensa prodotta
- Condensa accumulata
- Evaporazione
- Verifica Trasmittanza
- Verifica muffa
- Verifica Condensa interstiziale



Struttura intelaiata e facciata venti-
lata (fibra di legno sp. 6 cm) - USB
micro 100/20

Grafico 7.36 - C.V. 05.1 - micro 100/20: verifica
di condensa interstiziale

- Verifica Trasmittanza
- Verifica muffa
- Verifica Condensa interstiziale

Abachi di progetto

C.O. 01: Copertura piana

Trasmittanze termiche di riferimento secondo regolamenti regionali

	Dal 1° gennaio 2016
Coperture	0,22
Pareti	0,26
Pavimenti	0,26

Figura 7.73 - Trasmittanze di riferimento



Figura 7.74 - Elementi Steico Joist

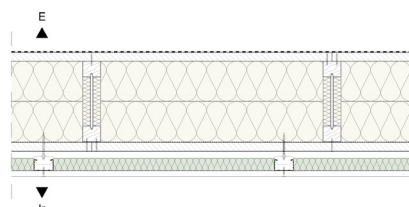
Il pacchetto di copertura rispetta le condizioni di progetto già definite: la trasmittanza dell'elemento tecnico viene confrontata con quella prevista dal DM 26/05/2015, pari a 0,22 W/m²K per le coperture rivolte verso l'esterno o ambiente non riscaldato.

Si prevede la medesima tecnologia prefabbricata a secco definita per i pannelli verticali, una struttura in elementi portanti lignei (Steico Joists) chiusi tra due pannelli OSB; lo spazio vuoto tra gli elementi lineari è riempito con fibra di legno insufflata così da garantire l'isolamento termico necessario all'interno dello spessore portante della stratigrafia.

Internamente viene realizzato un controsoffitto minimo per l'impiantistica (elettrico), isolato con lana di vetro e lastre adatte all'ambiente.

Esternamente non si ritiene necessario l'impiego di ulteriore isolante termico poiché le prestazioni richieste sono già raggiunte dai 20 cm di fibra di legno interposta alle travi a I (minimizzazione del ponte termico dovuto alla discontinuità dell'isolante). L'accessibilità al tetto è necessaria solo in caso di manutenzione; l'assenza di fenomeni atmosferici diretti quali vento e neve richiede essenzialmente una progettazione volta a garantire la tenuta all'aria; sul pannello esterno in OSB viene posizionato una membrana impermeabilizzante in PVC (Armourplan SM).

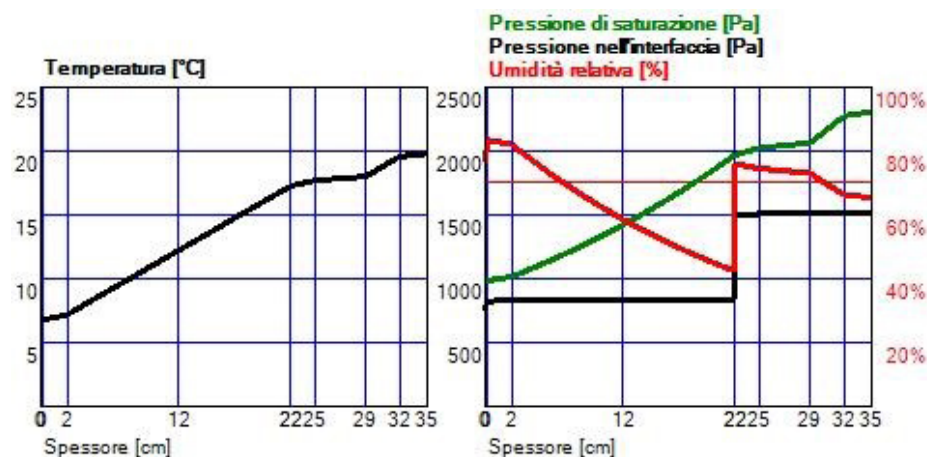
Figura 7.75 - Copertura di progetto



- 1) Membrana impermeabilizzante in PVC, sp. 1,5 mm, $\rho=1333 \text{ kg/m}^3$, $\mu=10000$, $S_D=15 \text{ W/mK}$ (Armourplan SM)
- 2) Pannello OSB/3*
- 3) Isolamento in fibra di legno*, sp. 20 cm
- 4) Travi lignee a sezione I (Steico Joists)
- 5) Barriera al vapore in PE retinato bianco sp. 0,22 mm, $\rho=940 \text{ kg/m}^3$, $\mu=700000$, $S_D=140 \text{ m}$ (DS 65 PE, Riwegra)
- 6) Pannello OSB/3*
- 7) Controsoffitto (spazio impiantistico di 5 cm)
- 8) Isolante in lana di vetro in rotoli sp. 30 mm, $\rho=15 \text{ kg/m}^3$, $\mu=1$, $\lambda=0,037 \text{ W/mK}$ (Ekovetro P- Ultracoustic)
- 9) lastra di finitura adatta all'ambiente

Grafico 7.37 - Copertura di progetto : verifica di condensa interstiziale

Tabella 7.63 - Copertura di progetto: dati

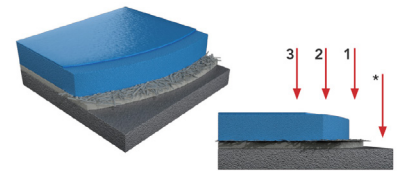


Spessore tot.	34,6	cm
Massa superficiale	53	kg/m ²
Resistenza	7,01	m ² K/W
Trasmittanza U	0,143	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y_{ie}	0,04	W/m ² K
Sfasamento	11	h

C.O. 02: Solaio rialzato

Il solaio è realizzato in pannelli xlam con massetto a secco in lastre di sottofondo per carichi elevati per tenere conto della possibilità di ospitare macchinari di notevole peso. I pannelli prefabbricati vengono posati su travi in legno lamellare, fissati alla platea cementizia di base esistente tramite appositi fissaggi. A differenza dei pannelli di parete e di copertura che arrivano in cantiere preassemblati (ad esclusione della parte interna di controparete/controsoffitto realizzata in seguito insieme alle pareti divisorie interne), la stratigrafia del solaio viene realizzata in opera, dall'isolamento, al sottofondo, fino alla finitura interna realizzata con prodotti appositamente studiati per ambienti di lavorazione dei prodotti alimentari e laboratori di ricerca, che richiedono caratteristiche quali facile lavabilità, assenza di giunti permeabili, resistenza alle sostanze chimiche.

Viene scelto un sistema in malta sintetica antibatterico (Basic Agro Solmmix System, IPM Italia).



-) Eventuale regolazione con Aquareg 2 (fibro armato)
- 1) Primer con Resitac
- 2) Malta sintetica con Ag-Solmix
- 3) Finitura con Ag-Solmix

Figura 7.76 - Sistema Basic Agro Solmmix System, IPM

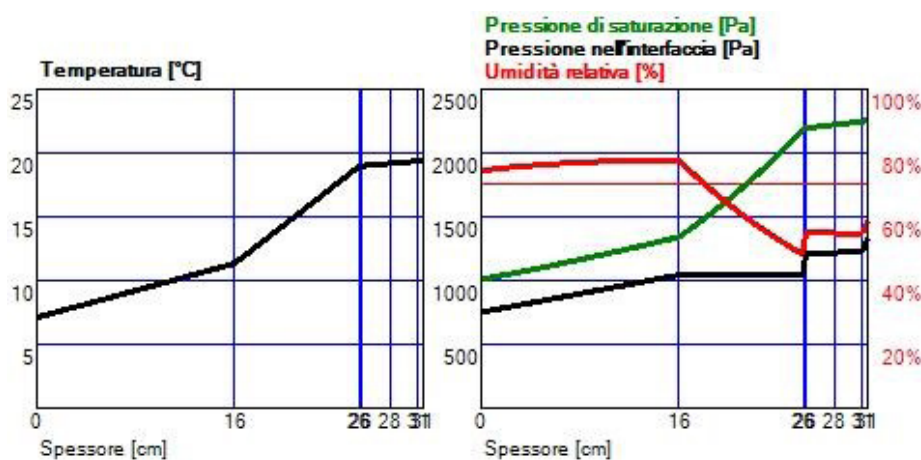


Figura 7.77 - Solaio di progetto

-
- 1) Sistema di pavimentazione antibatterica composta da livellante (a-Aquareg), primer (b-Resitac), malta sintetica con finitura (c-AG. Solmix)
 - 2) Sottofondo a secco in doppia lastra di distribuzione dei carichi (Knaufl, Brio)
 - 3) Strato di separazione in cartone catramato
 - 4) Isolamento in pannelli maschiati in fibra di legno ad alta densità (Tritherm, Top 180)
 - 5) Struttura portante in pannelli crosslam in legno di abete (Xlam Dolomiti)

Spessore tot.	30,9	cm
Massa superficiale	151,5	kg/m ²
Resistenza	4,18	m ² K/W
Trasmittanza U	0,23	W/m ² K
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0,01	W/m ² K
Sfasamento	19	h

Grafico 7.38 - Solaio di progetto : verifica di condensa interstiziale

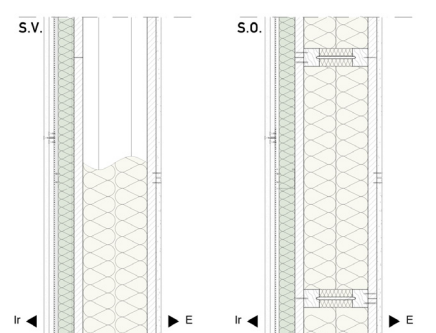
Tabella 7.64 - Solaio di progetto: dati

C.V. 01: Chiusura verticale

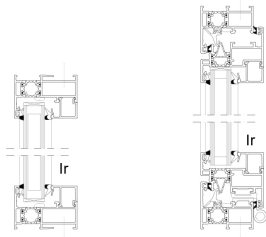
Le analisi precedentemente condotte sulle alternative tecnologiche, hanno portato alla scelta della soluzione C.V. 01.4, stratigrafia priva di cappotto esterno, con finitura in lastra in fibrocemento intonacata, controparete interna con lastra adeguata all'ambiente e barriera al vapore preaccoppiata ad essa.

La scelta di questa soluzione è dovuta in primo luogo al fatto che raggiunge le prestazioni termo-igrometriche richieste minimizzando massa e spessore, aspetti fondamentali per la gestione delle fasi di cantiere, in secondo luogo per tenere in considerazione la condizione di "ambiente non riscaldato" all'interno del quale si costruisce che, pur richiedendo da norma le medesime prestazioni, non necessita un iperisolamento.

Figura 7.78 - Parete di progetto



Serramenti



Le aperture degli ambienti di lavoro sono studiate per garantire il comfort luminoso e visivo. All'interno delle pareti prefabbricate, sono previsti due diversi moduli (larghezza 1,2 m) di aperture dei pannelli: elemento completamente vetrato, elemento vetrato da h=0,8 m. Fanno eccezione gli elementi della sala processo che, oltre ad avere uno sviluppo maggiore (altezza 8 m) consentono di sfruttare l'apertura della sola parte alta della parete per consentire il posizionamento dei macchinari sul perimetro.

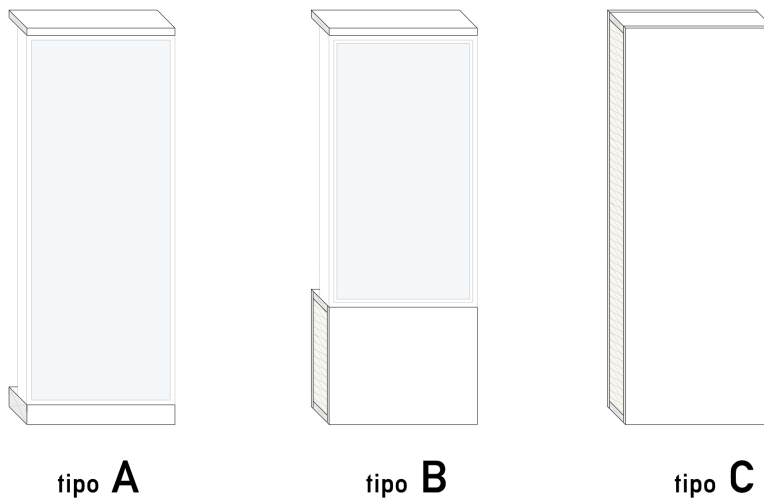
Figura 7.79 - Serramento fisso e apribile

Figura 7.80 - Tipologie di pannelli di parete

Tipo A: trasparente serramento fisso Metra, NC50STH Slim (sinistra, peso modulo 196 kg)

Tipo B: finestro serramento apribile Metra, NC50STH Slim imposta h=0,8 m (destra, peso modulo 163 kg)

Tipo C: Opaco chiusura verticale con struttura a telaio ligneo (Steico Wall, peso 155 kg)



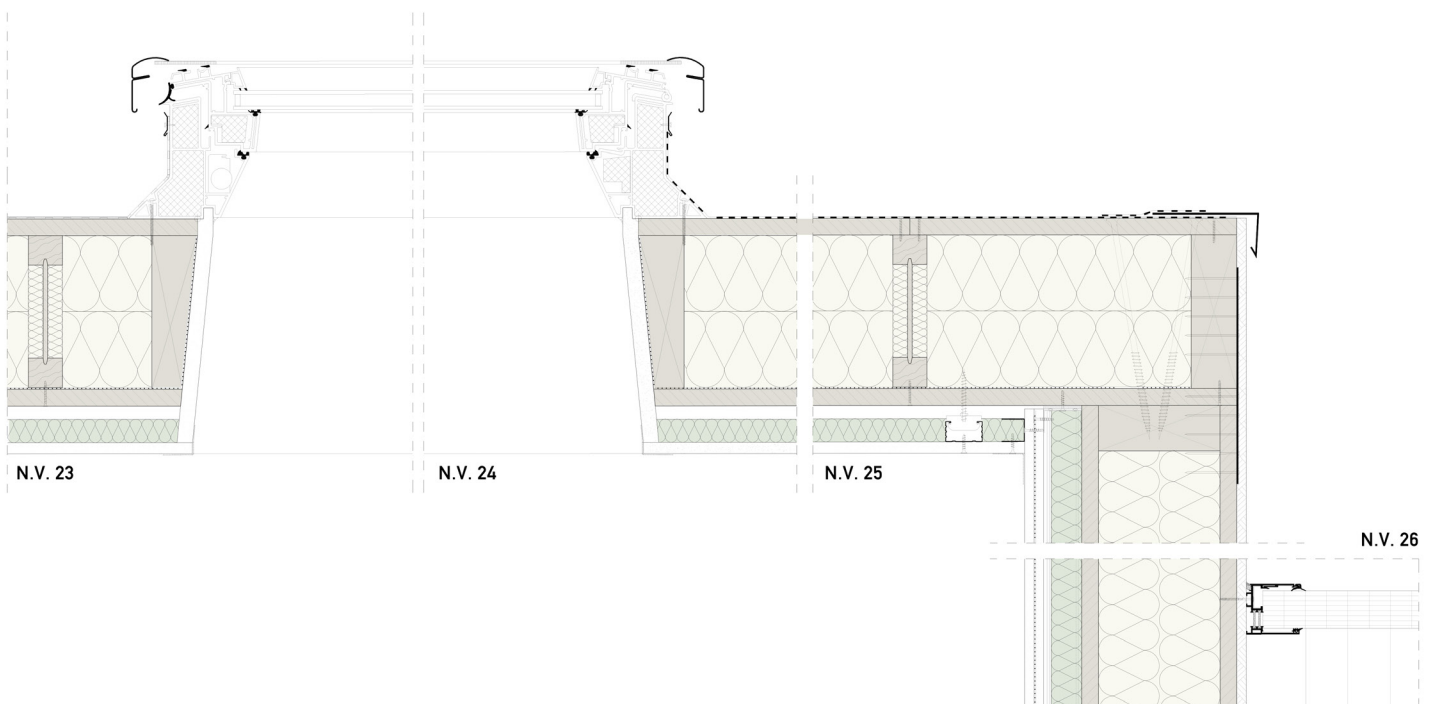
tipo A

tipo B

tipo C

Le analisi illuminotecniche hanno mostrato la necessità di inserire aperture zenitali per sfruttare al meglio la luce proveniente dai lucernari in copertura. Dove necessario vengono inseriti cupolini Velux apribile e tenda filtrante interna con controllo elettrico.

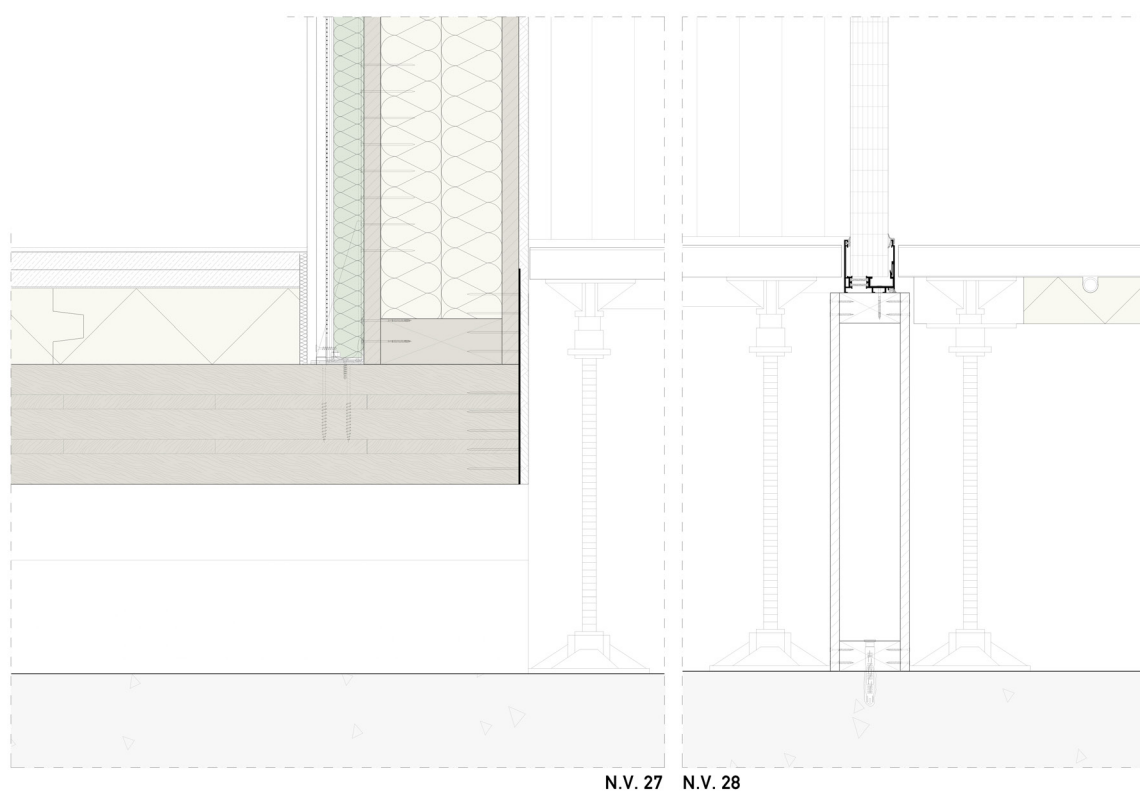
Figura 7.81 - Dettaglio: finestra da tetto



Corridoi in policarbonato

gli ambienti dei laboratori e degli uffici sono collegati tra loro da corridoi in policarbonato trasparente; questo sistema permette di raggiungere i diversi ambiti del laboratorio senza passare da un ambiente condizionato ad uno non condizionato; i corridoi infatti vengono climatizzati con un sistema a pavimento sovrelevato radiante per evitare drastici cambiamenti termici nel passare da un ambiente all'altro.

Figura 7.82 - Dettaglio: corridoi in policarbonato



Interventi sull'esistente

L'involucro esistente necessita di un'analisi approfondita dello stato di fatto, sia per quanto riguarda la capacità portante residua della struttura e i dettagli costruttivi di aggancio ad essa, che sullo stato di degrado dei materiali (distaccamenti, ruggine, inflorescenze, vegetazione) e relative modalità di intervento.

Le fasi di cantiere preliminare, relative alle sole azioni sull'esistente possono distinguersi come segue:

1. Delimitazione dell'area e installazione della segnaletica di cantiere
2. Demolizione dei volumi e porzioni di edificio previsti
3. Scavi tecnici necessari e demolizione delle fondazioni esistenti con volumetria demolita
4. Rimozione dei serramenti, dei lucernari e dei pannelli di copertura
5. Definizione degli accessi all'area e viabilità interna all'edificio

Gli interventi previsti sulla struttura esistente in seguito alle verifiche necessarie si distinguono tra interventi di consolidamento strutturale ed adattamento sismico, verniciatura della struttura metallica e pulitura della superficie delle strutture in cemento, installazione dei nuovi elementi tecnici di chiusura.

Figura 7.82 - Sistema Uniflair Access Floor, Schneider Electric

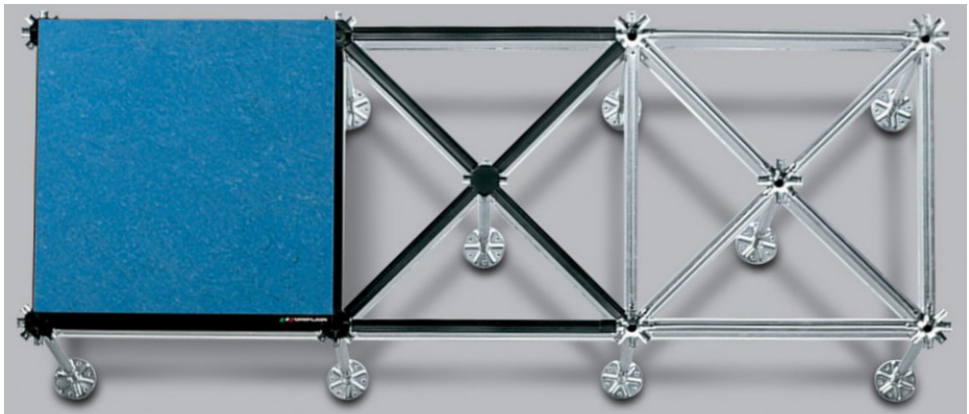
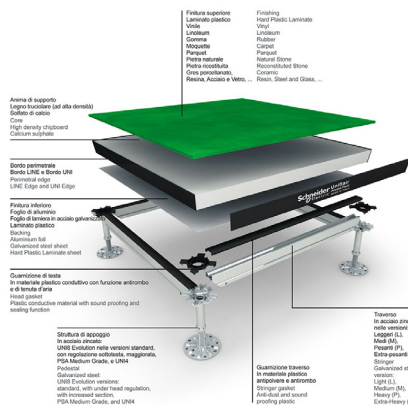
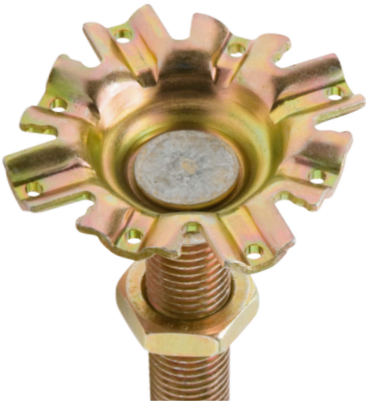
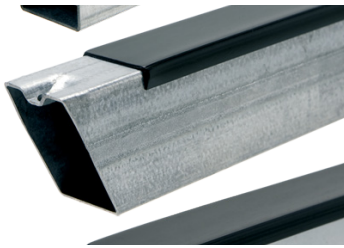
P.E.O. Pavimentazione tubificio

Nell'intera sezione di edificio recuperato, viene realizzato un pavimento sovrelevato per garantire uno spazio tecnico adeguato per gli impianti (in particolare scarichi ed elettrico) e per rendere uniforme e più prestazionale l'attuale pavimentazione che probabilmente consiste in una platea di CA di spessore maggiore di un metro.

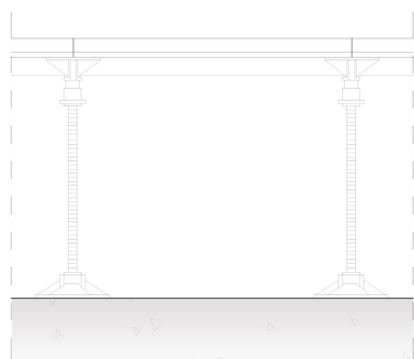
Il sistema Uniflair Access Floor di Schneider Electric è composto da moduli di pavimentazione e struttura di sostegno.

I moduli in materiale inerte a base di solfato di calcio (densità 1500 kg/m²) di dimensioni 60x120 cm e spessore 34,5 mm, garantiscono ottime proprietà meccaniche, di resistenza al fuoco, ridotta sensibilità all'umidità e notevole assorbimento acustico.

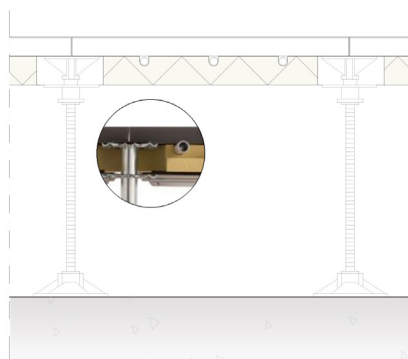
La finitura superficiale è realizzata con uno strato in vinile grigio; i moduli sono sigillati lungo il bordo con elastomero silconico che garantisce lavabilità e protezione degli impianti sottostanti. Il rivestimento inferiore è realizzato con una lamina di 0,9 mm di acciaio galvanizzato.



La struttura sottostante (UNI8 Evolution PSA) in acciaio, ha un'altezza massima di 450 mm, con base quadrata 100x100 mm, base rinforzata di 2,5 mm e barra filettata M20; i traversi utilizzati sono di tipo P (pesanti, a sezione chiusa) per garantire prestazioni meccaniche elevate, ricoperti con guarnizioni in materiale plastico estruso nero semirigido che garantisce tenuta all'aria, all'umidità ed elevate prestazioni acustiche, nell'aderenza tra struttura e pannello.



Sistema A

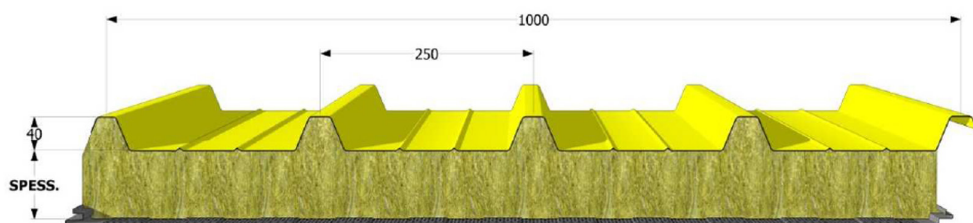


Sistema B

Le porzioni di pavimentazione interne ai corridoi in policarbonato sono dotate di sistema di riscaldamento radiante a pavimento.

P.E.O. 01: Copertura in pannelli sandwich

In copertura vengono rimossi tutti i pannelli e i lucernari, i quali vengono ricostruiti rispettandone le forme originali con pannelli di policarbonato e pannelli sandwich. Le falde (superficie tra due lucernari) leggermente inclinate (min 5%) vengono realizzate con pannelli sandwich di lamiera e lana di roccia; l'inclinazione alternata dei pannelli permette la raccolta delle acque meteoriche ungo i bordi dei lucernari rialzati, in un canale a doppia inclinazione (dall'asse di sviluppo principale dell'edificio verso i suoi prospetti N/O e S/E) che permette di raggiungere il canale di gronda.

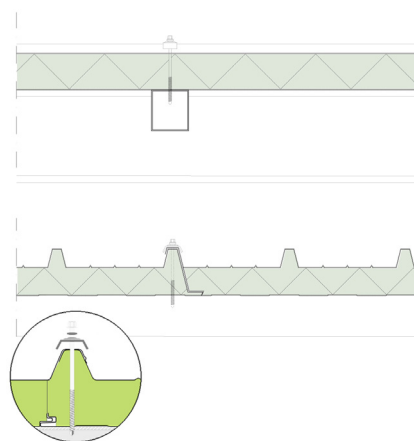


- Sistema A:
- 1) Pannelli in solfato di calcio con rivestimento inferiore in acciaio galvanizzato e finitura in pietra ricostruita/vetro (Uniflair, Access Floor, dim. 60x60 cm, sp. 34,5 mm)
 - 2) Struttura in acciaio galvanizzato regolabile (h=60 cm) e traversi tipo P
 - 3) Vano tecnico a pavimento
 - 4) Soletta esistente in CA

- Sistema B:
- 1) Pannelli con finitura in pietra ricostruita (dim. 60x60 cm, sp. 20 mm)
 - 2) Materassino fonoassorbente in alluminio e minerali di quarzo (sp. 1 mm)
 - 3) Pannelli isolanti in fibra di legno con lamelle in alluminio pre-incollate (Nesite, Eco Dry Floor Tech, sp. 30 mm)
 - 4) Sistema di diffusione del fluido termovettore in tubi multistrato (d=16mm, sp.2 mm)
 - 5) Struttura in acciaio galvanizzato regolabile (h=60 cm) con doppia testa per il sostegno dell'isolante e dei pannelli di finitura e traversi tipo L
 - 5) Soletta esistente in CA

Figura 7.83 - Pavimento sopraelevato : sistema A

Figura 7.84 - Pavimento sopraelevato con sistema radiante: sistema B



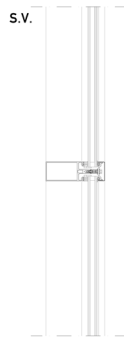
- 1) Pannello sandwich bilamiera (acciaio zincato 0,6 mm) colore bianco-grigio su entrambi i lati e lamiera interna microforata (Isopan, Isofire Roof Fono, sp. 80 mm, U=0,5 w/m²K, Rw=35 dB, r=17,7 kg/m², reazione al fuoco: A0 S1 D0)
- 2) Elementi metallici secondari esistenti di supporto (sez. tubolare, passo 2,5 m c.a.)
- 3) Elementi metallici principali di supporto (profilo IPE, passo 4,5 m c.a.)
- 4) Elemento di fissaggio dei pannelli

Figura 7.85 - Sistema di copertura a pannelli sandwich

Figura 7.86 - Pannello sandwich, Isopan

Sistemi di facciata

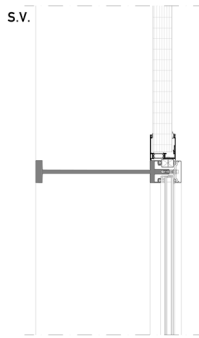
Sistema A



Il prospetto nord viene svuotato nelle parti non portanti di tamponamento che vengono sostituite da serramenti uguali in dimensione a quelli esistenti, dei quali viene mantenuto il telaio esistente in fezzo con sostituzione del vetro con il prodotto Pilkington Spacia, doppio vetro con prestazioni termiche pari a quelle di un vetrocamera nello spessore di 6,5 mm.

Il sistema di facciata Metra, Polietra Sky 50, presenta diversi profili a seconda delle prestazioni richieste e dell'estetica.

Sistema B



A) Sistema di facciata a montanti e traversi standard (Metra, NC3825, dim. 100x50 mm); viene utilizzata a nord, inserita nel telaio in cemento di parete, a sostituzione dei tamponamenti/serramenti esistenti. Si compone di un modulo di 3,3 m (apribile in corrispondenza degli accessi) e uno fisso superiore di 1 m.

B) Sistema di facciata per carichi elevati (Metra, NC6279, dim. 300x60 mm, sp. 10 mm) con integrazione del sistema in polycarbonato; la facciata è composta da un modulo inferiore di 3,3 m (apribile in corrispondenza degli accessi) e 3 moduli superiori in polycarbonato. Il profilo viene scelto poichè consente di coprire distanze maggiori tra i fissaggi alla struttura mantenendo un interasse tra i montanti di 1,4m.

Figura 7.87 - Sistemi di facciata, Metra

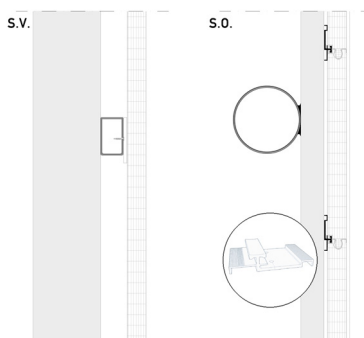
- 1) Profilo NC3825 (sistema A)
- 2) Profilo NC6279 (sistema B)
- 3) Pannello in polycarbonato (Rodeca, Isoclear 2550-10)
- 4) Copertina esterna a scatto
- 5) Vetrocamera 6/12/6 mm
- 6) Guarnizioni di tenuta in EPDM
- 7) Vite in acciaio inox e staffe e cavallotti in alluminio
- 8) Listello a bassa conducibilità termica
- 9) Telaio in alluminio
- 10) Profilo di integrazione tra i sistemi

Figura 7.88 - Serramenti esistenti in ferro



Figura 7.89 - Sistemi di facciata in polycarbonato

- 1) Elemento tubolare circolare verticale di sostegno (d=177,8 mm, sp. 8 mm)
- 2) Elemento tubolare orizzontale a sezione rettangolare (dim. 60x100 mm, sp. 6 mm)
- 3) Saldatura di connessione
- 4) Elementi puntuali di sostegno in alluminio
- 5) Elementi in polycarbonato maschiati (Rodeca, Isoclear 2550-10 Crystal, sp. 50 mm L=495 mm, l=0,8 W/mK)



I prospetti est e ovest, rimasti aperti in seguito alle demolizioni, vengono chiusi con sistemi di facciata modulari che permettono l'alternanza di polycarbonato e pannelli prefabbricati a secco di chiusura. Il prospetto est è protetto da un sistema di schermatura realizzata in pannelli di HPC (High Performance Concrete) forati, fissati su struttura in acciaio a portale posizionata ad una distanza di 2 metri dalla facciata. Quella ovest invece è protetta dalla continuazione della copertura che prosegue sulle quattro campate successive occupate la prima dalla strada principale di attraversamento dell'area e le successive dalla linea di produzione per il packaging. Il prospetto est rimane tutto semitrasparente; su quello ovest si inseriscono i pannelli di chiusura dei volumi di laboratorio e di controllo in diretto collegamento con l'esterno.

