LO SMART WORKING E LA FLESSIBILITÀ DEI SUOI SPAZI

UN PROGETTO PER UNO SMART OFFICE NELL'EX CNMA A MIRAFIORI SUD

Denise Ricucci
Paola Robba
Francesca Sismondini

POLITECNICO
DI TORINO

Tesi di Laurea Magistrale
Dipartimento di Architettura per il progetto sostenibile
Anno Accademico 2019/2020

Lo smart working e la flessibilità dei suoi spazi. Un progetto per uno smart office nell'ex CNMA a Mirafiori Sud

RELATORI
Gustavo Ambrosini
Valentina Serra
Manuela Rebaudengo

CANDIDATE
Denise Ricucci
Paola Robba
Francesca Sismondini

"Abbiamo continuato a sprecare tanta energia quanta ne era necessaria prima dell'invenzione delle macchine; in ciò siamo stati idioti, ma non c'è ragione per continuare a esserlo."

Bertrand Russell

INDICE

ABSTRACT 12
INTRODUZIONE 16

01 LO SMART WORKING 19

I Principi 21
- Responsabilizzazione
- Fiducia
- Autonomia e flessibilità
- Comunicazione, condivisione e collaborazione
- "Approccio "Smart Working"

I modelli di implementazione 23
Le leve di progettazione 24
- Le Policy Organizzative
- Le tecnologie digitali
- Il layout fisico
- Comportamenti e Stili di Leadership

I benefici 31
Le criticità e i limiti 33
La legge sul lavoro agile 35
La diffusione dello smart working in Europa e in Italia 38
- Il contesto di riferimento europeo
- Lo scenario di sviluppo in Italia
- Il lavoro agile nelle grandi imprese
- Il lavoro agile nelle piccole e medie imprese
- Il lavoro agile nelle Pubbliche Amministrazioni

Lo Smart Working nelle emergenze 48
- Il caso di Genova: L'emergenza meteorologica e la tragedia del ponte Morandi
- Il caso COVID-19
- Ricerca Osservatorio Smart Working sugli "smart worker emergenziali"

02 IL LAYOUT FISICO 63

Dall'ufficio tradizionale allo smart office 64
- Le "Cellular Rooms"
- Il layout "Tayloriano"
- Bürolandschaft
- Il Central Beheer
- L'Action Office II
- L'edificio per uffici negli anni dell' Information Technology
- L'Activity Based Working e lo Smart Office

Il layout dello smart office 77

03 QUALITÀ ENERGETICHE E AMBIENTALI 83

Comfort termico 84
- Gli indici del comfort termico
- Requisiti di comfort termico per gli ambienti destinati a ufficio

Sostenibilità ed efficienza energetica 88
- Quadro normativo sull'efficienza energetica
- Impianti HVAC
- Il ruolo dell'occupante sul consumo energetico
- Smart Building

Comfort visivo 106
- Illuminazione naturale
- Illuminazione artificiale
- Human Centric Lighting
- La normativa di riferimento

Comfort acustico 114
- Il rumore
- Ambienti riverberanti e semiriverberanti
- La normativa di riferimento
- L'acustica negli uffici
- Fattori acustici correttivi e possibili soluzioni
- Il fonoassorbimento
- Il fonoisolamento

La psicoacustica 126
Le certificazioni LEED e WELL 127
- Leed
- Well

04 I CASI STUDIO 133

Allianz 134

La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Assimoco 140
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Crèdit Agricole 146
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Electrolux 152
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Microsoft House 158
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Bayer 164
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Cameo 168
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Heineken 172
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Maire Tecnimont 176
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Sky Italia 180
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici
Zurich Insurance Group 184
La soluzione attuata
Lo spazio fisico
Benefici

05 L'ANALISI URBANA 189

Torino secondo il Rapporto Rota 2019 192
Piani di trasformazione della città
Attività edificatoria e consumo del suolo
Sviluppo delle reti telematiche
Torino è smart 197
I progetti Smart Working nella pubblica amministrazione
Gli uffici Smart Working a Torino
L'area d'intervento 203
Mirafiori Sud 205
La Storia
Riqualificazione Mirafiori Sud
L'area di Mirafiori Sud e le destinazioni d'uso
Destinazioni d'uso dei piani terra
Connessioni e Percorsi
Il Parco Colonnetti 218
La storia del Parco Colonnetti a partire dal XVIII secolo
Il Parco Colonnetti oggi
Aspetti normativi

06 L'EX CNMA 231

L'edificio allo stato attuale 232
I progetti per la collettività
Il Rilievo
L'analisi strutturale 242
Struttura del blocco Est
Struttura del blocco centrale
Struttura del blocco Ovest

L'involucro 264
Le caratteristiche dell'involucro trasparente
Le caratteristiche dell'involucro opaco

07 IL PROGETTO 289

Descrizione del progetto 293
L'Involucro 230
Caratteristiche dell'involucro trasparente
Schermature
Caratteristiche dell'involucro opaco
I VIP (Vacuum Insulation Panel)
Il fabbisogno energetico 366
Gli indici di prestazione termica
Altri parametri da verificare per legge: l'area solare equivalente estiva e il coefficiente medio globale di scambio termico
Ponti termici
Ventilazione
Risultati
Il calcolo impiantistico 372
Carico termico invernale di progetto (sensibile)
Disperisioni termiche per infilrazione
Carico termico di progetto
Carico termico invernale di progetto (latente)
Carico latente degli occupanti
Carico latente per infiltrazione
Carico termico di progetto
Carico termico estivo di progetto (sensibile)
Carico termico estivo di progetto (latente)
Carico latente degli occupanti
Carico latente per infiltrazione
Carico termico di progetto
Portata d'aria esterna
Bilancio di massa di vapore in ambiente in condizioni invernali e in condizioni estive
Schema d'impianto
Unità di trattamento dell'aria (UTA)
Dimensionamento batterie di scambio termico
Dimensionamento canali
Travi fredde
Ventilconvettori
Pompa di calore
Fotovoltaico
L'illuminazione degli ambienti 396
Luce naturale
Luce artificiale
L'isolamento acustico di facciata 420

08 L'ACB 449

L'analisi costi-benefici (ACB) 450
Definizione
L'ACB in pratica
L'ACB applicata al progetto 453
Monetizzazione dei costi diretti e delle esternalità negative
Monetizzazione dei benefici diretti e delle esternalità positive
Il calcolo degli indici di redditività secondo diversi scenari
Considerazioni finali

CONCLUSIONI 462
APPENDICE 464
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 490

ABSTRACT

Nell'attuale periodo storico la vita quotidiana si è dovuta trasformare e adattarsi alle nuove esigenze che la società richiede a fronte di avvenimenti che stanno colpendo tutto il mondo. Questi eventi hanno portato anche a dei cambiamenti nel mondo del lavoro, sentendo sempre di più parlare di Smart Working. Questo concetto però non si limita solo al lavoro a distanza, ma racchiude un insieme di principi chiave, tra cui la flessibilità, l'autonomia, la collaborazione, la tecnologia, ma comprende soprattutto un layout fisico e spaziale adeguato all'applicazione di questo nuovo modello.

Questo studio approfondisce innanzitutto il concetto di Smart Working, il contesto normativo italiano ed europeo e la sua diffusione. Segue poi uno studio sullo Smart Office, partendo da un excursus storico dell'evoluzione dell'ufficio dal Novecento ai nostri giorni, arrivando ad analizzare dei casi studio di aziende privati che hanno adottato il concetto di Smart Working nel layout spaziale della loro sede.

Questo lavoro vuole focalizzarsi inoltre sui requisiti termici, visivi e acustici che il luogo di lavoro deve avere per poter garantire il maggior comfort possibile all'utente, facendo riferimento sia alle normative attuali che ai protocolli LEED e WELL.

Si conclude così la parte di ricerca, dando il via alla parte progettuale, la quale inizia con un'analisi del contesto in cui si trova il fabbricato oggetto di trasformazione, ossia l'ex CNMA in Via Onorato Vigliani 102. Questa ex fabbrica di produzione di mezzi agricoli sorge nel quartiere periferico torinese di Mirafiori Sud e venne progettato da Vittorio Bonadè Bottino. Attualmente l'edificio è in stato di degrado, ma è oggetto di interesse da parte del Comune di Torino per una possibile rifunzionalizzazione. Sono già stati effettuati dei primi lavori in piccole porzioni e sono state applicate soluzioni naturali per la rigenerazione dell'area.

Il progetto oggetto di questa tesi prevede la riqualificazione dell'edificio, creando perlopiù spazi adatti per lo Smart Working. L'approfondimento prevede diversi aspetti. Innanzitutto il layout spaziale, che si integra con l'innovazione, l'ergonomia, la flessibilità e cerca di soddisfare un ampio margine di esigenze lavorative dell'utente. Il secondo aspetto riguarda il comfort, per cui si è approfondita la progettazione dal punto di vista termico, quindi impiantistico, dal punto di vista visivo, quindi la progettazione dell'illuminazione artificiale, effettuata dopo un'analisi sulla luce naturale, e infine dal punto di vista acustico. Anche questo aspetto è stato progettato, seguendo le linee guide del modello di Smart Working, perlopiù secondo il concetto di flessibilità.

Per concludere, l'ultima parte del lavoro riguarda un'analisi di tipo economico del progetto e, trattandosi di un edificio pubblico, è stata svolta un'analisi costi-benefici.

L'obiettivo di questo progetto è quello di identificare il modello dell'ufficio del futuro, volendo altresì toccare e analizzare gli aspetti principali della sostenibilità: sociale, energetico-ambientale ed economica.

ABSTRACT

In the current historical period, daily life has had to be transformed and adapted to the new needs that society requires about events that are affecting the whole world. These events have also led to changes in the world of work, hearing more and more talk of Smart Working. This concept, however, is not limited only to remote work, but encompasses a set of key principles, including flexibility, autonomy, collaboration, technology, but above all includes a physical and spatial layout suitable for the application of this new model.

This study first explores the concept of Smart Working, the Italian and European regulatory context and its diffusion. Then follows a study on Smart Office, starting from a historical excursus of the evolution of the office from the twentieth century to the present day, coming to analyze case studies of private companies that have adopted the concept of Smart Working in the spatial layout of their headquarters.

This work will also focus on thermal, visual and acoustic requirements that the workplace must have in order to ensure the greatest possible comfort to the user, referring to both current regulations and protocols LEED and WELL.

This concludes the research part, giving way to the design part, which begins with an analysis of the context in which the building undergoing transformation is located, namely the former CNMA. This former factory for the production of agricultural equipment is located in the Turin suburb of Mirafiori Sud and was designed by Vittorio Bonadè Bottino. Currently the building is in a state of decay, but is the subject of interest by the City of Turin for a possible re-functionalization. First works have already been carried out in small portions and natural solutions have been applied for the regeneration of the area.

The project of this thesis involves the redevelopment of the building, mostly creating spaces suitable for Smart Working. The deepening involves several aspects. First of all, the spatial layout, which is integrated with innovation, ergonomics, flexibility and tries to meet a wide range of user's working needs. The second aspect concerns the comfort, for which we have deepened the design from the thermal point of view, then plant engineering, from the visual point of view, then the design of artificial lighting, carried out after an analysis of natural light, and finally from the acoustic point of view. Also this aspect has been designed, following the guidelines of the Smart Working model, mostly according to the concept of flexibility.

To conclude, the last part of the work concerns an economic analysis of the project and, being a public building, a cost-benefit analysis was carried out.

The objective of this project is to identify the model of the office of the future, also wanting to touch and analyze the main aspects of sustainability: social, energy-environmental and economic.

INTRODUZIONE

La parola smart significa intelligente. Un luogo e un orario non bastano per rendere il lavoro intelligente, ma sicuramente aiutano. Per esserlo, un lavoro deve produrre idee e cose intelligenti. Lo smart working riguarda il modo, il come e non il cosa e soprattutto è una nuova filosofia manageriale. Nella prima parte dell'elaborato, verranno analizzati i principi, i modelli e le leve di progettazione quindi cosa comprende questo nuovo modo di lavorare e come ha cambiato il mondo del lavoro.

Per millenni, fino alla metà del Settecento, i contadini e gli artigiani rappresentavano più del 70% della popolazione attiva e le forme rappresentative del lavoro erano la fattoria, la bottega e lo studio professionale situato nella casa stessa del professionista. Durante la fase industriale, dalla metà del Settecento alla metà del Novecento, i manovali e gli operai hanno rappresentato il 70% delle forze di lavoro e le forme più rappresentative dell'attività umana sono state la fabbrica e l'ufficio. Nella società postindustriale, quella che noi stiamo vivendo dalla metà del Novecento in poi, gli impiegati, i manager, i professionisti rappresentano il70% dei lavoratori e la forma più rappresentativa della loro attività è lo smart working. Come il passaggio del lavoro nelle botteghe a quello nelle fabbriche richiese alcuni decenni, così il passaggio dal lavoro negli uffici allo smart working richiederà ancora del tempo. La pandemia da COVID-19 però, ha accelerato questo processo, che proseguiva con lentezza eccessiva a causa di un tenace rifiuto delle aziende e soprattutto delle pubbliche amministrazioni.

Oggi la gran parte dei beni materiali che prima era prodotta dagli operai in fabbrica, può essere prodotta dai computer, dai robot e dall'intelligenza artificiale. Ai lavoratori di oggi restano soprattutto le mansioni intellettuali e creative che, per essere produttive, richiedono un'organizzazione agile, ariosa, non più scandita dalle cadenze collettive del lavoro taylorizzato, ma coerente con i bioritmi, l'estro, il rapporto tra vita e lavoro, diversi da persona a persona. Ciò chiaramente contraddice il paradigma elaborato dai padri fondatori dell'organizzazione industriale, da Taylor a Ford, da Mayo a Druker, ed esige un paradigma completamente nuovo. Per realizzare questa simbiosi in cui lavoro e vita si potenziano reciprocamente invece di modificarsi a vicenda, occorre che lo smart working sia solo un tassello del nuovo mosaico che sostituirà integralmente il paradigma industriale con quello post-industriale.

Si cominciò a parlare di lavoro distante dagli uffici quando i telefoni fissi permettevano di lavorare soltanto in un luogo ben preciso, la casa. Questo però con orari e modalità identiche a quelle dei colleghi che rimanevano in azienda. Internet, il personal computer, lo smartphone hanno consentito di lavorare ovunque e a qualunque ora, restando interconnessi con capi e colleghi.

Una delle leve strategiche dello smart working è il Physical Layout. Alcune aziende insieme agli architetti e ai designer hanno cominciato a rivoluzionare la struttura e l'arredo degli uffici per renderli più funzionali all'attività intellettuale. La ricerca di un layout ottimale si è data alcuni scopi precisi: creare tramite la conformazione degli spazi e dell'arredo, occasioni di collaborazione e d'interscambio tra il personale; assicurare al personale la disponibilità di tutte le strumentazioni necessarie per attuare il suo rendimento potenziale; creare le condizioni per una qualità ottimale della vita. Occorre facilitare l'informazione reciproca e l'intenzione sociale; offrire stimoli all'immaginazione; fornire le risorse tecnologiche necessarie all'innovazione. L'ufficio smart è quindi composto da aree silenziose dove i dipendenti possono lavorare senza essere disturbati; aree di collaborazione per lavorare in gruppo distanti dalle aree silenziose; spazi ibridi dove si possono incontrare persone in visita; aree relax e di coworking.

Il concetto di flessibilità, è consustanziale allo smart working. Il concetto di flessibilità si riferisce non agli obiettivi ma agli spazi, agli orari e agli strumenti. Il lavoro di progettazione svolto della tesi, a partire da queste considerazioni, intende proporre un intervento di riqualificazione nell'ex CNMA in Mirafiori Sud. Si pone come obiettivo principale quello della flessibilità, prendendo in considerazione tutti gli aspetti della sostenibilità.

01

LO SMART WORKING

Negli ultimi mesi si è sentito parlare moltissimo del cosiddetto S*mart Working*. Concetto che è stato protagonista del mondo del lavoro in un periodo in cui si è cercato di sfruttare al massimo la telematica per sopperire l'inevitabile distanza a cui ci ha obbligato la pandemia da COVID-19. Il "lavoro a distanza", o meglio "il lavoro da casa", è l'approccio che ha caratterizzato una buona parte di ambiti professionali in questi particolari mesi del 2020 ed è stato associato erroneamente al concetto di Smart Working, il quale, contrariamente a come la maggior parte delle persone pensano, non è sinonimo di "telelavoro" o di "lavoro da casa". Smart Working racchiude un tipo di approccio lavorativo ben più ampio e per comprenderlo meglio è importante partire da due definizioni complete e riassuntive.

«Si potrebbe definire lo Smart Working come un approccio all'organizzazione del lavoro che mira a incrementare l'efficienza e l'efficacia nel raggiungimento dei risultati di lavoro attraverso una combinazione di flessibilità, autonomia e collaborazione, in parallelo con l'ottimizzazione degli strumenti e degli ambienti di lavoro per i dipendenti»[1].

«Una nuova filosofia manageriale fondata sulla restituzione alle persone di flessibilità e autonomia nella scelta degli spazi, degli orari e degli strumenti da utilizzare a fronte di una maggiore responsabilizzazione sui risultati»[2].

Lo Smart Working è una vera e propria cultura sulla quale si fonda un nuovo modo di lavorare che ha come obiettivo il risultato. Non è soltanto telelavoro o semplice lavoro da casa. Il "telelavoro" è il lavoro delocalizzato, eseguito in un posto diverso dalla sede aziendale, che solitamente è la propria abitazione, ma vige comunque l'idea del lavoro in maniera tradizionale. Per lavoro tradizionale si intende la classica modalità di lavoro a cui tutti siamo abituati, ossia basato su orari prestabiliti e fissi con retribuzione oraria.

È molto importante che i dirigenti e i vertici aziendali siano i primi ad adottare il cambiamento e che siano da esempio a tutti i lavoratori, i quali si trovano di fronte ad una forte transizione, che coinvolge sia le abitudini che la mentalità. *«Ogni processo di cambiamento in ottica smart incontra ostacoli […]. C'è un solo modo per "essere a bordo" del cambiamento smart: dare valore all'apprendimento come chiave dello sviluppo individuale e organizzativo»*[3]. scrive Dario Villa.

Si entra quindi in una visione del lavoro che diventa flessibile, conciliando le esigenze personali dei lavoratori, valorizzando il prodotto e il risultato che l'individuo ottiene dal proprio lavoro, coinvolgendolo e motivandolo a dare il proprio meglio.

[1] *HR: Getting smart about agile working*. CIPD Research Report November 2014.

[2] *Smart Working in situazioni di emergenza: istruzioni per l'uso*. Osservatorio SW febbraio 2020.

[3] Dario Villa, *Smart Working: Istruzioni per l'uso. Che cosa cambia con le nuove modalità di lavoro*, 2017.

I PRINCIPI

Responsabilizzazione

Il risultato nella politica dello Smart Working lo si raggiunge con una maggiore **responsabilizzazione** del dipendente. La responsabilità è l'abilità di rispondere delle proprie azioni, ed è grazie alla capacità di ascoltare le esigenze di un contesto nuovo che il margine di azione individuale diventa più ampio e propositivo per la collaborazione all'interno dell'azienda.