Lucernari in polycarbonato

I lucernari esistenti vengono smontati e la struttura sottostante verniciata di colore bianco. La geometria viene mantenuta e, con l'ausilio, se necessario, di una sottostruttura in tubolari metallici, vengono installati i telai del nuovo sistema di chiusura realizzato con i medesimi elementi utilizzati per le facciate.

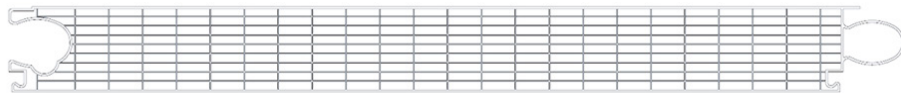


Figura 7.90 -Pannelli maschiati in polycarbonato

Le porzioni traslucide tra un telaio e l'altro sono coperte dall'incastro degli elementi maschiati. Alcune porzioni sono apribili con controllo elettrico, per garantire il corretto funzionamento energetico dello spazio buffer.



Figura 7.91 -Lucernari

Laboratori di ricerca agroalimentare

8

STRUTTURA

Analisi dei carichi

L'analisi dei carichi variabili agenti sulla struttura, viene condotta al fine di verificare la struttura esistente, in parte demolita, e verificarne la capacità portante residua per il nuovo ruolo che svolge nel progetto, ovvero una seconda pelle che copre e definisce lo spazio dedicato alla ricerca e a all'interazione di questo mondo con quello esterno. I carichi permanenti vengono suddivisi tra quelli riguardanti la struttura esistente e quelli dei volumi di nuova costruzione.

L'edificio, ubicato nel quadrante sud-ovest di Brescia, è circondato attualmente da spazio vuoto, non costruito; all'interno del progetto saranno presenti volumi di nuova edificazione a est, colline artificiali di altezza massima 6-8 metri a nord ed ovest, ed il tessuto urbano esistente, principalmente di origine commerciale (capannoni con altezza massima 10 metri e attività di 1-2 piani) verso sud, ad una distanza dall'edificio analizzato non minore di 8 metri.

Latitudine: 45° 31' 47''

Longitudine: 10° 11' 28''

Altitudine: 88 s.l.m.

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

	Tipi di costruzione	Vita nominale V_N
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali- Strutture in fase costruttiva	≤ 10 anni
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50 anni
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100 anni

Tabella 8.1 - Vita nominale delle diverse tipologie di struttura

Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe	Tipi di costruzione
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tabella 8.2 - Classe d'uso degli edifici

Per l'analisi dei carichi si fa riferimento al D.M. 14/01/2008. Le azioni sono classificate secondo la variazione della loro intensità nel tempo e si dividono in:

1. permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G_1);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G_2);
2. variabili (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura.

Carichi permanenti strutturali

Le azioni permanenti da inserire nelle combinazioni 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.

Per la determinazione dei pesi propri strutturali (G_1) dei più comuni materiali si assumono i valori dei pesi dell'unità di volume riportati nella Tab. 3.1.I della NTC 2008. In alternativa, si fa riferimento alla scheda tecnica del particolare materiale.

Copertura in steico:	$G_1=0,39$ kN/m ²
Solaio in crosslam:	$G_1=0,70$ kN/m ²
Parete in steico:	$G_1=0,36$ kN/m ²
Copertura tubificio	(non rilevabile)

Carichi permanenti non strutturali

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro, ancorché in qualche caso sia necessario considerare situazioni transitorie in cui essi non siano presenti.

Essi devono essere valutati sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi dell'unità di volume dei materiali costituenti.

In linea di massima, in presenza di orizzontamenti anche con orditura unidirezionale ma con capacità di ripartizione trasversale, i carichi permanenti portati ed i carichi variabili potranno assumersi, per la verifica d'insieme, come uniformemente ripartiti.

Copertura in steico:	$G_2=0,10 \text{ kN/m}^2$
Solaio in crosslam:	$G_2=0,80 \text{ kN/m}^2$
Parete in steico:	$G_2=0,18 \text{ kN/m}^2$
Copertura tubificio	$G_2=0,20 \text{ kN/m}^2$

Per il calcolo delle partizioni interne verticali la normativa prevede un metodo differente rispetto a quello sopra descritto, poiché si tratta di distribuire il carico lineare del pacchetto tecnologico (kN/m) lungo tutta la superficie del solaio.

Il peso della stratigrafia di ogni muro portato dal solaio viene calcolato tramite la formula:

$$G_2=P_a \cdot h$$

In cui:

G_2 peso proprio per unità di lunghezza (carico lineare dell'elemento divisorio)

P_a peso per unità di superficie del materiale che compone lo strato i-esimo (kN/m^2)

h altezza della parete divisoria (m)

Le partizioni interne sono degli elementi mutevoli che possono cambiare più volte durante il progetto e la vita dell'edificio; questa semplificazione permette dunque, supponendo un valore dato dalla normativa, di evitare di dover rieseguire ogni volta un calcolo strutturale. Questa procedura è ammissibile però soltanto nel caso in cui il peso della partizione non sia troppo elevato, e in particolare deve essere minore di 5 kN/m.

Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e uffici, il peso proprio di elementi divisorii interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito g_{2k} , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito g_{2k} ora definito dipende dal peso proprio per unità di lunghezza G_{2k} delle partizioni nel modo seguente tramite il D.M.14.01.2008, paragrafo 3.1.3.1:

- per elementi divisorii con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
- per elementi divisorii con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
- per elementi divisorii con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$
- per elementi divisorii con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$
- per elementi divisorii con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$

Peso massimo partizione: 60 kg/m^2

Altezza parete: 3,1 m

Carico lineare: 1,8 kN/m

Carico distribuito: $0,8 \text{ kN/m}^2$

Carichi variabili: affollamento

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- Carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m^2]
- Carichi verticali puntuali Q_k [kN]
- Carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k e H_k sono riportati nella tabella di seguito del D.M. 14.01.2008. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di risonanza delle strutture.

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	2,00
B	Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento. Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	≥6,00 -	6,00 -	1,00* -
F-G	Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 -	20,00 -	1,00** -
H	Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 -	1,20 -	1,00 -
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

Tabella 8.3 - Carichi variabili: affollamento

In presenza di carichi atipici (quali macchinari, serbatoi, depositi interni, impianti, ecc.) le intensità devono essere valutate caso per caso, in funzione dei massimi prevedibili: tali valori dovranno essere indicati esplicitamente nelle documentazioni di progetto e di collaudo statico.

Le tre categorie evidenziate si riferiscono a:

- Categoria B1: volumi di nuova edificazione destinati ad uffici.
- Categoria E: laboratori ad uso manifatturieri. I carichi previsti per questo tipo di ambiente sono particolarmente elevati; non esiste una specifica categoria per i laboratori di ricerca i quali, non prevedendo i medesimi carichi, sono tuttavia suscettibili a eventuali carichi dovuti alla presenza di specifici macchinari. Si considera quindi un carico uniformemente distribuito di 5,00 kN/m² ed eventuali rinforzi puntuali.
- Categoria H1: coperture accessibili per sola manutenzione, sia per l'edificio esistente che per i volumi di nuova edificazione.

Carichi variabili: neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²] per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E è il coefficiente di esposizione;

C_t è il coefficiente termico.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale; il carico di neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto minore di quello calcolato in base alle espressioni riportate nel seguito, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. L'altitudine di riferimento a_s è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio.

I valori caratteristici minimi del carico della neve al suolo sono quelli riportati nel seguito. L'edificio in oggetto si trova a Brescia, quindi ricade nella:

Zona I – Mediterranea $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$

Il coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione C_E può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti nella tabella qui sotto.

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1



Grafico 8.1 - Zone climatiche: neve

Il coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Tabella 8.4 - Coefficienti di esposizione

I valori del coefficiente di forma μ_1 , riportati in tabella del D.M. 14/01/2008 si riferiscono alle coperture ad una o due falde.

Tabella 8.5 - Coefficienti di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8((60-\alpha))/30$	0,0

Tenendo conto dei coefficienti sopra evidenziati, il carico provocato dalla neve sulle coperture risulta pari a $q_s=1,08 \text{ kN/m}^2$.

Carichi variabili: 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.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p=q_p \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

q_b è la pressione cinetica di picco;

c_p è il coefficiente di forma;

c_d è il coefficiente dinamico.

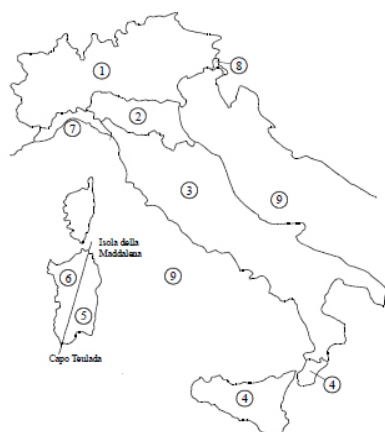


Grafico 8.2 - Zone climatiche: vento

La velocità 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:

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

dove:

$v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti nella tabella qui sotto e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione della zona definita;

a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Tabella 8.6 - Parametri di riferimento, Zona 1

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,01

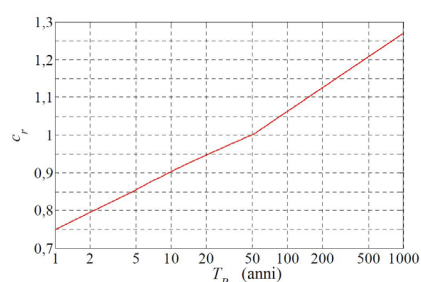


Grafico 8.3 - Coefficiente di ritorno

La velocità di riferimento di progetto v_r è il valore della velocità media del vento su un intervallo di tempo $T = 10$ minuti, a 10 m di altezza sul suolo, su un terreno pianeggiante e omogeneo con lunghezza di rugosità $z_0 = 0,05$ m, riferito al periodo di ritorno di progetto T_R . In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, tale velocità è fornita dalla relazione:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

dove:

v_b è la velocità base di riferimento del vento associata a un periodo di ritorno

$T_R = 50$ anni

c_r è il coefficiente di ritorno pari a 1 per $T_R = 50$ anni

In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata nelle figure sotto riportate in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita nella tabella seguente.

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,...)

Tabella 8.7 - Classi di rugosità del terreno

Il coefficiente di topografia c_t è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

Classe 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

Tabella 8.8 - Valori di riferimento delle classi di esposizione del sito

Nel nostro caso, avendo una classe di rugosità B ed essendo a più di 30 km dal mare e a meno di 500 m sul livello del mare, si definisce la categoria IV.

Il coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$$

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

dove:

k_r, z_0, z_{min} sono assegnati in tabella di sotto in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

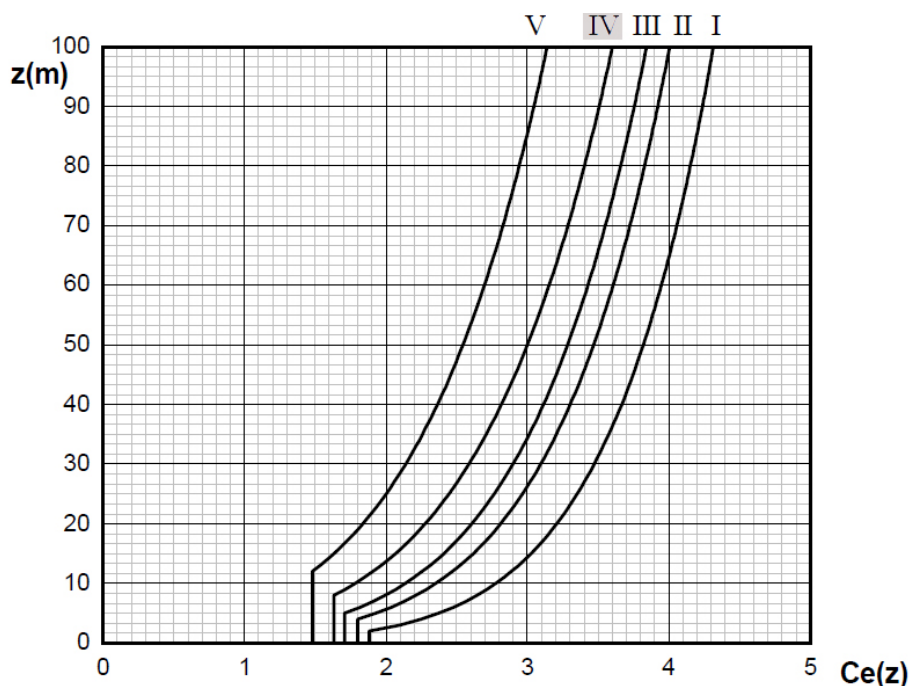
c_t è il coefficiente di topografia.

Per ogni valore di z superiore a 8m, il coefficiente c_e ha un andamento esponenziale; ne risulta una pressione differente quota per quota. Poiché l'altezza dell'edificio non è eccessivamente elevata, è possibile semplificare il calcolo linearizzando il valore di c_e per le quote superiori a 8 m, ottenendo così un valore che non si discosta di molto da quello che si otterrebbe altrimenti.

ZONE 1,2,3,4,5					
	costa		500m	750m	
	mare				
	2 km	10 km	30 km		
A	--	IV	IV	V	V
B	--	III	III	IV	IV
C	--	*	III	III	IV
D	I	II	II	II	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5					
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1					

Grafico 8.4 - Dipendenza del coefficiente di esposizione dalla morfologia del territorio

Grafico 8.5 - Dipendenza del coefficiente di esposizione dalla quota



$$c_e(8) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] = 1,63$$

$$c_e(10) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] = 1,78$$

La pressione cinetica di picco

La pressione cinetica di picco q_p è il valore atteso della pressione cinetica massima del vento sull'intervallo di tempo $T = 10$ minuti. Essa dipende dall'altezza z sul suolo, dalla ventosità della zona in esame dal periodo di ritorno di progetto, dalle caratteristiche locali del sito ove sorge la costruzione e dalla densità dell'aria. In mancanza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva rugosità e topografia del terreno limitrofo alla costruzione, facendo riferimento alla circolare CNR-DT 207/2008, la pressione cinetica di picco $q_p(z)$ (in N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2 \cdot c_e(z)$$

dove:

v_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s)

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$

$$q_p(8) = 638,36 \text{ N/m}^2$$

$$q_p(10) = 696,54 \text{ N/m}^2$$



Grafico 8.6 - Pressione cinetica di picco di progetto

Le azioni aerodinamiche rappresentano i valori di picco esercitati dal vento sulla costruzione nel suo insieme o sui suoi singoli elementi. In realtà, la non contemporaneità delle azioni di picco riduce le azioni aerodinamiche globali, in misura tanto maggiore quanto più esteso è il corpo considerato. Per contro, l'amplificazione della risposta dinamica dà luogo a spostamenti e sollecitazioni tanto maggiori quanto più la struttura o l'elemento è flessibile e dotato di piccolo smorzamento.

Si definiscono azioni statiche equivalenti le azioni che applicate staticamente alla costruzione o ai suoi elementi danno luogo a spostamenti e sollecitazioni pari ai massimi indotti dall'azione dinamica del vento effettivo. In generale, esse sono fornite dalla relazione:

$$\text{Azioni statiche equivalenti} = \text{Azioni aerodinamiche di picco} \times c_d$$

nella quale c_d è un parametro adimensionale chiamato coefficiente dinamico. Per strutture o elementi di grande estensione superficiale e/o rigidi e/o dotati di elevato smorzamento, gli effetti riduttivi causati dalla non contemporaneità delle azioni di picco prevalgono sull'amplificazione della risposta dinamica, e c_d è abitualmente minore di 1. In questo caso, fatte salve migliori valutazioni, è lecito identificare le azioni statiche equivalenti con le azioni aerodinamiche di picco, ponendo $c_d = 1$.

Le azioni aerodinamiche di picco esercitate dal vento su ciascuna faccia delle superfici di una costruzione o dei suoi elementi si traducono in sovrappressioni e depressioni p agenti normalmente alle superfici sia esterne che interne. Le sovrappressioni sono definite convenzionalmente positive; le depressioni sono definite convenzionalmente negative.

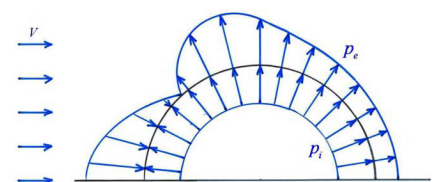


Grafico 8.7 - Pressione interna e pressione esterna

Si definisce esterna la pressione p_e agente sulle facce esterne della costruzione; si definisce interna la pressione p_i agente sulle facce interne delle costruzioni. Esse sono date dalle relazioni:

$$p_e(z) = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$$p_i(z) = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$$

dove:

q_p è la pressione cinetica di picco del vento;

c_{pe} , c_{pi} sono i coefficienti di pressione esterna ed interna, definiti convenzionalmente positivi o negativi a seconda che la faccia corrispondente della superficie considerata si trovi in sovra-pressione o in depressione;

z_e e z_i sono le altezze di riferimento, associate alla definizione di c_{pe} e c_{pi} .

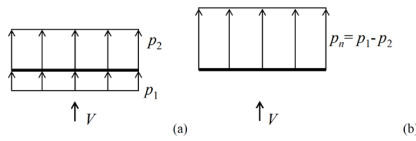


Grafico 8.8 - Pressione interna e pressione esterna: somma algebrica

L'azione del vento su ogni singolo elemento è determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulle due facce della superficie, come riportato nell'immagine a lato (somma algebrica).

I coefficienti di pressione esterna

I coefficienti di pressione esterna c_{pe} dipendono dalla forma dell'edificio (considerando un edificio a pianta rettangolare, dipendono dal rapporto h/d , essendo h l'altezza dell'edificio e d la sua dimensione nella direzione del flusso incidente), dalla direzione del vento incidente e dall'estensione dell'area considerata;

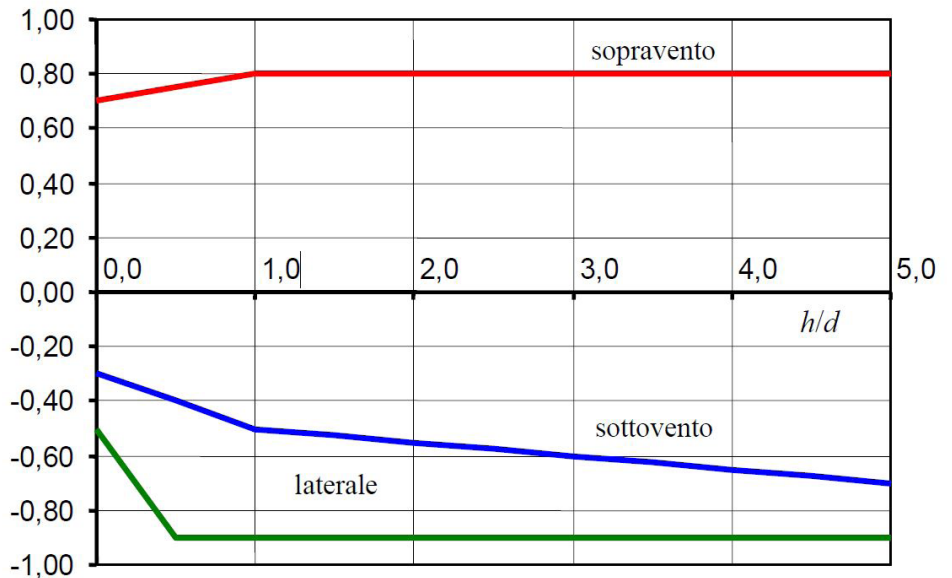


Grafico 8.9 - Coefficiente di pressione esterna

I dati climatici di archivio della città di Brescia sottolineano come la direzione prevalente del vento nell'arco dell'anno sia quella con provenienza da Ovest/Nord-Ovest. Si considerano due direzioni principali:

1. Ovest-Est: $h=10$ m; $l=85$ m; $h/l=0,12$
2. Nord-Sud: $h=10$ m; $l=68$ m; $h/l=0,15$

Vista la forma bassa e larga dell'edificio, risulta in entrambi i casi $h/l < 0,5$ per cui si ha:

	Faccia sopravvento	Facce laterali	Facce sottovento
Formula	$c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
Direzione 1	0,71	0,59	0,32
Direzione 2	0,71	0,62	0,33

Tabella 8.9 - Coefficienti di pressione esterna per le facce dell'edificio

Per gli edifici bassi, ossia con altezza minore o uguale della dimensione in pianta ortogonale al flusso del vento ($h \leq b$), l'altezza di riferimento è costante e pari alla quota di sommità dell'edificio; la pressione del vento è pertanto uniforme. La pressione sulle facce sottovento e sulle facce laterali degli edifici è legata alle caratteristiche del flusso separato (in scia) e può essere considerata, con buona approssimazione, costante con la quota. Di ciò si tiene conto assumendo che l'altezza di riferimento sia costante e pari alla quota di sommità dell'edificio.

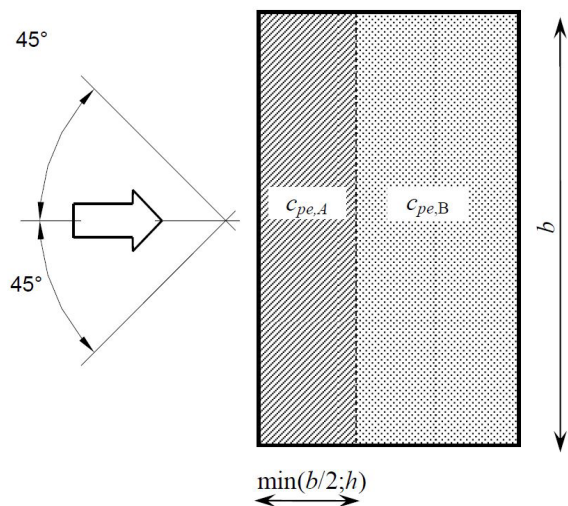


Grafico 8.10 - Coefficiente di pressione esterna per coperture piane

Si considerano piane le coperture la cui inclinazione sull'orizzontale sia compresa tra -5° e $+5^\circ$. L'altezza di riferimento per le coperture piane è pari alla quota massima della copertura stessa, inclusa la presenza dei parapetti e di altri analoghi elementi.

Nella zona sottovento la pressione può assumere sia valori negativi sia valori positivi, per cui si devono considerare entrambi i casi.

La copertura dell'edificio di progetto, considerata piana per il basso rapporto tra altezza dei lucernari ed lunghezze di estensione della superficie, viene suddivisa tra sopravvento e sottovento secondo la relazione:

$$A = \min(b/2; h)$$

$$B = (l - A)$$

	l [m]	b [m]	A [m]	B [m]	$c_{pe,A}$	$c_{pe,B}$
Direzione 1	85	68	10	75	-0,8	$\pm 0,2$
Direzione 2	68	85	10	58		

Tabella 8.10 - Coefficienti di pressione esterna per la copertura dell'edificio

Il coefficiente di pressione interna

La pressione esercitata dal vento sulle superfici esterne delle costruzioni è generalmente variabile da punto a punto. Per contro, la pressione interne è notevolmente uniforme, anzi tendenzialmente costante su tutte le superfici degli spazi interni comunicanti. Per questo dà luogo, nel volume interno della costruzione, a un'azione risultante nulla, quindi a un complesso di azioni autoequilibrato. Peraltro la pressione interna può determinare azioni aerodinamiche fondamentali per il progetto e la verifica di singole porzioni ed elementi della costruzione.

La pressione interna nelle costruzioni è quantificata attraverso il coefficiente di pressione interna c_{pi} . Esso dipende da diversi fattori, primi fra tutti la dimensione e la distribuzione delle aperture sulle superfici della costruzione.

Se la costruzione presenta aperture diffuse ma di piccole dimensioni (porosità distribuita), queste agiscono da filtro sulla variazione della pressione interna, che tende a raggiungere un valore di equilibrio statico pari alla media delle pressioni esterne in corrispondenza delle aperture, pesate rispetto all'area di ciascuna apertura. Viceversa, se le dimensioni delle aperture hanno una certa rilevanza, la pressione interna è influenzata dalla variazione delle pressioni esterne in corrispondenza delle aperture stesse; quindi il valore del coefficiente di pressione interna assume valori assoluti più elevati, associati alla posizione ed alla dimensione delle aperture.

Se l'edificio è dotato di porosità distribuita in maniera circa uniforme, il coefficiente di pressione interna è indipendente dal valore assunto dal coefficiente di porosità. Quando non possano essere effettuate valutazioni accurate del coefficiente di pressione interna, si possono assumere i valori $c_{pi} = +0,2$ e $c_{pi} = -0,3$, considerando il caso che di volta in volta conduce alla situazione maggiormente gravosa.

Riassumendo i valori di coefficiente di pressione interna per ciascuna porzione di superficie dell'edificio nelle due situazioni distinte di direzione prevalente del vento, considerando come altezza $z=10$ m per ciascun caso (vengono riportati solo i valori delle combinazioni più sfavorevoli):

Direzione 1

[-]	Faccia sopravvento	Facce laterali	Facce sottovento	Copertura tratto A	Copertura tratto B
c_{pe}	0,71	-0,59	-0,32	-0,8	+0,2 -0,2
c_{pi}	+0,2	-0,3	-0,3	-0,3	+0,2 -0,3

Tabella 8.11 - Coefficienti di pressione, Direzione 1

Direzione 2

[-]	Faccia sopravvento	Facce laterali	Facce sottovento	Copertura tratto A	Copertura tratto B
c_{pe}	0,71	-0,62	-0,33	-0,8	+0,2 -0,2
c_{pi}	+0,2	-0,3	-0,3	-0,3	+0,2 -0,3

Tabella 8.12 - Coefficienti di pressione, Direzione 2

Si nota come la Direzione 2 generi sempre combinazioni più sfavorevoli. I valori di pressione esterna ed interna del vento vengono riportati nella tabella seguente per le diverse combinazioni di coefficienti (vengono riportati solo i casi più gravosi; l'altezza di calcolo è sempre $z=10$ m, come prescritto):

[Pa]	Faccia sopravvento	Facce laterali	Facce sottovento	Copertura tratto A	Copertura tratto B	
p_e	497,82	-430,22	-229,45	-557,23	139,31	-139,31
p_i	139,31	-208,96	-208,96	-208,96	139,31	-208,96
p_n	358,51	-221,25	-20,49	-348,27	-	69,65

Tabella 8.13 - Pressioni parziali

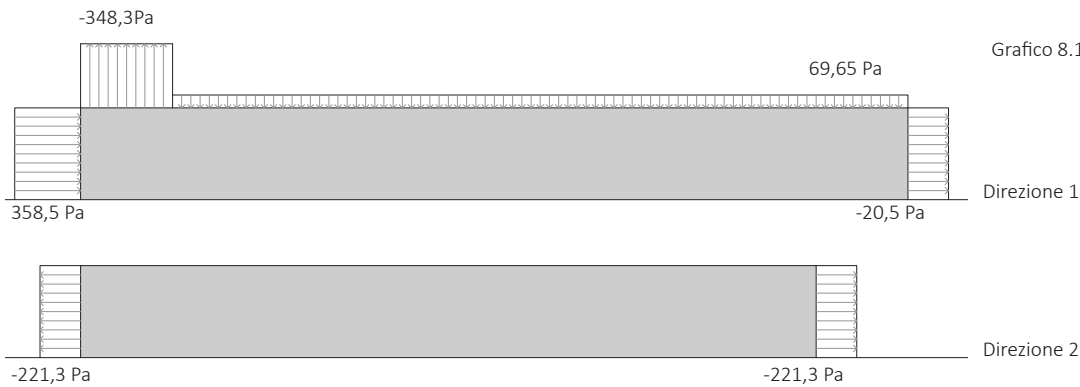


Grafico 8.11 - Distribuzione della pressione del vento sull'edificio di progetto

Carico variabile: sisma

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. 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 corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . Secondo la NTC08, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali valori vengono ricavati dal foglio di calcolo fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Vengono di seguito riportati i dati e i coefficienti inseriti nel foglio Excel definiti seguendo la norma.

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, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d’uso C_U :

Classe d’uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0,7	1	1,5	2

Tabella 8.14 - Coefficiente d’uso

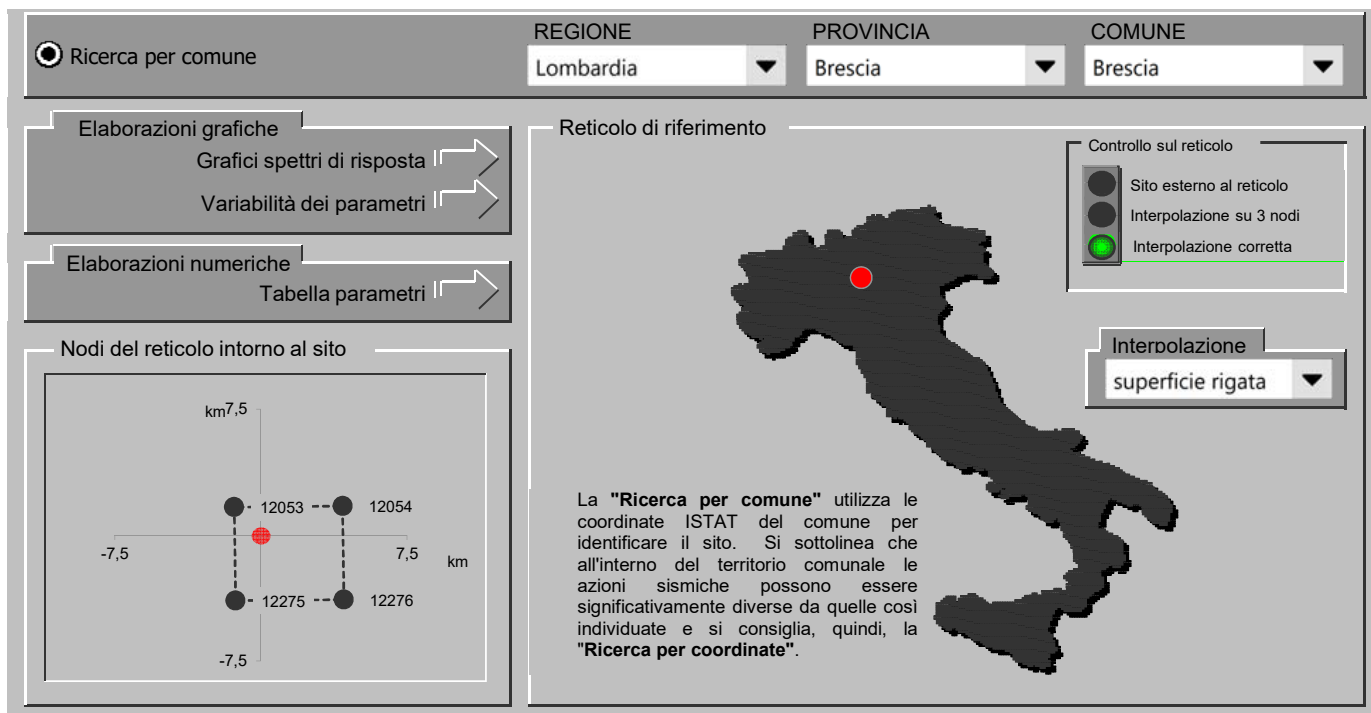


Figura 7.1 -NTC08: definizione della località

Le costruzioni devono essere dotate di sistemi strutturali che garantiscano rigidità e resistenza nei confronti delle due componenti ortogonali orizzontali delle azioni sismiche. La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi, elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4. Le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi dissipativi, devono essere progettate in accordo con i seguenti comportamenti strutturali:

a) comportamento strutturale non-dissipativo: cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite di esercizio, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, senza tener conto delle non linearità di comportamento (di materiale e geometriche) se non rilevanti

b) comportamento strutturale dissipativo: cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite ultimi, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, in funzione della tipologia strutturale adottata, tenendo conto delle non linearità di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti e comunque sempre quando precisato).

Nel caso la struttura abbia comportamento strutturale dissipativo, si distinguono tre livelli di Capacità Dissipativa o Classi di Duttilità (DC):

- Classe di duttilità alta (DCH);
- Classe di duttilità media (DCM)
- Classe di duttilità media (DCL)

La differenza tra le due classi risiede nella entità delle plasticizzazioni cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi, onde assicurare alla struttura un comportamento dissipativo e duttile evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili impreveduti, si fa ricorso ai procedimenti tipici della gerarchia delle resistenze.

Per l'edificio esistente (struttura a telaio mista acciaio-CLS con controventi concentrici) si considera una Classe di Duttività Media DCM; per quelli di nuova edificazione (struttura in legno a pareti accoppiate) si considera una Classe di Duttività Alta (DCH)

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.

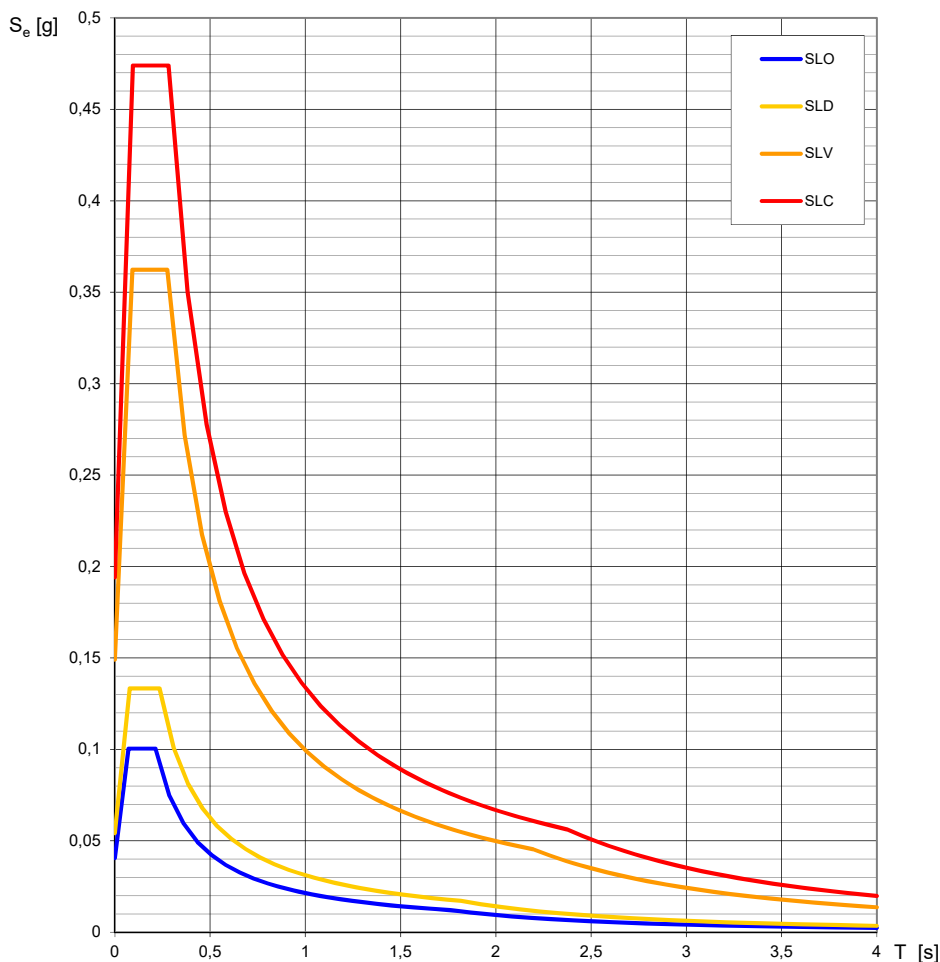
Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, 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 e 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.

Grafico 8.12 - Spettri di risposta elastica (Cat. A-T_v, ξ = 5%) di riferimento per i diversi stati limite.



Stati limite		Probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 8.15 - Probabilità di superamento

Come parametro caratterizzante la pericolosità sismica viene utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{VR} per ogni stato limite, il parametro T_R è esprimibile mediante l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

La tabella seguente riporta i valori di T_R , a_g , F_0 , T_c^* per i diversi stati limite.

Stati limite	T_R	a_g	F_0	T_c^*
SLO	30	0,041	2,478	0,213
SLD	50	0,054	2,458	0,234
SLV	475	0,149	2,430	0,275
SLC	975	0,194	2,442	0,282

Tabella 8.16 - Valori di riferimento per i diversi stati limite

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.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 8.17 - Categorie di sottosuolo

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 8.18 - Categorie topografiche

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	<input type="text" value="50"/>	info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U	<input type="text" value="1"/>	info
Valori di progetto		
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	<input type="text" value="50"/>	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		info
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

Figura 7.2 - NTC08: definizione del tipo di costruzione

L'edificio preso in esame è assimilabile ad una struttura a telaio, in quanto la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale.

L'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare gli effetti delle azioni sismiche sia nel caso di sistemi dissipativi sia nel caso di sistemi non dissipativi.

- Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi, come avviene per gli stati limite di esercizio, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q .
- Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi, come avviene per gli stati limite ultimi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q maggiore dell'unità.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \times K_R$$

Dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni regolari in pianta, a seconda del materiale, possono essere adottati i valori di q_0 relativi alle diverse tipologie di struttura e classe di duttilità riportati nelle tabelle della norma.

Per l'edificio esistente si fa riferimento alle specifiche per strutture composte acciaio-calcestruzzo (EC8 cap. 7), considerando la struttura come poco dissipativa; viene assimilata ad una struttura intelaiata resistente a flessione (le forze orizzontali sono sopportate principalmente da membrature che sviluppano un comportamento essenzialmente flessionale) in cui le travi e le colonne possono essere di acciaio strutturale o composte acciaio - calcestruzzo. Per una classe di duttilità media viene previsto un valore $q_0=4$; non conoscendo i dettagli della natura delle connessioni viene scelto cautelativamente un valore $q_0=3$.

Per i volumi di nuova edificazione si fa riferimento alle specifiche per strutture in legno (EC8 cap. 8).

Classi di duttilità	q_0	Esempi di strutture
DCL	1,5	Mensole; travi; archi con due o tre nodi a cerniera; elementi collegati con connettori.
DCM	2	Pannelli incollati con diaframmi incollati, collegati con chiodi e bulloni; elementi (trusses) con nodi con perni o bullonati; strutture miste composte da intelaiature di legno (in grado di sopportare forze di tipo orizzontale) e pareti di tamponamento senza funzione portante.
	2,5	Portali di telai iperstatici con nodi con perni o bullonati
DCH	3,0	Muro di pannelli chiodati con diaframmi incollati, collegati con chiodi e bulloni; elementi (trusses) con nodi chiodati.
	4	Portali di telai iperstatici con nodi con perni o bullonati
	5	Muro di pannelli chiodati con diaframmi chiodati, collegati con chiodi e bulloni.

Tabella 8.19 - Classi di duttilità

Vengono di seguito riportati i grafici degli spettri di risposta relativi ai diversi stati limite ottenuti considerando le ipotesi e i coefficienti sopra elencati. Le curve estratte dal foglio di calcolo Excel sono definite sulla base delle formule presenti in normativa.

Equazioni dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Figura 7.3 - NTC08: equazioni dello spettro di risposta elastico, componente orizzontale

Equazioni dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Figura 7.4 - NTC08: equazioni dello spettro di risposta elastico, componente verticale

Dove:

T , S_e e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione, accelerazione spettrale orizzontale verticale;

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione

$$S = S_s \times S_T$$

con S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica;

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g sul sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;

T_b è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

T_d è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro;

Per le componenti orizzontali si ottengono i seguenti valori:

	P_{VR}	F_0	S_s	S_T	S	C_c	η	T_B	T_C	T_D
SLO	81	2,478	1,5	1	1,5	1,749	1	0,124	0,373	1,762
SLD	63	2,458	1,5	1	1,5	1,696	1	0,132	0,397	1,817
SLV	10	2,430	1,483	1	1,483	1,608	0,303	0,147	0,442	2,196
SLC	5	2,442	1,416	1	1,416	1,594	0,303	0,150	0,450	2,376

Per le componenti verticali si ottengono i seguenti valori:

	P_{VR}	F_0	F_v	S_s	S_T	S	η	T_B	T_C	T_D
SLO	81	2,478	0,673	1	1	1	0,667	0,05	0,15	1
SLD	63	2,458	0,773	1	1	1	0,667	0,05	0,15	1
SLV	10	2,430	1,267	1	1	1	0,667	0,05	0,15	1
SLC	5	2,442	1,452	1	1	1	0,667	0,05	0,15	1

Tabella 8.20 - Valori caratteristici degli spettri di risposta

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_e(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata. Per costruzioni di Classe III e IV, se si vogliono limitare i danneggiamenti strutturali, per tutti gli elementi strutturali, inclusi nodi e connessioni tra elementi, deve essere verificato che il valore di progetto di ciascuna sollecitazione calcolato in presenza delle azioni sismiche corrispondenti allo SLD ed attribuendo a η il valore di 2/3, sia inferiore al corrispondente valore della resistenza di progetto.

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLO** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$S_s =$ $C_c =$ info

$h/H =$ $S_T =$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) ξ (%) $\eta =$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza **sì** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta =$ info

Figura 7.5 - NTC08: Stato Limite di Operatività

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$S_s =$ $C_c =$ info

$h/H =$ $S_T =$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) ξ (%) $\eta =$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza **sì** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta =$ info

Figura 7.6 - NTC08: Stato Limite di Danno

Qualora le verifiche agli stati limite ultimi non vengano effettuate tramite l'uso di opportuni accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Si assumerà comunque $S_e(T) \leq 0,2ag$.

Stato Limite			
Stato Limite considerato		SLV	info
Risposta sismica locale			
Categoria di sottosuolo		C	info
Categoria topografica		T1	info
		$S_s =$ 1,500	$C_C =$ 1,598 info
		$h/H =$ 1,000	$S_T =$ 1,000 info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>			
Compon. orizzontale			
<input type="radio"/> Spettro di progetto elastico (SLE)		Smorzamento ξ (%)	5
<input checked="" type="radio"/> Spettro di progetto inelastico (SLU)		Fattore q_0	3
		$\eta =$ 1,000	info
		Regol. in altezza	sì info
Compon. verticale			
Spettro di progetto		Fattore q	1,5
		$\eta =$ 0,667	info

Figura 7.7 - NTC08: Stato Limite di salvaguardia della vita

Stato Limite			
Stato Limite considerato		SLC	info
Risposta sismica locale			
Categoria di sottosuolo		C	info
Categoria topografica		T1	info
		$S_s =$ 1,500	$C_C =$ 1,581 info
		$h/H =$ 1,000	$S_T =$ 1,000 info
<small>(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)</small>			
Compon. orizzontale			
<input type="radio"/> Spettro di progetto elastico (SLE)		Smorzamento ξ (%)	5
<input checked="" type="radio"/> Spettro di progetto inelastico (SLU)		Fattore q_0	3
		$\eta =$ 1,000	info
		Regol. in altezza	sì info
Compon. verticale			
Spettro di progetto		Fattore q	1,5
		$\eta =$ 0,667	info

Figura 7.8 - NTC08: Stato Limite di Collasso

L'analisi statica lineare consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata a condizione che il periodo T_1 del modo di vibrare principale nella direzione in esame non superi $2,5 T_C$ o T_D e che la costruzione sia regolare in altezza. Per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza, T_1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente:

$$T_1 = C_1 \times H^{3/4}$$

dove:

H è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione pari a 20m.

C_1 vale 0,05 per qualsiasi altro materiale oltre ad acciaio e calcestruzzo armato.

Si distingue il calcolo per l'edificio esistente di $h=12$ m e i volumi di nuova edificazione di $h=3,9$ m o $h=8,9$ m.

L'entità delle forze si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo T_1 e la loro distribuzione sulla struttura segue la forma del modo di vibrare principale nella direzione in esame, valutata in modo approssimato. I grafici di seguito riportati mostrano le curve spettrali delle componenti verticale (blu) e orizzontale (nero); dal valore T_1 calcolato per i diversi volumi si ricava il corrispondente valore $S_e(T_1)$.

$h=12$ m

$T_1=0,32$ s

$h=8,9$ m

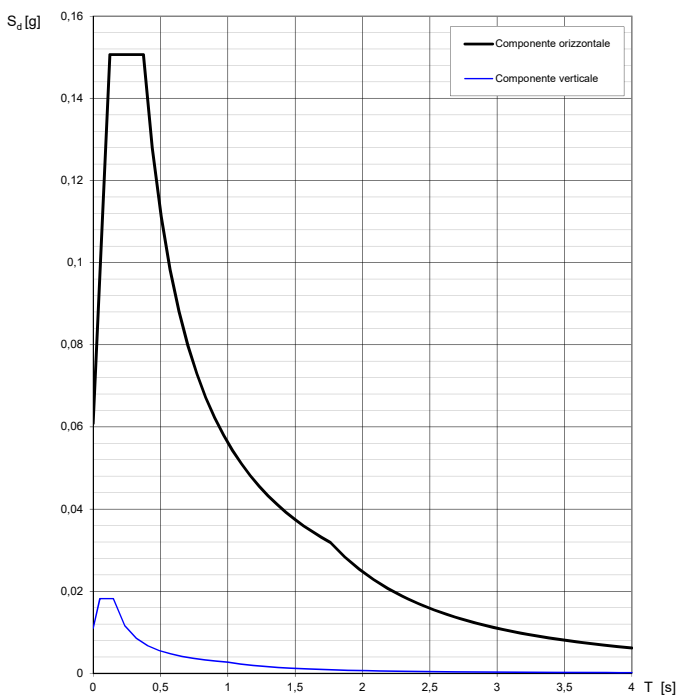
$T_1=0,26$ s

$h=3,9$ m

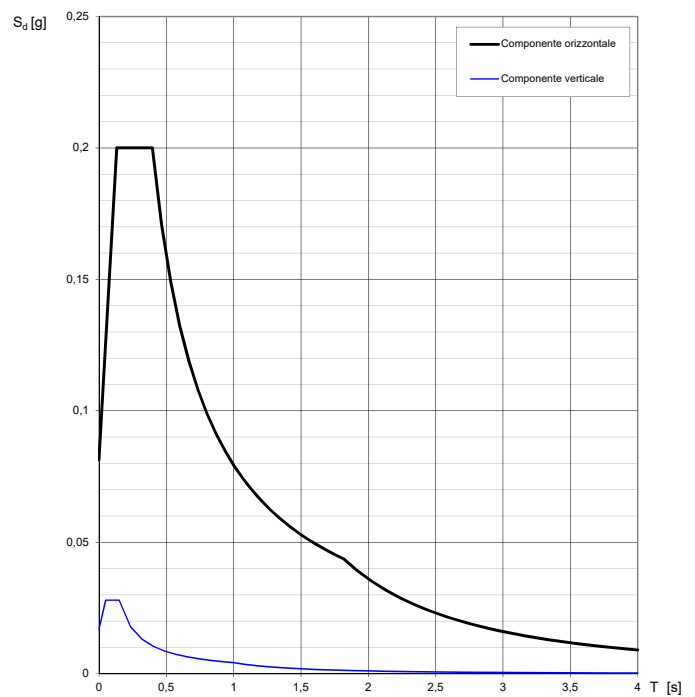
$T_1=0,14$ s

Grafico 8.13 - Spettri di risposta

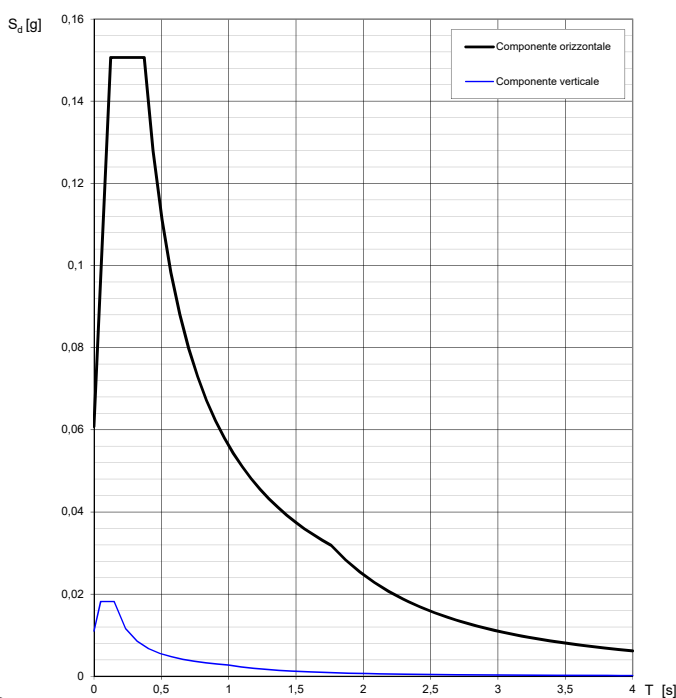
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



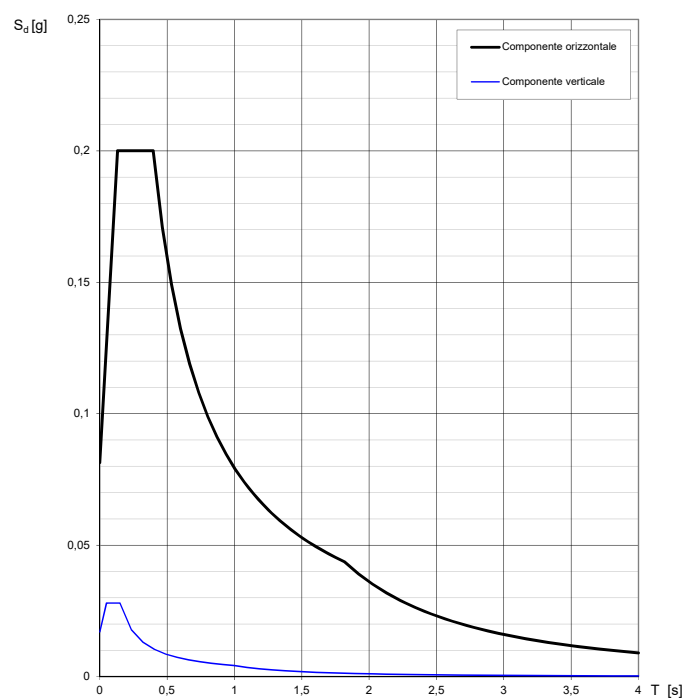
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Il peso della struttura esistente richiede un'indagine più dettagliata della struttura esistente; vengono quindi riportati in tabella i valori dello spettro di progetto per i diversi stati limite. I volumi esistenti sono distinti per dimensioni; vengono calcolati i pesi degli 11 volumi di progetto e considerati i tre elementi tipo con massa maggiore (si considera tutto il perimetro dell'ambiente come opaco, rimanendo a favore di sicurezza).

	h [m]	A [m ²]	W SOLAIO [kN]	W COPERTURA [kN]	W PARETI [kN]	W TOT. [kN]
Sala processo	8,9	259,2	384,8	153,0	323,8	861,7
Cucine	3,9	262,1	389,1	154,7	126,2	670,1
Laboratori 1	3,9	131,0	194,6	77,4	93,5	365,4
Laboratori 2	3,9	141,1	209,5	83,3	98,2	391,0
Laboratori 3	3,9	168,5	250,1	99,5	102,8	452,4
Uffici 1	3,9	95,0	141,1	56,1	79,5	276,7
Uffici 2	3,9	95,0	141,1	56,1	79,5	276,7
Uffici 3	3,9	103,7	153,9	61,2	84,1	299,3
Servizi 1	3,9	77,8	115,5	45,9	70,1	231,5
Servizi 2	3,9	201,6	299,3	119,0	112,2	530,5
Servizi 3	3,9	77,8	115,5	45,9	70,1	231,5

Tabella 8.21 - Peso della struttura

Vengono considerati come volumi tipo i primi tre:

- sala processo: caratterizzata da h=8,9 m che determina un valore $T_1=0,26$ s; l'ambiente rettangolare presenta pareti solo lungo i bordi ad eccezione del lato corto a ovest, realizzato con un sistema di facciata
- cucine: il volume, rettangolare in pianta, presenta un setto intermedio strutturale di appoggio per la copertura (2 campate) e pareti su tutti i lati
- laboratorio 1: la configurazione base è quella di un volume rettangolare con pareti portanti su ogni lato

La forza da applicare a ciascuna massa della costruzione è data dalla formula seguente:

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / \sum_j (z_j \cdot W_j)$$

dove:

$$F_h = S_e(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

F_i è la forza da applicare alla massa i-esima;

W_i e W_j sono i pesi, rispettivamente, della massa i e della massa j;

z_i e z_j sono le quote, rispetto al piano di fondazione, delle masse i e j;

$S_e(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto;

W è il peso complessivo della costruzione;

λ è un coefficiente pari a 0,85 se la costruzione ha almeno tre orizzontamenti e se $T_1 < 2T_c$, pari a 1,0 in tutti gli altri casi;

g è l'accelerazione di gravità.

Poiché i volumi considerati hanno solo un piano, non è necessario ripartire la forza sui diversi orizzontamenti; si ottiene quindi $F_i = F_h$.

Si nota come i valori di spettro di progetto per $h=8,9$ m ricadono sempre nel tratto costante così come quelli per $h=12$ m.

Per l'edificio esistente si ottengono i seguenti valori:

	h [m]	C_1	T_1	λ	$S_e(T_1) \cdot g$
SLO	12	0,05	0,32	1	0,151
SLD	12	0,05	0,32	1	0,2
SLV	12	0,05	0,32	1	0,163
SLC	12	0,05	0,32	1	0,203

Tabella 8.22 - Spettri di risposta di progetto

Per i volumi di nuova edificazione, distinguendo tre volumi tipo (Sala Processo, Cucine, Laboratori 1) si ottengono i seguenti valori:

SP	h [m]	C_1	T_1	λ	$S_e(T_1) \cdot g$	W [kN]	F_h [kN]
SLO	8,9	0,05	0,26	1	0,151	861,7	130,11
SLD	8,9	0,05	0,26	1	0,2	861,7	172,34
SLV	8,9	0,05	0,26	1	0,163	861,7	140,45
SLC	8,9	0,05	0,26	1	0,203	861,7	174,92

C	h [m]	C_1	T_1	λ	$S_e(T_1) \cdot g$	W [kN]	F_h [kN]
SLO	3,9	0,05	0,14	1	0,151	670,1	101,18
SLD	3,9	0,05	0,14	1	0,2	670,1	134,01
SLV	3,9	0,05	0,14	1	0,166	670,1	111,23
SLC	3,9	0,05	0,14	1	0,208	670,1	139,37

LAB 1	h [m]	C_1	T_1	λ	$S_e(T_1) \cdot g$	W [kN]	F_h [kN]
SLO	3,9	0,05	0,14	1	0,151	365,4	55,18
SLD	3,9	0,05	0,14	1	0,2	365,4	73,08
SLV	3,9	0,05	0,14	1	0,166	365,4	60,66
SLC	3,9	0,05	0,14	1	0,208	365,4	76,00

Tabella 8.23 - Forze sismiche orizzontali

Come previsto dalla norma, per edifici di classe di servizio 1 e 2 si verifica che la struttura resista ad azioni relative allo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLU), ovvero che gli occupanti abbiano il tempo, in caso di evento sismico, di abbandonare la struttura e mettersi in salvo.

Combinazioni di carico

Le azioni agenti vengono classificate a seconda della variazione della loro intensità nel tempo:

1. Permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G_1);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G_2);
 - spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
 - pretensione e precompressione (P);
 - ritiro e viscosità;
 - spostamenti differenziali;
2. Variabili (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: azioni che agiscono con un'intensità significativa, anche non continuamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
3. Eccezionali (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;
 - incendi;
 - esplosioni;
 - urti ed impatti;
4. Sismiche (E): azioni derivanti dai terremoti

Si definisce valore caratteristico Q_k di un'azione variabile il valore corrispondente ad un frattile pari al 95% della popolazione dei massimi, in relazione al periodo di riferimento dell'azione variabile stessa.

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini Q_{kj} rappresentano le azioni variabili della combinazione, con Q_{k1} azione variabile dominante e Q_{k2}, Q_{k3}, \dots azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione ψ_{0j}, ψ_{1j} e ψ_{2j} i cui valori sono riportati nella tabella seguente, per edifici civili e industriali correnti.

Con riferimento alla durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione

variabile, si definiscono:

1. Valore quasi permanente $\psi_{2j} Q_{kj}$: la media della distribuzione temporale dell'intensità;
2. Valore frequente $\psi_{1j} Q_{kj}$: il valore corrispondente al frattile 95 % della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento;
3. Valore raro (o di combinazione) $\psi_{0j} Q_{kj}$: il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili.

Formule di combinazione

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} Q_{k2} + \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G.

Coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria 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

Tabella 8.24 - Coefficienti di combinazione

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle varie combinazioni.

Coefficienti parziali di sicurezza

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni riportati nella colonna EQU delle tabelle sopra citate. Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, inalternativa, due diversi approcci progettuali.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 8.25 - Coefficienti parziali di sicurezza

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Combinazioni di progetto

Riassumendo, i carichi agenti vengono suddivisi tra:

- Copertura dell'edificio esistente:

$G_2=0,2 \text{ kN/m}^2$	carichi permanenti non strutturali
$Q_i=0,5 \text{ kN/m}^2$	affollamento copertura per sola manutenzione
$Q_i=1,08 \text{ kN/m}^2$	neve
$Q_i=0,07 \text{ kN/m}^2$	vento sfavorevole
$Q_i=-0,35 \text{ kN/m}^2$	vento favorevole

Il carico permanente strutturale non è calcolato a causa della mancanza di dati.

- Copertura volumi di nuova edificazione:

$G_1=0,3 \text{ kN/m}^2$	carichi permanenti strutturali
$G_2=0,1 \text{ kN/m}^2$	carichi permanenti non strutturali
$Q_i=0,5 \text{ kN/m}^2$	affollamento copertura per sola manutenzione

- Solaio volumi di nuova edificazione:

$G_1=0,8 \text{ kN/m}^2$	carichi permanenti strutturali
$G_2=0,7 \text{ kN/m}^2$	carichi permanenti non strutturali
$Q_i=2,0 \text{ kN/m}^2$	affollamento uffici non aperti al pubblico
$Q_i=5,0 \text{ kN/m}^2$	affollamento laboratori di ricerca

Vengono definite le combinazioni di carico per il dimensionamento e la verifica dei volumi di nuova edificazione:

Copertura	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_{Qi}	ψ_{11}	ψ_{21}	Q [kN/m ²]
SLU fondamentale	1,1	1,5	1,5	-	-	1,23
SLE rara	-	-	-	-	-	0,9
SLE frequente	-	-	-	0,0	-	0,4
SLC q. permanente	-	-	-	-	0,0	0,4

Solaio uffici	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_{Qi}	ψ_{11}	ψ_{21}	Q [kN/m ²]
SLU fondamentale	1,1	1,5	1,5	-	-	4,93
SLE rara	-	-	-	-	-	3,5
SLE frequente	-	-	-	0,5	-	2,5
SLC q. permanente	-	-	-	-	0,3	2,1

Solaio laboratori	γ_{G1}	γ_{G2}	γ_{Qi}	ψ_{11}	ψ_{21}	Q [kN/m ²]
SLU fondamentale	1,1	1,5	1,5	-	-	7,93
SLE rara	-	-	-	-	-	6,5
SLE frequente	-	-	-	0,9	-	6,0
SLC q. permanente	-	-	-	-	0,8	5,5

Tabella 8.26 - Combinazioni di carico di progetto

Struttura esistente

A partire dal sopralluogo effettuato (foto a destra), si stima che il carico permanente dato dalla lamiera esistente sia di circa 8/10 kg/m². Viene confrontata con i valori previsti dalla scheda tecnica del prodotto Sand 38 (Sandrini Metalli), di seguito descritto.

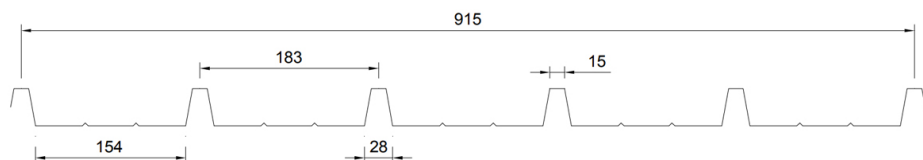


Figura 7.9 - Lamiera di copertura esistente (ipotesi)

Carico massimo ammissibile per struttura su N campate (passo 2 m, sp. 0,8 mm): 2,6 kN/m².



Figura 7.10 - Copertura esistente del tubificio

Carico permanente non strutturale di progetto

- pannelli sandwich
- policarbonato (50 mm)
- tubolari (4x6 cm)

G2 = 0,2 kN/m²

17,7 kg/m²

6 kg/m²

6,02 kg/m²

L'incremento di carico dovuto alla sostituzione della lamiera con pannelli sandwich è considerato non dannoso per la struttura in quanto i pannelli, caratterizzati da un inerzia maggiore, a parità di appoggi hanno una capacità portante quattro volte superiore.

Tabella 8.27 - Caratteristiche del pannello Isofire Roof Fono

ISOFIRE ROOF FONO	
Lunghezza	Fino al massimo trasportabile
Passo Utile (mm)	1000
Spessore Isolante (mm)	50, 60, 80, 100, 120, 150
Supporto esterno	5 greche: -altezza greche 40 mm -passo greche 250 mm
Supporto interno	profilo metallico forato (diametro 3 mm, passo 5 mm) microgrecato a doghe

Tabella 8.28 - Caratteristiche del pannello Isofire Roof Fono (2)

LAMIERE IN ACCIAIO 0,6 / 0,6 mm – Appoggio semplice 120 mm						
CARICO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO [kg/mq]	SPESSORE NOMINALE PANNELLO mm					
	50	60	80	100	120	150
	INTERASSI MAX cm					
80	295	315	360	415	455	510
100	265	285	335	380	425	490
120	250	265	305	350	385	440
140	230	250	280	315	360	415
160	220	230	265	305	335	385
180	210	220	250	280	310	360
200	195	210	240	265	295	340
220	180	205	225	260	285	325
250	165	180	210	240	265	305

Estratto da NTC08, paragrafo 8.3 e 8.4: Valutazione della sicurezza

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorra anche una delle seguenti situazioni: [...]

- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o della classe d'uso della costruzione;
- interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità o ne modifichino la rigidità. [...]
- effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.

Gli interventi di consolidamento strutturale ed adeguamento sismico prevedono un'attenta analisi della struttura esistente imprescindibile per ogni calcolo, non effettuata per mancanza di dati. Le scelte tecnologiche effettuate necessitano tale verifica; altri interventi sono la controventatura, in parte esistente e prevista sulle facciate continue, ed un adeguamento sismico che parte dalla considerazione della labilità della struttura nella direzione di maggior sviluppo del tubificio.

Struttura in legno

Il legno lamellare presenta caratteristiche peculiari per diversi aspetti e questo ne ha, nel tempo, favorito l'impiego rispetto al legno massello. Oltre a superare le limitazioni dimensionali e di forma, viene preferito anche per motivazioni statiche/costruttive in particolare per la possibilità di controllare e minimizzare la presenza di difetti all'interno di elementi strutturali talvolta responsabili della rottura degli stessi se sottoposti a determinate azioni. Questo è possibile grazie al controllo sulla singola lamella che consente di controllare, eliminare o minimizzare tali difetti oltre che ad avere un controllo maggiore sullo stato igrometrico del materiale, determinante per le sue prestazioni. Tale controllo permette inoltre di utilizzare, all'interno di uno stesso elemento, lamelle di qualità diversa senza ridurre le caratteristiche resistenti della sezione, distinguendo la qualità del materiale tra le zone più o meno sollecitate.

La classificazione degli elementi lamellari, identificati dalla sigla "GL", distingue tra il cosiddetto legno lamellare omogeneo "GL xx h" o composito "GL xx c". Le proprietà meccaniche e la massa volumica del legno lamellare vengono definiti a partire dai valori delle tavole componenti.

I volumi di nuova edificazione sono realizzati tramite l'assemblaggio di pannelli crosslam di solaio in appoggio su travi lamellari di rialzo della struttura, e pannelli preassemblati di copertura e di parete costituiti da elementi lineari e pannelli di tamponamento.

Il legno lamellare del solaio e delle travi di appoggio è di classe GL 24 e presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenze		[MPa]
Flessione	$f_{m,g,k}$	24
Trazione parallela alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$	16,5
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,g,k}$	0,4
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,g,k}$	24
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$	2,7
Taglio	$f_{v,g,k}$	2,7
Modulo elastico		[GPa]
Modulo elastico medio parallelo alla fibratura	$E_{0,g,mean}$	11,6
Modulo elastico caratteristico parallelo alla fibratura	$E_{90,g,0,5}$	9,4
Modulo elastico medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,g,mean}$	0,39
Modulo di taglio medio	$G_{g,mean}$	0,72
Massa volumica		[kg/m ³]
Massa volumica caratteristica	$\rho_{g,k}$	380

Tabella 8.29 - Caratteristiche del legno lamellare (valori caratteristici)

La composizione del pannello di solaio da 158 mm di spessore con strati principali da 40 mm e secondari di 19 mm, è caratterizzato dai seguenti valori:

Area sezione piena	158000	mm ²
Area sezione netta	120000	mm ²
Inerzia sezione piena	328692667	mm ⁴
Inerzia sezione netta	295534891	mm ⁴
I_{sez}/I_{net}	89,9	%

Tabella 8.30 - Caratteristiche dei pannelli crosslam

Per la determinazione delle resistenze degli elementi strutturali, è necessario, viste le caratteristiche del materiale, tenere conto della dipendenza di queste dalla durata dei carichi, che definisce l'effetto di un carico costante attivo per

un certo periodo di tempo nella vita della struttura, e dall'umidità. Vengono quindi definite delle classi di durata del carico alle quali assegnare le azioni agenti a seconda della loro natura e caratteristica legata al luogo.

Tale distinzione viene realizzata come segue:

Classe di durata del carico	Durata del carico caratteristico	Azione
Permanente	Più di 10 anni	Struttura e pacchetti tecnologici
Lunga durata	Da 6 mesi a 10 anni	-
Media durata	Da 1 settimana a 6 mesi	Affollamento
Breve durata	Meno di 1 settimana	-
Istantaneo	-	-

Tabella 8.31 - Classi di durata del carico

Per identificare le condizioni ambientali, si definiscono delle classi di servizio:

Classe di servizio	Condizioni ambientali	Tipo di costruzione
Classe 1	20°C con max 65% UR per poche settimane l'anno	Elementi interni all'edificio
Classe 2	20° con max 85% UR per poche settimane l'anno	Elementi posti all'esterno ma protetti
Classe 3	Umidità >85% UR	Elementi direttamente esposti alle intemperie

Tabella 8.32 - Classi di servizio

Il valore di calcolo X_d di una proprietà di resistenza del materiale viene calcolata mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} \cdot X_k}{\gamma_m}$$

Dove:

X_k è il valore caratteristico

γ_m è il coefficiente parziale di sicurezza sul materiale pari a 1,25 per legno lamellare incollato

k_{mod} è il coefficiente di correzione che tiene conto della durata del carico e dell'umidità; per il legno lamellare incollato, per una Classe di servizio 1, si identificano i valori di $k_{mod}=0,8$ per carichi di media durara e $k_{mod}=0,6$ per carichi permanenti.