Fiducia

Un altro fondamentale elemento chiave dello Smart Working è la **fiducia** all'interno dell'organizzazione aziendale, importante per il successo aziendale. Il risultato che ci si aspetta è dato dal lavoro e dalla collaborazione di ciascuno, non dal singolo, quindi è essenziale vengano valorizzati i diversi contributi in un'accezione collettiva ed è essenziale che la fiducia venga data a tutti i collaboratori perché questo rappresenta lo stimolo necessario per far crescere, maturare e responsabilizzare il lavoratore. Secondo Stephen M.R. Covey «la fiducia si stabilisce e si propaga come un'onda, dall'interno verso l'esterno»[4] e descrive cinque onde della fiducia. La prima onda è la *fiducia in sé stessi*, nelle proprie capacità, stabilendo quali obiettivi raggiungere ed impegnarsi ad ottenerli. Da questa sicurezza in sé stessi s'ispira fiducia agli altri e anche credibilità. La seconda onda è la *fiducia nelle relazioni*, che si costruisce attraverso dei comportamenti chiave, validi in ogni ambito, che permettono alle relazioni di essere durature. La terza onda è la *fiducia aziendale*, ovvero di come il leader può creare fiducia nell'organizzazione e ha come principio chiave l'allineamento tra i settori. La quarta onda è la *fiducia del mercato*, il quale si basa sul principio di reputazione e di brand, cioè ciò che conduce ad acquistare i prodotti di una determinata azienda o ad investire in tale azienda, per cui si basa sulla fiducia che ripongono i clienti o gli investitori. La quinta onda è la *fiducia sociale*, si basa sul contributo, sulla creazione del valore e sul restituire invece di prendere. «Fare del bene non è più visto come qualcosa al di fuori degli affari, ma come qualcosa che ne fa parte»[5] scrive S. M. R. Covey. Lo scrittore riconduce la quinta onda alle questioni della prima onda, moltiplicandosi geometricamente attraverso le successive.

Si può anche esprimere il concetto

[4] Stephen M.R. Covey, *The Speed of Trust*, 2006.

[5] Ibidem.

di fiducia e quanto sia fondamentale attraverso una citazione di Jim Burke, ex presidente e amministratore delegato Johnson & Johnson: «La fiducia è in assoluto la chiave del successo a lungo termine»[6].
In sintesi, è importante che vi sia fiducia l'uno nell'altro, che vi sia fiducia tra colleghi, tra top management e impiegato, ma soprattutto è fondamentale che gli *skateholder*[7] abbiano fiducia nella gestione e nell'organizzazione. Tutti i membri del team sono dalla stessa parte e devono viaggiare sulla stessa onda, nella stessa direzione e per gli stessi obiettivi. Pertanto per mantenere salde le relazioni, queste devono basarsi su una solida fiducia. Responsabilità e fiducia tuttavia viaggiano in simbiosi: la fiducia che parte dai vertici dell'organizzazione conferisce ai collaboratori responsabilità nel lavoro, allo stesso modo un lavoratore deve essere responsabile delle proprie azioni e del proprio dovere, altrimenti il legame di fiducia rischia di rompersi.

Autonomia e flessibilità

Responsabilità e fiducia nascono nel momento in cui il lavoratore è **autonomo** e **flessibile**. Il lavoratore flessibile lavora per obiettivi da raggiungere, si autogestisce e ha libertà organizzativa, cerca di portare a termine il proprio lavoro gestendosi le ore della giornata nella maniera che ritiene più efficace e in base anche alle proprie esigenze personali. Può scegliere anche il luogo di lavoro, purché sia ritenuto sicuro e consono, in modo tale che estranei non possano accedere a dati riservati. Se si sceglie un luogo all'aperto lo smart worker deve adottare un atteggiamento scrupoloso. Innanzitutto l'utilizzo dei dispositivi elettronici all'aperto è pericoloso poiché la luminosità esterna è differente dalla luminosità in un luogo di lavoro al chiuso, per questo motivo è consigliabile svolgere all'esterno attività come comunicazioni telefoniche oppure letture e consultazione di documenti cartacei. All'esterno inoltre bisogna fare attenzione a non esporsi troppo alla radiazione solare ultravioletta, evitare luoghi molto caldi oppure molto freddi e proteggersi da eventuali agenti biologici, come ad esempio punture di insetto. È importante inoltre scegliere un luogo facilmente raggiungibile dai mezzi di soccorso in caso di emergenza. Se si sceglie un luogo di lavoro al chiuso è importante che i lavoratori rispettino i requisiti igienico-sanitari e di sicurezza. Non sono considerati adatti spazi come box, soffitte e seminterrati. Si ritiene fondamentale la conformità degli impianti e le relative manutenzioni, il controllo dell'illuminazione e dei ricambi d'aria. In ogni modo, al fine di una maggiore produttività, è importante che il lavoratore scelga in autonomia i giusti spazi senza essere vincolato dalla postazione fissa.

[6] Ibidem.

[7] Tutti i soggetti che sono coinvolti in una società, progetto o attività in ambito economico.

Comunicazione, condivisione e collaborazione

L'autonomia e la flessibilità promuovono altri concetti chiave che sono alla base del lavoro agile: **comunicazione**, **condivisione** e **collaborazione**. Questi valori consentono una crescita e maggiori benefici all'interno di un'azienda, inoltre come già detto precedentemente, sono alla base della fiducia. Sono importanti sia tra il vertice e i dipendenti e sia tra i colleghi stessi. In primo luogo è essenziale che il leader coinvolga i collaboratori a svolgere il proprio lavoro nella modalità Smart Working fin dal principio. Per una buona riuscita e per raggiungere gli obiettivi prefissati è importante che ci sia una buona organizzazione dell'impresa e che le reti di relazioni al suo interno siano basate sulla collaborazione e sulla condivisione. Il cambiamento verso questa direzione si contrappone al tipico lavoro odierno, basato su uno scambio di informazioni mediante protocolli di comunicazione codificati. Non si lavora attraverso condivisione e di conseguenza non vi è l'abitudine a collaborare.

"Approccio Smart Working"

La transizione verso questo nuovo modo di lavorare è tutt'altro che semplice. Come già detto, il top management deve coinvolgere il suo team verso il cambiamento, il quale non eserciterà più un controllo sui dipendenti a fronte di maggiore fiducia e collaborazione. La gerarchia va scemando in questo cambiamento, il leader diventa un *coach*. È importante che egli parli e dialoghi con il suo team, che discuta con loro sul nuovo approccio lavorativo non solo all'avvio ma anche durante tutto il passaggio allo Smart Working, ed è altrettanto fondamentale ricevere riscontro dai dipendenti, eventuali dubbi, problemi e risolverli insieme. Il Lavoro Agile comporta un intero cambiamento nella gestione, è un vero e proprio percorso di cambiamento globale che coinvolge tutti, dal vertice, ai collaboratori e si basa su un accordo specifico tra il top management e il dipendente.
Da questi concetti e atteggiamenti fondamentali che si avvia e si fonda questa nuova visione del lavoro, basato appunto sulla collaborazione e sulla condivisione ma anche sulla fiducia, sulla responsabilizzazione e sull'autonomia, concetti che si possono riassumere in "approccio Smart Working".

I MODELLI DI IMPLEMENTAZIONE

Per concretizzare ed attuare l'approccio Smart Working sono stati messi a punto diversi modelli. Attualmente si può far riferimento ai due modelli più conosciuti di implementazione dello Smart Working: lo *Smart Working Maturity Model* di Andy Lake (2013)[8] e il modello delle *tre "B"* di Clapperton e Vanhoutte (2014)[9].
Innanzitutto è bene partire dal modello delle *tre "B"* di Clapperton e Vanhoutte, poiché è un modello che nasce con l'intento di definire i tre concetti chiavi sui quali le aziende devono basarsi per istituire lo Smart Working come nuovo approccio organizzativo e lavorativo. Secondo i due autori lo smart working è un cambiamento che deve partire dall'alto e si deve soffermare su tre livelli principali: *behaviours*, *bytes* e *bricks*.

- *Behaviours*: i comportamenti, che influiscono sulla rete di relazione che si crea fra tutte le figure aziendali, gli scambi di competenze e le reciproche influenze. Un cambiamento organizzativo e gestionale all'interno di un'azienda è un processo complesso poiché alla base vi sono i lavoratori, le persone. È complesso perché cambiano i modi di lavorare, i modi in cui rapportarsi, cambiano le abitudini, la comunicazione, vale a dire i *comportamenti*. Comportamenti che, per essere determinanti nell'instaurazione di rapporti efficaci, devono basarsi sui principi di fiducia, responsabilità e autonomia.
- *Bytes*: la tecnologia. Fondamentale per l'azienda avvalersi di strumenti tecnologici, sia software che hardware, che consentano a livello pratico di lavorare in Smart Working. Questi permettono a ogni collaboratore di lavorare in uno spazio diverso dall'ufficio e dalla sede e allo stesso tempo di scambiare e condividere le informazioni con gli altri membri del team.
- *Bricks*: gli spazi di lavoro. Anche il layout fisico deve essere compatibile con i principi dello Smart Working. La flessibilità deve essere riscontrabile non soltanto nell'orario lavorativo ma anche nello spazio fisico. Con il lavoro agile si abbandona l'idea della postazione fissa. Il lavoratore ha ampia autonomia di scelta del luogo di lavoro, sia nel concetto più ampio del termine, quindi nella scelta della sede, sia in termini di spazio all'interno della sede stessa, a seconda delle proprie necessità. Il design dello spazio di lavoro rispecchierà le esigenze dell'approccio Smart Working.

[8] A. Lake, *Smart Flexibility: Moving Smart and Flexible Working from Theory to Practice*, Gower Publishing, Ltd., 2013.

[9] G. Clapperton, P. Vanhoutte, *Il manifesto dello Smarter Working*, ESTE, 2014.

Andy Lake propone invece un modello in cui le aziende possono individuare il loro livello di maturità e di avanzamento nell'adozione dello Smart Working in modo da capire quali progressi sono stati sviluppati e quali fondamentali step sono ancora da compiere per ottimizzarne la completa realizzazione. Lo *Smart Working Maturity Model* si suddivide in quattro stadi:

- *Isolated initiatives*: rappresenta il primo livello, con l'introduzione di iniziative volte alla flessibilità. Le prime riguardano la conciliazione della vita professionale e privata, attuando anche misure a favore della famiglia. Vi sono anche cambiamenti nello spazio fisico, con l'introduzione del *desk sharing* e anche l'adozione di nuovi dispositivi e strumenti tecnologici che permettano maggiore mobilità ai lavoratori. Inoltre in questa fase si comprende anche la possibilità occasionale, a manager e a lavoratori che possono già permettersi di lavorare in autonomia, di lavorare a casa a causa di esigenze personali.
- *Basic Flexibility*: in questa fase si iniziano ad attuare concretamente le iniziative volte alla flessibilità attraverso politiche e programmi aziendali. Non vengono applicate però uniformemente a tutti i dipendenti e non tutte le richieste di adesione al lavoro flessibile vengono accettate. Questo accade perché, secondo Lake, la flessibilità viene applicata con un approccio di tipo "reattivo" quindi adottata solo in casi in cui non si prevedano possibilità di ricadute negative sull'azienda. In questo step quindi non si ha ancora una vera e propria strategia e organizzazione aziendale efficace ed efficiente.
- *Advancing flexibility*: questo stadio si caratterizza per un approccio di tipo strategico. Si incominciano ad adottare nuove tecnologie, quindi strumenti ICT e dispositivi che consentano una maggiore mobilità; viene prevista una nuova progettazione degli spazi di lavoro con l'obiettivo di favorire una maggiore condivisione e collaborazione; vengono introdotte delle policy volte ad un'ottica Smart Working più organizzativa all'interno dell'azienda. In questa fase questi nuovi piani sono realizzati ancora parzialmente e affiancati da un approccio lavorativo tradizionale.
- *Smart Working*: si ha la realizzazione di una vera e propria strategia chiara ed efficiente e la flessibilità diventa la normalità. La collaborazione diventa fondamentale e inoltre vengono ridotti gli incontri e gli spostamenti tradizionali, a favore

di una maggiore cooperazione e interazione, attraverso l'uso competente di dispositivi tecnologici e strumenti ICT. L'organizzazione aziendale si basa sulla fiducia, sull'autonomia e responsabilità dei lavoratori. L'acquisizione di questo livello si ottiene grazie al riconoscimento del gruppo nella leadership.

LE LEVE DI PROGETTAZIONE

L'Osservatorio dello Smart Working del Politecnico di Milano[10] individua quattro leve di progettazione, ossia quattro differenti campi di applicazione dei principi: **policy organizzative**, **tecnologie digitali**, **layout fisico**, **comportamenti e stili di leadership**. Si ritiene fondamentale agire su tutti e quattro gli ambiti per un'attuazione efficace dello Smart Working.

Le Policy Organizzative

Per istituire un corretto approccio con la nuova modalità di lavoro e per il raggiungimento degli obiettivi prefissati è importante che l'azienda si avvalga e faccia riferimento ad un nuovo insieme di regole che ciascuno deve mettere in atto: la *policy organizzativa*. Si prescinde dalla gerarchia aziendale, estendendola e coinvolgendo tutto il gruppo di lavoro, in quanto si basa su un accordo tra le parti e non su un'imposizione. Vengono conciliate le esigenze di ognuno favorendo la flessibilità e l'autonomia. Le policy organizzative infatti regolamentano principalmente la flessibilità di orario e la flessibilità del luogo di lavoro. Ciò consente al lavoratore, nel primo caso, di accordarsi con il manager, scegliendo gli orari e la durata complessiva in base alle proprie necessità. Allo stesso modo, nel secondo caso, di accordarsi e scegliere autonomamente dei luoghi di lavoro consoni e differenti dalla sede aziendale. Vengono inoltre delineate politiche sulla scelta dei dispositivi tecnologici e sul loro corretto utilizzo e allo stesso modo vengono regolamentati gli spazi di lavoro aziendali, in modo tale da incentivare da parte di tutti un comportamento consono alla condivisione degli spazi, come ad esempio la *clean desk policy*[11].
In aggiunta vengono approfonditi anche gli ambiti riguardanti la salute e la sicurezza sul lavoro, che vedono applicare il Decreto Legislativo 81/2008 (Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro) e la gestione sul feedback, quindi il rispetto del regolamento e le azioni di miglioramento. Alla base del regolamento vi è innanzitutto il rispetto della normativa vigente sulla tutela del lavoro autonomo e che favoriscono il lavoro agile (Legge n.81/2017).

[10] *Cos'è lo Smart Working: elementi chiave e benefici*, Osservatorio del Politecnico di Milano, video 2019.

[11] La *clean desk policy* (CDP) è una direttiva che definisce come deve essere lasciata la postazione lavorativa a fine giornata, ovvero le scrivanie devono essere sgombre da rifiuti e documenti personali, le lavagne in sale riunioni devono essere pulite, i vari dispositivi tecnologici fissi in sede, quali stampanti, scanner, proiettori, computer, ecc... devono essere spenti. Sostanzialmente, è importante mantenere l'ordine, quanto è importante proteggere i propri documenti virtuali chiudendo l'accesso agli archivi e ai *cloud*. In questo senso, si raccomanda il logout anche a tutti i dispositivi mobili, in modo da tale da garantire la sicurezza anche su eventuali mezzi pubblici o in generale, all'uscita dalla sede aziendale.

Le Tecnologie Digitali

La seconda leva fondamentale per l'applicazione dello Smart Working sono le tecnologie digitali. Queste permettono di superare ogni impedimento fisico e temporale garantendo i principi che si ricercano con questa modalità di lavoro, quali la flessibilità, la collaborazione e la condivisione.
L'obiettivo è quindi fornire dotazioni tecnologiche che siano in grado di sostituire la carta e gli incontri *face to face*. Innanzitutto è importante che le informazioni digitali siano facilmente accessibili e condivisibili agli altri membri del team, in modo da poter accederci in qualsiasi momento e in qualsiasi luogo, ed è altresì fondamentale lavorare in *community* su apposite piattaforme per ottenere un'agile comunicazione interattiva e, non meno importante, la possibilità di lavorare nello stesso istante sugli stessi documenti.
Nel tempo si sta perdendo sempre di più l'idea che le riunioni siano efficaci per una qualsiasi decisione e a cui debbano presenziare fisicamente tutti ma è importante al tempo stesso che le funzioni ICT garantiscano le comunicazioni e gli incontri virtuali, per cui tutti gli strumenti devono essere perfettamente funzionanti e di alta qualità. Talvolta purtroppo può capitare che una scarsa connessione, problemi legati al funzionamento dell'applicazione oppure scarsa qualità audio e voce, impediscano le attività virtuali di comunicazione rallentando di conseguenza tutto il lavoro degli smart worker. I dipartimenti ICT aziendali devono garantire quindi l'efficienza dei sistemi ma devono garantire anche la sicurezza. Vengono utilizzati dei software che permettono ai lavoratori di accedere ai propri dati, e-mail e documenti in totale sicurezza ma allo stesso tempo in autonomia: le piattaforme ICT vengono fatte impostare dai dipendenti stessi, secondo delle linee guide, in modo tale da garantire flessibilità tecnologica. Secondo questa logica il collaboratore deve essere autonomo anche nelle risoluzioni di eventuali problemi semplici, in modo tale da non sovraccaricare il personale tecnico per futili problemi che portano soltanto ad uno spreco di tempo. Viene richiesto, anche in questo senso, responsabilità da parte dello smart worker: egli deve essere in grado di destreggiarsi al meglio fra le risorse digitali sapendole sfruttare in base alle proprie esigenze lavorative. Come cita l'autore Villa: «Gli strumenti da soli non saranno mai smart, se non li usiamo in modo intelligente. La tecnologia non contiene la risposta a tutte le nostre esigenze; contiene piuttosto una serie di domande che risulta sensato porsi per guardare in maniera più consapevole ai propri comportamenti quotidiani e provare

a lavorare meglio»[12].
Analizzando le tecnologie più nello specifico, l'Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano fa riferimento a quattro macro-ambiti: **social collaboration**, **mobilità**, **sicurezza** e **workspace technology**.
L'ambito social collaboration racchiude i sistemi che permettono la comunicazione e la collaborazione in remoto. In questa categoria troviamo i *Social Network* e le *Community*, spazi virtuali che consentono l'interazione e l'avvio di discussioni, che permettono quindi di tessere relazioni a distanza, scambi di idee e di informazioni, permettendo di lavorare all'interno del gruppo di lavoro con collaborazione e condivisione. Ritroviamo anche l'insieme di tecnologie che permette di facilitare il lavoro in modalità, le interazioni e le comunicazioni virtuali che si definiscono *Unified Communication & Collaboration* (UCC), i quali sempre di più conciliano i principi su cui si fonda lo Smart Working permettendo di abbattere le distanze, flessibilizzando e velocizzando le modalità di lavoro.
Negli UCC vi sono strumenti di *instant messaging*, applicazioni che consentono lo scambio di messaggi istantanei, *Voice Over IP*, tecnologia che consente di effettuare chiamate dal proprio dispositivo sfruttando la connessione internet, sistemi di condivisione e archiviazione dei documenti, e sistemi di *conferencing*, applicazioni che permettono di effettuare delle riunioni e conferenze da remoto in tempo reale.
Con mobilità sono indicati i dispositivi tecnologici mobili che consentono la flessibilità del luogo di lavoro o della postazione, tra cui PC, smartphone, tablet, provider Internet, cuffie e altri dispositivi, che quindi permettono la possibilità di accedere alle piattaforme tecnologiche in qualsiasi momento e in qualsiasi posto. Le policy aziendali possono ricorrere a diversi criteri per la scelte dei dispositivi mobili: *take only my device*, la scelta e l'acquisto sono a carico dell'azienda; *buy only my device*, la scelta è dell'azienda ma l'acquisto è a carico personale; *choose your business device*, la scelta è presa dal worker ma viene acquistato dall'azienda; *bring your own device*, la scelta e l'acquisto sono a carico del dipendente, quindi viene permesso di utilizzare sostanzialmente i propri dispositivi personali. La pecca di questa policy è la sicurezza, ricorrendo all'utilizzo di piattaforme di *Mobile Device Management* (MDM)[13].
Il terzo ambito indica le tecnologie finalizzate alla sicurezza, indispensabile per le tecnologie da remoto. Generalmente le aziende, per proteggere i dati sensibili, si affidano al modello di *Cloud Computing*, una tecnologia che consente di distribuire risorse IT, come software, hardware e storage

[12] Dario Villa, *Smart Working: Istruzioni per l'uso. Che cosa cambia con le nuove modalità di lavoro*, Trivioquadrivio Edizioni, Milano, 2017.