Resistenze di progetto [MPa]		$k_{mod}=0,6$	$k_{mod}=0,8$
Flessione	$f_{m,g,k}$	11,52	15,36
Trazione parallela alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$	7,92	10,56
Trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,g,k}$	0,19	0,26
Compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,g,k}$	11,52	15,36
Compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,g,k}$	1,3	1,73
Taglio	$f_{v,g,k}$	1,3	1,73

Tabella 8.33 - Resistenze di progetto

Verifiche del solaio

I solai dei volumi di nuova edificazione sono costituiti da pannelli crosslam (sp. 158 mm) fissati a travi lamellari ri rialzo, fissate alla soletta esistente in cemento armato tramite appositi ancoraggi.

Caratteristiche geometriche

Struttura di rialzo in travi in legno lamellare di abete impermeabilizzate e fissate alla soletta esistente in CA:

Volume:	LTRAVERI [m]	DPASSO [m]	n° elementi	trave centrale	(G ₁ + G ₂)	trave di bordo	(G ₁ + G ₂)
				A _{tr} [m ²]	g _k [kN/m]	A _{tr} [m ²]	g _k [kN/m]
Sala Processo	10,8	4,2	7	45,4	6,24	22,7	3,12
Cucine	15,6	4,2	5	65,5	6,24	32,8	3,12
Laboratori 01	15,6	4,1	3	64	6,09	32	3,04
Laboratori 02	16,8	4,1	3	68,9	6,09	34,4	3,04
Laboratori 03	10,8	3,9	5	42,1	5,79	21,1	2,90
Uffici 01	13,2	3,5	3	46,2	5,20	23,1	2,60
Uffici 02	13,2	3,5	3	46,2	5,20	23,1	2,60
Uffici 03	14,4	3,5	3	50,4	5,20	25,2	2,60
Servizi 01	10,8	3,5	3	37,8	5,20	18,9	2,60
Servizi 02	12	4,8	4	57,6	7,13	28,8	3,56
Servizi 03	10,8	3,5	3	37,8	5,20	18,9	2,60

Tabella 8.34 - Travi di rialzo in legno lamellare

Solaio in pannelli crosslam in appoggio sulle travi lignee:

Volume:	LLUCE [m]	LPANNELLO [m]	n° appoggi	permanenti	affollamento
				G ₁ +G ₂ * [kN/m ²]	Q _k ** [kN/m ²]
Sala Processo	4,2	12,6	7	2,3	6
Cucine	4,2	16,8	5	2,3	5
Laboratori 01	4,1	8,4	3	2,3	5
Laboratori 02	4,1	8,4	3	2,3	5
Laboratori 03	3,9	15,4	5	2,3	5
Uffici 01	3,5	7,2	3	2,3	2
Uffici 02	3,5	7,2	3	2,3	2
Uffici 03	3,5	7,2	3	2,3	2
Servizi 01	3,5	7,2	3	2,3	5
Servizi 02	4,8	14,4	4	2,3	2
Servizi 03	3,5	7,2	3	2,3	2

Tabella 8.35 - Solai in pannelli crosslam

*Il carico strutturale permanente di 0,7 kN/m² è calcolato per un solaio crosslam di 158 mm (40+19+40+19+40).

Nei carichi non strutturali sono compresi gli elementi divisorii stimati nel valore di 0,8 kN/m²

**I carichi per affollamento vengono distinti a seconda delle funzioni; il valore massimo viene mantenuto solo per la sala processo, mentre per i laboratori si stima un valore di 5 kN/m². I servizi vengono assimilati agli uffici ad eccezione del blocco a est, destinato a magazzino.

Schema statico

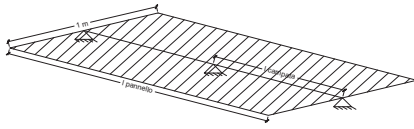


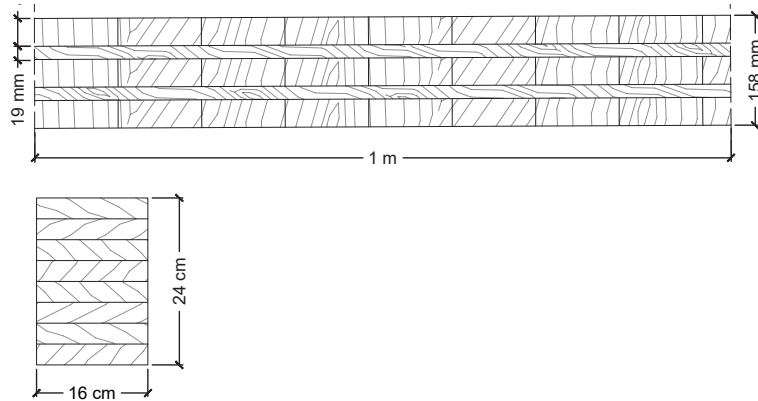
Grafico 8.14 - Schematizzazione del solaio come trave su più appoggi

L'elemento strutturale di solaio viene studiato con lo schema statico della trave continua su più appoggi. La trave corrisponde ad una striscia di solaio di larghezza 1 m; gli appoggi sono costituiti da delle travi lamellari 16x24 cm continue su tutta la lunghezza del volume. La trave corrispondente alla striscia di solaio ha una larghezza pari a 1 m; gli appoggi puntuali sulle travi lamellari corrispondono a 1 m di trave. Lo schema è caricato con carico uniformemente distribuito corrispondente alla combinazione dei carichi agenti linearizzata.

Figura 7.10 - Sezioni elementi portanti di solaio

Pannello
Flessione semplice:
 $I=29550 \text{ cm}^4$
 $E=11000 \text{ N/mm}^2$
 $W=3095 \text{ cm}^3$
 $f_{m,k}=24 \text{ MPa}$

Trave
Compressione perpendicolare alle fibre:
 $A=160000 \text{ mm}^2$
 $f_{c,90,k}=2,7 \text{ MPa}$



Gli 11 volumi di progetto possono essere ricondotti a 3 schemi statici:

- Schema 1: Sala processo e laboratori:
affollamento: 5 kN/m^2
n° campate: 3 + 3
distanza appoggi massima: 4,2 m

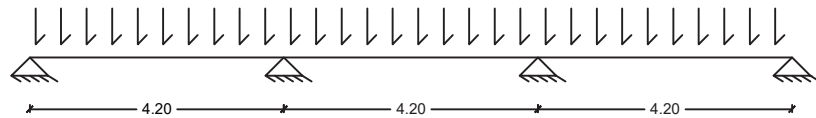


Grafico 8.15 - Schema statico solaio: schema 1

- Schema 2: Servizi con spogliatoi:
affollamento: 2 kN/m^2
n° campate: 3
distanza appoggi massima: 4,8 m

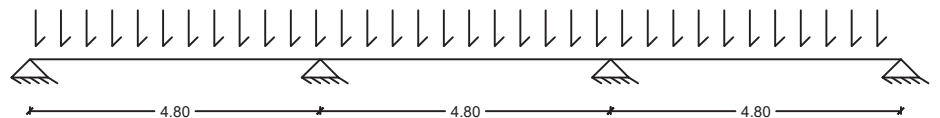


Grafico 8.16 - Schema statico solaio: schema 2

- Schema 3: Uffici e volumi di controllo:
affollamento: 2 kN/m^2
n° campate: 2
distanza appoggi massima: 3,5 m

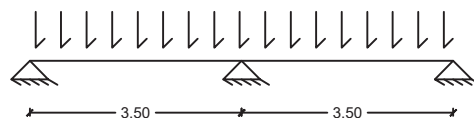


Grafico 8.17 - Schema statico solaio: schema 3

Verifiche di resistenza

Per le verifiche di resistenza allo Stato Limite Ultimo ($\gamma_{G1}=1,1; \gamma_{Q1}=1,5$) vengono applicati i soli carichi permanenti (Combinazione 1: $k_{mod}=0,6$) e gli stessi combinati con i carichi variabili di affollamento sommati al carico dato dalle partizioni interne (Combinazione 2: $k_{mod}=0,8$):

- Schema 1:
 $G_1+G_2=1,5 \text{ kN/m}$
 $Q_1+g_2=5,8 \text{ kN/m}$

Titolo : solaiio_SP

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi) : 4

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez.N°
1	4,2	1,5	5,8	1
2	4,2	1,5	5,8	1
3	4,2	1,5	5,8	1
4	4,2	1,5	5,8	1

App.	Largh.
1	0,16
2	0,16
3	0,16
4	0,16
5	0,16

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Calcolo

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 5

Scale fisse Taglio 1: 5

Freccia 1: 0,01

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

M I M+T

DWG Esporta Blocco

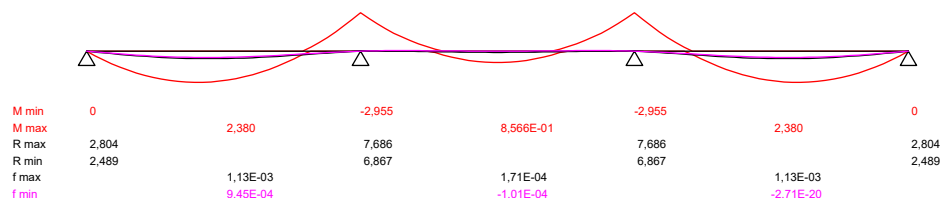
Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	17,57	1,848	0,07787	0,336	9,17E-03	-2,14E-03
2	-0,7442		-21,65			
m	13,53	2,184	-5,761	2,688	6,60E-03	-4,49E-03
3	3,686		-18,62			
m	13,53	2,016	-5,761	1,512	6,60E-03	-4,49E-03
4	-0,7442		-21,65			
m	17,57	2,352	0,07787	3,864	9,17E-03	-2,14E-03

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		19,07	19,07	0,4837
2	-26,89	25,78	52,67	4,213
3	-24,17	24,17	48,33	-2,115
4	-25,78	26,89	52,67	4,213
5	-19,07		19,07	0,4838

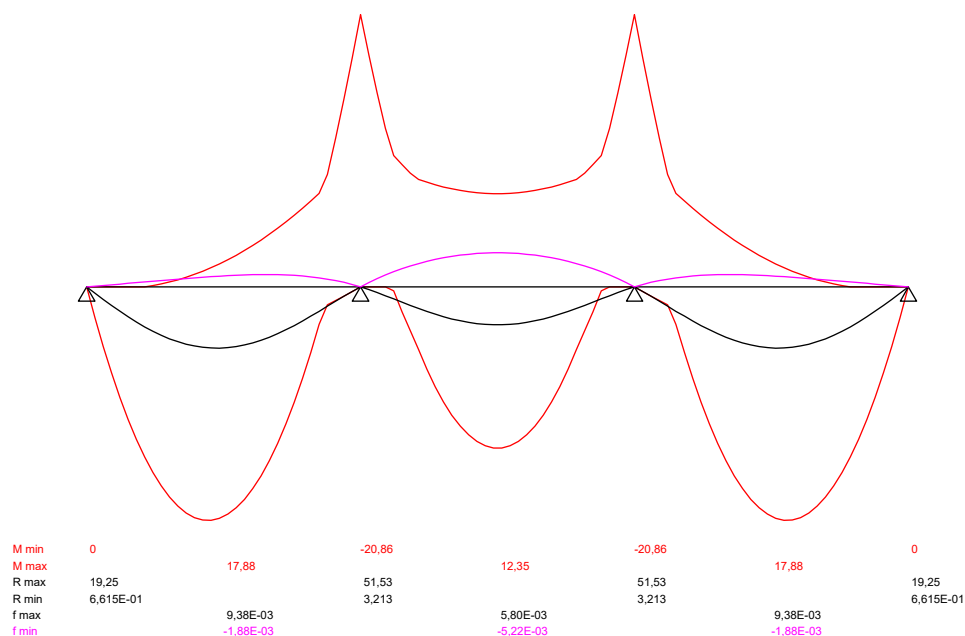
Figura 7.11 - Verifica del solaio della Sala
 Processo (Schema 1: TraveConDWG)
 Grafico 8.18 - Schema 1 solaio: SLU

File : solaiio_SP - solaiio_SP
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
 Scala Freccie 1:0,01



Carichi permanenti: momenti interni
 e deformata

File : solaiio_SP - solaiio_SP
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
 Scala Freccie 1:0,01



Carichi permanenti e variabili: mo-
 menti interni e deformata

- Schema 2:
 $G_1 + G_2 = 1,5 \text{ kN/m}$
 $Q_1 + g_2 = 2,8 \text{ kN/m}$

Titolo : **solaio_Serv**

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi) : **3** Appoggi

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°
1	4,8	1,5	2,8	1
2	4,8	1,5	2,8	1
3	4,8	1,5	2,8	1

App.	Largh.
1	0,16
2	0,16
3	0,16
4	0,16

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: **5**

Scale fisse Taglio 1: **5**

Freccia 1: **0,01**

N. Punti Plottaggio: **100**

Visualizza Stampa

DWG Esporta Blocco ?

Risultati

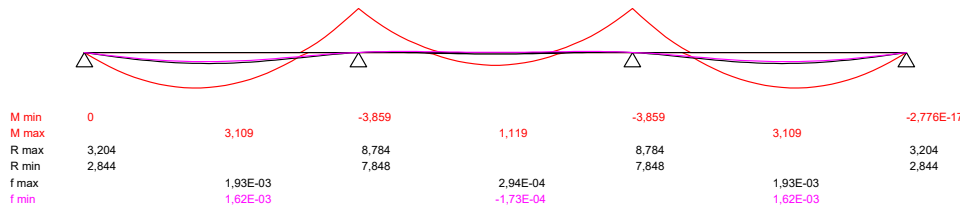
Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	12,87	2,036	1,121	1,164	8,75E-03	-1,01E-03
2	-1,786		-15,15			
m	8,365	2,473	-4,151	2,473	4,95E-03	-4,32E-03
3	-1,786		-15,15			
m	12,87	2,764	1,121	3,636	8,75E-03	-1,01E-03
4	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		12,28	12,28	1,836
2	-17,2	15,78	32,98	5,832
3	-15,78	17,2	32,98	5,832
4	-12,28	3,825	12,28	1,836

Figura 7.12 - Verifica del solaio dei Servizi (Schema 2: TraveConDWG)

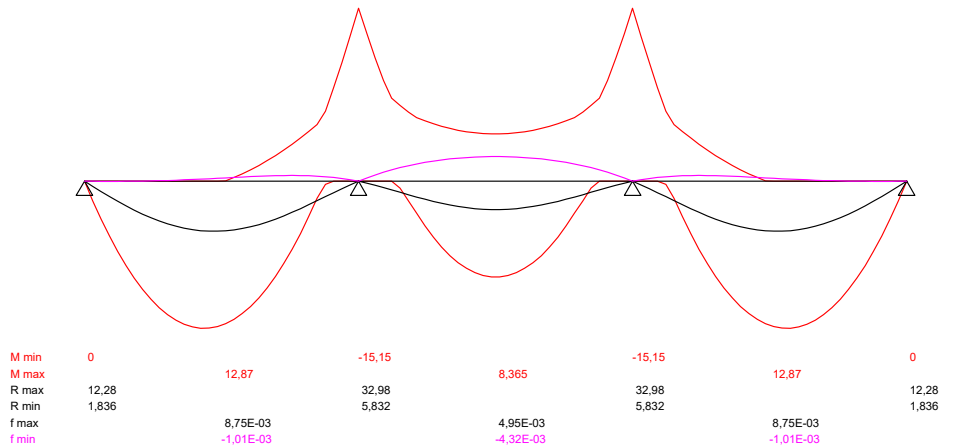
Grafico 8.19 - Schema 2 solaio: SLU

File : solaiio_Serv - solaiio_Serv
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
 Scala Frece 1:0,01



Carichi permanenti: momenti interni e deformata

File : solaiio_Serv - solaiio_Serv
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
 Scala Frece 1:0,01



Carichi permanenti e variabili: momenti interni e deformata

- Schema 3:
 $G_1+G_2=1,5 \text{ kN/m}$
 $Q_1+g_2=2,8 \text{ kN/m}$

Titolo: solaio_Uff

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi): 2

Camp. N°	Luca	Perm.	Var.	Sez. N°
1	3,5	1,5	2,8	1
2	3,	1,5	2,8	1

App.	Largh.
1	0,16
2	0,16
3	0,16

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 5

Scale fisse Taglio: 5

Freccia 1: 0,01

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

M I M ± T

DWG Esporta Blocco ?

Risultati

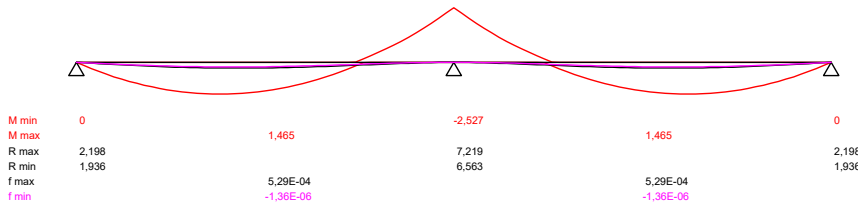
Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	6,375	1,491	0,6563	0,9074	2,22E-03	-2,41E-04
2	-2,016		-7,861			
m	4,617	1,761	0,04876	2,739	1,17E-03	-5,37E-04
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		8,637	8,637	1,404
2	-12,48	11,4	23,88	6,123
3	-7,35		7,35	0,3826

File : solaio_Uff - solaio_Uff
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
 Scala Freccie 1:0,01

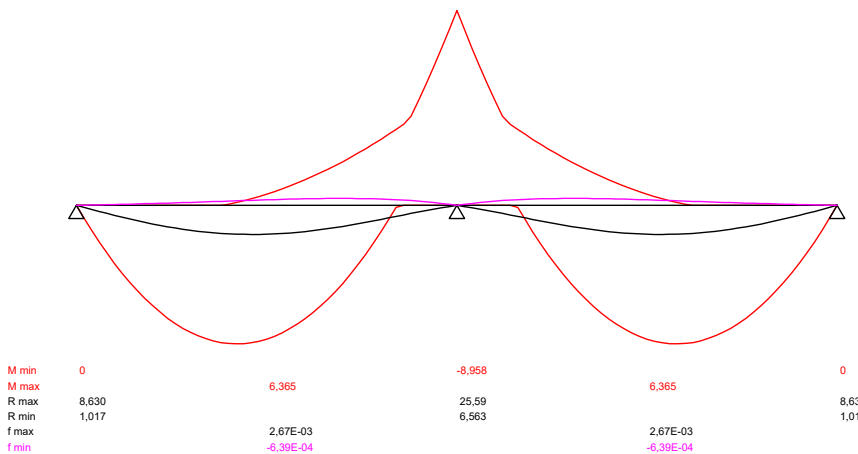
Figura 7.13 - Verifica del solaio degli Uffici (Schema 3: TraveConDWG)

Grafico 8.20 - Schema 3 solaio: SLU



File : solaio_Uff - solaio_Uff
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
 Scala Freccie 1:0,01

Carichi permanenti: momenti interni e deformata



Carichi permanenti e variabili: momenti interni e deformata

Schema statico:	Combinazione 1				Combinazione 2			
	solaio inflesso		trave compressa		solaio inflesso		trave compressa	
	M_{max} [kNm]	σ [MPa]	F_d [kN]	σ [MPa]	M_{max} [kNm]	σ [MPa]	F_d [kN]	σ [MPa]
Schema 1	2,95	1	7,07	0,05	20,9	6,8	51,5	0,3
Schema 2	3,86	1,25	8,78	0,05	15,15	4,9	32,98	0,2
Schema 3	2,53	0,8	7,22	0,045	8,96	2,9	25,59	0,16

Verifiche di deformabilità

Per le verifiche di deformabilità allo Stato Limite di Esercizio vengono applicati i soli carichi permanenti e i soli i carichi variabili di affollamento sommati al carico dato dalle partizioni interne.

Per tenere conto delle caratteristiche reologiche del legno (comportamento visco-elastico o “fluage”) che causano un aumento della deformazione nel tempo sotto carico costante, si considera sia la freccia istantanea che quella differita soprattutto se le azioni che agiscono sull’elemento in maniera prolungata sono percentualmente elevate rispetto al carico totale. La deformazione finale u_{fin} è la somma della deformazione istantanea e di quella differita, e viene calcolata sulla base delle combinazioni quasi permanenti:

$$u_{fin} = u_{ist} + u_{dif} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi} \dots$$

Le deformazioni finali dovute ai singoli carichi vengono incrementate in base ai coefficienti di combinazione delle azioni $\psi_{n,i}$ e del coefficiente k_{def} che tiene conto del tipo di materiale e della classe di servizio pari a 0,6 (per legno lamellare incolato e classe di servizio 1), secondo le seguenti equazioni:

$$u_{fin,G} = u_{ist,G} (1 + k_{def})$$

$$u_{fin,Q1} = u_{ist,Q1} (1 + \psi_{2,1} k_{def})$$

$$u_{fin,Qi} = u_{ist,Qi} (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} k_{def})$$

Nel caso di travi inflesse, la freccia netta è la somma della controfreccia (u_0 se presente) e delle frecce dovute ai carichi permanenti ($u_{1,ist}$) e variabili ($u_{2,ist}$). Le frecce istantanea relative ai singoli carichi sono calcolate sulla base dei valori caratteristici dei carichi.

In caso di controfreccia nulla, la norma prevede i seguenti limiti di freccia da verificare:

$$u_{2,ist} \leq l/300$$

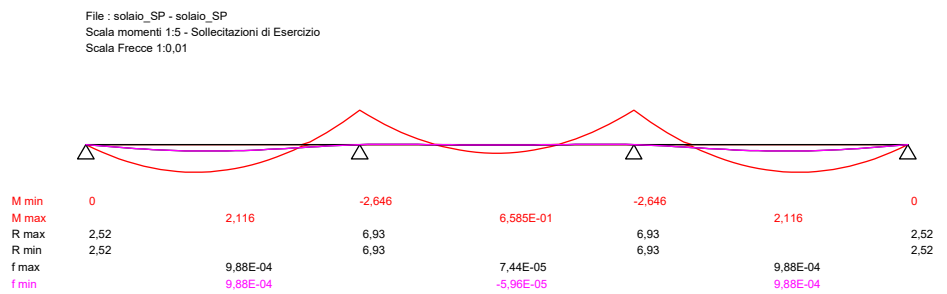
$$u_{net,fin} \leq l/200$$

- Schema 1:

$$u_{2,ist} \leq 0,014 \text{ m}$$

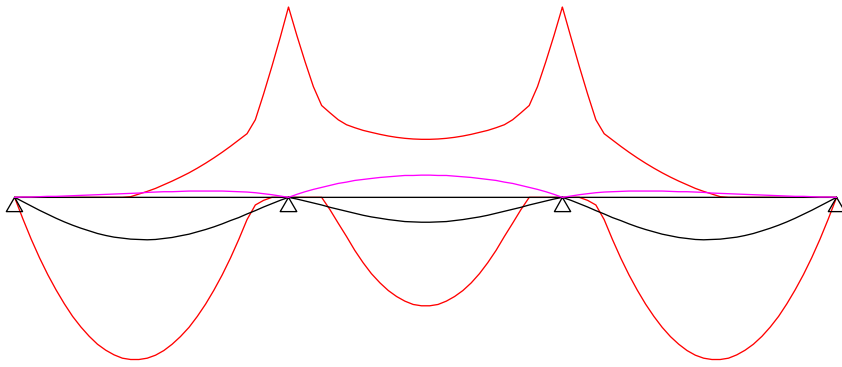
$$u_{net,fin} \leq 0,021 \text{ m}$$

Grafico 8.21 - Schema 1 solaio: SLE



Carichi permanenti: momenti interni e deformata

File : solaio_SP - solaio_SP
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni di Esercizio
 Scala Frecc 1:0,01



M min	0		-14,58		-14,58		-8,882E-16
M max		12,44		8,320		12,44	
R max	13,48		36,16		36,16		13,48
R min	1,302		4,494		4,494		1,302
f max		6,49E-03		3,83E-03		6,49E-03	
f min		-9,86E-04		-3,39E-03		-9,86E-04	

Carichi variabili: momenti interni e deformata

- Schema 2:
 $u_{2,ist} \leq 0,016 \text{ m}$
 $u_{net,fin} \leq 0,024 \text{ m}$

File : solaio_Serv - solaio_Serv
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni di Esercizio
 Scala Frecc 1:0,01

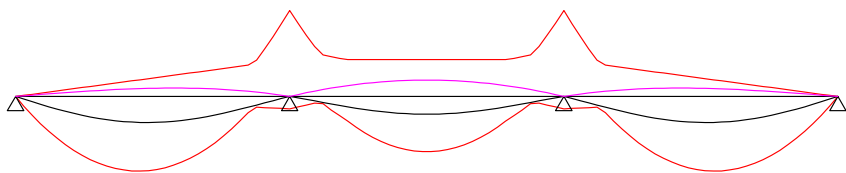


M min	0		-3,456		-3,456		0
M max		2,764		8,600E-01		2,764	
R max	2,88		7,920		7,920		2,88
R min	2,88		7,920		7,920		2,88
f max		1,69E-03		1,27E-04		1,69E-03	
f min		1,69E-03		-1,02E-04		1,69E-03	

Grafico 8.22 - Schema 2 solaio: SLE

Carichi permanenti: momenti interni e deformata

File : solaio_Serv - solaio_Serv
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni di Esercizio
 Scala Frecc 1:0,01



M min	0		-7,526		-7,526		0
M max		6,531		4,831		6,531	
R max	6,048		16,13		16,13		6,048
R min	-6,720E-01		-1,344		-1,344		-6,720E-01
f max		4,55E-03		3,10E-03		4,55E-03	
f min		-1,47E-03		-2,87E-03		-1,47E-03	

Carichi variabili: momenti interni e deformata

Tabella 8.36 - Verifica di resistenza dei solai e delle travi sottostanti

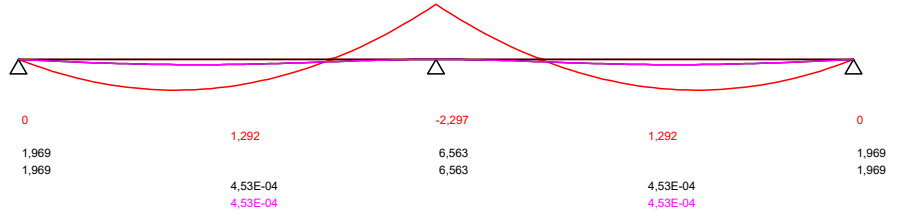
- Schema 3:

$$u_{2,ist} \leq 0,012 \text{ m}$$

$$u_{net,fin} \leq 0,017 \text{ m}$$

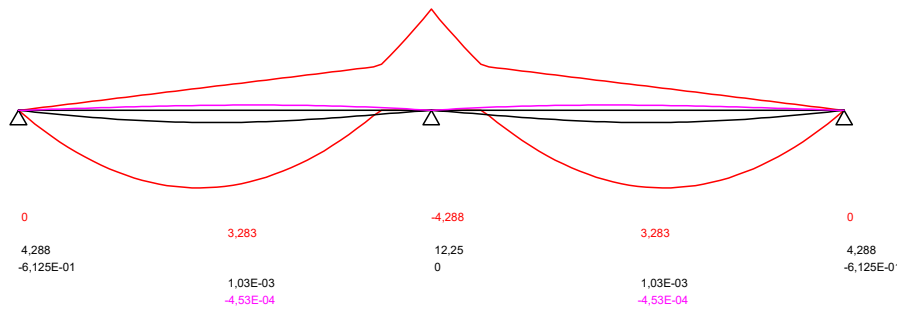
Grafico 8.23 - Schema 3 solaio: SLE

File : solaio_Uff - solaio_Uff
Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni di Esercizio
Scala Frece 1:0,01



Carichi permanenti: momenti interni e deformata

File : solaio_Uff - solaio_Uff
Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni di Esercizio
Scala Frece 1:0,01



Carichi variabili: momenti interni e deformata

Schema statico:	ψ_2	$u_{G,ist}$ [m]	$u_{Q,ist}$ [m]	$u_{G,fin}$ [m]	$u_{Q,fin}$ [m]	u_{fin} [m]	$u_{2,ist}$ [m]	$u_{net,fin}$ [m]
Schema 1	0,8	$9,9 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$
Schema 2	0,3	$1,69 \cdot 10^{-3}$	$4,55 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$
Schema 3	0,3	$4,53 \cdot 10^{-4}$	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$

Tabella 8.37 - Verifica di deformabilità dei solai

Verifica della copertura

I pannelli di copertura pre-assemblati sono costituiti da travi lignee a sezioni ottimizzate (elemento di partenza: $h=200$ mm, dim. 45x45 mm) con pannelli OSB/2 sp. 22 mm su entrambi i lati. Lo schema statico è il medesimo utilizzato per il solaio, con luci differenti a seconda della conformazione in pianta dei singoli blocchi. Vengono di seguito riportati i valori caratteristici degli elementi Steico Joist:

Altezza	h	200	mm
Dimensioni flange	b x h	45 x 45	mm ²
Peso	P	7,92	kg/m
Momento resistente	$M_{y,k}$	0,19	kNm
Rigidezza flessionale	$EI_{y,mean}$	327×10^9	Nmm ²
Capacità max a taglio	V_k	10,92	kN
Rigidezza a taglio	$GA_{y,mean}$	2,09	MN

Tabella 8.38 - Valori caratteristici Steico Joists

Caratteristiche geometriche

Pannelli strutturali di parete e di copertura in struttura a pannelli preassemblati composta da un telaio ligneo in elementi a sezione ottimizzata e pannellatura laterale in pannelli OSB.

Volume:	LCOPERTURA [m]	hPARETE [m]	parete laterale	$(G_1+G_2+Q)^*$	parete centrale	$(G_1+G_2+Q)^*$
			A_{inf} [m ²]	q_k [kN/m]	A_{inf} [m ²]	q_k [kN/m]
Sala Processo	10,8	8,1	69,7	5,89	-	-
Cucine	7,3 8,3	3,1	65,5	4,53	131	9,16
Laboratori 01	8,4	3,1	70,6	4,58	-	-
Laboratori 02	8,4	3,1	43,7	4,58	-	-
Laboratori 03	5,1 5,7	3,1	47,5	3,05	84,2	8,51
Uffici 01	7,2	3,1	47,5	3,93	-	-
Uffici 02	7,2	3,1	51,8	3,93	-	-
Uffici 03	7,2	3,1	38,9	3,93	-	-
Servizi 01	7,2	3,1	53,8	3,93	-	-
Servizi 02	5,6 6,4	3,1	38,9	3,49	100,8	9,16
Servizi 03	7,2	3,1	38,9	3,93	-	-

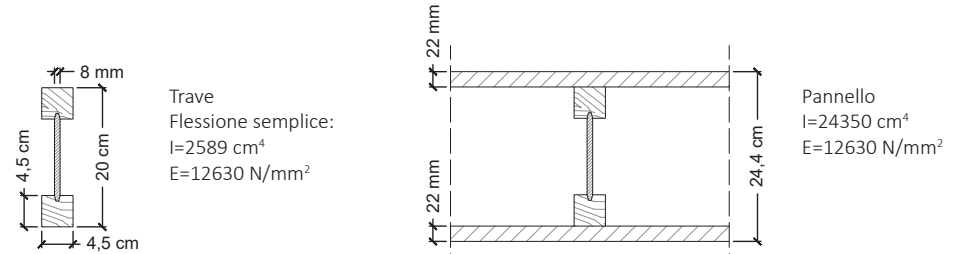
Tabella 8.39 - Pannelli prefabbricati di copertura

*I carichi permanenti e variabili vengono sommati secondo la combinazione rara (SLE).

Schema statico

Per i pannelli di copertura vengono effettuate le medesime verifiche di resistenza e di deformabilità. Le verifiche di resistenza vengono effettuate considerando la sola trave Steico, in quanto la pannellatura non incide sulle prestazioni a flessione dell'elemento strutturale. Per la verifica di deformabilità si considera la sezione dell'intero pannello, in quanto la presenza dei pannelli OSB su entrambi i lati incide notevolmente sull'inerzia della sezione.

Figura 7.14 - Sezioni elementi portanti di copertura



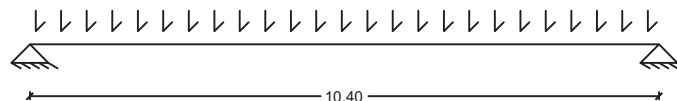
Viene utilizzato il medesimo schema statico sia trave su più appoggi, nelle tre configurazioni caratteristiche del progetto: quando il volume non presenta una direzione di sviluppo dominante, viene introdotto un setto portante per dimezzare la luce di libera inflessione.

Il passo delle travi è di 40 cm; l'area d'influenza corrispondente alla striscia di copertura schematizzata come trave, ha una larghezza di 0,4 m. I carichi vengono quindi linearizzati su tale larghezza.

Gli 11 volumi di progetto vengono ricondotti a 3 schemi statici:

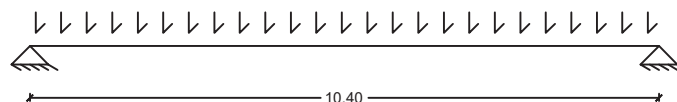
- Schema 1: Sala processo
n° campate: 1
luce: 10,8 m

Grafico 8.24 - Schema statico copertura: schema 1



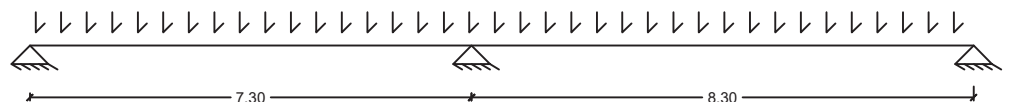
- Schema 2: Cucine, Lab 3 e servizi con spogliatoio
n° campate: 2
luci massime: 7,3 + 8,3 m

Grafico 8.25 - Schema statico copertura: schema 2



- Schema 3: Uffici, Lab 1-2 e volumi di controllo
n° campate: 1
luci massime: 8,4 m

Grafico 8.26 - Schema statico copertura: schema 3



Verifiche di resistenza

Le verifiche vengono effettuate confrontando il valore di momento resistente $M_k=7,09$ kNm proprio del profilo, riportato in scheda tecnica, appositamente ridotto con i coefficienti k_{mod} utilizzati per il solaio, ed un valore di $\gamma_m=1,3$, con quello agente.

- Schema 1:

$$G_1+G_2=0,16 \text{ kN/m}$$

$$Q_1=0,2 \text{ kN/m}$$

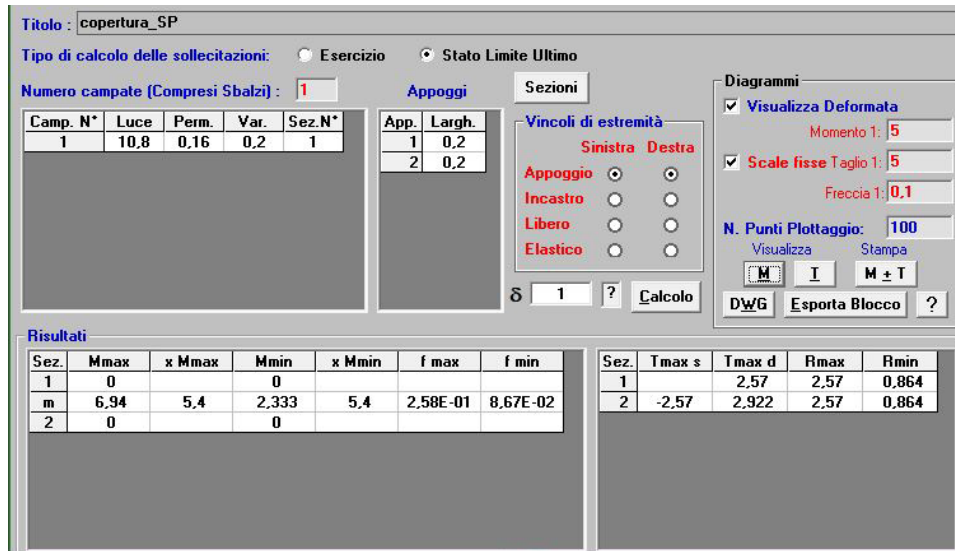
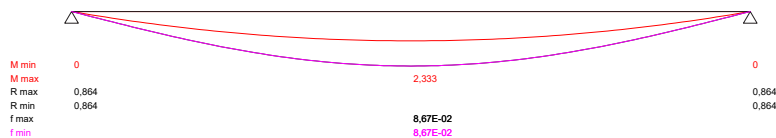


Figura 7.15 - Verifica della copertura della Sala Processo (Schema 1: TraveConDWG)

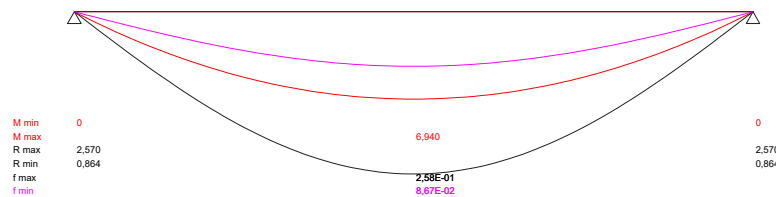
Grafico 8.27 - Schema 1 copertura: SLU

File : copertura_SP - copertura_SP
Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni di Esercizio
Scala Freccie 1:0,1



Carichi permanenti: momenti interni e deformata

File : copertura_SP - copertura_SP
Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
Scala Freccie 1:0,1



Carichi permanenti e variabili: momenti interni e deformata

- Schema 2:
 $G_1+G_2= 0,16 \text{ kN/m}$
 $Q_1= 0,2 \text{ kN/m}$

Titolo : **copertura_Serv**

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi) : **2**

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°
1	7,3	0,16	0,2	1
2	8,3	0,16	0,2	1

App.	Largh.
1	0,2
2	0,2
3	0,2

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: **5**

Scale fisse Taglio 1: **5**

Freccia 1: **0,1**

N. Punti Plottaggio: **100**

Visualizza Stampa

M I M ± T

DWG Esporta Blocco ?

Calcolo

Risultati

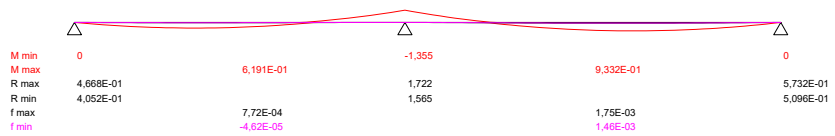
Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	2,158	2,951	0,1469	1,398	3,36E-03	-1,20E-03
2	-1,232		-3,665			
m	2,868	4,855	0,4923	5,794	5,86E-03	-4,81E-04
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		1,434	1,434	0,2169
2	-2,239	2,417	4,656	1,565
3	-1,653		1,653	0,3969

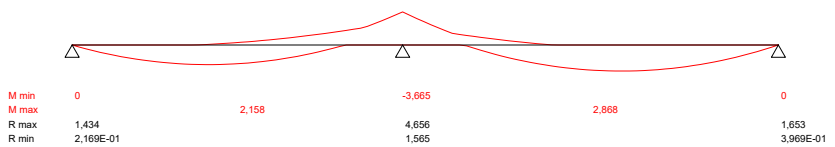
Figura 7.16 - Verifica della copertura dei Servizi (Schema 2: TraveConDWG)

Gráfico 8.28 - Schema 2 copertura: SLU

File : copertura_Serv - copertura_Serv
 Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU
 Scala Freccie 1:0,1



Carichi permanenti: momenti interni e deformata



Carichi permanenti e variabili: momenti interni e deformata

- Schema 3:
 $G_1+G_2= 0,16 \text{ kN/m}$
 $Q_1= 0,2 \text{ kN/m}$

Titolo : **copertura_Uff**

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi) : **1**

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°
1	8,4	0,16	0,2	1

App.	Largh.
1	0,2
2	0,2

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: **5**

Scale fisse Taglio 1: **5**

Freccia 1: **0,1**

N. Punti Plottaggio: **100**

Visualizza Stampa

M I M ± T

DWG Esporta Blocco ?

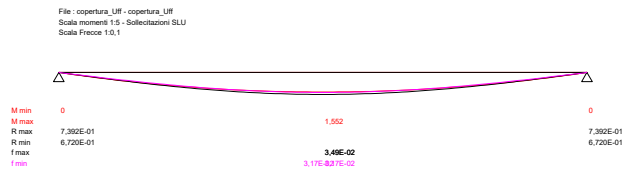
Calcolo

Risultati

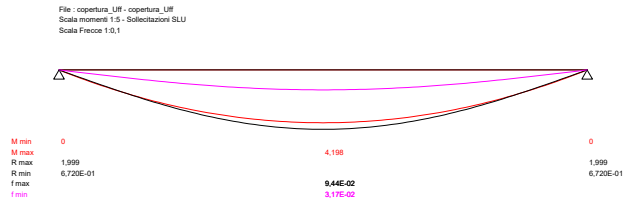
Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	4,198	4,2	1,411	4,2	1,00E-02	-1,73E-18
2	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		1,999	1,999	0,672
2	-1,999	2,417	1,999	0,672

Figura 7.17 - Verifica della copertura degli Uffici (Schema 3: TraveConDWG)



Carichi permanenti: momenti interni e deformata



Carichi permanenti e variabili: momenti interni e deformata

Schema statico:	Combinazione 1		Combinazione 2	
	M _{max} [kNm]	M _{g,d} [kNm]	M _{max} [kNm]	M _{g,d} [kNm]
Schema 1	2,3	3,27	6,9	4,36
Schema 2	1,3	3,27	3,7	4,36
Schema 3	1,5	3,27	4,2	4,36

Tabella 8.40 - Verifica di resistenza della copertura

Verifiche di deformabilità

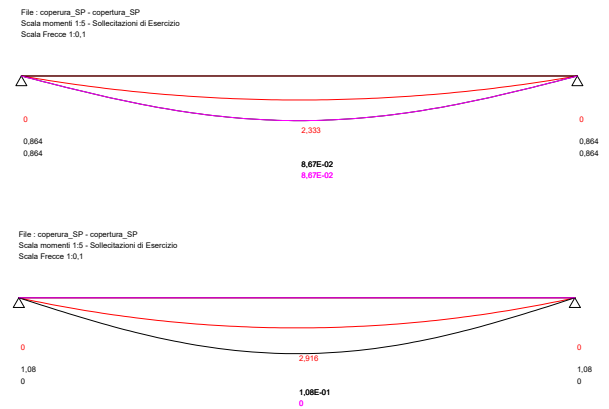
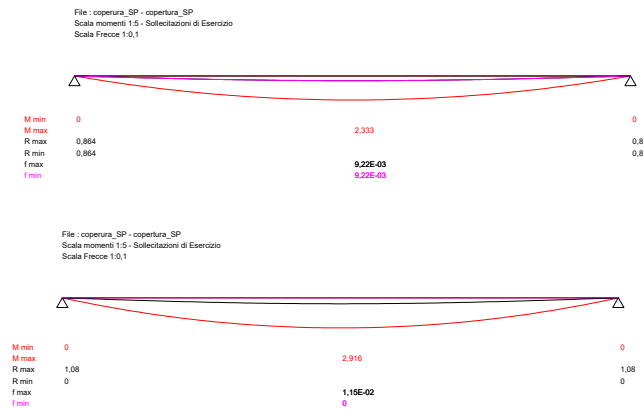
Vengono riportati i grafici relativi sia alla singola trave (a destra), che al pannello completo (a sinistra).

- Schema 1:

$$u_{2,ist} \leq 0,036 \text{ m}$$

$$u_{net,fin} \leq 0,054 \text{ m}$$

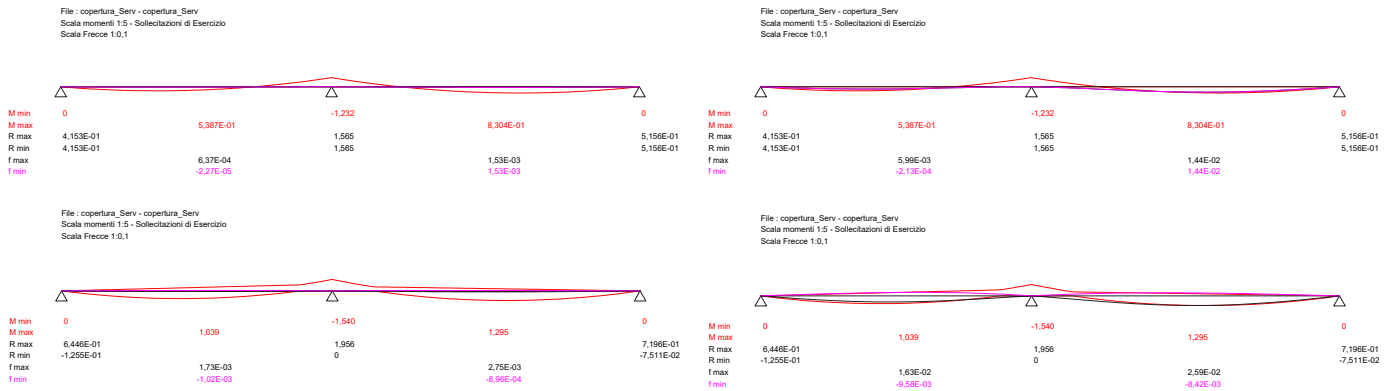
Grafico 8.30 - Schema 1 copertura: SLE



Carichi permanenti (in alto) e variabili (in basso): momenti interni e deformata

- Schema 2:
 $u_{2,ist} \leq 0,028 \text{ m}$
 $u_{net,fin} \leq 0,041 \text{ m}$

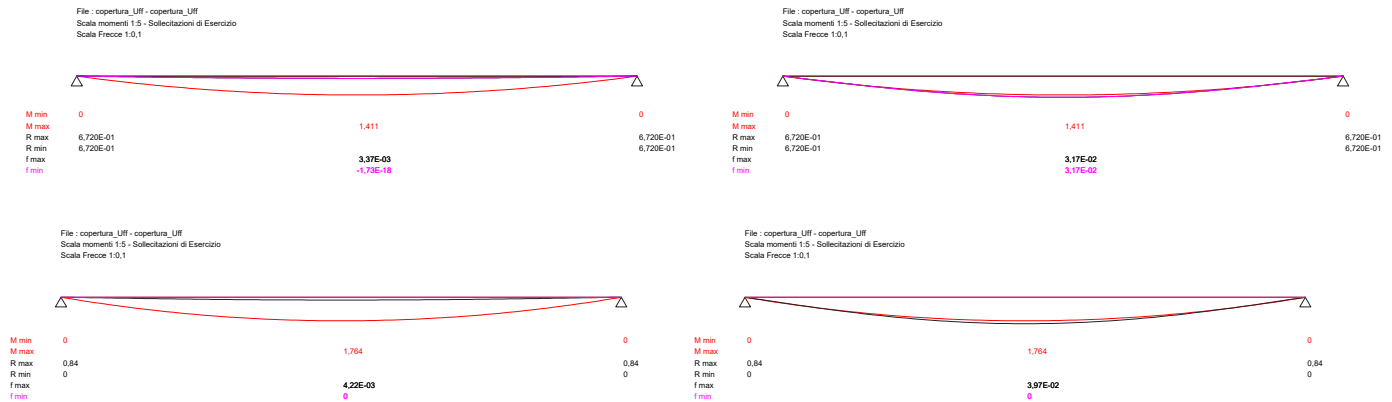
Gráfico 8.31 - Schema 2 copertura: SLE



Carichi permanenti (in alto) e variabili (in basso):
momenti interni e deformata

- Schema 3:
 $u_{2,ist} \leq 0,028 \text{ m}$
 $u_{net,fin} \leq 0,042 \text{ m}$

Gráfico 8.32 - Schema 3 copertura: SLE



Carichi permanenti (in alto) e variabili (in basso):
momenti interni e deformata

Schema statico:		$\psi/2$	$u_{G,ist}$ [m]	$u_{Q,ist}$ [m]	$u_{G,fin}$ [m]	$u_{Q,fin}$ [m]	u_{fin} [m]	$u_{2,ist}$ [m]	$u_{net,fin}$ [m]
Schema 1	Singola trave	0,0	$8,7 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$
	Pannello	0,0	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$
Schema 2	Singola trave	0,0	$1,44 \cdot 10^{-2}$	$2,59 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$2,59 \cdot 10^{-2}$	$4,8 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$
	Pannello	0,0	$1,53 \cdot 10^{-3}$	$2,75 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$2,75 \cdot 10^{-3}$	$5,15 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$
Schema 3	Singola trave	0,0	$3,17 \cdot 10^{-2}$	$3,97 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$3,97 \cdot 10^{-2}$	$9,1 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$
	Pannello	0,0	$3,37 \cdot 10^{-3}$	$4,22 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$4,22 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$

Tabella 8.41 - Verifica di deformabilità della copertura

Per la copertura della Sala Processo, univo elemento non verificato, viene utilizzato un profilo di altezza maggiore.

Type	Depth H [mm]	Moment capacity ^{a)} $M_{y,k}$ [kNm]	Flexural rigidity $EI_{y,mean}$ [Nmm ² * 10 ⁹]	Shear capacity max V_k [kN]	Shear rigidity $GA_{y,mean}$ [MN]
STEICOjoist SJ 45	200	7.09	327	10.92	2.09
	220	8.00	416	11.85	2.42
	240	8.92	516	12.75	2.76
	300	11.74	888	15.36	3.77
	360	14.01	1369	17.84	4.78

Tabella 8.42 - Scheda tecnica elementi Steico Joists

Per soddisfare le richieste prestazionali di resistenza, viene scelta una sezione di $h=300$ mm, con momento resistente caratteristico $M_k=11,74$ kNm al quale corrisponde un valore $M_{d,q}=7,2$ kNm.

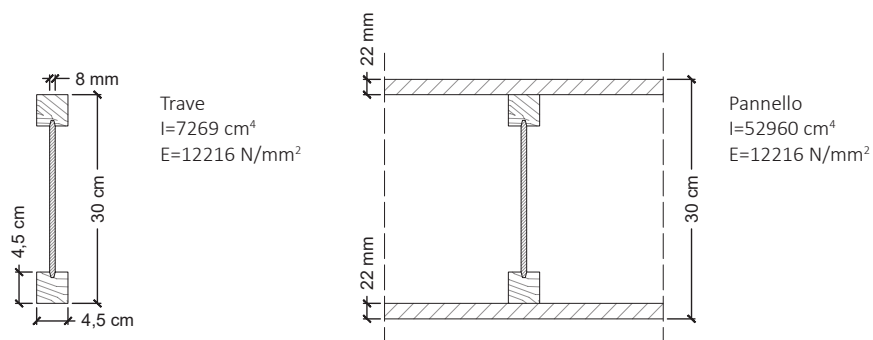


Figura 7.18 - Sezioni elementi portanti di copertura

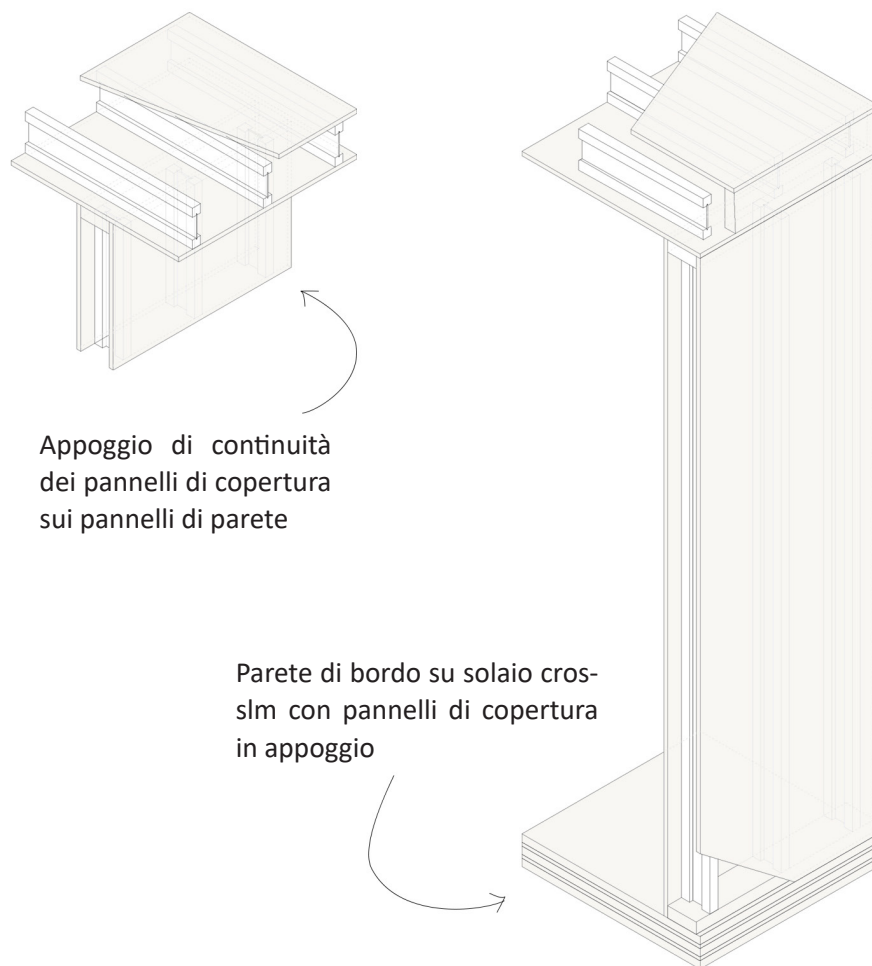


Figura 7.19 - Composizione degli elementi strutturali verticali ed orizzontali

Laboratori di ricerca agroalimentare

9

**DETTAGLI
COSTRUTTIVI**

Sistemi di facciata

I quattro sistemi di facciata che compongono l'involucro, la nuova "pelle" del tubificio, identificano l'interfaccia del progetto con l'esterno. L'aspetto è quello di una scatola chiusa, di cui però si può intravedere il contenuto; a seconda del lato da cui la guardi, è più o meno facile capire di cosa si tratti.

Questa è la natura dei laboratori di ricerca: per le attività che si svolgono al suo interno, per i prodotti e le sostanze trattate, non è un luogo pubblico, come testimonia l'attenzione per il controllo degli accessi; dall'altra parte tuttavia, è necessario, per una maggior crescita e diffusione dell'innovazione, che si creino occasioni di contatto tra quello che avviene all'interno del laboratorio e la realtà in cui viviamo. Questo può avvenire sia tramite il legame con il mondo della produzione, sia con la diffusione della conoscenza e delle "scoperte", trasmesse con un linguaggio comprensibile anche da chi, pur operando in un altro campo, mostra interesse per questo ambito.

Figura 9.1 - Vista facciata est



Prospetto nord

All'interno dell'intelaiatura esistente in CA, costituita da una trave superiore di $h=2,8$ m, un tramezzo di $h=0,3$ m e pilastri di dim. 40×90 cm con passo 6 m, vengono inseriti nuovi serramenti per migliorare le prestazioni dell'involucro esistente.

Il primo ordine di aperture viene chiuso con un sistema di facciata (Metra, Poliedra Sky 50, profili NC3825, passo 1,5 m) composto da un elemento di $h=3,3$ m integrato con un serramento apribile in corrispondenza degli accessi, e un elemento fisso superiore di $h=1$ m.

Nel secondo ordine di aperture vengono invece installati serramenti (Metra, NC 50 STH) di $h=2$ m, divisi in 4 moduli di $l=1,5$ m, di cui quelli centrali sono apribili elettricamente a vasistas in alternanza per consentire una ventilazione naturale.

La struttura a telaio esistente che chiude i prospetti nord e sud viene mantenuta; in particolare la trave in CA di altezza 1 m costituisce l'appoggio laterale sia per i pannelli sandwich che per la chiusura dei lucernari. Una volta pulito e trattato, il cemento viene lasciato a vista e su di esso installati i serramenti.

Figura 9.2 - Struttura reticolare esistente sottostante i lucernari



+ 12,00 m

+ 10,00 m

+ 0,60 m

+ 3,87 m

+ 0,60 m

± 0,00 m

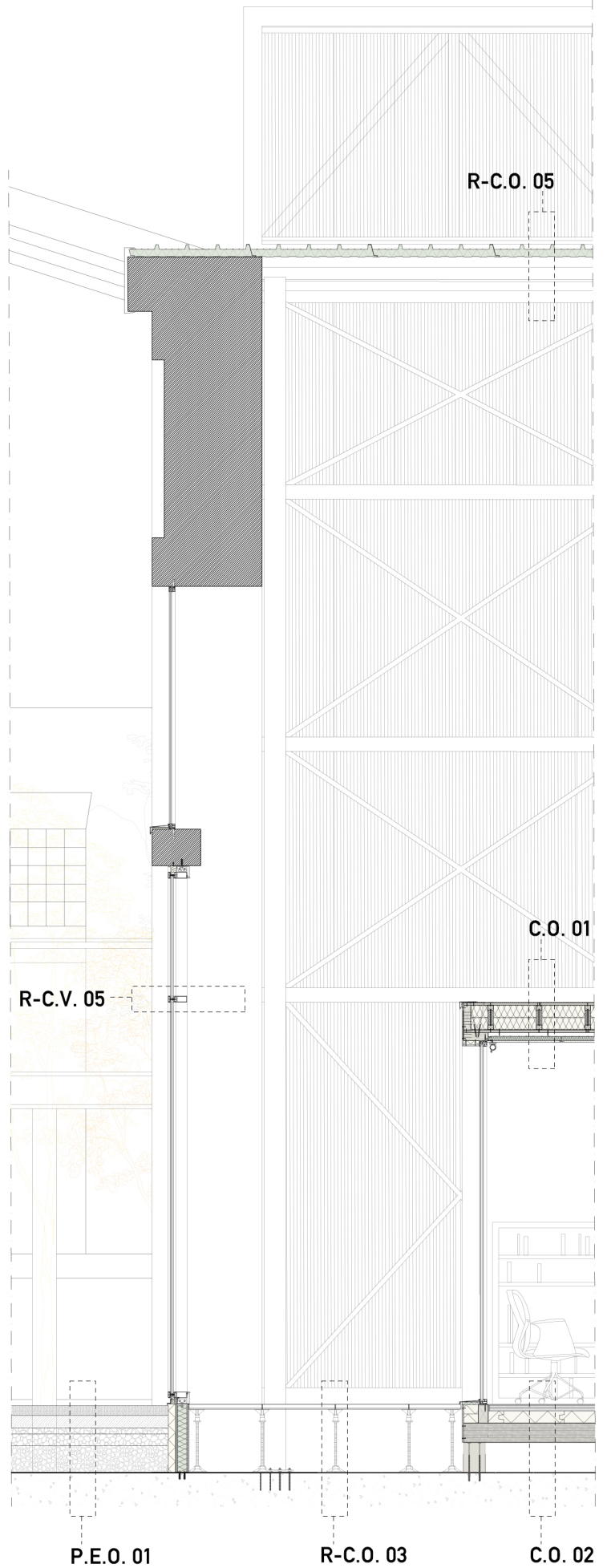
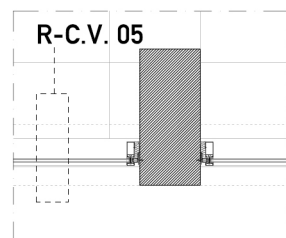
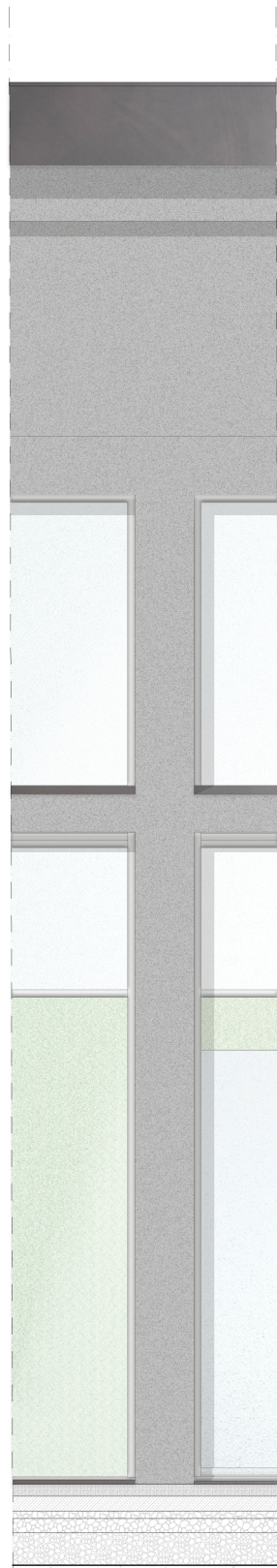


Figura 9.3 - Tavola 55, Blow Up: prospetto nord

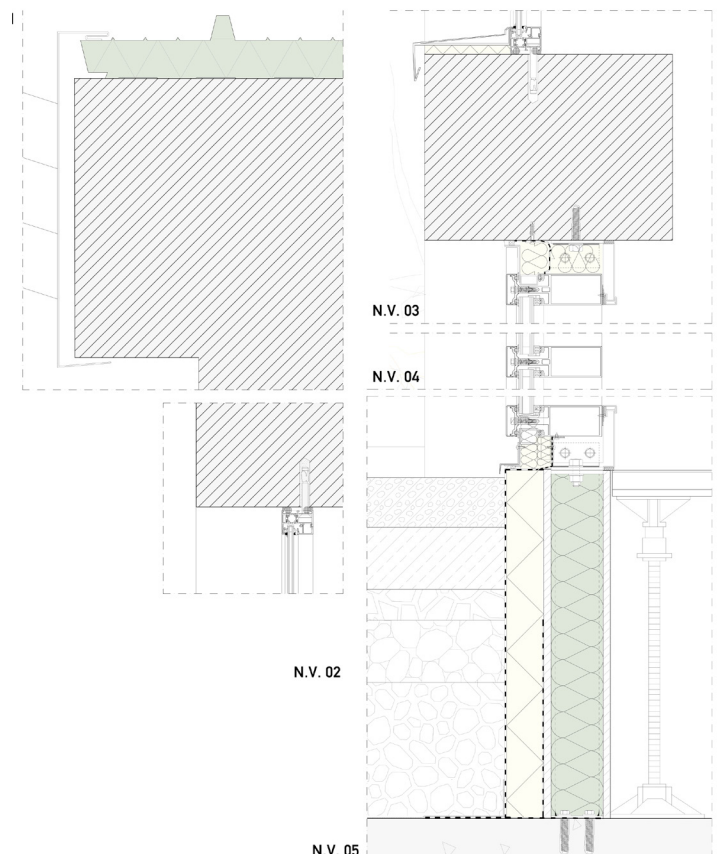
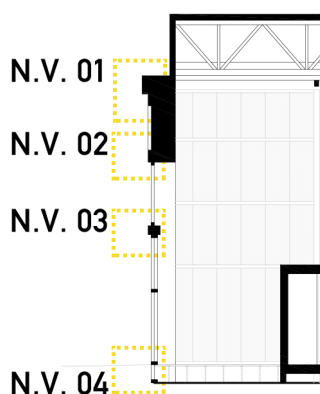
C.O. 01

- Impermeabilizzazione in membrana in PVC-P (Riwega per IKO, Armourplan SM, sp. 1,5 cm)
- Pannello portante a fibre orientate incollate (Isopan, OSB/3, sp. 22 cm, $\lambda=0,1$ W/mK)
- Struttura portante in travi lignee a sezione ottimizzata (Steico, Steico Joist, dim. 200x45x45 mm, $i=40$ cm)
- Isolamento in fibra di legno insufflata (Steico, Steico Zell, sp. 200 cm, $\lambda=0,038$ W/mK)
- Barriera al vapore in polietilene (Riwega, DS 65 PE, sp. 0,2 mm)
- Intercapedine impiantistica con isolante in lana di vetro (Knauf, Ekovetro R, sp. 30 cm, $\lambda=0,037$ W/mK)
- Sistema di controsoffittatura ad orditura singola con profili di aggancio per i moduli di finitura
- Pannelli in gesso rivestito con carta bianca a vista e film in polipropilene di protezione (Knauf, Danotile R.U., dim. 600x600 mm, sp. 12,5 mm)

C.O. 02

- Sistema di pavimentazione antibatterica composta da livellante (a-Aquaregx), primer (b-Resitac), malta sintetica con finitura (c-AG.Solmix, sp. 6 cm)
- Sottofondo a secco in doppia lastra di distribuzione dei carichi (Knauf, Brio, sp. 2x23 mm)
- Strato di separazione in cartone catramato (sp. 1 mm)
- Isolamento in pannelli maschiati in fibra di legno ad alta densità (Tritherm, Top 180, sp. 100 mm, $\lambda=0,042$ W/mK)
- Struttura portante in pannelli crosslam in legno di abete (Xlam Dolomiti, sp. 158 mm, $\lambda=0,12$ W/mK)

Figura 9.4 - Tavola 57, N.V. 01-05



R - C.V. 05

Sistema di facciata a montanti e traversi standard (Metra, Polietra Sky 50, NC3825, dim. 100x50 mm, interasse 2 m), inserita nel telaio in cemento di parete, a sostituzione dei tamponamenti/serramenti esistenti. Si compone di un modulo di 3,3 m (apribile in corrispondenza degli accessi) e uno fisso superiore di 1 m.

R - C.O. 03

Pavimento sopraelevato per carichi elevati. Viene realizzato sull'intero pavimento della struttura esistente creando un vano impiantistico per gli scarichi e per la struttura lignea di rialzo.

R - C.O. 05

Tamponamento di copertura in pannelli sandwich in lana di roccia con lamiera interna microforata per migliorare le prestazioni acustiche ed attutire il riverbero. Tale soluzione viene applicata sulla struttura esistente e raccordata ai nuovi lucernari in policarbonato.

P.O.E. 01

- Pavimentazione tipo Levocell (sp. 8 cm)
- Stabilizzato rullato con idonea percentuale di legante naturale (sp. 10 cm)
- Spaccato grosso (sp.5 cm)
- Ghiaione (sp. 10 cm)
- Massicciata in tout-venant di cava compatto e stabilizzata (sp.30 cm)
- Geo-tessuto
- Esistente: terreno compatto/solaio in CA

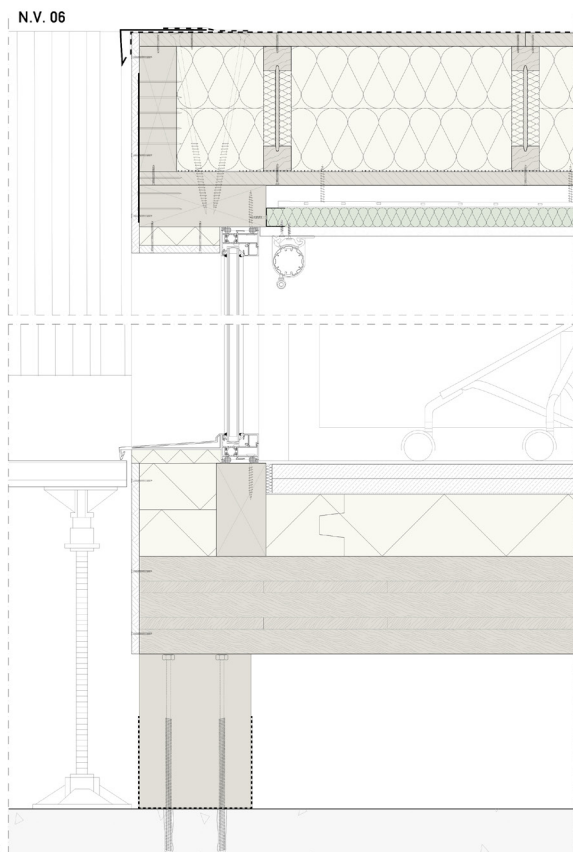
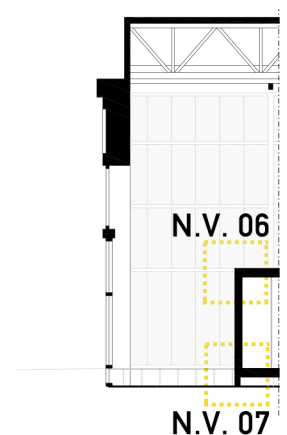


Figura 9.5 - Tavola 58, N.V. 06-07



Prospetto Sud

A sud, la chiusura viene arretrata di una campata così che quest'ultima, delimitata in ultimo dal telaio in CA esistente, risulti essere uno spazio esterno coperto, dove viene creato un "giardino coperto" che costituisce uno spazio di passaggio tra interno ed esterno, riparato dall'acqua ma ben illuminato dalla continuazione delle superfici traslucide (lucernari) in copertura.