[13] Per MDM si intendono piattaforme che gestiscono in maniera centralizzata i dispositivi utilizzati dai worker, che permette la separazione dell'area personale da quella lavorativa, garantendo la gestione delle informazioni e dati aziendali in sicurezza.

di archiviazioni in remoto, e ciò significa che il database viene gestito attraverso una connessione Internet, da un provider. In altre parole, questa tecnologia è uno spazio di archiviazione, un ambiente virtuale, al quale è possibile accederci flessibilmente da dispositivi differenti, grazie ad una connessione Internet. Inoltre è indispensabile l'utilizzo di canali sicuri come: il VPN (Virtual Private Network), ovvero una rete virtuale privata che garantisce privacy poiché consente di criptare il traffico internet e a cui possono accedere soltanto i dispositivi autorizzati; il *Virtual Desktop Infrastructure*, ovvero la gestione di desktop su server centralizzati; i sistemi di *Remote Wipe*, ossia la cancellazione di dati da remoto nel caso di perdita dei dati per furto o danni ai device.
Il quarto e ultimo ambito è workspace technology e riguarda le tecnologie indispensabili nella sede di lavoro per l'approccio Smart Working, precisamente Wi-Fi, tecnologie per le videoconferenze, indispensabili per effettuare riunioni di lavoro a distanza, strumenti di stampa centralizzata, lavagne interattive e schemi touch, totem o app per la prenotazione delle aree.
In sintesi, le tecnologie sono strumenti che agevolano la nuova modalità di lavoro sempre di più ed è un settore sempre in crescita ed evoluzione. Bisogna però sottolineare che si sta parlando di "strumenti", vale a dire i congegni utilizzati per svolgere una determinata attività dall'uomo. Ciò significa che le tecnologie sono a disposizione dell'uomo ed è lui stesso che le manovra. Questo necessita da parte dello smart worker conoscenza e abilità, che l'Osservatorio HR Innovation Practice del Politecnico di Milano chiama le *Digital Soft Skills*, definendole come "le competenze di tipo relazionale e comportamentale che consentono alle persone di utilizzare efficacemente i nuovi strumenti digitali". Secondo gli studi dell'Osservatorio del Politecnico di Milano e del modello DigComp[14] elaborato dalla commissione europea, si articolano in cinque punti: *Knowledge Networking*, ossia la capacità di identificare, organizzare, elaborare e condividere i dati e le informazioni che si trovano in rete; *Virtual Communication*, la capacità di conoscere e comunicare in maniere efficace in ambiente virtuale; *Digital Awareness*, saper gestire l'uso dei dispositivi tecnologici adeguando la produttività lavorativa con la salvaguardia della propria salute; *Creativity*, la creazione di contenuti digitali adatti all'attività ed efficaci per la comunicazione, e infine *Self Empowerment*, utilizzo consapevole e produttivo delle tecnologie che riguarda l'implemento di conoscenze e competenze e allo stesso tempo riuscire a risolvere delle problematiche con il loro utilizzo.

[14] Il modello DigComp è un quadro di riferimento europeo sulle competenze digitali.

Il Layout Fisico

Con lo Smart Working sono stati introdotti i concetti di autonomia e flessibilità nella scelta del luogo di lavoro, quindi il lavoratore può scegliere se lavorare a casa, in ufficio, in un coworking, o anche luoghi come bar o sui mezzi di trasporto pubblico durante il tragitto in sede aziendale. Ma è altrettanto importante che l'individuo possa scegliere anche all'interno della sede stessa dove svolgere le attività lavorative. In questo senso è essenziale che il layout degli spazi di lavoro venga ripensato in funzione del concetto di Smart Working. Il cambiamento del modo di lavorare ha definito dei nuovi modi di produrre, nuovi approcci alle attività che si basano su nuovi principi quali flessibilità, collaborazione, autonomia, fiducia, lavoro in team e leadership diffusa, approfonditi precedentemente, che creano una nuova cultura manageriale. Questa cultura deve trovare applicazione nell'ambiente fisico. Andiamo incontro pertanto a un'estinzione del cosiddetto "ufficio tradizionale", in primis le postazioni fisse e gli uffici singoli, ma esistono postazioni diverse studiate in base al tipo di attività. Ciò significa che vi sono spazi per il coworking e per la collaborazione, spazi più intimi e insonorizzati per permettere l'adeguata concentrazione, spazi per telefonare, ma anche spazi per rilassarsi o per mangiare, che possono fungere loro stessi da spazi di lavoro, o ancora spazi per riunioni informali o formali. È rilevante mettere in luce il fatto che "liberando" il lavoratore dalla postazione fissa si incentiva il movimento e di conseguenza l'attività e la produttività avvengono da una prospettiva sempre diversa.

Lo studio che vi è dietro agli *Smart Office* ha come obiettivo il benessere e la produttività del singolo smart worker, ma ha anche un ruolo chiave sulle interazioni. Lo studio del *layout fisico* e dell'involucro è indispensabile per permettere il benessere dal punto di vista della luminosità, dell'acustica e anche termico. Altrettanto efficace è lo studio dell'**arredamento e allestimento** con lo scopo di stimolare la massima creatività e produttività della persona. Di fatto ha un notevole impatto sullo stato fisico ed emotivo delle persone e sul loro benessere, per questo motivo è fondamentale creare un interno studiato dal punto di vista estetico ed ergonomico.

Per ogni attività viene studiato il tipo di spazio adatto per svolgerlo, conciliando anche il concetto di lavoro in team, l'eliminazione delle gerarchie e l'introduzione delle nuove tecnologie digitali. In altre parole, il layout fisico concretizza e rafforza la filosofia manageriale e allo stesso tempo accoglie le risorse tecnologiche per permetterne un'opportuna gestione, favorendone il buon utilizzo.

L'integrazione delle tecnologie è quindi rilevante nello studio dello smart office. Nel secondo asset principale del modello ci si è soffermati sull'importanza della dotazione tecnologica nel concetto di Smart Working ma non basta che lo smart worker sia fornito di un'adeguata strumentazione, lo deve essere anche l'ufficio. Una sede di lavoro smart ha l'esigenza della rete Wi-Fi, di tecnologie per la videoconferenza, aree per la stampa centralizzata e lavagne interattive. Inoltre per una migliore gestione degli spazi gli Smart Office sono dotati di sistemi che permettono la prenotazione degli ambienti, come potrebbe essere la sala riunioni.

Un ulteriore elemento peculiare dello Smart Office riguarda i **comportamenti relativi all'uso degli spazi** da parte delle persone che li vivono, come ad esempio mantenere il silenzio, le postazioni pulite e un buon utilizzo del sistema di prenotazione, ed è per questo motivo che nelle policy aziendali sono compresi dei punti in osservanza al corretto uso di questi.

La buona progettazione degli ambienti, con la relativa ottimizzazione, è fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi prefissati con il nuovo metodo di lavoro Smart Working. Altresì consente una maggior produttività a fronte di minori costi di gestione.

È opportuno evidenziare però che la riprogettazione totale dello spazio fisico comporta un investimento oneroso e, per questo motivo, questa leva di progettazione è la meno diffusa. La maggior parte delle aziende introduce questi aspetti partendo da piccole aree della sede o partendo da alcune politiche, come ad esempio la postazione condivisa.

Comportamenti e Stili di Leadership

L'ultima leva di progettazione si riferisce alla cultura del Lavoro Agile, quindi i nuovi comportamenti da mettere in pratica e gli stili di leadership. L'avvento dello Smart Working porta alla nuova ottica di lavoro in team, quindi cambiano le interazioni, sia tra i lavoratori che tra lavoratore e manager. Diventa indispensabile quindi attivare dei comportamenti che seguano i principi che stanno alla base della nuova modalità di lavoro, per cui è bene perseguire atteggiamenti collaborativi, responsabili e che si basino sulla fiducia reciproca. È evidente che questa innovazione non avviene nell'immediato, ma necessita di un percorso nel tempo. Diventa importante che il top management pianifichi, accompagni e incentivi i dipendenti in questo percorso di cambiamento per il raggiungimento degli obiettivi prefissati. Per indurre un lavoratore verso il cambiamento

è rilevante far leva sulla motivazione intrinseca. In questo senso l'esperto di business Daniel Pink mette a punto la "Teoria dell'Autodeterminazione"[15]. Generalmente si pensa che l'individuo ha bisogno di essere stimolato per lavorare, attraverso riconoscimenti o, al contrario punizioni, perché vi è necessità di essere spinti e controllati. Secondo l'autore invece è importante premere sulle competenze dell'individuo, il quale, per sua natura è avaro di apprendimento e ama mettersi in gioco. L'autore descrive questa teoria attraverso tre concetti secondo i quali il lavoratore viene motivato, è più produttivo e allo stesso tempo più felice. Il primo concetto è l'*autonomia*, ovvero la persona può compiere delle scelte acquisendo un margine di controllo più ampio; il secondo concetto è la *padronanza*, la quale incentiva al progressivo miglioramento data dalla necessità intrinseca dell'essere umano di sentirsi competenti, capaci e qualificati in ciò che si fa; il terzo concetto è la *significatività*, ovvero il contributo per un progetto più grande, che stimoli i lavoratori a fare sempre meglio. Ed è secondo questi aspetti che il valore di una gerarchia scompare per lasciare spazio ad un allineamento delle figure presenti nell'organizzazione aziendale, i quali concorrono verso gli stessi obiettivi, insieme ma con autogestione, in modo tale che ognuno sprigioni il meglio di sé e delle proprie potenzialità. Ecco perché è necessario sottolineare l'importanza di un'efficace leadership. Il leader deve condurre i lavoratori e sostenerli nelle attività in modo da svolgerli nel miglior modo possibile. Devono affiancare i lavoratori, rassicurarli, motivarli nel raggiungimento degli obiettivi. Per cui il loro ruolo deve essere più aperto al confronto e alla conversazione, meno direttivo e più collaborativo.

L'Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano sviluppa lo *Smart Working Leadership Journey*[16], delineando quattro principi che il manager deve adottare:

- *Sense of Community*: l'appartenenza ad un team, ad una comunità, costituita da reti sociali, sviluppati secondo i principi fondamentali spiegati fino a ora, ossia la fiducia, la condivisione e la collaborazione; ognuno svolge la propria parte remando insieme verso un medesimo obiettivo, guidati e coordinati dal vertice;
- *Empowerment*: responsabilizzare i dipendenti, dando loro autonomia decisionale per raggiungere gli obiettivi aziendali, valutandone il risultato, così da stimolare crescita personale e, appunto, l'empowerment;
- *Flexibility*: grande capacità di organizzazione flessibile che si sviluppa secondo le esigenze dei lavoratori, per cui il leader deve essere in grado di gestire l'azienda andando incontro alla gestione autonoma dei membri del team;
- *Virtuality*: capacità di adattare l'esigenza al tipo di tecnologia da utilizzare, per cui ognuno deve saper scegliere quali sono i migliori strumenti tecnologici d'adottare in base all'attività; questa consapevolezza deve partire dal manager, che deve rendere disponibili i mezzi necessari ma soprattutto formare i dipendenti sul loro utilizzo.

In sintesi, il leader si comporta come un vero motivatore. Proprio per questo non esisterà più il capo con il suo ufficio privato, che pian piano probabilmente scomparirà ad eccezione di particolari necessità di privacy, ma utilizzerà gli stessi spazi disponibili ai dipendenti. Dovrà cercare in tutti i modi di organizzare al meglio il proprio tempo in cui si trova fisicamente in sede per guidare e confrontarsi con gli altri componenti del team. Dal modello piramidale e gerarchico ci si orienta verso una leadership diffusa.

I BENEFICI

L'avvento dello Smart Working ha portato ad un nuovo punto di vista manageriale, poiché cambia totalmente le modalità e l'approccio al lavoro. Le organizzazioni aziendali mutano e sempre più aziende si spingono verso questa transizione. Come già affrontato precedentemente, il cambiamento non è immediato e neppure semplice, deve essere voluto e partecipativo da parte di tutti, sia da parte dei manager che da parte dei dipendenti poiché tutti hanno il proprio ruolo ed è indispensabile che ognuno faccia la sua parte. Nonostante le difficoltà che si possono riscontrare all'avvio della trasformazione, sempre più aziende stanno scegliendo il Lavoro Agile perché è una modalità che può portare a dei grandi risultati. I benefici che si possono riscontrare sono molteplici, attirando sempre più imprese verso questa direzione. Innanzitutto vi è un maggiore stato di **benessere**: grazie all'autonomia e alla flessibilità il lavoratore può riuscire a conciliare la vita professionale con la propria vita privata. Ognuno può organizzare gli impegni personali e familiari in base alle esigenze e non secondo i vincoli lavorativi. Si può parlare quindi di un miglioramento nel *work-life balance*, ossia un equilibrio fra la sfera professionale e la sfera privata, una dedizione bilanciata che porta ad uno status di appagamento nell'individuo. Questo benessere si traduce in una maggiore **produttività**, nonché in una maggiore **soddisfazione** per il lavoratore. Una migliore condizione emotiva incide moltissimo sulla prestazione lavorativa. Per l'appunto

[15] D. H. Pink, *Drive*, Riverhead Books, 2009.

[16] *Smart Working: si può e si deve!*, Osservatorio del Politecnico di Milano, video e atti convegno 2014.

i risultati dei lavori in Smart Working sono migliori dal punto di vista qualitativo e sono prodotti in tempo minore, rilevando un abbassamento del tasso di assenteismo. Inoltre i lavoratori, oltre che essere maggiormente soddisfatti, sono maggiormente **motivati**, creando quindi una sorta di sfida personale nel raggiungere gli obiettivi, coinvolgendo l'individuo pienamente nel proprio lavoro e spronandolo a dare il massimo delle sue potenzialità

Conseguentemente al maggior *engagement* viene riscontrato una maggiore attrattiva per i talenti, aspetto che nel tempo è diventato sempre più di rilievo e importante, tanto da diventare uno dei principali obiettivi delle aziende e uno delle principali motivazioni di passaggio allo Smart Working. Anche i rapporti tra colleghi e con i superiori si sono intensificati, rendendo il clima di lavoro più favorevole e collaborativo e garantendo un impatto positivo in termini di coordinamento tra colleghi, tra dipendenti e vertici, ma anche con i clienti.

Con la nuova modalità si è riscontrato, come già anticipato ma che sarà oggetto di approfondimento nei capitoli successivi, un cambiamento anche a livello dello spazio fisico. Oltre che a un ripensamento in chiave produttiva, organizzativa e manageriale, si è riscontrata la necessità di un ripensamento anche del layout aziendale: le nuove policy organizzative, la nuova cultura, le nuove tecnologie, per far attuare al meglio le modalità e i principi dello Smart Working, devono sposarsi con una nuova gestione degli spazi. Gli Smart Office in questo senso ottimizzano notevolmente gli spazi, rilevando un notevole beneficio in chiave economica, ossia una considerevole **riduzione dei costi** degli spazi.

Oltre a un'**ottimizzazione spaziale** si può riscontrare anche un'**ottimizzazione dei tempi**. La flessibilità concessa ai lavoratori, porta a un'autonoma scelta del luogo in cui svolgere il proprio lavoro che può essere la propria abitazione, come un luogo in prossimità della propria dimora, che porta a un notevole risparmio nei tempi di spostamento. Questo risparmio si può constatare anche, ad esempio, nel nuovo modo di fare riunioni, dove non vi è necessario essere presenti fisicamente, poiché le tecnologie assunte abbattono quell'ostacolo che è la distanza.

La riduzione dei tempi di spostamento si traduce in una riduzione dei costi per il trasferimento, ma anche in una **riduzione della CO_2**. Per cui lo Smart Working porta a dei benefici importanti in termini di sostenibilità ambientale, giovando sulla riduzione del traffico e dell'utilizzo dei mezzi di trasporto, con anche un migliore utilizzo dei trasporti pubblici.

L'Osservatorio Digital Innovation del Politecnico di Milano ha effettuato delle indagini sui benefici[17] dello Smart Working dal punto di vista dei lavoratori. Ha chiesto loro (campione di 126 smart worker) di valutare l'impatto dei diversi aspetti trattati in questo paragrafo, su una scala da 1 a 10. Nella figura 1 sono riportati le percentuali dei worker che hanno assegnato un punteggio di 9-10 ai seguenti aspetti.

Da questo sondaggio è stato individuato anche come cambia il punto di vista dei benefici con il trascorrere del tempo (fig. 2).

Può risultare interessante notare come i benefici che aumentano considerevolmente con il trascorrere del tempo sono la gestione delle urgenze, l'efficacia nel lavoro e la percezione di fiducia da parte del responsabile. Il *work-life balance* ha invece uno scarto trascurabile, così come è trascurabile lo scarto della produttività, che però al contrario denota una diminuzione.

LE CRITICITÀ E I LIMITI

Nonostante gli innumerevoli benefici che si possono cogliere nella modalità di Lavoro Agile, sia a livello personale degli smart worker, sia per l'azienda, che per l'ambiente, si possono rilevare

Fig.1: Benefici dello Smart Working dal punto di vista del lavoratore.

Figura 1

[17] *Gli Smart Worker in Italia*, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019.

Fig. 2: Benefici dello Smart Working dal punto di vista del lavoratore al trascorrere del tempo.

Figura 2

anche dei limiti e delle criticità. Ciò è legato anche al fatto, come già sottolineato precedentemente, che vi sono difficoltà specialmente nella fase di attuazione e di transizione, nella quale avviene il cambiamento radicale, ossia nuovo approccio al lavoro, nuove strumentazioni, nuova organizzazione, nuovo modo di pensare, nuova cultura, nuove modalità di collaborazione, maggiori possibilità di spazi e tempi. In poche parole **nuove abitudini**, maggiormente risentite da chi è avvezzo al lavoro tradizionale.