Il sistema di facciata utilizzato, viene scelto al fine di integrare parte sottostante vetrata (Metra, Polietra Sky 50, NC6279, dim. 300x60 mm, sp. 10 mm, interasse 1,4 m) e parte sovrastante costituita da 3 sezioni in polycarbonato che rispettano le linee dei prospetti adiacenti. Il modulo vetrato inferiore di 3,3 m è integrato con un seramento apribile in corrispondenza degli accessi. I serramenti dei pannelli in polycarbonato vengono adattati per inserirsi nel sistema a montanti e traversi. La scelta di "spezzare" i pannelli di polycarbonato è dovuta alla volontà di contrapporre le "peli continue" dei prospetti est e ovest, reduci dalle demolizioni, dal disegno a telaio dei prospetti nord e sud, mantenuti pur con le modifiche descritte.

Le soluzioni descritte per l'involucro, seppur ragionate e progettate ad hoc, costituiscono delle ipotesi che necessitano innanzitutto una verifica della capacità portante residua della struttura. Il sistema descritto per i prospetti est ed ovest, così come quello qui esposto, si basano sulla costruzione di una struttura metallica "nuova" che raddoppia quella esistente (richiamandola nella scelta di profili tubolari) riducendone le luci. Tali strutture vengono sempre fissate, dove possibile, ai pilastri della preesistenza tramite puntoni con profilo a C di lunghezza adeguata, saldati in cantiere, per garantire la stabilità delle facciate sottoposte in particolare al carico del vento, non avendo la possibilità di un fissaggio portante in sommità, dove il raccordo con la copertura garantisce solo la tenuta all'aria e all'acqua.

Figura 9.6 - Pilastri verniciati in giallo nella parte inferiore



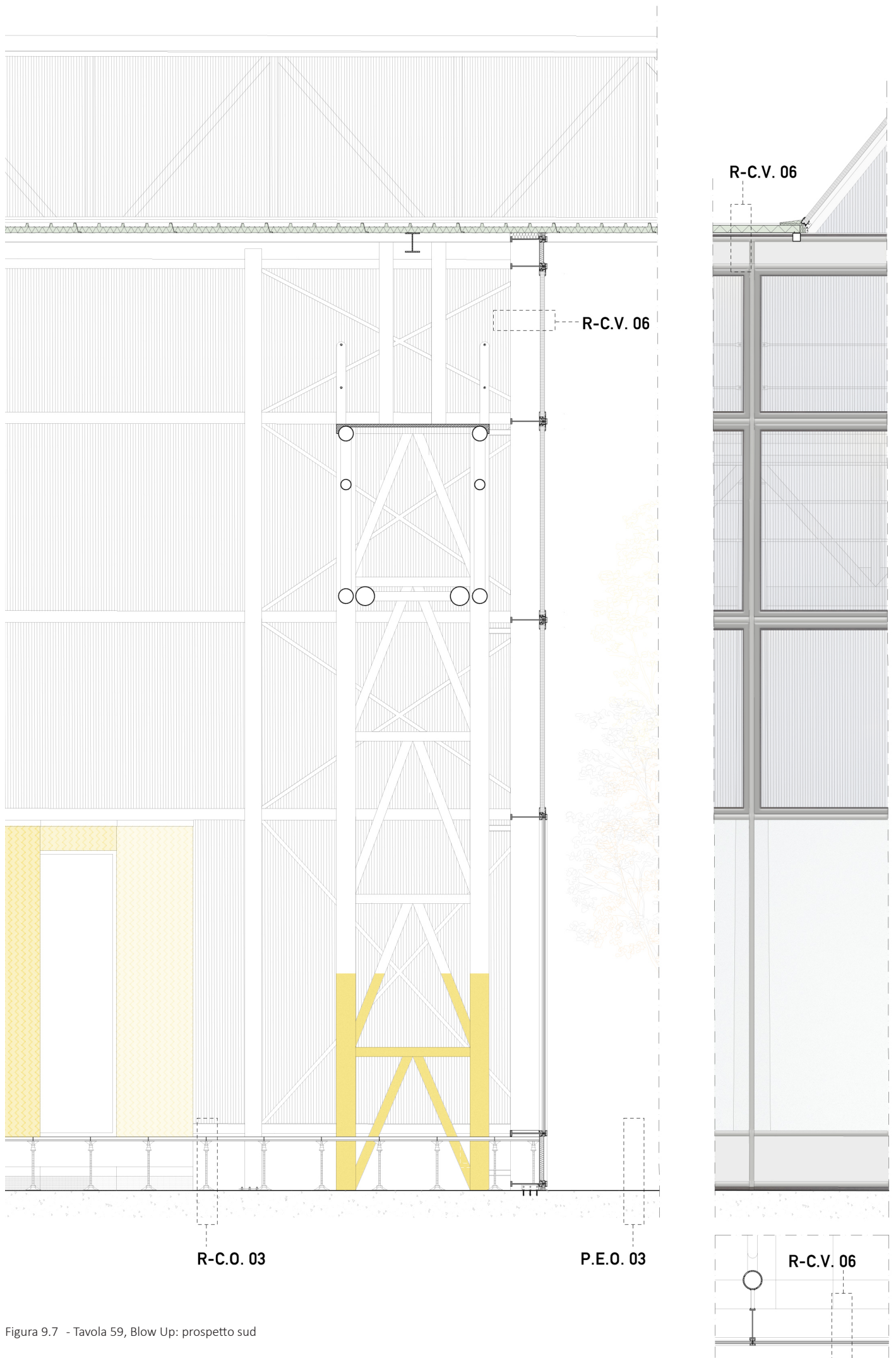
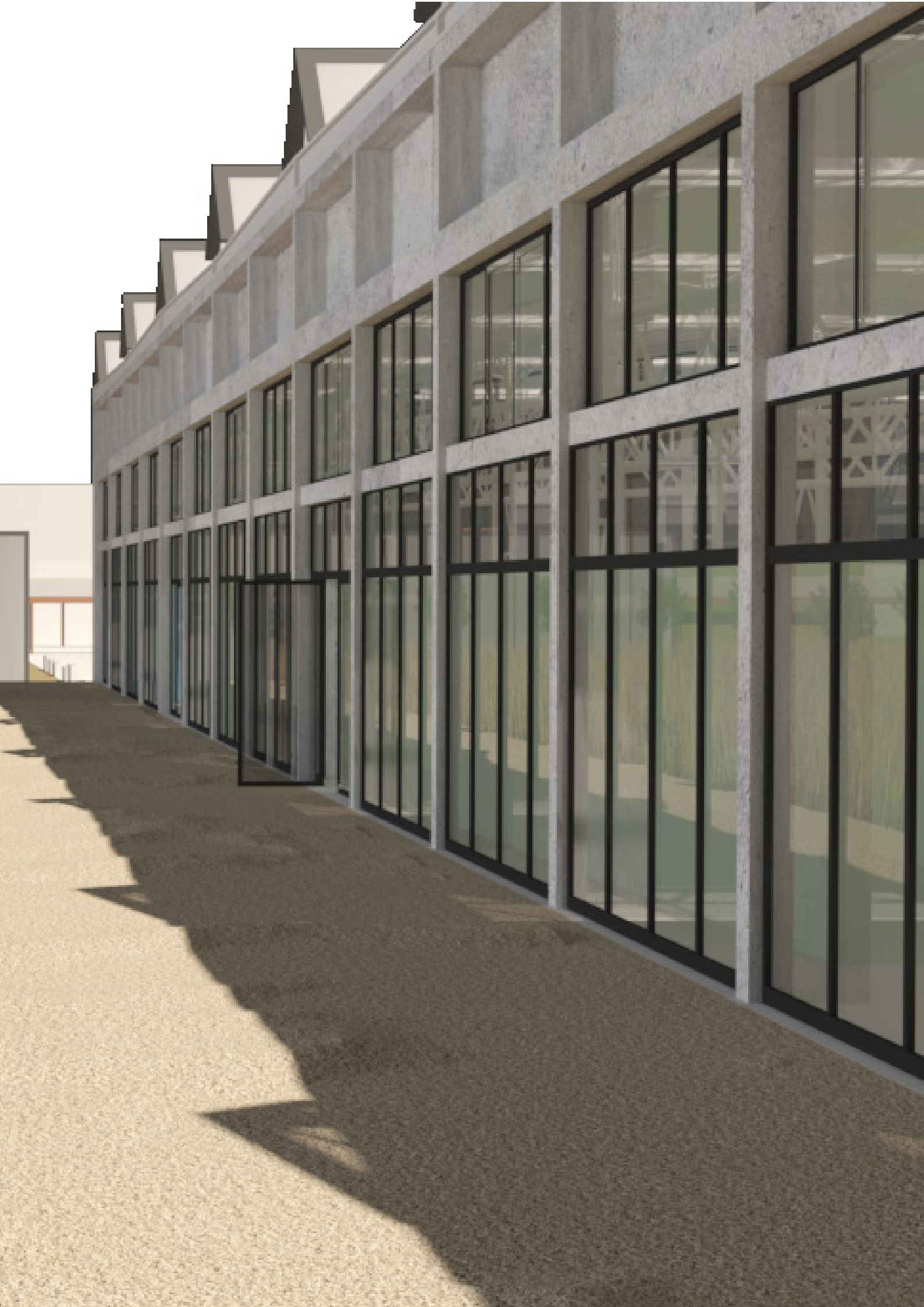


Figura 9.7 - Tavola 59, Blow Up: prospetto sud



R - C.V. 06

Sistema di facciata per carichi elevati (Metra, Polietra Sky 50, NC6279, dim. 300x60 mm, sp. 10 mm, interasse 1,4 m) con integrazione del sistema in polycarbonato; la facciata è composta da un modulo inferiore di 3,3 m (apribile in corrispondenza degli accessi) e 3 moduli superiori in polycarbonato.

R - C.O. 03

Pavimento sopraelevato per carichi elevati. Viene realizzato sull'intero pavimento della struttura esistente creando un vano impiantistico per gli scarichi e per la struttura lignea di rialzo.

R - C.O. 05

Tamponamento di copertura in pannelli sandwich in lana di roccia con lamiera interna microforata per migliorare le prestazioni acustiche ed attutire il riverbero. Tale soluzione viene applicata sulla struttura esistente e raccordata ai nuovi lucernari in polycarbonato.

P.O.E 03

La finitura esterna viene mantenuta invariata (soletta di CA) per materiale e quota; i dislivelli in corrispondenza degli accessi vengono risolti tramite rampe con struttura lignea leggera. I vuoti esistenti nella soletta vengono sfruttati per l'installazione di grandi piante a foglia caduca.

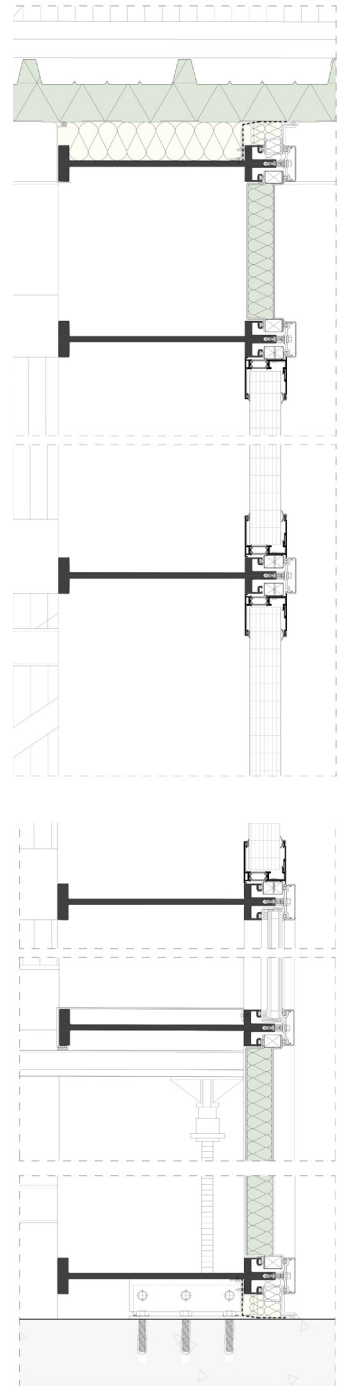
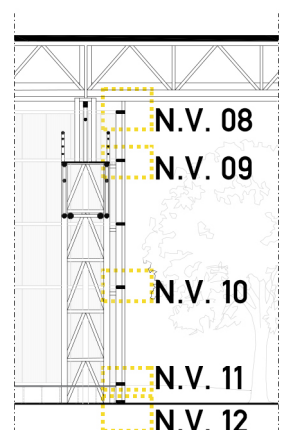


Figura 9.8 - Tavola 61, N.V. 08-12

Nella pagina precedente:

Figura 9.9 - Dettaglio vista prospetto nord



Prospetto Ovest

La facciata in policarbonato separa l'area dedicata ai laboratori dalla strada, oltre la quale si trova la linea di packaging.

La struttura di sostegno in tubolari si interrompe sotto la copertura, che continua oltre così come le travi reticolari sottostanti, "forando" la facciata.

In corrispondenza delle chiusure del volume di controllo e della sala processo, la struttura si interrompe sulla copertura, opportunamente rinforzata per trasmettere i carichi a terra.

La strada carrabile che divide le due aree delimitate colma il dislivello tra quota 0,00 m e piano di calpestio interno ai volumi .

Le travi reticolari esistenti che corrono su tutta la lunghezza dell'edificio vengono mantenute continue dalla sezione dedicata ai laboratori a quella dper la linea di packaging. In corrispondenza delle chiusure vengono realizzati appositi pannelli in policarbonato sagomati per incastrarsi con i profili tubolari; vengono rimossi il parapetto superiore e gli elementi secondari.

Figura 9.10 - Copertura esistente in lamiera metallica



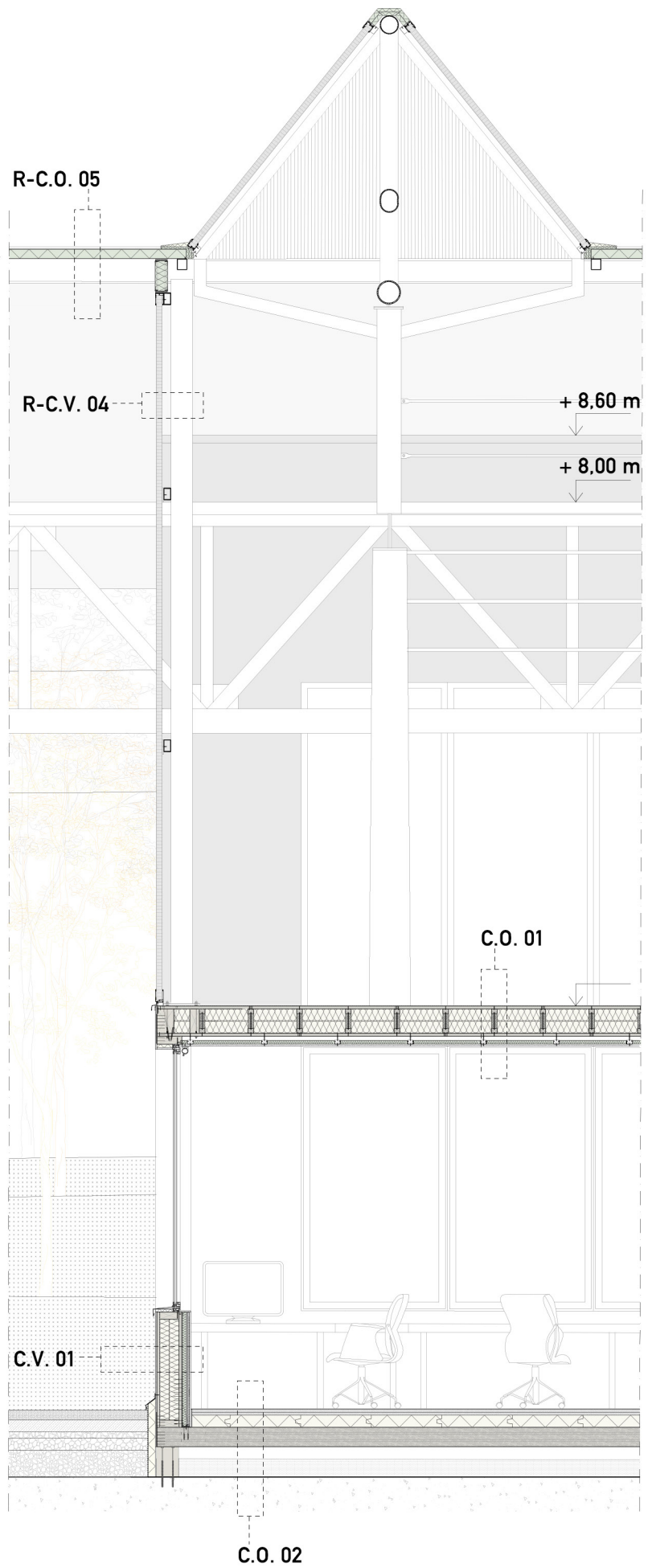
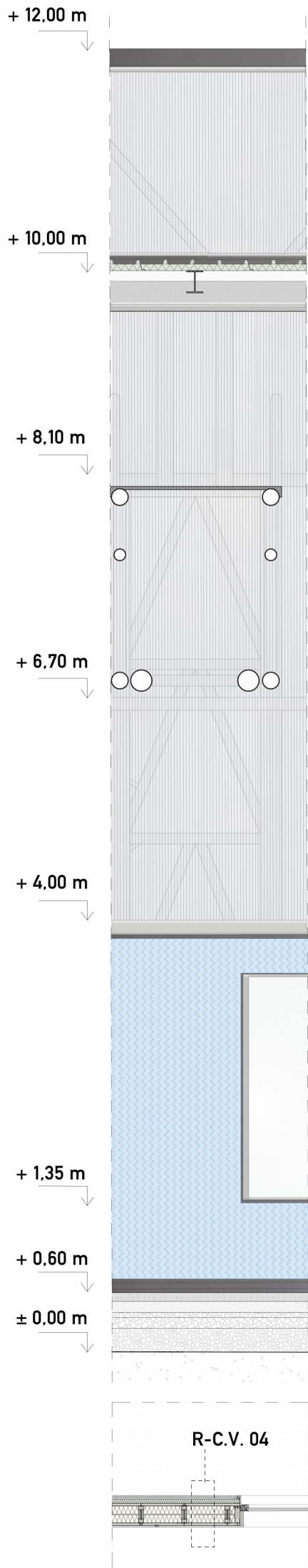


Figura 9.11 - Tavola 66, Blow Up: prospetto ovest

C.O. 01

- Impermeabilizzazione in membrana in PVC-P (Riwega per IKO, Armourplan SM, sp. 1,5 cm)
- Pannello portante a fibre orientate incollate (Isopan, OSB/3, sp. 22 cm, $\lambda=0,1$ W/mK)
- Struttura portante in travi lignee a sezione ottimizzata (Steico, Steico Joist, dim. 200x45x45 mm, $i=40$ cm)
- Isolamento in fibra di legno insufflata (Steico, Steico Zell, sp. 200 cm, $\lambda=0,038$ W/mK)
- Barriera al vapore in polietilene (Riwega, DS 65 PE, sp. 0,2 mm)
- Intercapedine impiantistica con isolante in lana di vetro (Knauf, Ekovetro R, sp. 30 cm, $\lambda=0,037$ W/mK)
- Sistema di controsoffittatura ad orditura singola con profili di aggancio per i moduli di finitura
- Pannelli in gesso rivestito con carta bianca a vista e film in polipropilene di protezione (Knauf, Danotile R.U., dim. 600x600 mm, sp. 12,5 mm)

C.O. 02

- Sistema di pavimentazione antibatterica composta da livellante (a-Aquaregx), primer (b-Resitac), malta sintetica con finitura (c-AG.Solmix, sp. 6 cm)
- Sottofondo a secco in doppia lastra di distribuzione dei carichi (Knauf, Brio, sp. 2x23 mm)
- Strato di separazione in cartone catramato (sp. 1 mm)
- Isolamento in pannelli maschiati in fibra di legno ad alta densità (Tritherm, Top 180, sp. 100 mm, $\lambda=0,042$ W/mK)
- Struttura portante in pannelli crosslam in legno di abete (Xlam Dolomiti, sp. 158 mm, $\lambda=0,12$ W/mK)

C.V. 01

- Doppia lastra in gesso rivestito con accoppiata barriera al vapore (Knauf, GKB+BV o GKI+BV+GKB,
- sp. 2x1,25 cm, $\lambda=0,2$ W/mK)
- Elementi guida orizzontali a U in (Knauf, U 50/40 , sp. 0,6 mm, dim. 50x40 mm) ed elementi montanti verticali a C con passo di 60 cm in acciaio zincato (Knauf, C 50/50, sp. 0,6 mm, dim. 50x50 mm)
- Intercapedine impiantistica con isolante in lana di roccia (Rockwool, 211 compresso, sp. 40 mm, $\lambda=0,037$ W/mK)
- Struttura portante in montanti lignei a sezione ottimizzata (Steico, Steico Wall, $h=160$ mm, passo 40 cm)
- Isolamento in fibra di legno insufflata (Steico, Steico Zell, sp. 16 cm, $\lambda=0,038$ W/mK)
- Pannello portante a fibre orientate incollate (Isopan, OSB/3, sp. 22 mm, $\lambda=0,1$ W/mK)
- Finitura in pannelli in lana di legno (larghezza 1 mm) di abete rosso mineralizzata legata con cemento Portland bianco (Celenit, ABE, sp. 15 mm, $\lambda=0,075$ W/mK)

R - C.V. 04

Sistema di facciata in policarbonato ($H_{max} = 10$ m); i pannelli maschiati sono continui sull'altezza e di larghezza pari a 495 mm. I pannelli alveolari sono fissati ad una sottostruttura in acciaio costituita da pilastri tubolari verticali (diametro pari a 177,8 mm) e tubolari rettangolari orizzontali disposti su 4 ordini.

R - C.O. 05

Tamponamento di copertura in pannelli sandwich in lana di roccia con lamiera interna microforata per migliorare le prestazioni acustiche ed attutire il riverbero. Tale soluzione viene applicata sulla struttura esistente e raccordata ai nuovi lucernari in policarbonato.

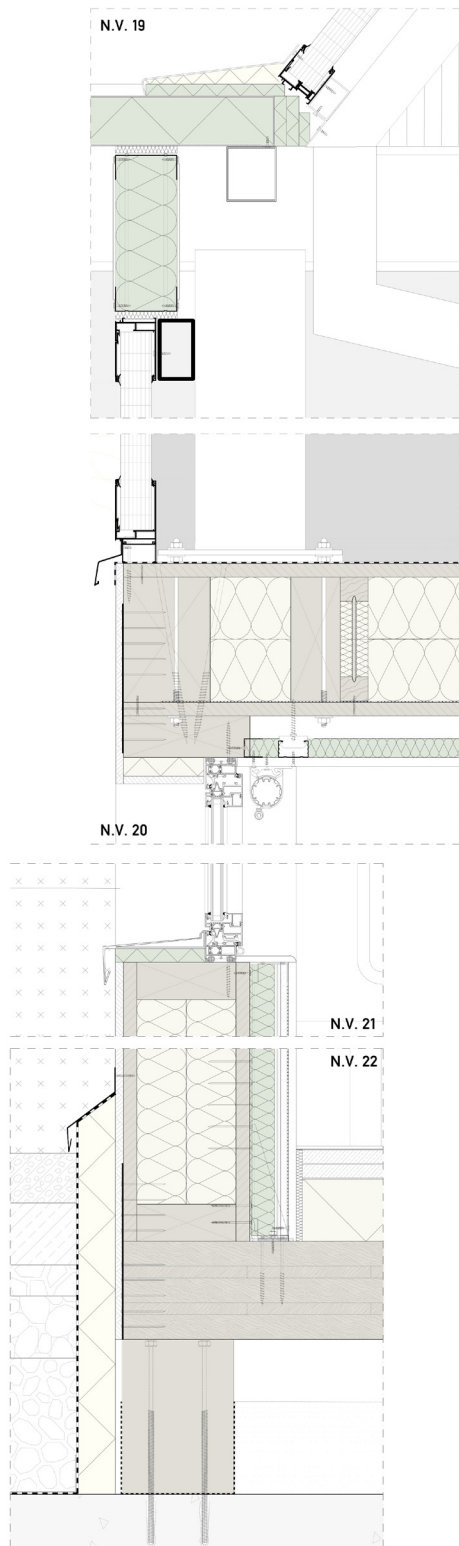
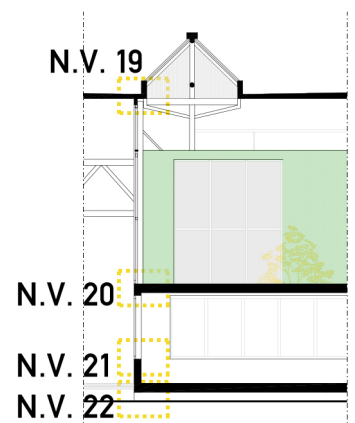


Figura 9.12 - Tavola 68, N.V. 19-22



Prospetto Est

La facciata in policarbonato che chiude il prospetto est crea una superficie continua traslucida che sottolinea il “taglio” netto effettuato con la demolizione della maggior parte dell’edificio esistente.

I pannelli maschiati in policarbonato sono fissati con elementi puntuali a 5 ordini di tubolari (quote: 0,7m, 4m, 6,7m, 8,1m, 9,7 m) saldati agli elementi principali verticali (tubolari circolari di diametro 177,8 mm)

Tali elementi, per garantire stabilità alla struttura caricata principalmente dall’azione del vento, oltre ad essere controventati (elementi tubolari saldati dim. 20x40 mm) , sono fissati ai pilastri dopi esistenti tramite puntoni in profili a C in acciaio saldati (dim. 40x60 mm, sp. 6 mm)

I lucernari vengono ricostruiti con i medesimi pannelli in policarbonato sostenuti sempre lateralmente rispetto ai telai da elementi tubolari; tali elementi vengono fissati direttamente sulla struttura metallica esistente che definisce la forma triangolare.

I lucernari vengono mantenuti nella forma, ma sostituiti nel materiale con pannelli in policarbonato uguali a quelli utilizzati per il sistema di facciata; Alcuni moduli sono inoltre apribili per favorire l’uscita dell’aria calda verso l’alto.

La struttura esistente viene interrotta in corrispondenza della fila di pilastri ma mantenendo l’intero lucernario sovrastante; la facciata in policarbonato risulta infatti posizionata a 1,6 m rispetto all’asse dei pilastri esistenti.

Figura 9.13 - Strutture reticolari ortogonali superiore ed inferiore



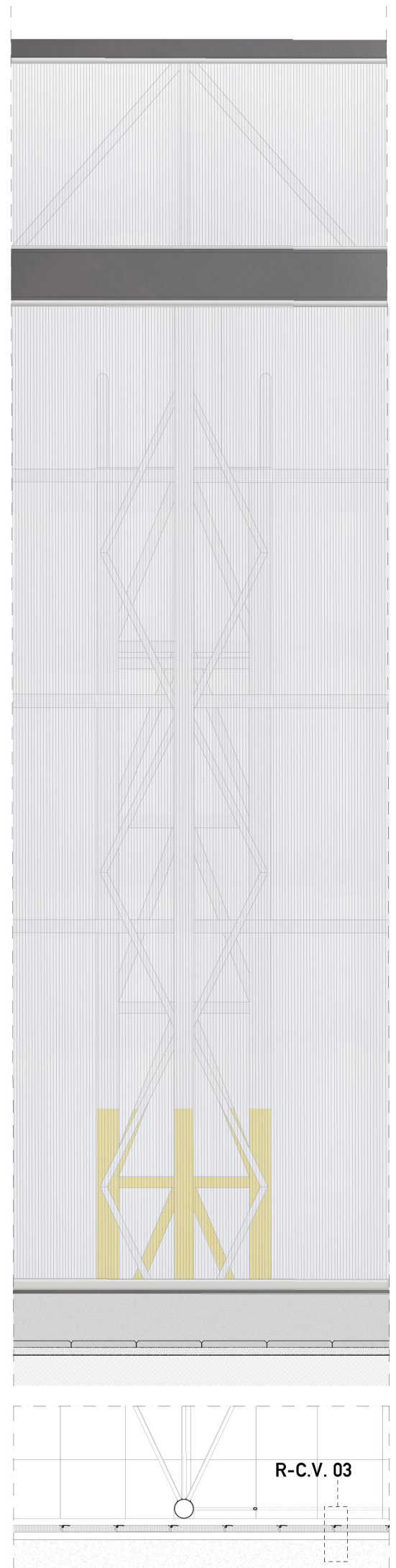
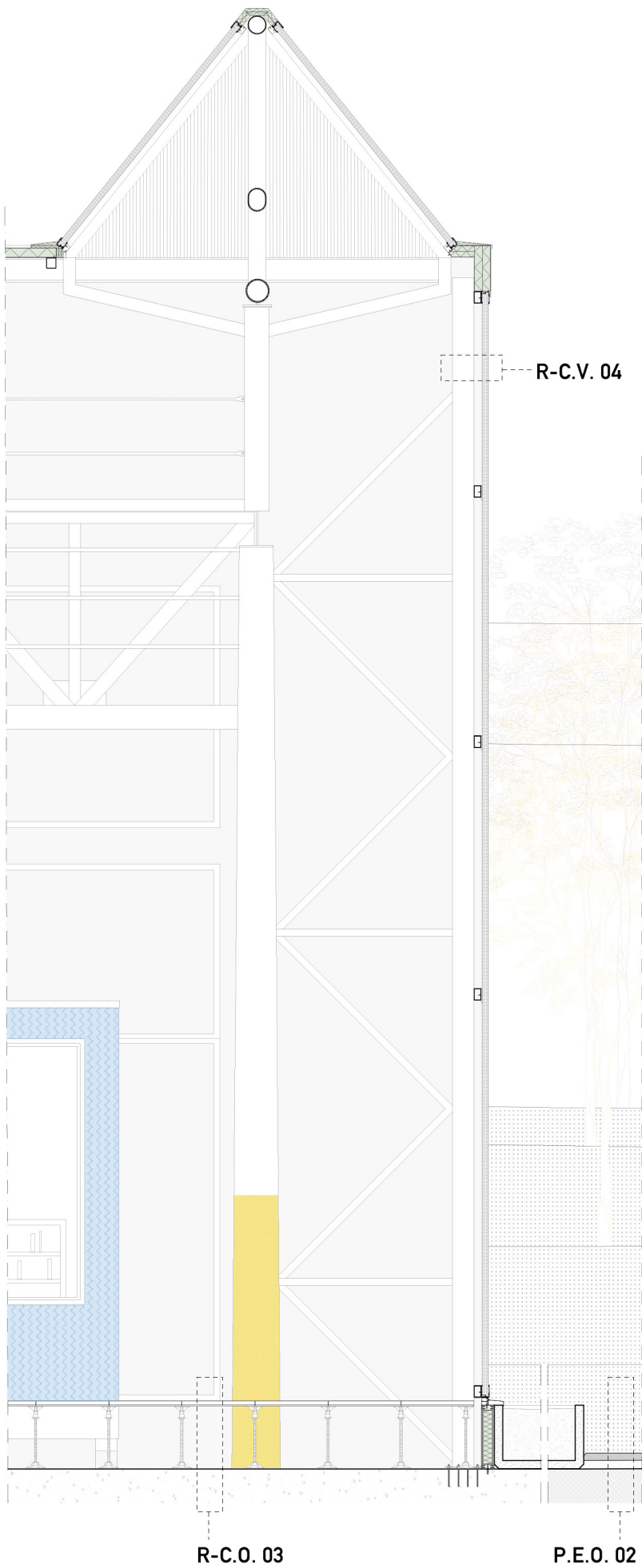


Figura 9.14 - Tavola 62, Blow Up: prospetto est

R - C.V. 04

Sistema di facciata in policarbonato (Hmax = 10 m); i pannelli maschiati sono continui sull'altezza e di larghezza pari a 495 mm. I pannelli alveolari sono fissati ad una sottostruttura in acciaio costituita da pilastri tubolari verticali (diametro pari a 177,8 mm) e tubolari rettangolari orizzontali disposti su 4 ordini.

R - C.O. 03

Pavimento sopraelevato per carichi elevati. Viene realizzato sull'intero pavimento della struttura esistente creando un vano impiantistico per gli scarichi e per la struttura lignea di rialzo.

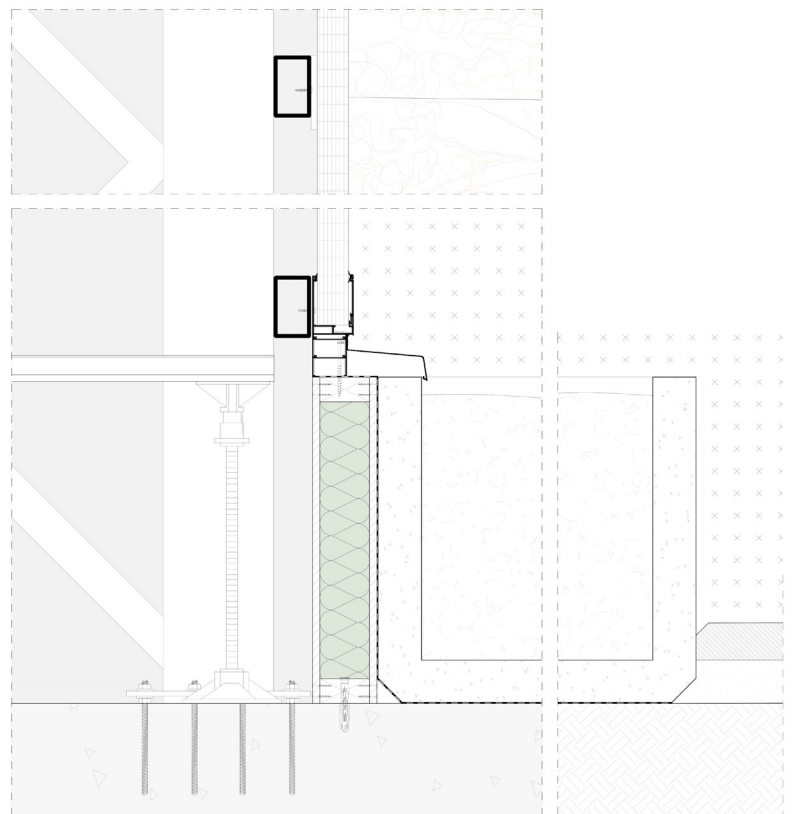
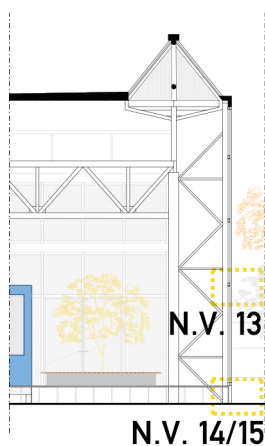
R - C.O. 05

Tamponamento di copertura in pannelli sandwich in lana di roccia con lamiera interna microforata per migliorare le prestazioni acustiche ed attutire il riverbero. Tale soluzione viene applicata sulla struttura esistente e raccordata ai nuovi lucernari in policarbonato.

P.O.E 02

- Pavimentazione in lastre di pietra tipo Arenaria di caniglia con finitura anti-sdrucchiolo (sp. 4 cm)
- Letto di sabbia (sp. 3 cm)
- Spaccato fine (sp. 5 cm)
- Geo-tessuto
- Esistente: terreno compatto/solaio in CA

Figura 9.15 - Tavola 64, N.V. 13-15



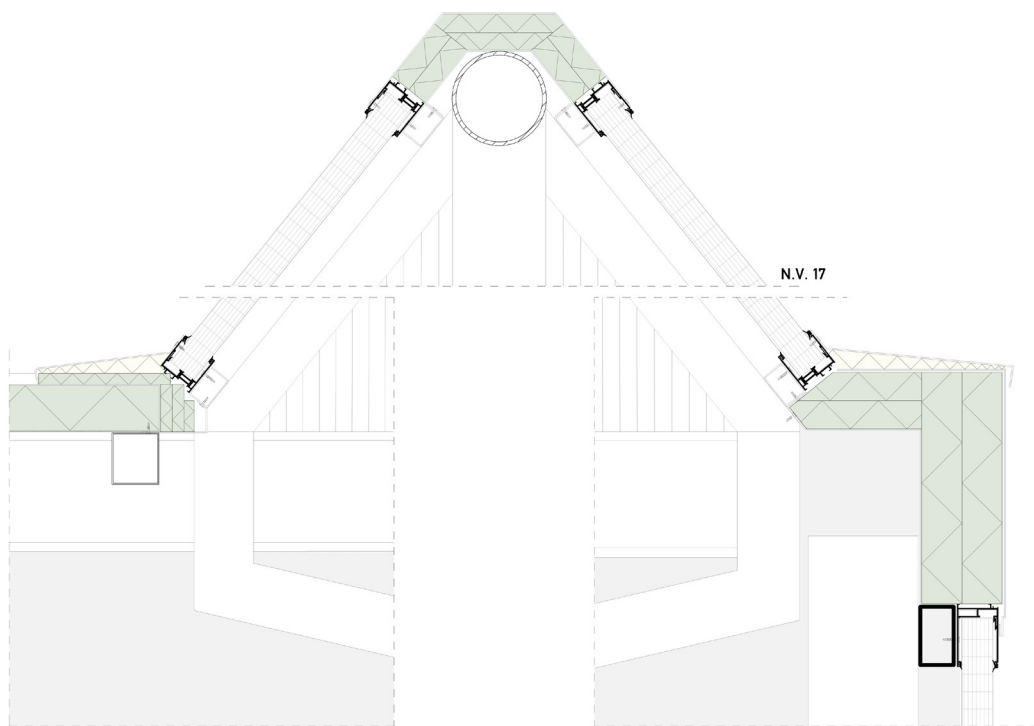
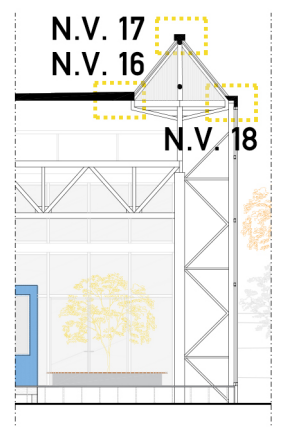


Figura 9.16 - Tavola 65, N.V. 16-17



Laboratori di ricerca agroalimentare

10

ERGOTECNICA

Logiche di cantiere

Vincoli

L'area, vista la vicinanza agli svincoli autostradali e allo scalo ferroviario, non presenta particolari vincoli relativi alla mobilità. I tratti di collegamento dal cantiere alle connessioni su ruota e rotaia non hanno limitazioni di peso, altezza o dimensione.

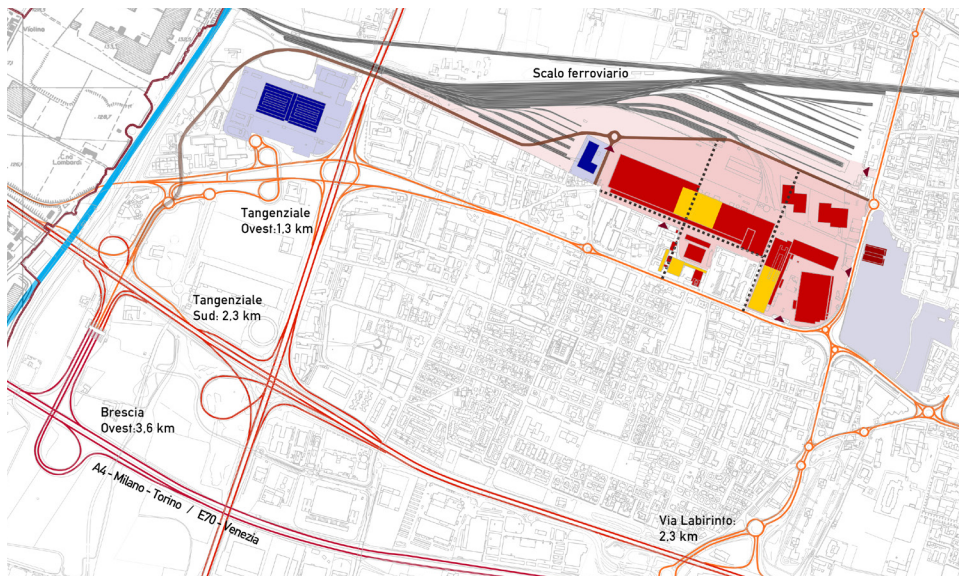


Figura 10.1 - Vincoli di contesto

Una volta delimitata l'area di cantiere, vengono posizionate delle baracche a nord della porzione di struttura oggetto di recupero, in adiacenza alla strada di accesso nord di connessione al nuovo svincolo autostradale, da cui arrivano le forniture.

Come area di stoccaggio viene utilizzata la campata vuota in corrispondenza della futura strada carrabile nord-sud. Gli automezzi accedono all'area coperta del prospetto nord.

L'ordine delle lavorazioni si riassume in: demolizioni e rimozioni, realizzazione della copertura, costruzione dei volumi sottostanti, chiusura delle facciate trasparenti e realizzazione del pavimento flottante interno e del livellamento esterno.

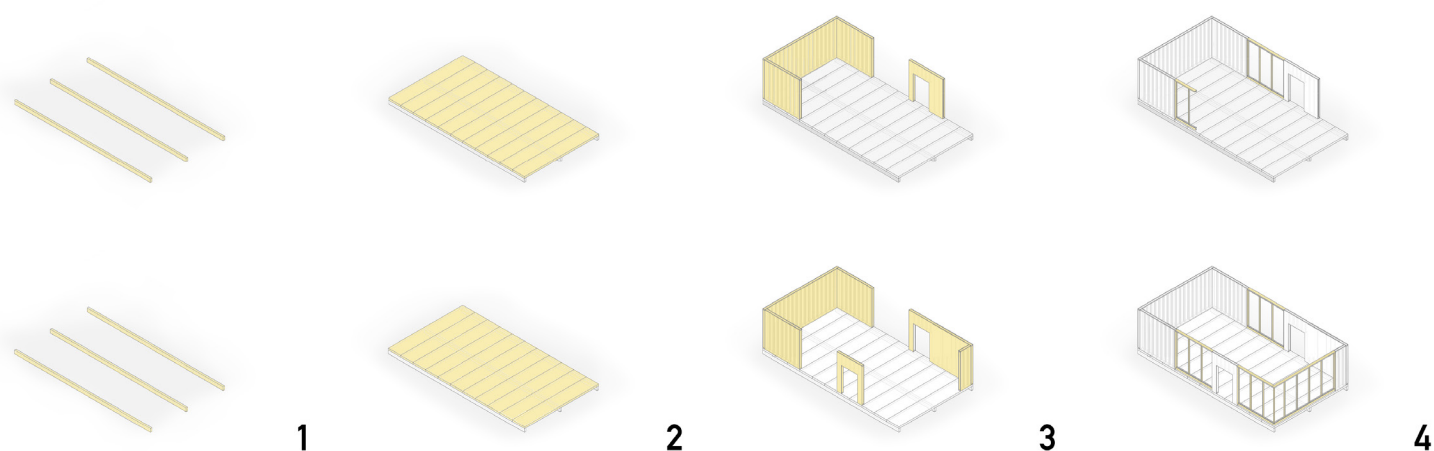
Movimentazioni

Le movimentazioni degli elementi strutturali e delle confezioni di materiale da costruzione (peso massimo 4000 kg), vengono effettuate tramite gru di piccole dimensioni con estensione massima in altezza 12 m (pari all'altezza massima del tubificio), facilmente movimentabile nello spazio coperto. I sollevamenti interni vengono aiutati da piattaforme elevatrici (cartongessi, isolanti, etc.). Le finiture esterne vengono realizzate tramite l'utilizzo di scale e piattaforme di lavoro autosollevanti su colonna. La realizzazione delle facciate perimetrali si appoggia ad un carrello semovente a braccio telescopico.

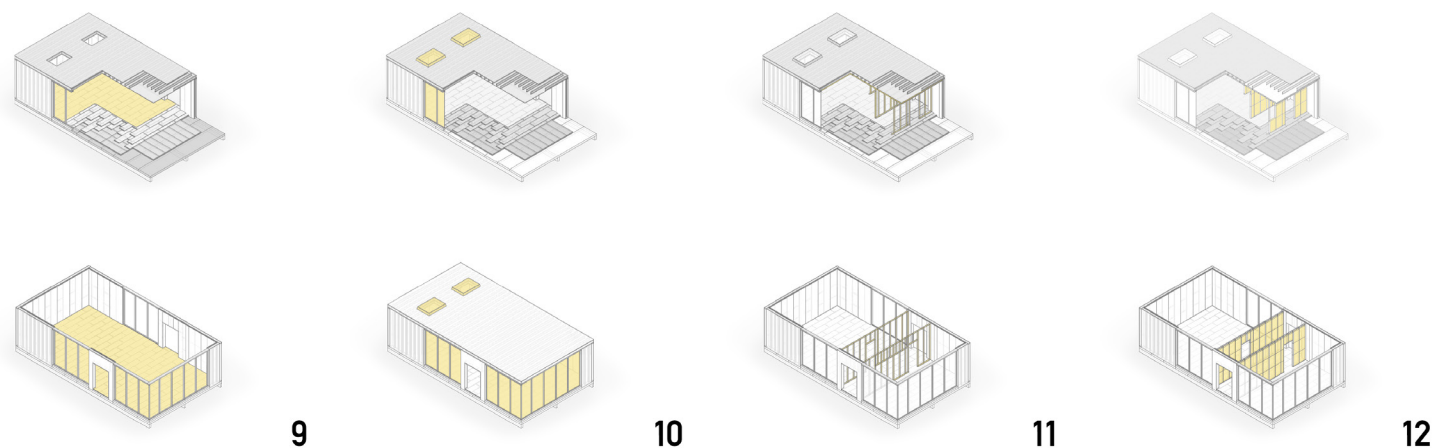
Fasi di montaggio

1. Posizionamento delle travi lamellari 16x24 cm di rialzo della struttura; ogni elemento è impermeabilizzato con membrana bituminosa fino ad un'altezza di circa 15 cm.
2. Pannelli crosslam di solaio in appoggio sulle travi lamellari; i singoli elementi hanno una larghezza di 1,2 m ed uno sviluppo pari alla somma delle campate di appoggio.
3. Pannelli prefabbricati di parete costituiti da elementi lineari verticali a sezione ottimizzata (Steico Wall) e pannelli OSB di sp. 22 mm su entrambi i lati; lo spazio vuoto è riempito con fibra di legno insufflata (Steico Zell).
4. I serramenti, montati su conrotelario in listelli lignei di compensazione dell'altezza dei pannelli adiacenti, vengono posizionati per completare il perimetro dei volumi.

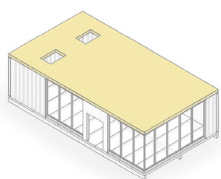
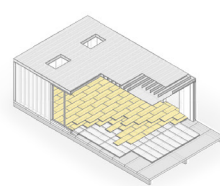
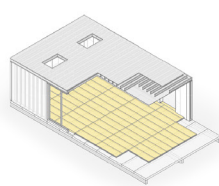
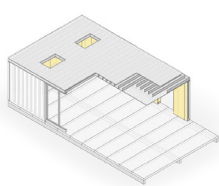
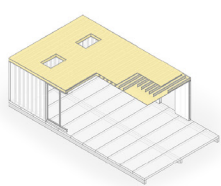
Figura 10.2 - Tavola 73, step costruzione



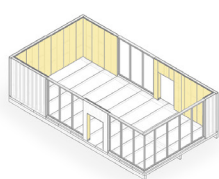
9. Realizzazione della finitura lavabile a pavimento con il sistema Basic Agro Solmix in tre strati: primer, malta sintetica, finitura. Indicato per l'ambito alimentare per la resistenza meccanica, antibatterica e la resa estetica.
10. Posizionamento dei vetri degli infissi e delle finestre da tetto. I fori predefiniti in copertura permettono il montaggio immediato dell'intero elemento.
11. Realizzazione della controsoffittatura a pannelli 60x60 cm Danoline, isolata in lana di vetro, attrezzata per le apparecchiature di illuminazione. Montaggio dei telai in profili in acciaio costituiti da guide a U a pavimento e a soffitto e montanti a C.
12. Isolamento delle contropareti in pannelli di lana di roccia (Rockwool 211); la scelta del materiale è dovuta alla presenza di connessioni elettriche.



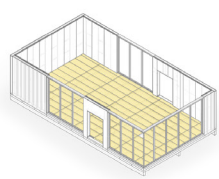
5. Pannelli prefabbricati di copertura costituiti da elementi lineari orizzontali a sezione ottimizzata (Steico Joist) e pannelli OSB di sp. 22 mm su entrambi i lati; i fori per le finestre da tetto sono realizzati con listelli lignei di supporto sul perimetro del foro.
6. Contropareti interne attrezzate per gli impianti realizzate nelle tre fasi: profili guida e montanti, isolamento in lana di roccia, doppia lastra in gesso rivestito, Consentono la distribuzione degli impianti dai fori previsti nel solaio, ad ogni ambiente.
7. Posizionamento dei pannelli maschiati di isolamento del solaio in fibra di legno ad alta densità di dimensioni 200x580 mm.
8. Realizzazione del sottofondo a secco di ripartizione dei carichi in doppio strato di lastre in gessofibra (lastre Brio) per carichi elevati di spessore 23+23 mm e dimensioni 1500x500 mm.



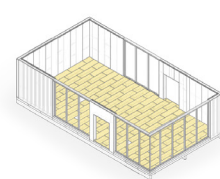
5



6

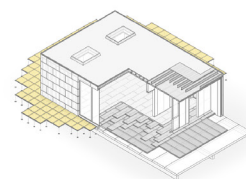
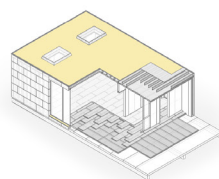
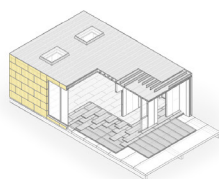
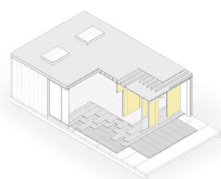


7

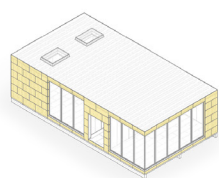


8

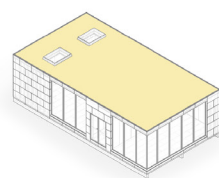
13. Posizionamento e fissaggio delle lastre di finitura interna in gesso rivestito; a seconda delle caratteristiche dell'ambiente, si distinguono le caratteristiche delle lastre (base, idrofoba, ignifuga, ad alta resistenza).
14. Realizzazione della finitura esterna in pannelli celenit in fibra di legno di abete; il colore dei pannelli distingue le funzioni interne ai volumi tra : giallo per gli uffici, verde per i laboratori, azzurro per i servizi.
15. Posizionamento e fissaggio della membrana in PVC di protezione della copertura e delle scossaline in corrispondenza degli infissi e del bordo superiore del volume.
16. Realizzazione del pavimento sopraelevato circostante i volumi; il vano inferiore, di 55 cm, permette la distribuzione orizzontale degli impianti ad acqua (acqua fredda, ACS, radiante) e del sistema elettrico.



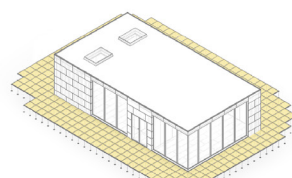
13



14



15



16

7

Capitolato: posa e fissaggio

1. Travi e pannelli in legno lamellare

Posizionamento delle travi lamellari 16x24 cm di rialzo della struttura; ogni elemento è impermeabilizzato con membrana bituminosa fino ad un'altezza di circa 15 cm. Le travi vengono fissate alla soletta esistente in C.A. con ancoranti avvitabili in acciaio al carbonio elettrozincato con testa esagoname maggiorata. La lunghezza delle travi corrisponde allo sviluppo del volume. I pannelli crosslam di solaio in appoggio sulle travi lamellari; i singoli elementi hanno una larghezza di 1,2 m ed uno sviluppo pari alla somma delle campate di appoggio. Sono ancorati alle travi tramite viti da legno

2. Pannelli prefabbricati portanti

Realizzazione del perimetro portante della struttura: pannelli prefabbricati portanti di parete vengono fissati al solaio tramite hold down (due per elemento) e angolari metallici (passo 60 cm circa, da verificare); esternamente struttura orizzontale e verticale è connessa da nastri metallici inchiodati. Il medesimo collegamento viene realizzato tra hli elementi di parete e quelli di copertura, con l'inserimento di controtelai di compensazione e telai fissi dei serramenti. Superiormente e lateralmente, i pannelli prefabbricati vengono fissati anche da viti da legno di lunghezza adeguata.

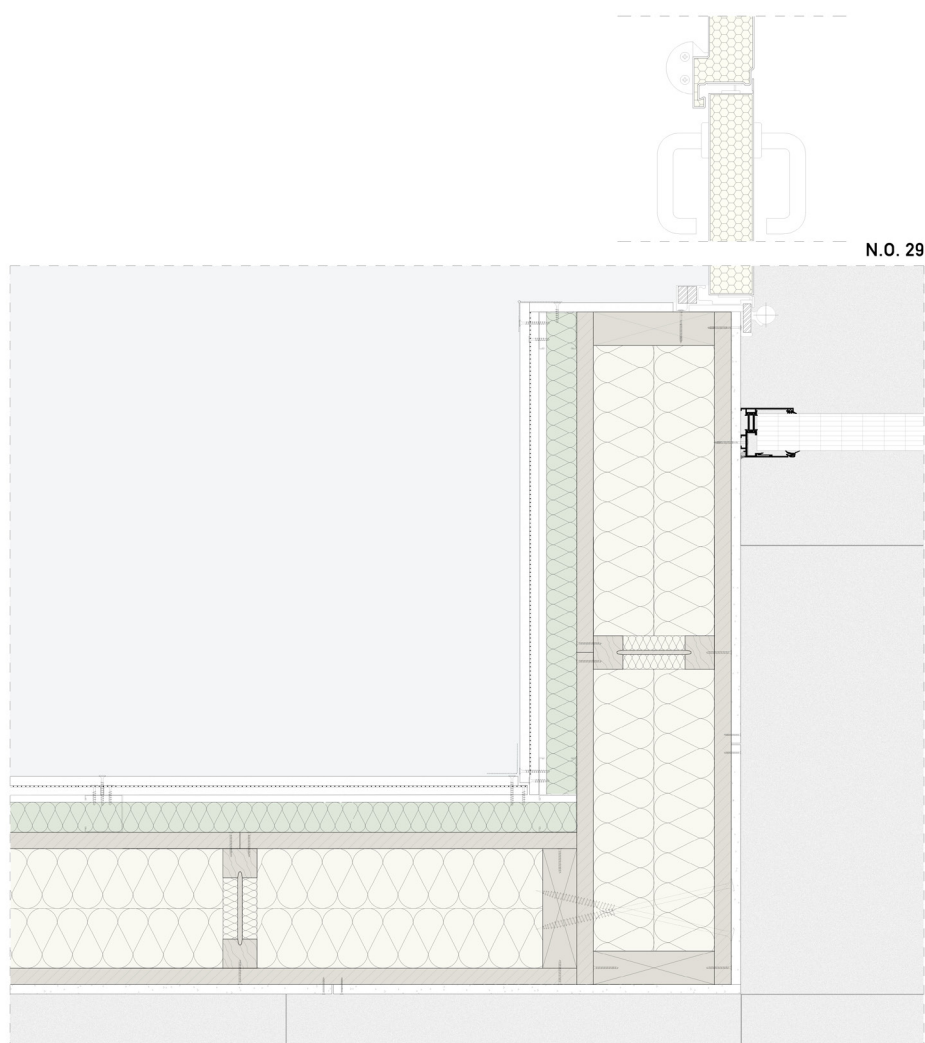


Figura 10.3 - Tavola 71, N.O. 29

3. Solaio

La posa dei pannelli di isolante ad alta densità (180 kg/m³) segue l'incastro dei profili maschiati. Il sottofondo in lastre sagomate Brio avviene partendo da un angolo dell'ambiente, in senso opposto allo strato sottostante; i due strati sono sfalsati con sovrapposizione del 30% in entrambe le posizioni. La posa della finitura viene realizzata tramite l'applicazione di tre strati sovrapposti, garantendo una superficie senza soluzione di continuità, antibatterica e facilmente lavabile.

4. Finiture interne

La realizzazione dei cartongessi avviene con il seguente ordine: realizzazioni delle contropareti, realizzazione del pacchetto di solaio, realizzazione della controsoffittatura, posa delle pareti divisorie. La posa segue la diramazione dell'impianto elettrico che attraverso i fori del solaio, passa nelle contropareti e nel controsoffitto. Le tipologie di parete divisoria e chiusura dipendono dalla funzione svolta nell'ambiente.

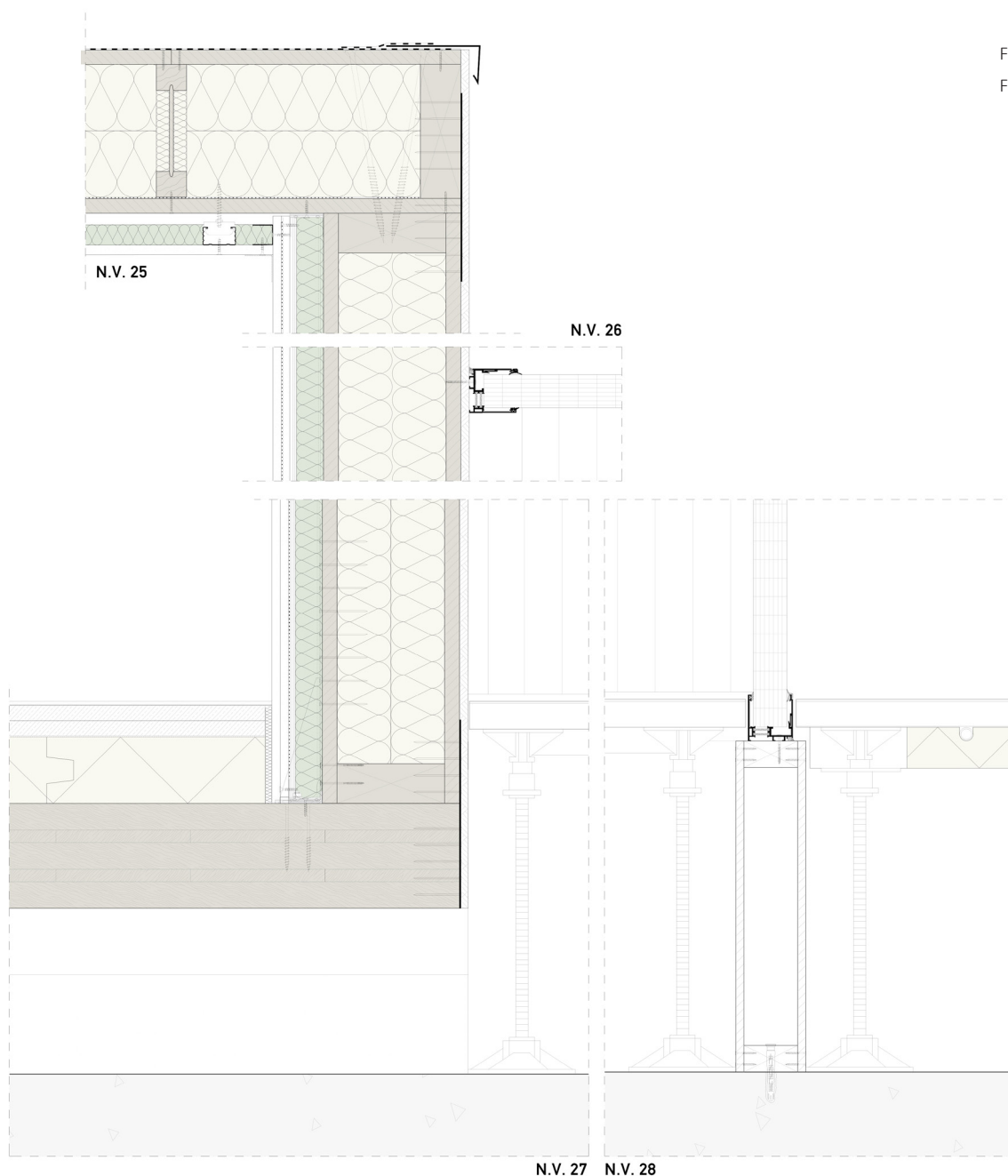


Figura 10.4 - Tavola 69, N.V. 25-26

Figura 10.5 - Tavola 70, N.V. 27-28

I profili vengono posati con interasse di 60 cm; la doppia lastra con interposta barriera al vapore, di larghezza 3,9x1,2 m, è sfalsata del 50% e fissate con viti a distanza di 10 cm lungo i bordi laterali. L'intercapedine è riempita in pannelli in lana di roccia.

5. Finiture esterna

I pannelli in Celenit vengono posati con lato maggiore paralleli al suolo, traslati di metà lunghezza da una fila a quella superiore. La posa inizia dal basso; le dimensioni dei pannelli sono 1200x600 mm e di spessore 15 mm.

La posa della membrana in PVC di copertura avviene tramite fisaggi meccanici appositi (Armourplan) con un sormonto di 10 cm. il profilo superiore dei volumi viene rinforzato da una scossalina metallica sigillata da una fascia adesiva di membrana.

6. Pavimento flottante e corridoi

I telai lignei di sostegno ai corridoi in polycarbonato hanno la funzione di colmare la differenza di quota del pavimento sopraelevato. all'interno del corridoio viene realizzato un pavimento flottante riscaldato, all'esterno, non provvisto di impianto, la finitura è in pietra ricostruita grigio chiaro. La posa del pavimento permette di avere un piano di calpestio continuo sotto il quale si nasconde, accessibile in ogni suo punto, la rete di distribuzione alle utenze di sistema idrico ed elettrico.