Una delle maggiori criticità che si possono riscontrare è la percezione di **isolamento**, infatti può capitare che i momenti nei quali un lavoratore sia assente fisicamente, venga ritenuto assente anche lavorativamente, tagliandolo fuori dalle decisioni e dalle collaborazioni. Ciò deve essere risolto, oltre che con un cambio di mentalità anche a livello organizzativo, ma soprattutto con l'utilizzo dei dispositivi tecnologici. Su questo punto si attesta un'ulteriore criticità, vale a dire mancanza o **scarsa abilità** e **competenza tecnologica**. È fondamentale che le lacune in questo ambito vengano risolte e che i lavoratori sappiano destreggiare al meglio le tecnologie a disposizione perché un cattivo utilizzo può avere impatto negativo sulla produttività, sia in termini di qualità che di tempi, per la lentezza con cui poi viene svolta una determinata attività lavorativa. Si constata inoltre che le prestazioni lavorative di un alto numero di smart worker[18], vengano influenzate negativamente da **distrazioni esterne**. Il limite della flessibilità sulla scelta del luogo lavorativo è proprio dovuto al fatto che non sempre l'atmosfera di questi spazi conciliano la concentrazione e la resa, specialmente se si tratta della propria abitazione, nella quale possono essere presenti altre persone, che siano adulti o bambini, che svolgono attività disturbative per il lavoratore.

È abbastanza diffusa anche la percezione che il proprio superiore, i colleghi oppure i clienti abbiano una percezione negativa sul proprio lavoro.

In figura 3 sono riportati i dati dell'indagine delle criticità effettuata dall'Osservatorio Digital Innovation del Politecnico di Milano[19] su un campione di 126 lavoratori. Si osserva come la maggior criticità segnalata è quella dell'isolamento, ma ciononostante una buona parte dei lavoratori non ha riscontrato alcuna criticità in merito.

Emergono criticità anche dal punto di vista manageriale e gestionale e riguardano sostanzialmente l'organizzazione. Vi sono appunto delle difficoltà sulla gestione delle attività, delle riunioni e del coordinamento del team. Il top management è l'esempio da seguire per tutti i dipendenti per svolgere al meglio il lavoro nella modalità Smart Working ed è per questo motivo che la vera riuscita si fonda sulla base di un'efficace organizzazione, conduzione e gestione da parte dei responsabili. L'Osservatorio Digital Innovation nella stessa ricerca precedente, che risale all'anno passato 2019, ha pubblicato i dati risultati dall'indagine delle criticità individuate su un campione di 91 responsabili. Si può notare in figura 4 che, nonostante i diversi problemi osservati, la maggior percentuale non ha riscontrato alcuna criticità sul modello lavorativo.

[18] Secondo i dati dell'indagine empirica effettuata dall'Osservatorio Digital Innovation del Politecnico di Milano nel 2019.

[19] *Gli Smart Worker in Italia*, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019.

Fig. 3: Criticità dal punto di vista dei lavoratori.

Figura 3

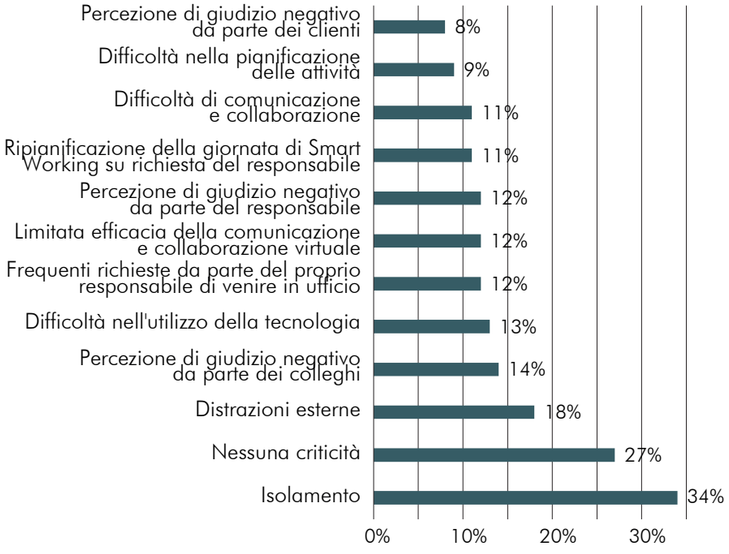


Fig. 4: Criticità dal punto di vista dei lresponsabili.

Figura 4

LA LEGGE SUL LAVORO AGILE

La legge n.81 del 22 maggio 2017, entrata in vigore il 14 giugno 2017, costruisce un quadro regolatorio tra i più moderni a livello internazionale, intitolata "Misure per la tutela del lavoro autonomo non imprenditoriale e misure volte a favorire l'articolazione flessibile nei tempi e nei luoghi del lavoro subordinato". Il testo di legge è composto da 26 articoli, suddivisi in tre capi: *Capo I* riguarda il lavoro autonomo; *Capo II* disposizioni per il lavoro agile; *Capo III* per le disposizioni finali.

Gli articoli dal 18 al 24 riguardano il regolamento sul lavoro agile. Questi vogliono proteggere coloro che desiderano sovvertire i concetti tradizionali dell'ufficio e lavorare in treno, hotel, a casa o in spazi dedicati al lavoro agile tramite personal computer, telefoni cellulari o tablet. Anche prima dell'approvazione della legge, molte aziende avevano sperimentato questa modalità di lavoro, facendo affidamento alle regole del telelavoro e gestendo con contratti collettivi stipulati a livello aziendale. Nel testo di legge non troviamo il termine "lavoro da casa" ma lavoro agile, proprio perché è lo smart worker che decide autonomamente il luogo dove lavorare, che può essere sia all'interno che all'esterno dei locali aziendali, senza una postazione fissa, avendo come unico vincolo la durata massima dell'orario di lavoro per adempire ai proprio doveri lavorativi. In questo sta la prima vera grande differenza con il telelavoro, che al contrario consiste nello svolgere il lavoro a distanza nella maggioranza dei casi presso l'abitazione del lavoratore. Pertanto, il lavoro agile è un'evoluzione del concetto di telelavoro.

La legge n.81/2017 definisce così il lavoro agile: *«Modalità di esecuzione del rapporto di lavoro subordinato stabilita mediante accordo tra le parti, anche con forme di organizzazione per fasi, cicli e obiettivi e senza precisi vincoli di orario o di luogo di lavoro, con il possibile utilizzo di strumenti tecnologici per lo svolgimento dell'attività lavorativa. La prestazione lavorativa viene eseguita, in parte all'interno di locali aziendali e in parte all'esterno senza una postazione fissa, entro i soli limiti di durata massima dell'orario di lavoro giornaliero e settimanale, derivanti dalla legge e dalla contrattazione collettiva»*. Pertanto, lo scopo del testo giuridico è migliorare la competitività e promuovere il coordinamento della vita e dell'orario di lavoro. Questa legge dà la possibilità a lavoratori ed imprese di stipulare un accordo non collettivo, ma un accordo individuale e può essere a termine o a tempo indeterminato. Ai fini della regolarità amministrativa e della prova, il contratto è stipulato per iscritto e deve essere obbligatoriamente comunicato all'INAIL/IMPS.

Dal 15 novembre 2017 quindi, le aziende che firmano accordi individuali di lavoro agile devono effettuare l'invio telematico tramite l'apposita piattaforma informatica presente sul portale del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. È fondamentale indicare i dati del datore di lavoro, del lavoratore e della tipologia di contratto di lavoro agile, determinato o indeterminato, e la sua intera durata.

L'accordo individuale specifica anche il comportamento correlato allo svolgimento di lavori fuori sede, che impone sanzioni disciplinari. La legge definisce anche le modalità del recesso dall'accordo individuale, distinguendo per i lavoratori disabili che il termine di preavviso non può essere inferiore ai novanta giorni. In presenza di un giustificato motivo invece, nel caso di accordo a tempo determinato, ciascuno dei contraenti può recedere prima della scadenza del termine. Al contrario, nel caso di accordo a tempo indeterminato la recessione non necessita di alcun preavviso. Il datore di lavoro e il lavoratore siglano l'accordo reversibile di prescindere dai vincoli di orario e luogo che sono tipici del lavoro subordinato.

Il titolare fornisce gli strumenti tecnologici che permettono di lavorare in sicurezza e di proteggere i dati sensibili, ma d'altra parte viene richiesta al lavoratore una maggiore responsabilizzazione sul tema. Si definiscono quindi gli obblighi reciproci: da una parte l'azienda deve formare il lavoratore e quest'ultimo deve cooperare agendo in modo prudente.

Almeno una volta all'anno, l'azienda deve fornire un'informativa sui rischi generali e specifici legati alla modalità di esecuzione del rapporto di lavoro con il lavoratore. In cambio, il dipendente deve rispettare queste misure di prevenzione al fine di contrastare i rischi legati alla prestazione del lavoro all'esterno della sede aziendale.

Le legge definisce diritti soggettivi nuovi importanti, come ad esempio l'apprendimento continuo per i lavoratori e anche il diritto alla disconnessione individuando quindi i tempi di riposo. Ha diritto alla tutela contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali che dipendono dal lavoro svolto all'esterno della sede aziendale, anche durante il tragitto di andata e di ritorno dal suo domicilio e quello indicato per l'attuazione dell'attività lavorativa. La retribuzione economica e il trattamento normativo dello smart worker non deve essere diverso o inferiore rispetto a quello del lavoratore "tradizionale" che svolge il medesimo lavoro all'interno dell'azienda. Proprio su questi

aspetti, l'INAIL ha stabilito le prime istruzioni operative nella circolare n.48 del 2 novembre 2017, sebbene con qualche mese di ritardo rispetto all'entrata in vigore della legge n.81 del 22 maggio 2017. In particolare quest'ultima fornisce le prescrizioni sulle questioni di obbligo assicurativo e classificazione tariffaria, retribuzione imponibile, tutela assicurativa, tutela della salute e sicurezza dei lavoratori.

La Legge 124/2015[20] recante "Deleghe al Governo in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche", denominata anche Legge Madia di Riforma della Pubblica Amministrazione, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 187 del 13 agosto 2015, costituisce un provvedimento che anticipa lo Smart Working all'interno della pubblica amministrazione. L'articolo 14, comma 1, "Promozione della conciliazione dei tempi di vita e di lavoro nelle amministrazioni pubbliche", prevede che *«Le amministrazioni pubbliche, nei limiti delle risorse di bilancio disponibili a legislazione vigente e senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica, adottino misure organizzative volte a fissare obiettivi annuali per l'attuazione del telelavoro e per la sperimentazione, anche al fine di tutelare le cure parentali, di nuove modalità spazio-temporali di svolgimento della prestazione lavorativa (lavoro agile) che permettano, entro tre anni, ad almeno il 10 per cento dei dipendenti, ove lo richiedano, di avvalersi di tali modalità, garantendo che i dipendenti che se ne avvalgono non subiscano penalizzazioni ai fini del riconoscimento di professionalità e della progressione di carriera»*.

Il provvedimento, per la verità, cita l'ormai superato concetto di telelavoro, specificando però di volere dalle pubbliche amministrazione degli obbiettivi con cadenza annuale per la sua attuazione.

In seguito fu emanata la Direttiva n.3 del 2017 del Presidente del Consiglio dei Ministri. Quest'ultima presenta indirizzi attuativi del comma 1 e 2 dell'articolo 14 della legge 124/2015 e le linee guida per l'organizzazione del lavoro, indirizzate a promuovere la conciliazione dei tempi di vita privata e di lavoro dei lavoratori. Secondo la direttiva «La disposizione prevede che le amministrazioni pubbliche, nei limiti delle risorse di bilancio disponibili a legislazione vigente e senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica, adottino misure organizzative volte a:

- fissare obiettivi annuali per l'attuazione del telelavoro;
- sperimentare, anche al fine di tutelare le cure parentali, nuove modalità spazio-temporali di svolgimento della prestazione lavorativa, il cosiddetto lavoro agile o smart working»[21].

Un'ulteriore prescrizione è la Legge di Bilancio 2019, rivolta a specifiche categorie di lavoratori che richiedono di lavorare in modalità agile e hanno priorità rispetto ad altri. Infatti, i datori di lavoro devono dare priorità alle «Lavoratrici nei tre anni successivi alla conclusione del periodo di congedo di maternità previsto dall'articolo 16 del testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità» e anche dei «Lavoratori con figli in condizioni di disabilità ai sensi dell'articolo 3, comma 3, della legge 5 febbraio 1992, n. 104»[22].

[20] Il provvedimento è costituito da 23 articoli, suddivisi: artt. 1-7: semplificazioni amministrative; artt. 8-10: organizzazione; artt. 11-15: personale; artt. 16-23: deleghe per la semplificazione normativa.

[21] Direttiva n. 3 del 2017 in materia di Lavoro Agile.

[22] Art. 1 comma 486 Legge n.145/2018.

LA DIFFUSIONE DELLO SMART WORKING IN EUROPA E IN ITALIA

Il contesto di riferimento europeo

A livello europeo lo Smart Working riscuote particolare interesse. Lo dimostra la Risoluzione adottata dal Parlamento Europeo il 13 settembre 2016 per la creazione di condizioni favorevoli di mercato del lavoro, indirizzate all'equilibrio tra vita privata e vita professionale. Essa prevede un'attenzione maggiore all'equilibrio vita-lavoro per i genitori che si introducono nel mercato del lavoro dopo il congedo di maternità o parentale. Il principio generale numero 48 recita *«sostiene il "lavoro agile", un approccio all'organizzazione del lavoro basato su una combinazione di flessibilità, autonomia e collaborazione, che non richiede necessariamente al lavoratore di essere presente sul posto di lavoro o in un altro luogo predeterminato e gli consente di gestire il proprio orario di lavoro, garantendo comunque il rispetto del limite massimo di ore lavorative giornaliere e settimanali stabilito dalla legge e dai contratti collettivi; sottolinea pertanto il potenziale offerto dal lavoro agile ai fini di un migliore equilibrio tra vita privata e vita professionale, in particolare per i genitori che si reinseriscono o si immettono nel mercato del lavoro dopo il congedo di maternità o parentale»*[23].

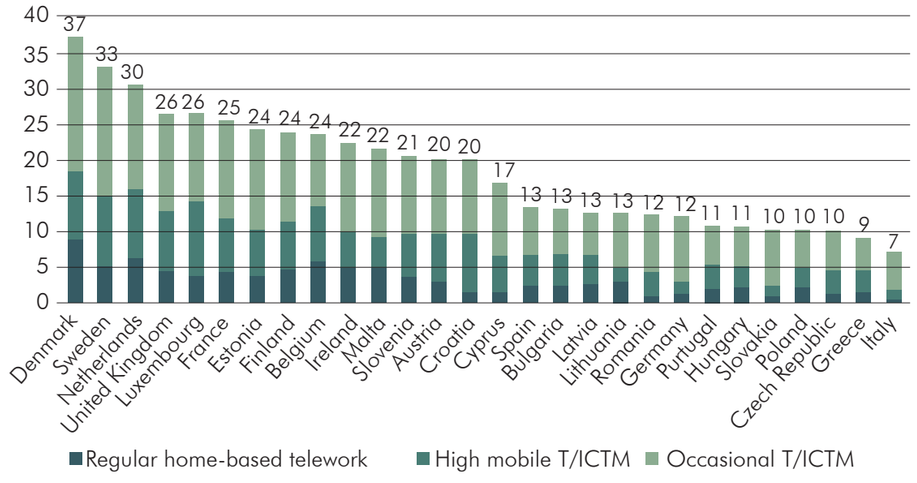
Enti accreditati sia a livello internazionale che a livello di Paese, hanno approfondito e comparato diverse analisi sulla diffusione di flessibilità di lavoro e di orario. Secondo i risultati della terza European Company Survey 2013 di Eurofound[24], quelle più diffuse sono tre: la prima si riferisce agli orari flessibili individuali, ossia i lavoratori variano gli orari di ingresso e di uscita dall'azienda oppure hanno l'obbligo di presenza contemporanea in alcune fasce orarie. La seconda riguarda invece l'opportunità di accumulare

[23] Fonte: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2016-0338_IT.html

[24] Fonte: https://www.eurofound.europa.eu/it/surveys/european-company-surveys/european-company-survey-2013

Fig. 5: Percentage of employees doing T/ICTM in the EU28, by category and country. (EWCS 2015).

Figura 5



straordinari. La terza infine è il part-time, ovvero un orario ridotto a quello normale di lavoro. Altre modalità di lavoro flessibile sono: lo *Smart Working*, il *Job Sharing*, ovvero un contratto di lavoro che prevede due o più soggetti che condividono un'attività lavorativa e si suddividono le fasce lavorative dell'impiego full time, *l'orario compresso*, ossia il lavoro settimanale viene completato in un numero di giorni inferiori alla settimana, oppure l'*orario annualizzato*, ovvero il lavoratore si suddivide, in accordo con l'azienda, il lavoro complessivo annuale a suo piacimento senza vincoli di orario.

Dal rapporto di ricerca emerge come i paesi nordici rispetto agli altri stati membri dell'Unione Europea abbiano maggiore flessibilità di scelta negli orari lavorativi. La ricerca condotta da ILO-Eurofound[25] ha analizzato la flessibilità nelle scelte dei luoghi di lavoro ed è risultato che: il 3% lavora regolarmente da casa (*Regular home-based telework*); il 5% svolge il proprio lavoro fuori dai locali aziendali in vari luoghi (*High Mobile T/ICTM*); il 10% lo fa occasionalmente (*Occasional T/ICTM*). Il rapporto di Eurofound, delinea l'Italia in un quadro non molto incoraggiante per quanto riguarda la diffusione dello Smart Working rispetto agli altri paesi europei. Infatti questa si trova in ultima posizione con solamente il 7% contro il 12% in Germania, il 25% in Francia e 26% nel Regno Unito (vedi figura 5). Secondo l'Osservatorio di Milano, comunque il fenomeno in Italia è in continua crescita e questa ricerca condotta nel 2013 non tiene in considerazione che sia un fenomeno in continuo sviluppo. Tuttavia sebbene la Risoluzione del 2016 del Parlamento Europeo abbia significato molto in termini di creazione di mercato favorevoli all'equilibrio tra vita lavorativa e vita privata, la realtà europea è piuttosto eterogenea. Infatti non esiste una soluzione univoca per tutti gli stati membri ma ogni realtà risente della propria cultura, del proprio sviluppo tecnologico e normativa giuridica.

[25] Eurofound and the International Labour Office (2017), Working anytime, anywhere: The effects on the world of work, Publications Office of the European Union, Luxembourg, and the International Labour Office, Geneva.