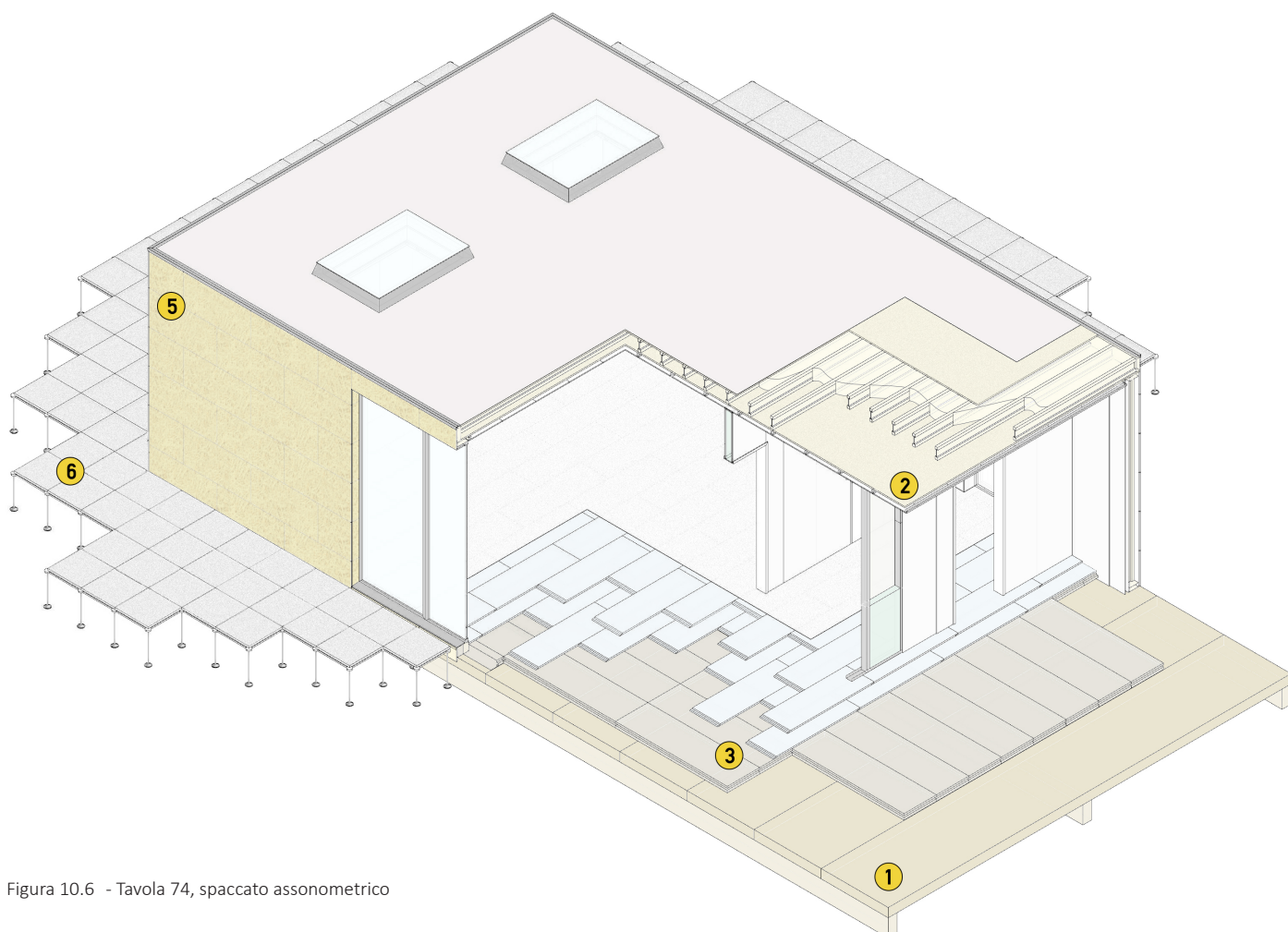


Figura 10.6 - Tavola 74, spaccato assonometrico

INDICE

Indice delle figure

BRESCIA

Figura 1.1 - Stemma della città - 1925	21
Figura 1.2 - Il castello di Brescia - 1660	21
Figura 1.3 - Vista della città dal castello	21
Figura 1.6 - Piazza della Loggia, Domenico Carboni - 1754	23
Figura 1.4 - Museo di Santa Giulia	23
Figura 1.5 - Torrione del castello	23
Figura 1.7 - Piano di ampliamento - 1898	24
Figura 1.8 - Piano di ampliamento - 1925	24
Figura 1.9 - Piano Regolatore, Piacentini - 1929	25
Figura 1.10 - Sventramento del centro storico	25
Figura 1.11 - Piazza della Vittoria, foto storica	26
Figura 1.12 - Ospedale civile, foto storica	26
Figura 1.13 - Piano di ampliamento, Prati - 1930	26
Figura 1.14 - Piano Regolatore - 1941	26
Figura 1.15 - Piano Regolatore, Morini - 1961	28
Figura 1.16 - Torre Tintoretto - 1970	29
Figura 17 - Quartiere Brescia 2 - 1980	29
Figura 18 - Ponte Kennedy - 2000	29

AREA DI INTERVENTO

Figura 2.1 - Tavola A	35
Figura 2.2 - Tavola E	35
Figura 2.3 - Pietra Curva	36
Figura 2.4 - Progetto BresciaNuova, Pietra Curva	36
Figura 2.5 - Pietra acciaierie, via Orzinuovi	37
Figura 2.6 - Oddino Pietra	38
Figura 2.7 - Firma O.P. da Archivio di Stato, Brescia	38
Figura 2.8 - Il Tubificio di via Orzinuovi oggi	39
Figura 2.9 - Inquadramento territoriale	41
Figura 2.10 - V-DP05 Tavola sintesi previsioni di piano (da PGT)	42
Figura 2.11 - Tavola G.jpg	43
Figura 2.12 - B2.1 - F.S. Logistica, edificabilità	45
Figura 2.13 - Binari dismessi, F.S. Logistica	45
Figura 2.14 - Scalo merci, F.S. Logistica	46
Figura 2.15 - Confine nord, Pietra Tubificio	48
Figura 2.16 - Maritan Borgato	52
Figura 2.17 - Vista aerea Pietra Curva	53
Figura 2.17 - Nuovi uffici comunali, Liberskind (render, progetto)	55
Figura 2.18 - WTC-BIN, una proposta di Finsibi S.p.A.	55
Figura 2.19 - World Trade Center, Archi2 (render, progetto)	56
Figura 2.20 - World Trade Center, Archi2 (masterplan, progetto)	56
Figura 2.21 - Coperture amianto area Pietra Curva	56
Figura 2.22 - Progetto Coop, ex Magazzini Generali (masterplan)	57
Figura 2.23 - Progetto Coop (render)	57
Figura 2.24 - Progetto Casere, BresciaNuova	57
Figura 2.25 - Carroponte, Hupac	58
Figura 2.26 - La Piccola Velocità, F.S. Logistica	58
Figura 2.27 - Logo, Brescia Mercati	59
Figura 2.28 - Mercato ortofrutticolo	59
Figura 2.29 - Urban Agenda, programma	60
Figura 2.30 - Museo delle armi, Castello	60

RILIEVO

Figura 3.1	- Pietra Curva, strutture esistenti	67
Figura 3.6	- Progetto-BresciaNuova, Casere	69
Figura 3.7	- Progetto-BresciaNuova, Pietra Curva	69
Figura 3.8	- Registri del Protocollo Generale del Comune di Brescia	69
Figura 3.2	- Progetto-BresciaNuova, ex Metallurgica Tempini	69
Figura 3.3	- Progetto-BresciaNuova, fornaci di Ponte Crotte	69
Figura 3.4	- Progetto-BresciaNuova, ex acciaierie Togni	69
Figura 3.5	- Progetto-BresciaNuova, cantine Folonari	69
Figura 3.9	- Area ex Falck, R.P.B.W. (masterplan)	70
Figura 3.10	- Strutture ex acciaierie Falck	70
Figura 3.11	- Strutture ex acciaierie Falck	70
Figura 3.12	- La città della salute, R. Piano	71
Figura 3.13	- Winterthurer Bibliothek	73
Figura 3.14	- Winterthur vista aerea	73
Figura 3.15	- Tubificio, vista interna	74
Figura 3.16	- Tavola 06	75
Figura 3.17	- Tubificio, vista prospetto nord	75
Figura 3.18	- Tavola 05	76
Figura 3.19	- Tubificio, accesso sud	77
Figura 3.20	- Tavola 09	79

AREA DI PROGETTO

Figura 4.1	- Tavola 16, masterplan	83
Figura 4.2	- Funzioni indotte: svago	86
Figura 4.5	- Funzioni indotte: servizi	87
Figura 4.3	- "Nurcery Fields Forever" (render, progetto)	87
Figura 4.4	- "Nurcery Fields Forever" (vision, progetto)	87
Figura 4.6	- Funzioni indotte: lavoro	88
Figura 4.7	- Concept: demolizioni	89
Figura 4.8	- Concept: archeologia (in basso)	89
Figura 4.9	- Serbatoi lato nord	89
Figura 4.10	- Serbatoi lato sud	89
Figura 4.11	- Concept: assi	90
Figura 4.12	- Le casere, vista frontale	90
Figura 4.13	- Concept: sistema del verde	91
Figura 4.14	- Pietra Curva, strutture esistenti	91
Figura 4.15	- Concept: sistema dei percorsi	92
Figura 4.16	- Concept: masterplan	92
Figura 4.17	- Tavola 20, schema funzionale	93
Figura 4.18	- Sezione trasversale I-I	94
Figura 4.19	- Tavola 22, pianta piano terra	95
Figura 4.20	- Planimetria rimessa agricola	96
Figura 4.21	- Vista prospetto nord	96
Figura 4.22	- Sezione FF	97
Figura 4.23	- Planimetrie uffici amministrativi	97
Figura 4.24	- Attività ludico-educative	98
Figura 4.25	- Planimetrie nido aziendale	98
Figura 4.26	- Sezione E-E	98
Figura 4.27	- Planimetrie incubatore d'impresa	98
Figura 4.28	- Planimetrie mensa	99
Figura 4.29	- Sezione H-H	100
Figura 4.30	- Sezione G-G	101
Figura 4.31	- Sezione L-L (in basso)	101
Figura 4.32	- Vista percorso centrale	101

Figura 4.33 - Planimetrie edificio a “ponte”	103
Figura 4.34 - Concept: pieni	104
Figura 4.35 - Concept: vuoti	105
Figura 4.36 - Tavola 18, sistema del verde	106
Figura 4.37 - Tavola 19, sistema dei campi coltivati	107
Figura 4.38 - Linea di packaging	108
Figura 4.39 - Frutta di stagione	109
Figura 4.40 - concept: visuali	109
Figura 4.41 - Tavola 17, sistema dei percorsi	110
Figura 4.42 - Tavola 21, stakeholders oggi	112
Figura 4.43 - Tavola 21, stakeholders domani	113
Figura 4.44 - Vista delle colline	114

ARCHITETTURA

Figura 5.1 - VEGA logo	119
Figura 5.2 - VEGA, Venezia	119
Figura 5.3 - Food crossing district, Cesena	120
Figura 5.4 - Attrezzatura Sala Processo, CIRI Cesena	121
Figura 5.5 - FICO, logo	122
Figura 5.6 - CAAB, logo	123
Figura 5.7 - CAAB	123
Figura 5.8 - concept LAB: demolizioni	124
Figura 5.9 - Vista interna prospetto nord	124
Figura 5.10 - Pilastri in tubolari doppi	126
Figura 5.11 - Pilastro controventato	126
Figura 5.12 - concept LAB: nuove “pelli”	127
Figura 5.13 - concept LAB: campata vuota	127
Figura 5.14 - Parco Dora - lotto Ingest, Torino	127
Figura 5.15 - concept LAB: funzioni	129
Figura 5.16 - concept LAB: frammentazione	129
Figura 5.17 - campata sud tubificio	129
Figura 5.18 - concept LAB: volumi interni	130
Figura 5.19 - concept LAB: connessioni	130
Figura 5.20 - Vacchi “ingranaggi”	131
Figura 5.21 - concept LAB: spazi vuoti	131
Figura 5.22 - concept LAB: accessi controllati	132
Figura 5.23 - Campate centrale tubificio	132
Figura 5.24 - Macchinari interni al tubificio	133
Figura 5.25 - Tavola 28	135
Figura 5.26 - Prospetto nord (n alto)	136
Figura 5.27 - Prospetto sud (in basso)	136
Figura 5.28 - Prospetto sud bis (interno alla campata)	138
Figura 5.29 - Vista aperture prospetto nord	138
Figura 5.30 - Vista prospetto nord	139
Figura 5.31 - Prospetto ovest	140
Figura 5.32 - Prospetto est	140
Figura 5.33 - Sezione C-C	142
Figura 5.34 - Sezione B-B	143
Figura 5.35 - Vista Laboratori di Ricerca	143

ENERGETICO

Figura 6.1 - Logo Ecotect	147
Figura 6.2 - Discomfort termico	147
Figura 6.3 - Logo Sefaira	149
Figura 6.4 - Percorso solare	149

Figura 6.5 - Modello volume esterno	150
Figura 6.6 - Baseline "tuby"	150
Figura 6.7 - Modello volumi interni	153
Figura 6.8 - Modello volume tipo	154
Figura 6.9 - Posizionamento all'interno del tubificio	157
Figura 6.10 - Progettazione illuminotecnica dei Laboratori di Ricerca	158
Figura 6.11 - Percorso solare (2)	160
Figura 6.12 - Strategie energetiche estive	160
Figura 6.13 - Strategie energetiche invernali	161
Figura 6.14 - Strategie energetiche mezze stagioni	161
Figura 6.15 - Distribuzione verticale impianti	162
Figura 6.16 - Distribuzione orizzontale impianti	162
Figura 6.17 - Circuiti e utenze	163

TECNOLOGIA

Figura 7.1 - Lavorazione dei mattoni in argilla	169
Figura 7.2 - Estrazione della pietra	169
Figura 7.3 - Case in legno e paglia	169
Figura 7.4 - Nomadic Dwelling	169
Figura 7.5 - Prairies Houses	170
Figura 7.6 - Balloon Framing e Platform Framing	170
Figura 7.7 - Sistemi modulari giapponesi	171
Figura 7.8 - Crystal Palace	171
Figura 7.9 - Biblioteca Sainte Geneviève, Parigi	172
Figura 7.10 - Dymaxion House, B. Fuller	172
Figura 7.11 - Maison Dom-ino, Le Corbusier	173
Figura 7.12 - Struttura diffusa, B. Fuller	174
Figura 7.13 - General Panel System	174
Figura 7.14 - Case Study House 21	174
Figura 7.15 - MERO, Space Frame System	175
Figura 7.16 - Sistemi prefabbricati, Otto Steidle	175
Figura 7.17 - Università di Ulm, G. Behnisch	176
Figura 7.18 - Centre Pompidou	176
Figura 7.19 - Sistemi di incastro	177
Figura 7.20 - Sistemi prefabbricati	177
Figura 7.21 - Sistemi modulari	177
Figura 7.22 - Assemblaggio moduli prefabbricati	177
Figura 7.23 - Level of prefabrication	178
Figura 7.24 - Pannelli prefabbricati	179
Figura 7.25 - L.C.A. "Lyfe Cicle Assesment"	179
Figura 7.26 - Pannelli prefabbricati di parete: progtto	179
Figura 7.27 - Pacchetto di parete Steico Wall	180
Figura 7.28 - Pareti prefabbricate legno - cemento, WoodBeton	180
Figura 7.29 - Solaio prefabbricato legno - cemento, WoodBeton	180
Figura 7.30 - Sistema Aria, WoodBeton	181
Figura 7.31 - Sistema Ille	181
Figura 7.32 - USB micro light, Riwega	182
Figura 7.33 - USB wall, Riwega	182
Figura 7.34 - Pannello OSB, I-PAN	182
Figura 7.35 - Lastre GKB, Knauf	183
Figura 7.36 - Sistema di controsoffittatura, Knauf	183
Figura 7.37 - Pannelli in lana di roccia, Rockwool	184
Figura 7.38 - Pannelli Crosslam, Xlam Dolomiti	184
Figura 7.39 - Struttura portante, alternative	185
Figura 7.40 - Sistemi di isolamento esterno, alternative	185

Figura 7.41 - Sistemi di controparete interna, alternative	185
Figura 7.42 - Parametri igrotermici	186
Figura 7.43 - PAN, dati climatici interni	188
Figura 7.44 - PAN, dati climatici esterni	189
Figura 7.45 - C.V. 01	190
Figura 7.46 - C.V. 01.1	191
Figura 7.47 - C.V. 01.2	192
Figura 7.48 - C.V. 01.3	193
Figura 7.49 - C.V. 01.4	194
Figura 7.50 - C.V. 01.5	195
Figura 7.51 - C.V. 01.6	196
Figura 7.52 - C.V. 02	197
Figura 7.53 - C.V. 02.1	198
Figura 7.54 - C.V. 02.2	199
Figura 7.55 - C.V. 02.3	200
Figura 7.56 - C.V. 02.4	201
Figura 7.57 - C.V. 03	202
Figura 7.58 - C.V. 03.1	203
Figura 7.58 - C.V. 03.2	204
Figura 7.59 - C.V. 03.3	205
Figura 7.60 - C.V. 03.4	206
Figura 7.61 - C.V. 04	207
Figura 7.62 - C.V. 04.1	208
Figura 7.63 - C.V. 04.2	209
Figura 7.64 - C.V. 04.3	210
Figura 7.65 - C.V. 04.4	211
Figura 7.66 - C.V. 04.5	212
Figura 7.67 - C.V. 05	213
Figura 7.68 - C.V. 05.1	214
Figura 7.69 - C.V. 05.2	215
Figura 7.70 - C.V. 05.3	216
Figura 7.71 - C.V. 01.2/4 - esterno	218
Figura 7.72 - C.V. 02/03.1 - esterno	219
Figura 7.62 - C.V. 02/03.1 - esterno: dati	219
Figura 7.73 - Trasmittanze di riferimento	224
Figura 7.74 - Elementi Steico Joist	224
Figura 7.75 - Copertura di progetto	224
Figura 7.77 - Solaio di progetto	225
Figura 7.78 - Parete di progetto	225
Figura 7.76 - Sistema Basic Agro Solmix System, IPM	225
Figura 7.79 - Serramento fisso e apribile	226
Figura 7.80 - Tipologie di pannelli di parete	226
Figura 7.81 - Dettaglio: finestra da tetto	226
Figura 7.82 - Dettaglio: corridoi in polycarbonato	227
Figura 7.82 - Sistema Uniflair Access Floor, Schneider Electric	228
Figura 7.83 - Pavimento sopraelevato : sistema A	229
Figura 7.84 - Pavimento sopraelevato con sistema radiante: sistema B	229
Figura 7.85 - Sistema di copertura a pannelli sandwich	229
Figura 7.86 - Pannello sandwich, Isopan	229
Figura 7.87 - Sistemi di facciata, Metra	230
Figura 7.88 - Serramenti esistenti in ferro	230
Figura 7.89 - Sistemi di facciata in polycarbonato	230
Figura 7.90 -Pannelli maschiati in polycarbonato	231
Figura 7.91 -Lucernari	231

STRUTTURA

Figura 7.1 -NTC08: definizione della località	248
Figura 7.2 -NTC08: definizione del tipo di costruzione	251
Figura 7.3 - NTC08: equazioni dello spettro di risposta elastico, componente orizzontale	253
Figura 7.4 - NTC08: equazioni dello spettro di risposta elastico, componente verticale	253
Figura 7.5 - NTC08: Stato Limite di Operatività	254
Figura 7.6 - NTC08: Stato Limite di Danno	254
Figura 7.7 - NTC08: Stato Limite di salvaguardia della vita	255
Figura 7.8 - NTC08: Stato Limite di Collasso	255
Figura 7.9 - Lamiera di copertura esistente (ipotesi)	263
Figura 7.10 - Copertura esistente del tubificio	263
Figura 7.10 - Sezioni elementi portanti di solaio	268
Figura 7.11 - Verifica del solaio della Sala Processo (Schema 1: TraveCon-DWG)	269
Figura 7.12 - Verifica del solaio dei Servizi (Schema 2: TraveConDWG)	270
Figura 7.13 - Verifica del solaio degli Uffici (Schema 3: TraveConDWG)	271
Figura 7.14 - Sezioni elementi portanti di copertura	276
Figura 7.15 - Verifica della copertura della Sala Processo (Schema 1: Trave-ConDWG)	277
Figura 7.16 - Verifica della copertura dei Servizi (Schema 2: TraveConDWG)	278
Figura 7.17 - Verifica della copertura degli Uffici (Schema 3: TraveCon-DWG)	278
Figura 7.18 - Sezioni elementi portanti di copertura	281
Figura 7.19 - Composizione degli elementi strutturali verticali ed orizzontali	281

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Figura 9.1 - Vista facciata est	285
Figura 9.2 - Struttura reticolare esistente sottostante i lucernari	286
Figura 9.3 - Tavola 55, Blow Up: prospetto nord	287
Figura 9.4 - Tavola 57, N.V. 01-05	288
Figura 9.5 - Tavola 58, N.V. 06-07	289
Figura 9.6 - Pilastri verniciati in giallo nella parte inferiore	290
Figura 9.7 - Tavola 59, Blow Up: prospetto sud	291
Figura 9.8 - Tavola 61, N.V. 08-12	293
Figura 9.9 - Dettaglio vista prospetto nord	293
Figura 9.10 - Copertura esistente in lamiera metallica	294
Figura 9.11 - Tavola 66, Blow Up: prospetto ovest	295
Figura 9.12 - Tavola 68, N.V. 19-22	297
Figura 9.13 - Strutture reticolari ortogonali superiore ed inferiore	298
Figura 9.14 - Tavola 62, Blow Up: prospetto est	299
Figura 9.15 - Tavola 64, N.V. 13-15	300
Figura 9.16 - Tavola 65, N.V. 16-17	301

ERGOTECNICA

Figura 10.1 - Vincoli di contesto	305
Figura 10.2 - Tavola 73, step costruzione	306
Figura 10.3 - Tavola 71, N.O. 29	308
Figura 10.4 - Tavola 69, N.V. 25-26	309
Figura 10.5 - Tavola 70, N.V. 27-28	309
Figura 10.6 - Tavola 74, spaccato assonometrico	310

Indice delle tabelle

AREA DI INTERVENTO

Tabella 2.1 - F.S.Logistica, caratteristiche	47
Tabella 2.2 - F.S.Logistica, destinazioni d'uso	47
Tabella 2.3 - Pietra Tubificio, caratteristiche	48
Tabella 2.4 - Pietra Tubificio, destinazioni d'uso	49
Tabella 2.5 - Maritan Borgato, caratteristiche	52
Tabella 2.6 - Pietra Curva, caratteristiche	53
Tabella 2.7 - Maritan Borgato e Pietra Curva, destinazioni d'uso	54

ENERGETICO

Tabella 6.1 - Progettazione illuminotecnica dei Laboratori di Ricerca	159
-----------------------------------------------------------------------	-----

TECNOLOGIA

Tabella 7.1 - Prodotti Steico	180
Tabella 7.2 - Prodotti Riweg	182
Tabella 7.2 - Prodotti di impermeabilizzazione della copertura	182
Tabella 7.3 - Prodotti I-PAN	182
Tabella 7.4 - Prodotti Knauf	183
Tabella 7.5 - Prodotti Rockwool	184
Tabella 7.6 - C.V. 01: variabili	190
Tabella 7.7 - C.V. 01: materiali	190
Tabella 7.8 - C.V. 01.1	191
Tabella 7.9 - C.V. 01.1: dati caratteristici	191
Tabella 7.10 - C.V. 01.2	192
Tabella 7.11 - C.V. 01.2: dati caratteristici	192
Tabella 7.12 - C.V. 01.3	193
Tabella 7.13 - C.V. 01.3: dati caratteristici	193
Tabella 7.14 - C.V. 01.4	194
Tabella 7.15 - C.V. 01.4: dati caratteristici	194
Tabella 7.16 - C.V. 01.5	195
Tabella 7.17 - C.V. 01.5: dati caratteristici	195
Tabella 7.18 - C.V. 01.6	196
Tabella 7.19 - C.V. 01.6: dati caratteristici	196
Tabella 7.20 - C.V. 02: variabili	197
Tabella 7.21 - C.V. 02: materiali	197
Tabella 7.22 - C.V. 02.1	198
Tabella 7.23 - C.V. 02.1: dati caratteristici	198
Tabella 7.24 - C.V. 02.2	199
Tabella 7.25 - C.V. 02.2: dati caratteristici	199
Tabella 7.26 - C.V. 02.3	200
Tabella 7.27 - C.V. 02.3: dati caratteristici	200
Tabella 7.28 - C.V. 02.4	201
Tabella 7.29 - C.V. 02.4: dati caratteristici	201
Tabella 7.30 - C.V. 03: variabili	202
Tabella 7.31 - C.V. 03: materiali	202
Tabella 7.32 - C.V. 03.1	203
Tabella 7.33 - C.V. 03.1: dati caratteristici	203
Tabella 7.34 - C.V. 03.2	204
Tabella 7.35 - C.V. 03.2: dati caratteristici	204
Tabella 7.36 - C.V. 03.3	205
Tabella 7.37 - C.V. 03.3: dati caratteristici	205
Tabella 7.38 - C.V. 03.4	206

Tabella 7.39 - C.V. 03.4: dati caratteristici	206
Tabella 7.40 - C.V. 04: variabili	207
Tabella 7.41 - C.V. 04: materiali	207
Tabella 7.42 - C.V. 04.1	208
Tabella 7.43 - C.V. 04.1: dati caratteristici	208
Tabella 7.44 - C.V. 04.2	209
Tabella 7.45 - C.V. 04.2: dati caratteristici	209
Tabella 7.46 - C.V. 04.3	210
Tabella 7.47 - C.V. 04.3: dati caratteristici	210
Tabella 7.48 - C.V. 04.4	211
Tabella 7.49 - C.V. 04.4: dati caratteristici	211
Tabella 7.50 - C.V. 04.5	212
Tabella 7.51 - C.V. 04.5: dati caratteristici	212
Tabella 7.52 - C.V. 05: variabili	213
Tabella 7.53 - C.V. 05: materiali	213
Tabella 7.54 - C.V. 05.1	214
Tabella 7.55 - C.V. 05.1: dati caratteristici	214
Tabella 7.56 - C.V. 05.2	215
Tabella 7.57 - C.V. 05.2: dati caratteristici	215
Tabella 7.58 - C.V. 05.3	216
Tabella 7.59 - C.V. 05.3: dati caratteristici	216
Tabella 7.60 - Report stratigrafie	217
Tabella 7.61 - C.V. 01.2/4 - esterno: dati	218
Tabella 7.63 - Copertura di progetto: dati	224
Tabella 7.64 - Solaio di progetto: dati	225

STRUTTURA

Tabella 8.1 - Vita nominale delle diverse tipologie di struttura	235
Tabella 8.2 - Classe d'uso degli edifici	235
Tabella 8.3 - Carichi variabili: affollamento	238
Tabella 8.4 - Coefficienti di esposizione	239
Tabella 8.5 - Coefficienti di forma	240
Tabella 8.6 - Parametri di riferimento, Zona 1	240
Tabella 8.7 - Classi di rugosità del terreno	241
Tabella 8.8 - Valori di riferimento delle classi di esposizione del sito	241
Tabella 8.9 - Coefficienti di pressione esterna per le facce dell'edificio	244
Tabella 8.10 - Coefficienti di pressione esterna per la copertura dell'edificio	245
Tabella 8.11 - Coefficienti di pressione, Direzione 1	246
Tabella 8.12 - Coefficienti di pressione, Direzione 2	246
Tabella 8.13 - Pressioni parziali	247
Tabella 8.14 - Coefficiente d'uso	247
Tabella 8.15 - Probabilità di superamento	250
Tabella 8.16 - Valori di riferimento per i diversi stati limite	250
Tabella 8.17 - Categorie di sottosuolo	251
Tabella 8.18 - Categorie topografiche	251
Tabella 8.19 - Classi di duttilità	252
Tabella 8.20 - Valori caratteristici degli spettri di risposta	254
Tabella 8.21 - Peso della struttura	257
Tabella 8.22 - Spettri di risposta di progetto	258
Tabella 8.23 - Forze sismiche orizzontali	258
Tabella 8.24 - Coefficienti di combinazione	261
Tabella 8.25 - Coefficienti parziali di sicurezza	261
Tabella 8.26 - Combinazioni di carico di progetto	262
Tabella 8.27 - Caratteristiche del pannello Isofire Roof Fono	264

Tabella 8.28	- Caratteristiche del pannello Isofire Roof Fono (2)	264
Tabella 8.29	- Caratteristiche del legno lamellare (valori caratteristici)	265
Tabella 8.30	- Caratteristiche dei pannelli crosslam	265
Tabella 8.31	- Classi di durata del carico	266
Tabella 8.32	- Classi di servizio	266
Tabella 8.33	- Resistenze di progetto	266
Tabella 8.34	- Travi di rialzo in legno lamellare	267
Tabella 8.35	- Solai in pannelli crosslam	267
Tabella 8.36	- Verifica di resistenza dei solai e delle travi sottostanti	273
Tabella 8.37	- Verifica di deformabilità dei solai	274
Tabella 8.38	- Valori caratteristici Steico Joists	275
Tabella 8.39	- Pannelli prefabbricati di copertura	275
Tabella 8.40	- Verifica di resistenza della copertura	279
Tabella 8.41	- Verifica di deformabilità della copertura	280
Tabella 8.42	- Scheda tecnica elementi Steico Joists	281

Indice dei grafici

ENERGETICO

Grafico 6.1 - Analisi termiche: gains and Losses	147
Grafico 6.2 - Temperatura interna ed esterna	147
Grafico 6.3 - Discomfort termico	148
Grafico 6.4 - Test del modello	151
Grafico 6.5 - Base	152
Grafico 6.6 - Visible Light Trasmittance	152
Grafico 6.7 - 50% lucernari	153
Grafico 6.8 - Presenza dei volumi interni	153
Grafico 6.9 - Superfici interne ai volumi	154
Grafico 6.10 - Influenza dell'orientamento	154
Grafico 6.11 - Distanza minima dalla parete	155
Grafico 6.12 - Numero e posizione delle finestre da tetto	155
Grafico 6.13 - Combinazione finestre da tetto e finestre verticali	156
Grafico 6.14 - Differenza tra finestre di diversa altezza	156

TECNOLOGIA

Grafico 7.1 - C.V. 01.1: verifica di condensa interstiziale	191
Grafico 7.2 - C.V. 01.2: verifica di condensa interstiziale	192
Grafico 7.3 - C.V. 01.3: verifica di condensa interstiziale	193
Grafico 7.4 - C.V. 01.4: verifica di condensa interstiziale	194
Grafico 7.5 - C.V. 01.5: verifica di condensa interstiziale	195
Grafico 7.6 - C.V. 01.6: verifica di condensa interstiziale	196
Grafico 7.7 - C.V. 02.1: verifica di condensa interstiziale	198
Grafico 7.8 - C.V. 02.2: verifica di condensa interstiziale	199
Grafico 7.9 - C.V. 02.3: verifica di condensa interstiziale	200
Grafico 7.10 - C.V. 02.4: verifica di condensa interstiziale	201
Grafico 7.11 - C.V. 03.1: verifica di condensa interstiziale	203
Grafico 7.12 - C.V. 03.2: verifica di condensa interstiziale	204
Grafico 7.13 - C.V. 03.3: verifica di condensa interstiziale	205
Grafico 7.14 - C.V. 03.4: verifica di condensa interstiziale	206
Grafico 7.15 - C.V. 04.1: verifica di condensa interstiziale	208
Grafico 7.16 - C.V. 04.2: verifica di condensa interstiziale	209
Grafico 7.17 - C.V. 04.3: verifica di condensa interstiziale	210
Grafico 7.18 - C.V. 04.4: verifica di condensa interstiziale	211
Grafico 7.19 - C.V. 04.5: verifica di condensa interstiziale	212
Grafico 7.20 - C.V. 05.1: verifica di condensa interstiziale	214
Grafico 7.21 - C.V. 05.2: verifica di condensa interstiziale	215
Grafico 7.22 - C.V. 05.3: verifica di condensa interstiziale	216
Grafico 7.23 - C.V. 01.2 - esterno: verifica di condensa interstiziale	218
Grafico 7.24 - C.V. 01.2 - esterno: condensa	218
Grafico 7.25 - C.V. 01.4 - esterno: verifica di condensa interstiziale	219
Grafico 7.26 - C.V. 02.1 - esterno: verifica di condensa interstiziale	219
Grafico 7.27 - C.V. 02.1 - esterno: condensa	219
Grafico 7.28 - C.V. 02.1 - esterno: verifica di condensa interstiziale	220
Grafico 7.29 - C.V. 03.1 (bis) - esterno: verifica di condensa interstiziale	220
Grafico 7.30 - C.V. 04.1 - micro light: verifica di condensa interstiziale	221
Grafico 7.31 - C.V. 04.1 - micro light: condensa	221
Grafico 7.32 - C.V. 04.1 - micro 100/20: verifica di condensa interstiziale	221
Grafico 7.33 - C.V. 04.3 - micro 100/20: verifica di condensa interstiziale	222
Grafico 7.34 - C.V. 04.3 - micro 100/20: condensa	222
Grafico 7.34 - C.V. 04.3: verifica di condensa interstiziale	222
Grafico 7.35 - C.V. 05.1 - micro light: verifica di condensa interstiziale	223
Grafico 7.36 - C.V. 05.1 - micro light: condensa	223
Grafico 7.36 - C.V. 05.1 - micro 100/20: verifica di condensa interstiziale	223
Grafico 7.37 - Copertura di progetto : verifica di condensa interstiziale	224
Grafico 7.38 - Solaio di progetto : verifica di condensa interstiziale	225

STRUTTURA

Grafico 8.1 - Zone climatiche: neve	239
Grafico 8.2 - Zone climatiche: vento	240
Grafico 8.3 - Coefficiente di ritorno	240
Grafico 8.4 - Dipendenza del coefficiente di esposizione dalla morfologia del territorio	242
Grafico 8.5 - Dipendenza del coefficiente di esposizione dalla quota	242
Grafico 8.6 - Pressione cinetica di picco di progetto	243
Grafico 8.7 - Pressione interna e pressione esterna	243
Grafico 8.8 - Pressione interna e pressione esterna: somma algebrica	244
Grafico 8.9 - Coefficiente di pressione esterna	244
Grafico 8.10 - Coefficiente di pressione esterna per coperture piane	245
Grafico 8.11 - Distribuzione della pressione del vento sull'edificio di progetto	247
Grafico 8.12 - Spettri di risposta elastica (Cat. A-T ₁ , $\xi = 5\%$) di riferimento per i diversi stati limite.	250
Grafico 8.13 - Spettri di risposta	256
Grafico 8.14 - Schematizzazione del solaio come trave su piú appoggi	268

Grafico 8.15 - Schema statico solaio: schema 1	268
Grafico 8.16 - Schema statico solaio: schema 2	268
Grafico 8.17 - Schema statico solaio: schema 3	268
Grafico 8.18 - Schema 1 solaio: SLU	269
Grafico 8.19 - Schema 2 solaio: SLU	270
Grafico 8.20 - Schema 3 solaio: SLU	271
Grafico 8.21 - Schema 1 solaio: SLE	272
Grafico 8.22 - Schema 2 solaio: SLE	273
Grafico 8.23 - Schema 3 solaio: SLE	274
Grafico 8.24 - Schema statico copertura: schema 1	276
Grafico 8.25 - Schema statico copertura: schema 2	276
Grafico 8.26 - Schema statico copertura: schema 3	276
Grafico 8.27 - Schema 1 copertura: SLU	277
Grafico 8.28 - Schema 2 copertura: SLU	278
Grafico 8.29 - Schema 3 copertura: SLU	279
Grafico 8.30 - Schema 1 copertura: SLE	279
Grafico 8.31 - Schema 2 copertura: SLE	280
Grafico 8.32 - Schema 3 copertura: SLE	280

BIBLIOGRAFIA

- Ronchetta C., Trisciuglio M., "Progettare per il patrimonio industriale", Celid, giugno 2008
- Poggio P. P., Garlandini A., "Memoria dell'industrializzazione: significati e destino del patrimonio storico-industriale in Italia", Annali della fondazione Luigi Micheletti, Fondazione Micheletti, 3/1987
- Caroli M. G., Sgritta G. B., Treu M. C., "Brescia 2015: analisi e riflessioni sull'evoluzione della città e della provincia", Fondazione ASM, Franco Angeli, 2005
- Pedrocco G., "Bresciani, dal rottame al tondino: mezzo secolo di siderurgia (1945-2000)", Fondazione Micheletti, Jaca Book, maggio 2000
- Facchinetti B., "Piano di riqualificazione urbana dell'area ex-Pietra: problemi e possibili soluzioni", Università degli studi di Brescia, facoltà di medicina e chirurgia, corso di laurea in tecniche della prevenzione nell'ambito e nei luoghi di lavoro, A.A. 2009-2010
- Gottfried A., "Quaderni del manuale di progettazione edilizia: L'edilizia per le attività produttive e commerciali", Hoepli, 2007
- Cioffi F., "L'arte della demolizione industriale", Contento M. P., EPC Libri, Roma 2002
- Visconti M., "Edilizia per l'industria, i trasporti e i servizi", UTET 2006
- Malighetti L. E., "Recupero Edilizio: strategie per il riuso e tecnologie costruttive", I libri di Arketipo, Collana a cura di Turchini G., Gruppo 24Ore, 2011
- Arketipo Magazine n°99, "Recupero/Refurbishment", New Business Media, 2016
- Collana diretta da Frau S., introduzione di Selvafolta O., "Supermappa dell'archeologia Industriale", Roberto Napoleone, 1981
- Benedetti C., "Osservare e vivere la natura: l'ex polveriera di Mompiano, area militare dismessa nella periferia di Brescia", Politecnico di Milano, facoltà di architettura e società, corso di laurea magistrale in paesaggi di architettura e sistemi ambientali, A.A. 2011-2012

RINGRAZIAMENTI

I nostri ringraziamenti vanno a tutti coloro che, grazie alla loro disponibilità e dedizione, ci hanno guidato e supportato durante questo percorso di crescita e formazione sia professionale che personale.