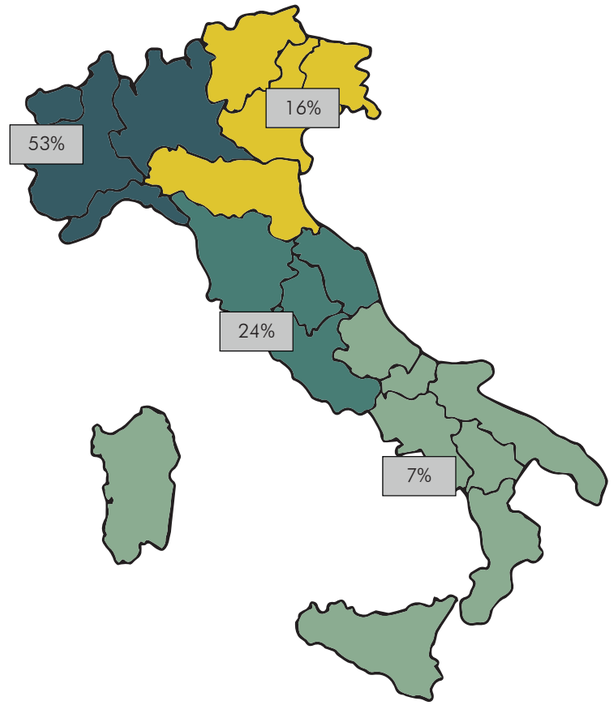
Infatti esistono numerosi concetti per descrivere lo Smart Working: *Flexible Working, Agile Working, Mobile Working, Activity Based Working, New Way of Working*. Nel Regno Unito nel 2014 è stata approvata la legge *Flexible Working Regulation* che permette ai lavoratori di richiedere forme di lavoro flessibile, e quindi non solo di lavorare in Smart Working ma anche richiedere il part time o il telelavoro. Questo è possibile per le persone con anzianità di servizio di almeno 26 settimane e l'azienda può accogliere la domanda ma anche rifiutarla fornendo motivazioni. Il governo britannico approvando questa legge ha voluto dare importanza soprattutto al benessere dei lavoratori ma anche far fronte alla necessità di ridurre i costi degli spazi fisici, problema che è molto diffuso in questo paese. Una legge entrata in vigore nel 2016 molto simile a quella inglese è la *Flexible Working Act* in Olanda. Il provvedimento comprende solo le aziende che hanno più di 10 dipendenti e comprende quei lavoratori con almeno un'anzianità lavorativa di 26 settimane. Il lavoratore può, insieme al datore di lavoro, concordare il luogo dove svolgere l'attività e anche modificare l'orario lavorativo. I dipendenti possono fare richiesta per ottenere e rinnovare il contratto per questa modalità di lavoro, tuttavia il titolare può rifiutarsi fornendo motivazioni. L'Olanda aveva già avuto esperienze, a partire dal 2005, di lavoro flessibile, specialmente per quanto riguarda la possibilità ai worker di lavorare part time.In Belgio, per identificare il concetto di Smart Working vengono utilizzati: il termine *New Way of Working* per indicare un nuovo modo di lavorare utilizzando le tecnologie digitali e *New World of Work* che segue invece i tre principi fondamentali *Bricks*, *Bytes* e *Behaviours* già approfonditi precedentemente. In Belgio le prime iniziative di lavoro flessibile risalgono al 2005, specialmente per quanto riguarda il settore privato ma con anche qualche caso in quello pubblico, ad esempio nelle Amministrazioni Federali e tra i Ministeri è diffuso particolarmente lo Smart Working. Nel settore del privato è largamente utilizzato nelle grandi aziende e si riscontrano maggiori resistenze nelle PMI. In Svizzera non esiste una legge con riferimento allo Smart Working ma comunque il fenomeno è particolarmente diffuso. Infatti, gli smart worker sono pari al 25%[26] dei lavoratori complessivi. In particolar modo le motivazioni che spingono le aziende ad adottare questa modalità di lavoro sono legate alla volontà di alleggerire il traffico negli orari di punta, la ricerca dei talenti e la possibilità di poter assumerli. Infine, anche in Francia non esiste una vera e propria legge sullo Smart Working. Vi è una forma di telelavoro molto flessibile regolamentato a seguito dell'approvazione di recenti decreti di riforma della Loi Travail del 31 agosto 2017. Con quest'ultimi si è abbandonato il vecchio concetto di telelavoro per andare verso una forma più flessibile: può essere utilizzato in caso di esigenze personali del lavoratore, senza modifiche contrattuali. Tra il datore di lavoro e il dipendente vi è un accordo scritto o orale che assicura l'impiegato sulla tutela della salute e sicurezza. Viene posta particolare importanza al diritto alla disconnessione: in seguito alla riforma del diritto del lavoro, entrata in vigore il 1 gennaio 2017, l'accordo dovrà stabilire gli orari e le condizioni per essere disconnessi.

[26] Fonte: Scuola di Psicologia Applicata FHNW.

Lo scenario di sviluppo in Italia

Secondo l'Osservatorio Smart Working di Milano, gli smart worker in Italia sono in continua crescita. Rispetto al 2018, la percentuale sale dal 12,6% al 13,8% nell'ultimo rapporto di ricerca del 2019[27], arrivando a circa 570000 lavoratori in totale. Il 53% dei lavoratori sui totali presenti in Italia si concentra nell'area Nord Ovest, probabilmente perché in queste regioni del Paese si svolgono numerosi progetti di innovazione e di adozione di questa modalità di lavoro (fig. 6).

Figura 6



[27] Ricerca 2019 "Gli smart worker in Italia" dell'Osservatorio dello Smart Working di Milano.

Fig. 6: Distribuzione geografica degli smart worker (campione: 138 smart worker).

È stato anche registrato un aumento delle lavoratrici, infatti la percentuale delle donne sale dal 24% al 36%, anche se rimane maggiore la percentuale di uomini (64%). Il 51% dei lavoratori è compreso tra la fascia d'età tra i 39 ai 58 anni, e operano per il 90% in aziende private, il 26% nelle funzioni IT, il 16% nell'area commerciale e infine il 10% nell'amministrazione[28].

Il lavoro agile nelle grandi imprese

Questo fenomeno è specialmente adottato e di interesse nelle grandi imprese che tuttavia, rispetto al 2018, nel 2019 la crescita risulta essere limitata andando di più a consolidarsi in termini di maturità dell'iniziativa (fig. 7). Infatti quasi la metà dei progetti che l'Osservatorio sta monitorando è a pieno regime e il numero di lavoratori coinvolti è maggiore rispetto al 2018, passando dal 32% al 48%[29]. Quasi la metà dei progetti si trova a pieno regime e il 36% vuole coinvolgere una maggiore popolazione aziendale (fig. 8). Non tutti i progetti di Smart Working prevedono anche il ripensamento del layout fisico ma sono solo concepiti come lavoro da remoto, anche quelli che hanno raggiunto piena maturità. Nel 2019 il 50% dei progetti di Smart Working hanno previsto, oltre che alla flessibilità della scelta del luogo di lavoro e dell'orario, anche la riprogettazione della sede aziendale o di alcune sue parti[30] (fig. 9).

Per quanto riguarda i giorni lavorativi in Smart Working al mese previsti da contratto, il 50% dei casi lavora per quattro giorni, il 25% otto giorni, l'8% più di otto giornate lavorative al mese e infine solo nel 10% dei casi non ci sono vincoli di numero di giorni lavorativi in smart working[31]. Mentre per la scelta dei luoghi di lavoro da remoto il 40% delle aziende non pone vincoli, mentre nella maggior parte dei casi è l'opportunità di lavorare da casa ad avere prevalente diffusione (98%), mentre nell'87% è permesso lavorare in altre sedi dell'organizzazione. Meno diffusi sono i luoghi di coworking, i luoghi pubblici e nelle sedi di clienti o fornitori esterni[32].

Come specificato precedentemente, alcune aziende hanno previsto il ripensamento dei propri spazi aziendali. Le grandi imprese che hanno deciso di riprogettare il layout fisico dell'azienda vedono l'esigenza di rafforzare la collaborazione fra i lavoratori come la necessità principale. A questa segue quella di avere spazi differenziati e ottimizzazione dei costi immobiliari e di gestione dei luoghi fisici. Le

Figura 7

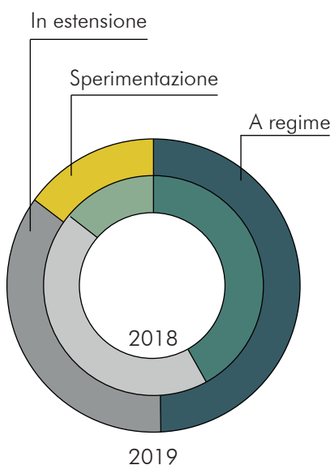
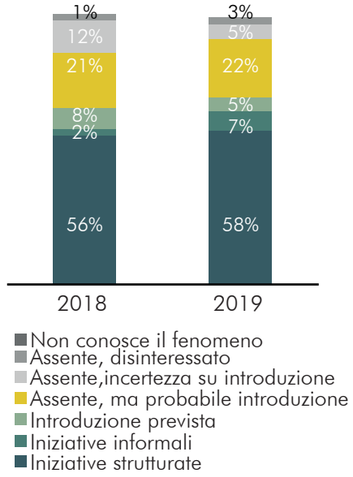


Figura 8



[28] Ricerca 2019, "Gli smart worker in Italia", dell'Osservatorio dello Smart Working di Milano.

[29] Ricerca 2019 "Lo smart working oltre la flessibilità: lo scenario di diffusione in Italia" dell'Osservatorio dello Smart Working di Milano.

Fig. 7: La maturità dei progetti strutturati (campione 77 grandi imprese (2018) e 131 grandi imprese (2019)).

Fig. 8: La diffusione nelle grandi imprese (campione 183 grandi imprese (2018) e 258 grandi imprese (2019)).

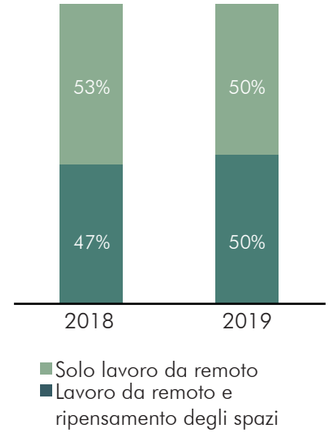
[30] I modelli di smart working (campione 91 grandi imprese nel 2018 e 145 grandi imprese nel 2019). Fonte: Osservatori digital innovation – Politecnico di Milano.

[31] Le policy di flessibilità (campione 144 grandi imprese in progetti strutturati). Fonte: Osservatori digital innovation – Politecnico di Milano.

[32] Le policy di flessibilità (campione 145 grandi imprese in progetti strutturati). Fonte: Osservatori digital innovation – Politecnico di Milano.

Fig. 9: I modelli di smart working (campione 91 grandi imprese (2018) e 145 grandi imprese (2019)).

Figura 9



caratteristiche di questi spazi fisici vogliono permettere di ottenere numerosi benefici, come quelli indicati dal grafico in figura 10.

Il lavoro agile nelle piccole e medie imprese

Nelle piccole e medie imprese il fenomeno dello Smart Working nel 2019 è in crescita rispetto all'anno precedente, passando da una percentuale dell'8% al 12% (fig. 11). Cresce tuttavia la percentuale di imprese che si dichiara disinteressata al fenomeno (dal 38% al 51%), poiché in queste realtà la modalità di lavoro agile viene associata alla sola possibilità di lavorare da casa dove nelle PMI la presenza fisica del lavoratore in sede rappresenta una parte significativa della produttività.

Il lavoro agile nelle Pubbliche Amministrazioni

Un significativo aumento si registra nelle pubbliche amministrazioni, con progetti strutturati che passano dall'8% nel 2018 al 16% nel 2019 (fig. 12).

La legge Madia n. 124/2015 prevedeva che entro tre anni, le Pubbliche Amministrazioni dovessero raggiungere almeno il 10% dei lavoratori in modalità agile. Mediamente il dato al 2019 si assesta intorno al 12%, quindi poco superiore da quanto richiesto dalla normativa. Tuttavia, crescono i progetti di Smart Working in estensione dal 20% del 2018 al 32% del 2019 (fig. 13).

Rispetto alle grandi imprese, nelle Pubbliche Amministrazioni non si investe nel ripensamento degli spazi, rimanendo a una percentuale molto bassa, nel 2019 siamo intorno al 23%. Questo è determinato dal fatto che molte volte i servizi delle Pubbliche Amministrazioni, trovano la loro sede all'interno di edifici storici comportando una mancanza di fondi da investire, riducendosi in interventi piccoli o riservati solo ad alcune aree dell'edificio (fig. 14).

Come nelle grandi imprese anche nelle PA nella maggioranza dei casi si lavora in Smart Working per 4 giornate al mese e per il 14% non sono presenti vincoli. Nel 26% dei casi prevede più di 8 giornate lavorative mensili e altre forme di flessibilità riscontrate sono quelle che prevedono la possibilità di lavorare da remoto per mezza giornata e 5 giornate lavorative al mese[33].

Per quanto riguarda i luoghi di lavoro scelti, tutte le Pubbliche Amministrazioni permettono agli smart worker di lavorare da casa e per il 37% dei lavoratori è l'unica

Figura 10

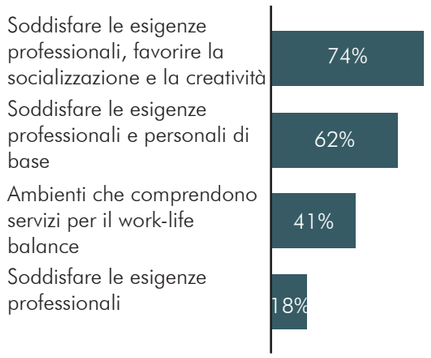


Fig. 10: Le caratteristiche degli ambienti di lavoro (campione 34 grandi imprese con progetto di ripensamento degli spazi).

[33] Le policy di flessibilità (Campione: 57 PA con progetti strutturati). Fonte: Osservatori digital innovation – Politecnico di Milano.

Figura 11

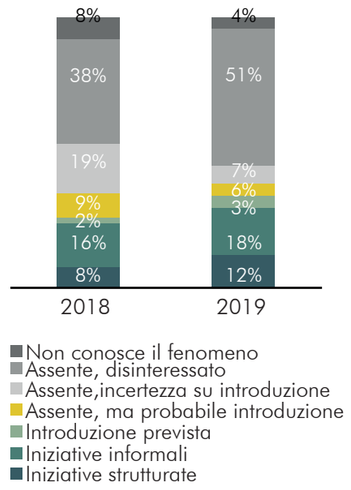


Fig. 11: La diffusione nelle piccole e grandi imprese (campione 501 PMI (2018) e 518 PMI (2019)).

Figura 12

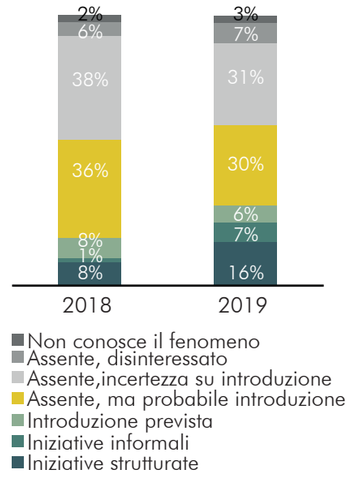


Fig. 12: La diffusione nelle pubbliche amministrazioni (campione 358 PA (2018) e 365 PA (2019)).

alternativa oltre alla sede aziendale. Per questo gli altri luoghi di lavoro, come spazi di coworking, luoghi pubblici o altro sono meno diffusi rispetto alle grandi imprese. Solo per il 32% dei lavoratori non sono presenti vincoli[34].

Figura 13

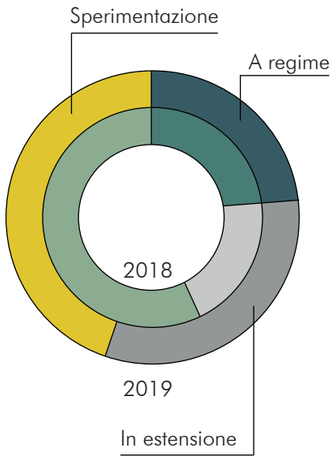
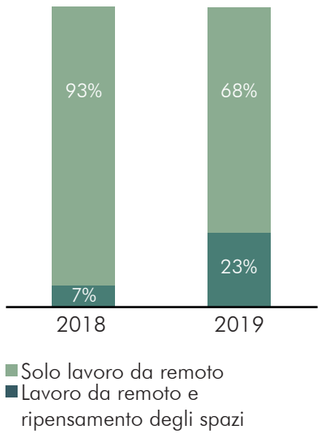


Figura 14



[34] Le policy di flessibilità (Campione: 57 PA con progetti strutturati). Fonte: Osservatori digital innovation – Politecnico di Milano.

Fig. 13: La maturità dei progetti strutturati (campione 30 PA (2018) e 57 PA (2019)).
Fig. 14: I modelli di smart working (campione 30 PA (2018) e 57 PA (2019)).

LO SMART WORKING NELLE EMERGENZE

In Italia si sono presentate situazioni di emergenza straordinaria nelle quali, adottando lo Smart Working, si è riusciti a non interrompere l'attività produttiva delle aziende. Le situazioni di emergenza sono un'occasione per riaccendere il dibattito mediatico su questo tema, ma anche un'opportunità a incentivare sempre un numero maggiore di aziende ad adottare questa modalità di lavoro flessibile.

Non solo produce benefici se adottata dalle aziende nel normale svolgimento dell'attività lavorativa (come abbiamo già analizzato in precedenza), ma soprattutto risponde a eventuali circostanze fortuite, come l'impossibilità di raggiungere la sede di lavoro per traffico o interruzione di un tratto di strada, un parente da curare, scioperi dovuti ai trasporti pubblici, chiusura forzata della sede lavorativa o peggio per catastrofi naturali.

Il caso di Genova: l'emergenza metereologica e la tragedia del ponte Morandi

Il capoluogo ligure, in molteplici occasioni, è stato soggetto a situazioni di **emergenza meteorologica** e questo chiaramente ha comportato difficoltà nella mobilità urbana. Il comune di Genova ha 5165 dipendenti e si occupa di garantire i servizi per circa 595000 cittadini nell'area urbana. Il lavoro agile permetterebbe ai dipendenti la continuità lavorativa, anche in situazioni di emergenza che la città molto spesso si trova a dover affrontare per le quali l'ufficio non risulta sempre raggiungibile.

Sono state approvante in giunta, nell'ottobre 2016, delle linee guida che seguono un concetto molto simile al telelavoro ma che promuovono maggiore flessibilità in termini di orario e di luogo di lavoro. All'inizio del progetto erano 16 dipendenti coinvolti in 6 progetti diversi di lavoro agile che riguardavano l'avvocatura, la redazione di atti complessi, controllo delle presenze e delle assenze dei dipendenti, gestione di marketing e web, la stesura di atti complessi, l'eliminazione di carte e archivi dei servizi civici e infine il collegamento con il cittadino via web. I dipendenti lavorano per 4 giorni lavorativi al mese e nella maggior parte dei casi presso il domicilio, tramite personal computer, e la Direzione dei Sistemi Informativi ha permesso l'accesso da remoto alle informazioni e ai dati. Si sono tenuti corsi di formazione per i dipendenti sui temi di organizzazione del lavoro, sul diritto alla disconnessione e specialmente per i dirigenti sono state messe in atto delle distinte azioni di sensibilizzazione sulla capacità di delega e sulla fiducia. Infine, a tutti

i dipendenti, il tema del lavoro agile è stato inserito tra gli argomenti di formazione interna, approfondendo aspetti di privacy, sicurezza e capacità organizzative.

La giunta comunale con la deliberazione n. 196 del 13/09/2018, ha redatto il *"Regolamento per la disciplina del lavoro agile"* che prevede 9 articoli che tengono conto degli art. 14 della legge 7 agosto 2015 n. 124 e degli art. 18-23 della legge n. 81/2017. I 9 articoli del Regolamento definiscono la disciplina generale del lavoro agile, le attività che possono essere svolte, le modalità di accesso, i criteri di assegnazione, la durata, le modalità di svolgimento, la tutela assicurativa e della salute e sicurezza del lavoratore.

I benefici osservati sono stati: un aumento decisivo delle performance, un miglior work-life balance e un gradimento riguardo all'adeguamento tecnologico. Il tempo risparmiato è stato utilizzato per la cura dei parenti o al riposo. Questi benefici sono stati riscontrati per mezzo di un monitoraggio continuo tramite la creazione di *focus group* di lavoratori e responsabili del progetto accompagnati da questionari online.

La città di Genova non solo ha dovuto fronteggiare le numerose difficoltà in merito alla grave situazione di dissesto idrogeologico, ma il 14 agosto 2018 il **crollo del Ponte Morandi** comportò numerosi disagi dal punto di vista umano, economico e sociale. Questo però diede un'accelerazione forzata nel concretizzare l'attività di Smart Working nella Regione Liguria, che prevedeva già un piano di attuazione per questa modalità di lavoro prevista dalle normative e direttive nazionali. Questa tragedia fu occasione per porsi nuovi obbiettivi di innovazione per l'organizzazione lavorativa e soprattutto per favorire il benessere dei dipendenti promuovendo nuove piattaforme tecnologiche. Il progetto infatti fu oggetto di una delibera di giunta nel marzo 2018, avviato in via sperimentale dalla Direzione Centrale Organizzazione, con una seconda delibera e con un accordo con le organizzazioni sindacali nel mese di novembre 2018.

Questa iniziativa doveva decongestionare il traffico nelle ore di punta, per agevolare l'ingresso dei dipendenti con dimora nelle aree più colpite da questo dramma e alleggerire il trasporto pubblico delle aree a Nord e a Ovest del ponte Morandi. Questo fu permesso anche grazie a una maggiore flessibilità di orario di entrata, dalle ore 7:00 alle ore 10:00. Con la stipula dell'accordo individuale, agli smart worker della regione Liguria vengono fatte firmare informazioni specifiche e dettagliate sulla protezione dei dati e sulla sicurezza sul lavoro. L'attenzione si concentra principalmente sulla scelta del luogo, poiché l'importanza del lavoro da remoto sta nel garantire aree di comunicazione stabili ed efficaci, in particolare per quanto riguarda le fasce di disponibilità obbligatoria, riservatezza dei dati e sicurezza del lavoratore. Con il lavoro da remoto e con una migliore programmazione degli orari è stato possibile assorbire un colpo potenzialmente letale dal punto di vista del traffico e della vivibilità di Genova. Secondo le prime valutazioni dei responsabili, questo ha portato a un incremento della produttività e una migliore capacità di concentrazione[35].

Anche i soggetti privati furono interessati ad avviare il progetto di Smart Working e intraprendere ulteriori iniziative per il benessere organizzativo. Da Aprile 2018 il comune di Genova, coordina il progetto "La Rete Cittadina" per lo Smart Working, al quale partecipano sia soggetti pubblici che privati[36]. A ottobre 2018 infatti, i due stipularono un protocollo di intesa che permetteva il confronto diretto e la collaborazione fra di essi. Al progetto partecipano: Regione Liguria, A.LI. SA, Camera di Commercio, Asl 3, Città Metropolitana, Unige, IIT, ABB, RINA, Esaote, Costa Crociere, Siemens Industry Software, Tim. Oltre a migliorare il lavoro agile, il progetto ha molteplici scopi: lo sviluppo di piani e progetti comuni per la ricerca di finanziamenti, compresi piani europei; l'organizzazione di seminari; la condivisione dei risultati della ricerca; lo scambio di buone pratiche in materia di benessere dei lavoratori.

Il caso COVID-19

L'11 marzo 2020, il direttore generale dell'Organizzazione Mondiale della Sanità Tedros Adhanom Ghebreyesus, durante la conferenza stampa, dichiara la pandemia da COVID-19.

In Italia, primo stato europeo ad avere persone contagiate da COVID-19, vi erano già state assunte, tramite DPCM straordinari, delle misure restrittive di contenimento per evitare il collasso del sistema sanitario. Di fronte a un'emergenza sanitaria mondiale, numerose aziende di tutta Italia si trovano costrette a chiudere. La Lombardia in particolare è stata la regione più colpita da questa emergenza e molte aziende avevano già attuato e messo a disposizione dei lavoratori la possibilità di lavorare in Smart Working. Altre invece si sono trovate costrette ad attuare questa modalità di lavoro, per ridurre al minimo la possibilità di contagio e diffusione.

L'emergenza sanitaria ha creato preoccupazione ed incertezza da subito nell'intero sistema economico, data l'impossibilità di prevedere le conseguenze che avrebbe generato.

[35] Business Case 2017: Il lavolo agile secondo il Comune di Genova. Osservatorio Smart Working, Politecnico di Milano.

[36] Smart Working Magazine ha inserito il caso del Comune di Genova, tra i casi di successo di applicazione dello smart working all'interno della Pubblica Amministrazione.

[37] Art. 22 della legge n.81/2017.

I problemi di mobilità dei lavoratori legati al rischio di infezione coinvolgono effettivamente tutti i settori e non escludono la pubblica amministrazione.

A supporto dell'adozione della modalità di lavoro agile e per il contenimento del virus, da un punto di vista regolamentare, è stato il Decreto attuativo del 23 febbraio 2020 n.6 a sostenere l'adozione dello Smart Working concretizzabile da subito senza accordo individuale preventivo con il lavoratore nelle regioni più colpite dal virus (Emilia Romagna, Lombardia, Piemonte, Friuli Venezia Giulia, Veneto e Liguria). Gli obblighi di informativa[37] sono assolti in via telematica, ciò è permesso dalla documentazione accessibile sul sito dell'Istituto Nazionale Assicurazione Infortuni sul Lavoro. Una dichiarazione autocertificata, con dati anagrafici e codice fiscale del lavoratore, sostituisce la comunicazione al Ministero del Lavoro. Con il Decreto del 1 marzo 2020, queste misure per agevolare l'utilizzo del lavoro agile sono state estese a tutto il territorio nazionale.

L'articolo 4 "Ulteriori misure sull'intero territorio nazionale" del decreto del 1 marzo 2020, comma 1 recita: «*La modalità di lavoro agile disciplinata dagli articoli da 18 a 23 della legge 22 maggio 2017, n. 81, può essere applicata, per la durata dello stato di emergenza di cui alla deliberazione del Consiglio dei ministri 31 gennaio 2020, dai datori di lavoro a ogni rapporto di lavoro subordinato, nel rispetto dei principi dettati dalle menzionate disposizioni, anche in assenza degli accordi individuali ivi previsti. Gli obblighi di informativa di cui all'art. 22 della legge 22 maggio 2017, n. 81, sono assolti in via telematica anche ricorrendo alla documentazione resa disponibile sul sito dell'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro*».

Queste misure di contenimento e di accesso alla modalità di lavoro agile, vengono confermate anche nel nuovo Decreto del 4 marzo 2020, e nel DPCM dell'11 marzo 2020. «*Le pubbliche amministrazioni, assicurino lo svolgimento in via ordinaria delle prestazioni lavorative in forma agile del proprio personale dipendente, anche in deroga agli accordi individuali e agli obblighi informativi. […] In ordine alle attività produttive e alle attività professionali si raccomanda che:*

a) sia attuato il massimo utilizzo da parte delle imprese di modalità di lavoro agile per le attività che possono essere svolte al proprio domicilio o in modalità a distanza».

Ai sensi del Decreto Legge del 17 marzo 2020 n.18, denominato anche "Decreto Cura Italia", articolo 39 "Disposizioni in materia di lavoro agile":

«*1) Fino alla data del 30 aprile 2020, i lavoratori dipendenti disabili nelle condizioni di cui all'articolo 3, comma 3, della legge 5 febbraio 1992,n.104 o che abbiano nel proprio nucleo familiare una persona con disabilità nelle condizioni di cui all'articolo 3, comma 3, della legge 5 febbraio 1992, n. 104, hanno diritto a svolgere la prestazione di lavoro in modalità agile ai sensi dagli articoli da 18 a 23 della legge 22 maggio 2017, n. 81, a condizione che tale modalità sia compatibile con le caratteristiche della prestazione.*

2) Ai lavoratori del settore privato affetti da gravi e comprovate patologie con ridotta capacità lavorativa è riconosciuta la priorità nell'accoglimento delle istanze di svolgimento delle prestazioni lavorative in modalità agile ai sensi degli articoli da 18 a 23 della legge 22 maggio 2017, n. 81».

La modalità di lavoro adottata in questa emergenza sanitaria mondiale però non è propriamente definibile lavoro agile poiché non rispetta due principi fondamentali. Il primo è che il lavoratore, come prevede la legge n.81/2017, non ha avuto la possibilità di scegliere in piena autonomia il luogo di lavoro, poiché costretto a rimanere presso la propria abitazione. Il secondo è che lo Smart Working prevede una responsabilizzazione sui risultati ottenuti, il quale è chiaramente un processo che richiede tempo e anche una trasformazione della cultura dell'organizzazione.

Ciò non toglie che questo sia comunque un passo in avanti per il mondo del lavoro, che potrà diventare, una volta passata l'emergenza, una buona base per intraprendere la filosofia manageriale che sta dietro allo Smart Working. Mariano Corso infatti fa notare che «*Dopo i primi decreti per l'emergenza coronavirus moltissime aziende hanno dovuto fare ricorso, in una modalità emergenziale molto atipica, al lavoro da remoto, chiamandolo impropriamente Smart Working. Mentre le aziende che già lo prevedevano ma magari si limitavano a uno o due giorni la settimana, lo hanno esteso a cinque giorni*»[38].

In questo caso, ai 570000 lavoratori del fine 2019 (20% in più rispetto all'anno 2018)[39], dovranno essere sommati i lavoratori che hanno adottato il lavoro agile in questa situazione d'emergenza e che sono in continuo aumento ogni giorno. L'urgenza di introdurre il lavoro agile in tempi brevissimi e senza alcun tipo di preparazione ha chiaramente comportato delle conseguenze negative, per esempio l'impossibilità da parte dell'azienda di verificare le condizioni di sicurezza nei locali dove si svolge il lavoro previsto dalla legge n.81/2017 art. 22. Un altro rischio non irrilevante è quello della sicurezza dei sistemi aziendali. Si ritiene infatti necessario

[38] Intervista a Mariano Corso, responsabile dell'Osservatorio Smart Working da parte de La Repubblica di Rosaria Amato, il 24/03/2020.

[39] Ricerca 2019 "Gli smart worker in Italia" dell'Osservatorio dello Smart Working di Milano.

[40] La direttiva 2/2020 sostituisce quella emanata il 26 febbraio 2020 e ha rafforzato ulteriormente l'utilizzo del lavoro agile all'interno della Pubblica Amministrazione. Tutela la salute dei dipendenti continuando a erogare i servizi essenziali e indifferibili.

verificare i sistemi con i quali le persone lavorano, che quindi non siano obsoleti ma sempre aggiornati, coperti da antivirus e password complesse, è inoltre indispensabile utilizzare almeno una connessione VPN per collegarsi ai sistemi informatici aziendali ed effettuare gli accessi tramite firewall, per evitare di incorrere a malware o ricevere e-mail da account falsi.

L'articolo 87 invece, come già stabiliva la Direttiva 2/2020[40] del Ministero per la Pubblica Amministrazione, sottolinea che «il lavoro agile è la modalità ordinaria di svolgimento della prestazione lavorativa nelle pubbliche amministrazioni», proprio per limitare la presenza dei lavoratori all'interno degli uffici, a prescindere dagli accordi individuali già redatti. Le pubbliche amministrazioni si sono mosse subito a favore del Decreto e la funzione pubblica ha messo in funzione un sistema di monitoraggio (fig. 15).

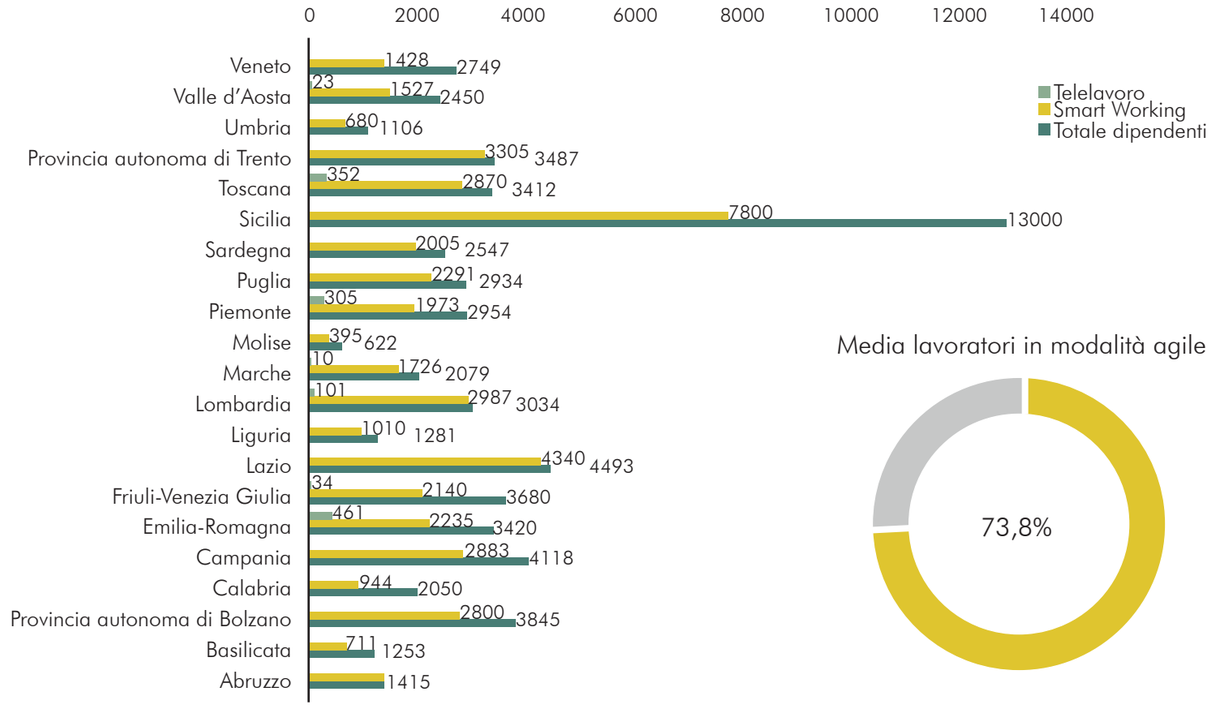
Per ultimo con il Decreto Rilancio del 21 maggio 2020, all'articolo 90 sul lavoro agile, estende fino alla cessazione dello stato emergenziale e, non oltre il 31 dicembre 2020, la modalità di lavoro agile a ogni rapporto di lavoro subordinato per i datori di lavoro pubblici e privati.

Secondo il vice ministro dell'economia e delle finanze, Laura Castelli *«Una crisi, con le immani sfide che pone, deve e può generare soluzioni innovative capaci di far fare un salto di qualità a tutto il Paese" e per questo che il telelavoro o lavoro agile deve e dovrebbe diventare stabile anche dopo questa emergenza»*.

Davide Dattoli, fondatore della piattaforma di formazione per l'innovazione digitale Talent Garden scrive che *«Non lavoreremo più come prima: siamo nel pieno di una rivoluzione del mondo del lavoro… di fronte a una scoperta nuova: la tecnologia permette di fare molte più cose di quelle che pensavamo, prima ne parlavamo oggi lo facciamo». Su La Stampa, in 16 marzo 2020, nel suo editoriale il professor Juan Carlos De Martin del Politecnico di Torino scrive che: «Dopo anni passati a discutere - peraltro spesso con ottime ragioni - dei limiti della Rete, la crisi sta improvvisamente obbligando tutti a prendere atto dell'assoluta centralità di Internet e in generale delle tecnologie digitali per la nostra vita individuale e collettiva»*.

Fig. 15: Regioni in lavoro agile.

Figura 15



Ricerca Osservatorio Smart Working sugli "smart worker emergenziali"

L'osservatorio sullo Smart Working di Milano ha somministrato un questionario a 8617 lavoratori per verificare le maggiori criticità e benefici riscontrati nello svolgimento dell'attività lavorativa durante questa fase emergenziale. I numerosi DPCM hanno constretto moltissimi lavoratori in tutta Italia a lavorare in via telematica, questo ha colto molte persone impreparate su vari aspetti e le difficoltà non sono venute a mancare. Circa il 70% delle persone non aveva mai lavorato in Smart Working: circa il 96% è stata costretta a lavorare da remoto. È stato quindi possibile verificare la loro impressione su un modo di lavorare totalmente diverso da quello tradizionale, ricordando però che questa modalità non è pienamente comparabile con quella del lavoro agile ai sensi della legge n.81/2017. In generale, secondo questo questionario, non sono state riscontrate particolari difficoltà e mediamente le persone sono state in grado di fronteggiare questa situazione nuova. Trovandosi costrette a rimanere presso il proprio domicilio, è stato chiaramente

complicato conciliare e separare la vita privata all'interno dell'abitazione con quella lavorativa o percepire un senso di isolamento rispetto all'azienda. Questo probabilmente perché i lavoratori non hanno potuto avviare prima un percorso di formazione anche per quanto riguarda le tecnologie da utilizzare, confrontarsi direttamente con i colleghi o capi e nemmeno potuto scegliere o pianificare questa attività lavorativa. Nonostante questo, circa il 68% delle persone sono state in grado di svolgere tutte le attività lavorative previste.

Si è anche chiesto loro di valutare le performance lavorative e generalmente sono state tutte buone: nella maggior parte dei casi i lavoratori si sono sentiti più efficaci, più responsabili sugli obiettivi da raggiungere e provando anche una maggiore percezione di fiducia dal proprio datore di lavoro. Gli smart worker "emergenziali", come li definisce l'Osservatorio di Milano, hanno avuto più difficoltà a reperire i documenti aziendali su cui lavorare, gestire le riunioni da remoto, sincronizzarsi con il patrimonio aziendale. Purtroppo molti lavoratori hanno utilizzato dispositivi elettronici personali che ha chiaramente complicato l'accesso ai server e ai documenti dell'azienda. In generale anche la percezione dei responsabili delle aziende è in linea con quella dei lavoratori, specialmente sull'efficacia del coordinamento con i membri del team, efficacia nel lavoro e nella responsabilizzazione dei risultati. Su una scala da 1 a 10, i lavoratori hanno ritenuto che per l'8,35 questa esperienza risulterà preziosa una volta cessata l'emergenza sanitaria (fig. 20).

Dopo questa esperienza sicuramente si è dimostrato che lavorare in questa modalità è possibile, senza perdere l'efficacia dell'attività lavorativa e ottendendo i medesimi risultati. Comprensibilmente bisogna incrementare le *digital soft skill* dei lavoratori, formando le persone nella transizione verso logiche di *result-based*.

Sicuramente sarà indispensabile, se si vuole continuare in quest'ottica lavorativa, digitalizzare i processi e introdurre adeguati strumenti digitali specialmente per garantire la sicurezza e la protezione dei dati aziendali.

Come anche prima dell'emergenza sanitaria le aziende che avevano adottato lo Smart Working monitoravano costantemente il benessere dei lavoratori. È importante continuare a eseguire costanti monitoraggi di che cosa necessitano le persone,

Figura 16

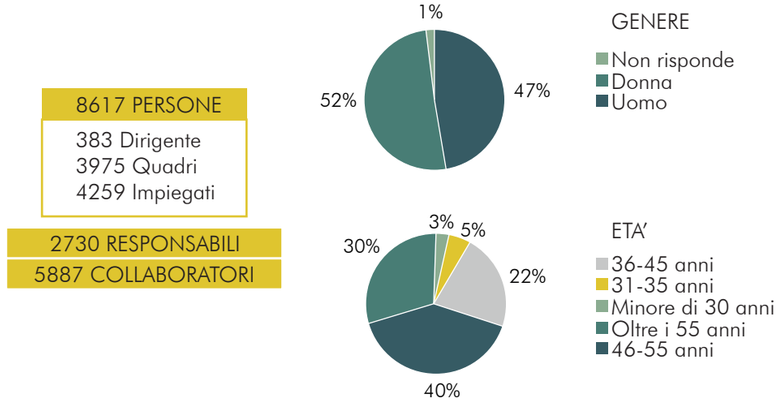


Fig. 16: I lavoratori coinvolti, Webinar 09.06.2020.

Figura 17

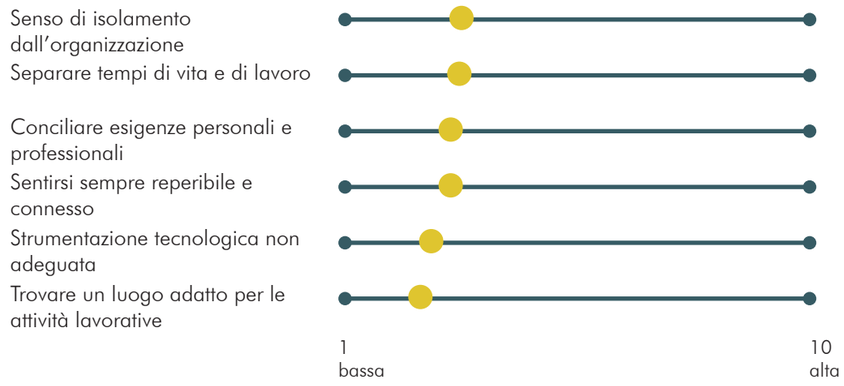


Fig. 17: Le criticità riscontrate in ambito lavorativo, Webinar 09.06.2020.

nell'ottica di una sempre migliore efficienza di gestione lavorativa e vita personale. Un maggiore benessere psicologico delle persone sicuramente permette all'azienda di aumentare il raggiungimento degli obiettivi lavorativi. Il campione su cui è stata effettuata questa ricerca riguarda principalmente persone che lavorano per grandi imprese, poiché le PMI sono meno strutturate, si sono trovate più impreparate rispetto a questo tema e soprattutto pongono meno attenzione ai propri lavoratori.

Un ulteriore vantaggio per le aziende rispetto all'adozione del lavoro agile è assumere persone con ottime capacità e competenze lavorative anche se si trovano a distanza rispetto alla propria sede lavorativa. Questo permette alle imprese di non privarsi di assumere persone che potrebbero offrire eccellenti performance.

Figura 18

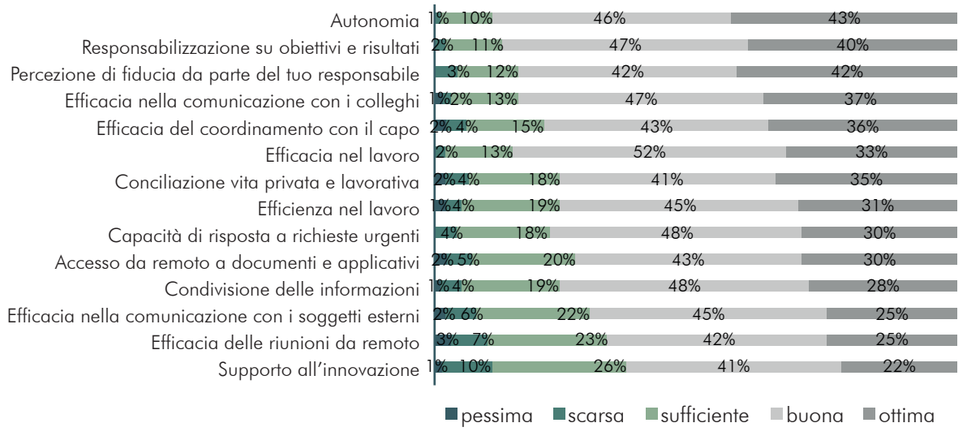


Fig. 18: L'impatto sulle performance lavorative (campione 8314 lavoratori), Webinar 09.06.2020 .

Figura 19

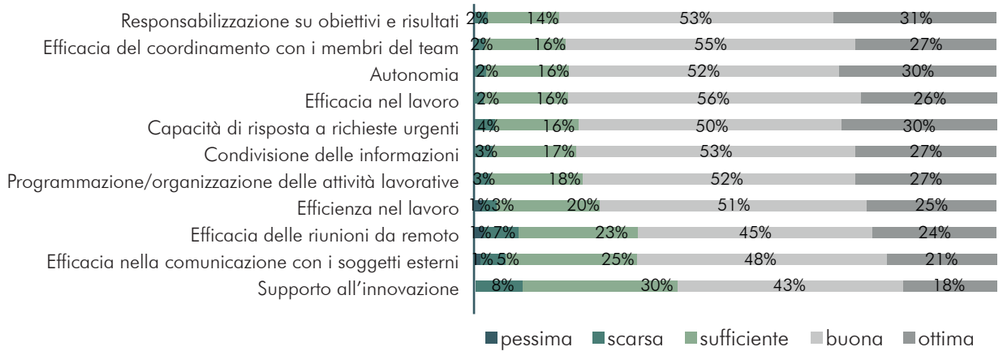


Fig. 19: Performance lavorative del team (campione 2640 lavoratori), Webinar 09.06.2020 .

Figura 20

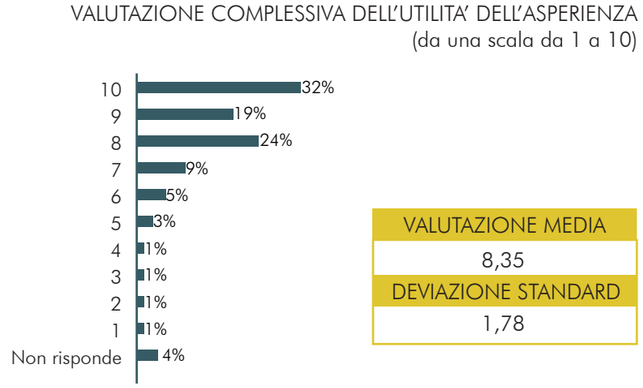


Fig. 20: Valutazione complessiva dell'utilità dell'esperienza (una scala di valutazione da 1 a 10), Webinar 09.06.2020.

02

IL LAYOUT FISICO

DALL'UFFICIO TRADIZIONALE ALLO SMART OFFICE

Negli ultimi anni abbiamo assistito a un radicale cambiamento del nostro stile di vita dovuto in gran parte all'innovazione tecnologia e all'attenzione verso la sostenibilità ambientale. È proprio in questo contesto di sviluppo, sia tecnologico che culturale, che si inserisce la nuova modalità di lavoro definita come "Lavoro Agile", che richiede sia un nuovo modello organizzativo, che un nuovo layout fisico e spaziale. Lo spazio per gli uffici è cambiato radicalmente nel corso dei secoli adattandosi continuamente alle necessità che la modalità di lavoro di quegli anni richiedeva. Da spazi monotoni e gerarchici utilizzati prettamente per svolgere il proprio lavoro, gli uffici sono diventati luoghi di incontro e di scambio di informazioni.

Le "Cellular Rooms"

Alla fine del XIX secolo, nell'ultimo decennio del 1800, il layout dello spazio per uffici era concepito come un lungo corridoio centrale al salone, ai lati del quale si trovavano le "*Cellular Rooms*" , ovvero gli uffici dei dipendenti. Ogni ufficio presentava al suo interno più scrivanie, quindi più postazioni, ed era chiuso con veri e propri muri divisori dagli uffici adiacenti. I titolari, e i dipendenti di rango superiore, disponevano invece degli uffici presenti negli angoli dei vari piani in modo tale da avere più aperture verso l'esterno, e da poterli sfruttare come uffici privati con postazione singola. La struttura di questi "uffici cellula" prediligeva quindi un tipo di lavoro che richiedeva grande concentrazione e privacy, ma allo stesso tempo non era funzionale per lavori che richiedevano collaborazione tra i lavoratori e favoriva inoltre una netta struttura gerarchica dei ruoli. Ne era l'esempio il *Wainwright Building* (fig. 1) di Louis Sullivan e Dankmar Adler, costruito a St. Louis nel 1890 all'inizio dell'affermarsi della scuola di Chicago, di cui Sullivan fu grande capofila. L'edificio era dotato di diversi piani per uffici che vennero definiti da Sullivan stesso come "*An indefinite number of stories of offices stacked floors and floors, a level just like another level, an office just like all the other offices, an office similar to a cell of a honeycomb, only one compartment, nothing more*"[1].

Il layout "Tayloriano"

Già nei primi anni del XX secolo la progettazione dello spazio per ufficio cambiò radicalmente a seguito di importanti variazioni riguardanti l'amministrazione e l'organizzazione del lavoro. Questo fenomeno che fece rivoluzionare non solo lo spazio, ma anche l'approccio al lavoro, fu la produzione in serie, sviluppatasi inizialmente in America e prendendo poi successivamente piede anche in Europa, ma con meno entusiasmo. Per questo tipo di meccanismo di produzione, definito anche come *taylorismo*[2], il lavoro doveva essere scomposto in poche e semplici mosse che dovevano essere svolte dall'operaio in modo continuativo e monotono, tale da poter consentire a chiunque, donne o uomini, di svolgerlo senza avere

[1] Sullivan, Louis H. *"The tall office building artistically considered"*. Lippincott's Magazine. Marzo 1896.

[2] Teoria sull'organizzazione scientifica del lavoro del 1911, di Frederick Winslow Taylor (1856-1915).

Figura 1

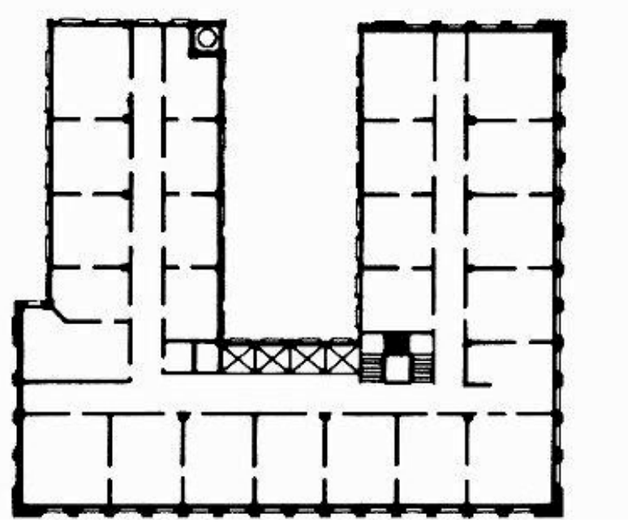


Fig. 1: Pianta del piano dedicato a uffici del Wainwright Building di Sullivan e Adler.

particolari capacità, ma allo stesso tempo di specializzarsi in una determinata mansione diventando quindi la persona più adatta a quel determinato compito. La direzione del lavoro invece si era evoluta passando da una gerarchia a un management funzionale, in cui oltre a un capo generale dell'impresa erano presenti dei capi di settore che avevano la responsabilità delle mansioni più similari. Questa modalità di lavoro venne applicata inizialmente nelle grandi industrie e successivamente si diffuse anche negli edifici dedicati al lavoro d'ufficio. I progetti iconici di questo nuovo modo di progettare furono il *Larking Administration Building* (fig. 2) a Baffalo del 1904 e, più tardi, il *Johnson Wax Building* (fig. 3) a Recine del 1937, entrambi di Frank Lloyd Wright, in cui lo spazio di lavoro si aprì ad ampi open space, all'interno del quale vennero installate singole postazioni standardizzate affiancate l'una all'altra. In altri edifici venivano invece utilizzate scrivanie molto lunghe, unite tra loro, che ospitavano più dattilografi, impiegati o tecnici. Questo layout "tayloriano", a differenza delle precedenti "*Cellular Rooms*" che promuovevano una tipologia di lavoro individuale, doveva facilitare l'interazione tra gli operai e il passaggio tra loro della merce in produzione. La collaborazione tra i lavoratori comportava un aumento di guadagno e l'open plan favoriva la versatilità degli spazi per poter essere riutilizzati successivamente in diverse modalità. Di contro però questo grande spazio libero comportava una totale mancanza di privacy e un discomfort acustico; inoltre, la disposizione in linea delle postazioni e l'orientamento verso il titolare implicava un rigido controllo da parte del supervisore.

Gli uffici open space continuarono ad evolversi insieme all'avanzamento economico e alla richiesta di lavoro d'ufficio avvenuti dopo la seconda guerra mondiale, a metà del XX secolo.

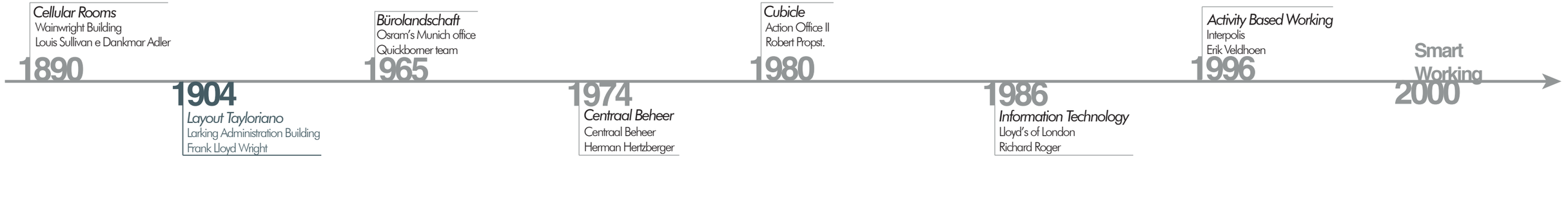
Questa progressione portò alla realizzazione delle *"Glass boxes"* , grattacieli in vetro con altezze che arrivavano fino ai 373 metri dell'Empire State Building

Figura 2

Fig. 2: Foto dell'interno del Larking Administration Building di Frank Lloyd Wright, a Baffalo, 1904.

Figura 3

Fig. 3: Foto dell'interno del Johnson Wax Building di Frank Lloyd Wright, a Recine, 1937.



e con maniche molto ampie che consentivano il posizionamento di file di postazioni aperte con larghi corridoi tra di esse per consentire il passaggio.

Bürolandschaft

Nel decennio degli anni '60 del 1900 questi grattacieli vetrati continuavano ad espandersi, ma in Europa, principalmente in Germania, il layout degli uffici stava per essere completamente stravolto da Wolfgang e Eberhard Schnelle, due arredatori che formarono il *Quickborner Team* come azienda di pianificazione dello spazio, fuori Amburgo. I due fratelli videro nel layout open space un'ispirazione al cambiamento rispetto alla rigida alternanza tra file di scrivanie e corridoi, decisero quindi di sconvolgere questo sistema ribaltando, in primis, il motivo che stava alla base della progettazione dello spazio per ufficio. Fino a quel momento infatti questi *work space* venivano progettati con il solo scopo di favorire l'aumento della produzione e quindi anche il guadagno; il Quickborner Team invece pose al centro della progettazione il benessere dell'individuo come condizione direttamente proporzionale all'aumento della produzione e del guadagno. Cercarono quindi di eliminare quella che era la rigidità sia gerarchica che spaziale degli uffici precedenti, utilizzando un approccio alla progettazione del layout chiamato *Bürolandschaft*, ovvero "ufficio come paesaggio". Questa nuova proposta progettuale prevedeva che le file di scrivanie fossero radunate in zone di lavoro con schemi curvi e forme organiche per alimentare la collaborazione e il lavoro in team. Dovevano essere separate dalle altre zone di lavoro adiacenti tramite dei divisori e piante naturali, sia per garantire la privacy necessaria sia per facilitare lo spostamento tra le postazioni e la condivisione delle informazioni (fig. 4). Molto innovativa fu anche l'idea di inserire spazi relax per consentire liberamente al dipendente di prendersi una pausa quando necessario ma rimanendo comunque all'interno del luogo di lavoro.

Questa proposta dei fratelli Schnelle fu quindi un primo approccio a una progettazione legata a concetti di libertà, autonomia e flessibilità. Si basava su tre principi fondamentali: la comunicazione, che non doveva più essere semplicemente tra datore di lavoro e dipendente ma collettiva e funzionale al lavoro di tutti i dipendenti. Il secondo fattore era la flessibilità degli spazi di lavoro grazie all'utilizzo di semplici arredi divisori, pannelli e piante che diminuivano i costi di costruzione in quanto non era più necessario costruire dei veri e propri muri, semplificando inoltre l'utilizzo dello spazio rendendolo multifunzionale e facilmente modificabile in caso di necessità, senza dover necessariamente interrompere il lavoro dei dipendenti. L'ultimo pilastro del Bürolandschaft promuoveva invece l'utilizzo di quelle che erano le nuove tecnologie in quel periodo storico. Questo nuovo modo di progettare del team Quickborner riscontrò molto successo in Europa, non solo per il basso costo di costruzione come accennato precedentemente, ma

Figura 4

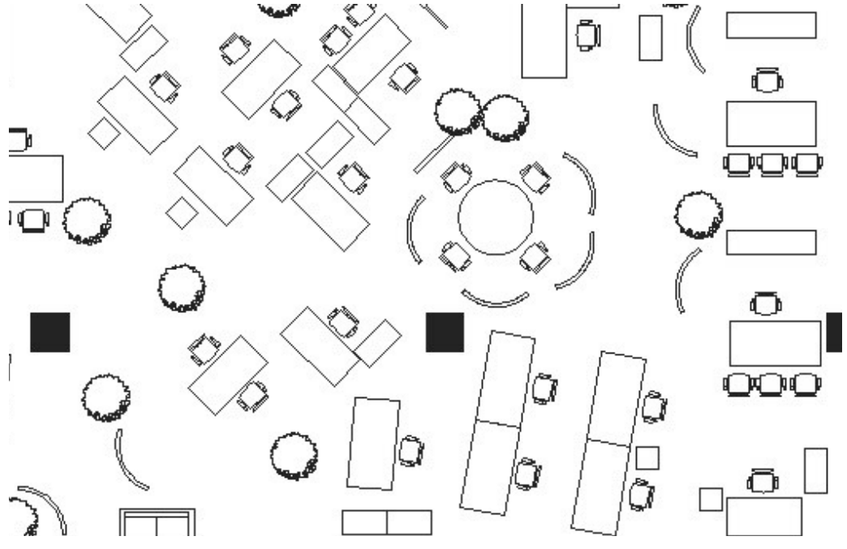


Fig. 4: Porzione di pianta con schemi organici, divisioni interne con piante naturali e arredi divisori. Schema tipo della progettazione del Bürolandschaft.

soprattutto perché fin da subito ben accetto dall'utente e dai progettisti. Le critiche più grandi, che portarono a un crollo di questo modello, riguardarono l'eccessivo rumore, eccessive variazioni di temperatura, mancanza di ventilazione naturale e scarso contatto con l'esterno. Con queste critiche si tornò a prediligere gli uffici a cellule, portando di nuovo al minimo indispensabile i rapporti umani e la collaborazione tra dipendenti, eliminando quindi quelle che erano le basi del Bürolandschaft.

Questo avvenne soprattutto seguendo l'esempio della Svezia che, in quel periodo, stava dotando gli spazi di lavoro di uffici privati per ogni dipendente con apertura verso l'esterno, il controllo climatico individuale e la luce naturale. Fu quindi una soluzione che iniziò a prendere piede in tutto il Nord Europa, espandendo anche i m^2 necessari all'impiegato che passarono da 17,5 m^2 del 1950 a 25 m^2 alla fine degli anni '70.

Centraal Beheer

Il progetto ideale degli anni '70 fu quello di Herzberger per la compagnia assicurativa *Centraal Beheer* in Olanda del 1974 (fig. 5). Il progetto prevedeva un "villaggio operaio" costruito in modo tale che i dipendenti si potessero sentire parte di una vera e propria comunità lavorativa senza perdersi tra i dipendenti e passare inosservati. L'edificio era composto da singole unità di cemento di 9x9 metri, per 8/10 persone, misura scelta per rendere le unità adattabili a qualsiasi mansione e consentendo la loro modifica in base alle necessità nel minor tempo possibile. Questi blocchi erano collegati tra loro da spazi aperti e scalinate in modo da non renderli totalmente indipendenti. Erano inoltre previsti spazi comuni per consentire l'interazione tra il personale, non sembrando quindi un semplice rapporto di lavoro ma una situazione quasi familiare. Un altro progetto importante di quel periodo era invece la sede della Canon, progettata in Svezia nel 1978, basata sull'idea del *"Combi-office"* ovvero la combinazione tra spazi cellula interamente vetrati, disposti lungo gli spazi verso l'esterno, all'interno dei quali venivano inserite le postazioni dei dipendenti, e l'open space pensato invece come uno spazio centrale di interazione tra gli utenti il quale disponeva di tutte le funzioni comuni (stampanti, fotocopiatrici, area break).

L'Action Office II

Un'altra differente soluzione per eliminare i maggiori effetti negativi dell'open space dei fratelli Schnelle fu quella dell'americano Robert Propst, un impiegato di Herman Miller che studiava da anni la cultura degli uffici americani. La sua idea di spazio, utilizzata ancora oggi, abbracciava il suo utilizzo in modo flessibile ma promuoveva anche la privatizzazione e personalizzazione delle postazioni in quanto aveva riscontrato, attraverso le sue ricerche, che la produttività del dipendente aumentava quando la postazione risultava essere più personale e familiare. La sua proposta, arrivata negli anni '70, fu quella dell'*Action Office II* ovvero pareti leggere rivestite in tessuto, alte circa tra

Figura 5

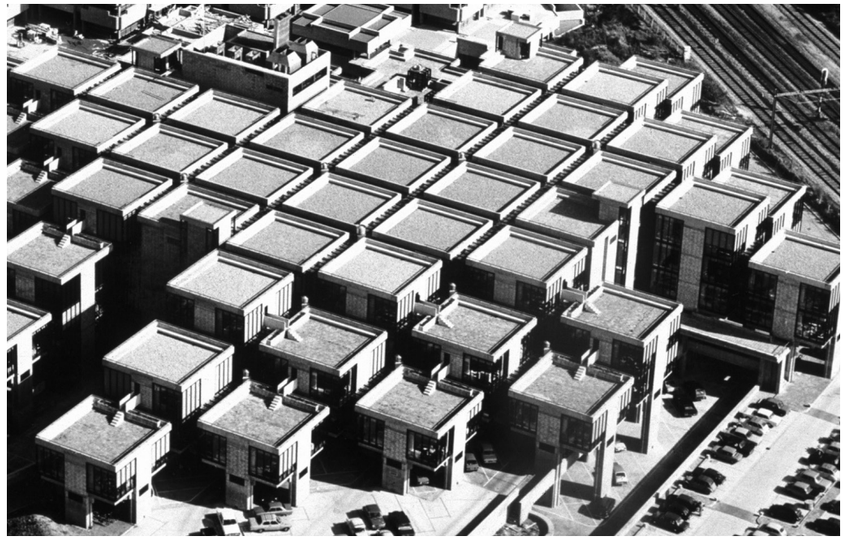


Fig. 5: Uffici Centraal Beheer di Herzberger, a Apeldoorn in Olanda, 1974.

1,50-1,80 metri, che delimitavano lo spazio di lavoro del singolo utente (fig. 6). All'interno di queste tre pareti c'era la postazione del dipendente. I vantaggi principali erano quindi il giusto grado di privacy, meno dispersione del rumore e la flessibilità e leggerezza di questi pannelli, permettendo quindi all'azienda di cambiare lo spazio di lavoro in base alle esigenze, mantenendo però sempre un layout abbastanza rigido e uniforme. Questo sistema venne anche chiamato "Cubicle" che però nel tempo venne modificato e radicalizzato eliminando quindi la sensazione di libertà e indipendenza che caratterizzava l'idea di Propst.

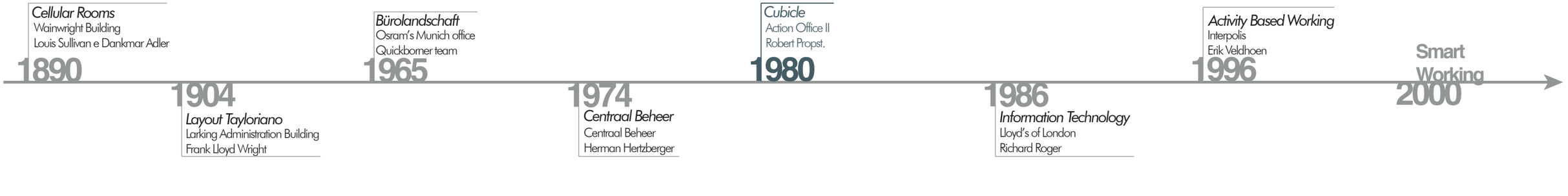
L'edificio per uffici negli anni dell' Information Technology

All'inizio del 1980, con la messa in commercio della prima serie di "personal computer" da parte della IBM, il modo di lavorare e i suoi spazi cambiarono nuovamente.
Precedentemente a questa scoperta infatti i computer erano delle grandi macchine con postazione fissa

Figura 6

Fig. 6: Postazioni fisse secondo l'Action Office II di Robert Propst.

e solitamente raggruppati in un unico salone nei piani interrati. In quest'ottica quindi si iniziarono ad immaginare non più edifici destinati a funzione d'ufficio, ma persone che lavoravano nei luoghi che più preferivano e più stimolavano la loro concentrazione e la produzione aziendale; ma questo non accadde. Infatti, l'utilizzo dei personal computer non modificò molto il layout degli uffici ma incise di più sulla modalità di progettazione. Iniziarono quindi a essere trattati temi riguardanti l'*Information Technology* e gli edifici intelligenti che non portarono necessariamente, come detto prima, a una trasformazione degli spazi ma fecero concentrare l'attenzione sull'utilizzo di sistemi come HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) e la manutenzione, in modo tale da poter essere controllati e regolati automaticamente. A metà degli anni '80 i personal computer erano già comuni anche nell'Europa del Nord ma questa nuova scoperta ebbe due risvolti completamente diversi tra America e Gran Bretagna ed Europa. Molti degli architetti americani si spostarono a Londra, capitale dell'economia europea, dove quindi l'Information Technology si espandeva rapidamente insieme allo sviluppo economico. Proprio per questo l'influenza americana nella costruzione degli edifici per uffici britannici degli anni '80 si fece sentire molto. Da questa fusione delle due diverse culture architettoniche nacque il *Lloyd's of London* (fig. 7), nel 1986, di Richard Roger, come simbolo del nuovo pensiero *high-tech* sia estetico che progettuale. In questo edificio tutte le funzioni di servizio vennero posizionate all'esterno dell'edificio in modo tale da consentirne sia una più facile manutenzione di ascensori, impianti idraulici ed elettrici, ma anche per avere all'interno una pianta libera, flessibile e non interrotta grazie alla quale si potrebbe, in qualsiasi momento, inserire dei divisori per delimitare gli spazi nel modo più consono al lavoro da svolgere. Nella parte centrale dell'edificio invece, un grande atrio con le facciate e la copertura in vetro permetteva l'accesso della luce naturale ad ogni piano. I pavimenti sono galleggianti e i sistemi di cablaggio sono nascosti



dai controsoffitti sospesi.

Diversamente in Europa, un edificio simile non sarebbe mai potuto essere costruito per rappresentare l'Information Technology in quanto l'attenzione per la soddisfazione del cliente nella progettazione degli spazi per uffici era ancora l'aspetto determinante. In Europa l'edificio per uffici si basava ancora sulle "Cellular Rooms" dove la privacy, il comfort acustico, l'aria condizionata e la vista verso l'esterno erano la base per il benessere dell'impiegato. L'edificio per uffici europeo degli anni '80 veniva progettato come un villaggio lavorativo dove le case erano le *"Cellular Rooms"* mentre le strade e le piazze rappresentavano l'atrio come spazio di confronto e socialità. L'esempio di queste città di lavoro fu il *SAS Building* in Svezia, del 1988 dell'architetto norvegese Niels Torp. L'edificio era compreso di sette blocchi, in cui erano disposte le *"Cellular Rooms"*, questi erano collegati tra loro da corridoi e da una strada, interamente coperta di vetro. In questo complesso erano presenti anche negozi, ristoranti e bar, creando quindi un vero e proprio villaggio in cui i lavoratori potevano svolgere le loro mansioni in tranquillità, mentre i superiori potevano controllare il lavoro dei dipendenti passeggiando lungo la strada senza creare situazioni di estrema gerarchia.

Un'altra idea che stava caratterizzando la fine degli anni '80, senza compromettere particolarmente la progettazione del layout per uffici quanto invece il modo di lavorare, era la mentalità *"Casual"*, che consisteva in un atteggiamento molto più disinvolto e meno convenzionale. L'aumento di produttività quindi sembrava direttamente proporzionale al grado di collaborazione e interazione tra cliente e dipendente. Il rapporto tra i due diventava quasi familiare rendendo di conseguenza più semplice e fluida la condivisione delle idee. Questo nuovo modo di vedere l'attività lavorativa era utilizzato soprattutto negli studi di moda e altri lavori che richiedevano particolare creatività e lunghi periodi di progettazione. Sia l'orario che

Figura 7

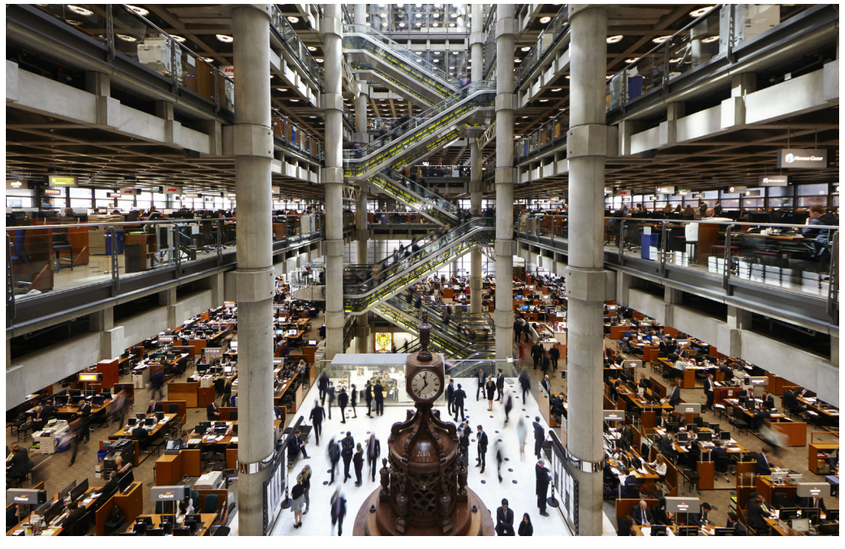


Fig. 7: Interno del Lloyd's of London di Richard Roger, 1986.

Figura 8

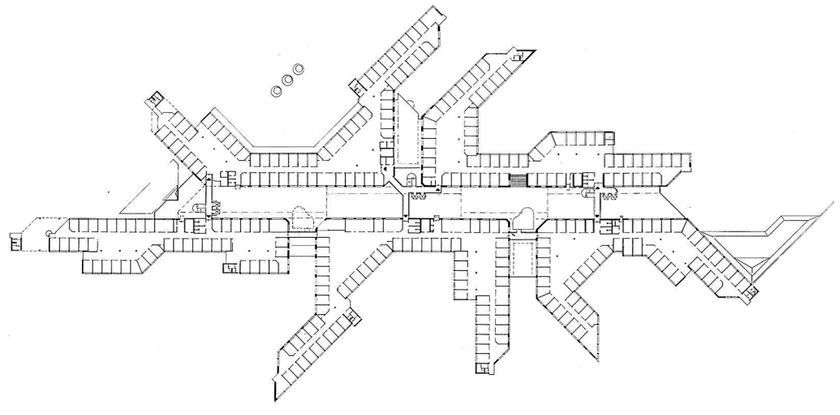
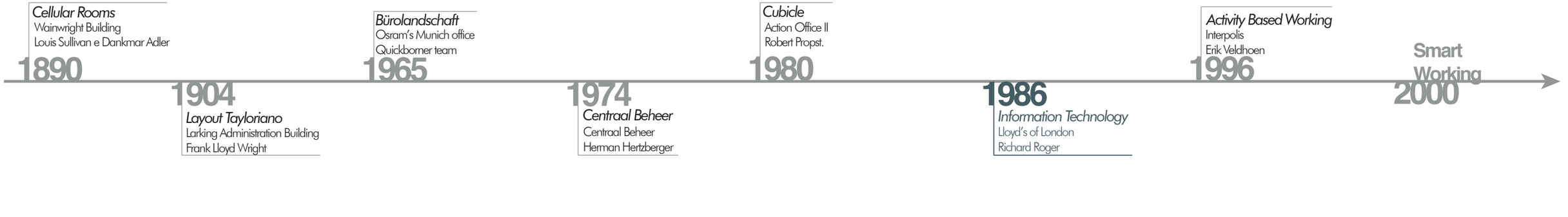


Fig. 8: Pianta del SAS building di Niels Torp, in Svezia, 1988.



l'ambiente di lavoro diventavano quindi molto più aperti e flessibili, ma rendevano difficile stabilire e controllare il lavoro dei dipendenti.

L'Activity Based Working e lo Smart Office

All'inizio degli anni '90 la costante evoluzione tecnologica e quindi il sempre più frequente utilizzo delle reti internet, personal computer e telefoni ha portato a uno stravolgimento del lavoro d'ufficio e della sua percezione. Questa nuova concezione del lavoro era basata su due caratteristiche principali: l'"Hot desking", quindi la possibilità di lavorare anche al di fuori della propria postazione, e il "Teleworking", cioè il lavoro da casa che negli anni '80 era invece visto come un'utopia. L'orario e il luogo di lavoro diventarono quindi particolarmente flessibili, consentendo al lavoratore di svolgere le sue mansioni anche al bar o in un parco. Questo consentiva il grande vantaggio della riduzione sia dei tempi che dei costi di trasporto; dall'altra parte però inizialmente si verificò una scarsa produttività e mancanza di interazione tra il personale, facendo inoltre pensare alla fine dell'ufficio convenzionale. Proprio in quest'ottica, nel 1995, il consulente olandese Erik Veldhoen pubblicò il libro *"The Demise of the Office"* sottolineando la caduta dell'ufficio tradizionale sia in termini spaziali che in termini di percezione del lavoro da parte non solo dei dipendenti ma anche dei datori di lavoro che dovettero dedicarsi a una nuova organizzazione "virtuale" dell'azienda. È inoltre lo stesso olandese a parlare, in un altro dei suoi libri *"The Art of Working"*, di *Activity Based Working (ABW)* ovvero una strategia aziendale secondo la quale il lavoro di un dipendente non doveva più essere basato su un orario stabilito e su una postazione fissa quanto più su un obiettivo da raggiungere. Si basa altresì sull'idea che una persona svolga meglio la propria attività di lavoro se collocata nel giusto ambiente. L'ABW prevede inoltre la realizzazione di nuovi spazi di lavoro differenti in base alle attività che devono essere svolte dal dipendente che si può trovare quindi a scegliere se lavorare in aree

dedicate al lavoro individuale, in team o per il lavoro collaborativo. Tutta questa filosofia sulla quale si basava quindi il modo di lavorare della fine degli anni '90 ha portato alla diffusione dello Smart Working, sempre concepito da Erik Veldhoen nel 1996. Il progetto in cui concretizzò questo *new way of work* fu quello per la compagnia assicurativa *Interpolis,* in Olanda (fig. 9). Qui, come d'altronde in tutti gli edfici per Smart Working progettati da quel momento in poi, l'importanza del *flexible work* era l'elemento chiave. Ogni worker non disponeva di postazione fissa, poteva scegliere quella che più preferivano tra i vari open space, le isole, le scrivanie singole, le salette chiuse e quindi con più privacy o le sale riunioni. Potevano inoltre decidere quando lavorare da casa, coordinandosi con il proprio team di lavoro sugli obiettivi da raggiungere. Erano presenti infine sale relax, spazi per il ristoro e coffee point.

Questo edificio venne considerato come una rivelazione non solo quindi per il mondo della progettazione degli uffici, ma sopratutto stravolse l'organizzazione delle aziende e la percezione che i dipendeti avevano del luogo di lavoro.

È stata proprio la propagazione dello Smart Working che portò alla creazione degli Smart Office, come condizione necessaria al suo funzionamento, dove quindi lo spazio di lavoro diventa flessibile ma ben diversificato in base all'attività da svolgere, favorendo la collaborazione, l'interazione tra dipendenti e la creatività degli stessi, ma fornendo al dipendente anche spazi per la concentrazione e per le attività che richiedono maggiore privacy o relax.

È proprio per l'importanza data al benessere del lavoratore, all'Information Technology e alla gestione dell'ambiente di lavoro che lo Smart Working ha preso sempre più piede nel Mondo, diventando un modello al quale sempre più numerose aziende si ispirano, dagli anni '90 fino a oggi.

IL LAYOUT DELLO SMART OFFICE

Con l'introduzione dello Smart

Working nel mondo del lavoro la necessità di rivoluzionare gli ambienti diventava sempre più una conseguenza inevitabile per il suo funzionamento.

La progettazione dello Smart Office viene studiata *ad hoc* per rispettare i principi di flessibilità e autonomia che caratterizzano lo smart worker e le sue esigenze professionali, attraverso anche l'utilizzo di tecnologie all'avanguardia, ponendosi quindi come obiettivo il benessere del lavoratore.

Per progettare un ufficio che possa essere definito Smart bisogna però agire non solo sul suo layout, ma anche sugli **arredi**, ponendo importanza non solo al benessere emotivo dello smart worker ma anche a quello fisico, progettando arredi ergonomici e confortevoli, che possano inoltre donare importanza estetica all'ambiente ma anche contribuire in ambito di comfort acustico. Per rendere migliore la qualità di vita del lavoratore all'interno dello Smart Office è essenziale integrare l'ambiente di lavoro con **strumenti e tecnologie digitali**, che possono supportare l'attività lavorativa e la mobilità delle persone combinando anche spazi di lavoro fisici e virtuali, tramite per esempio la *telepresence*, o con l'impostazione di *interactive whiteboard*, sistemi di *advanced booking*, prese *smart*, *building automation* e *sistemi VoIP*, come gia avevamo accennato precedentemente. Il cambiamento da ufficio tradizionale a Smart Office è necessario che venga accompagnato infine da una definizione di **policy e comportamenti** per il corretto uso sia degli ambienti che delle tecnologie, perché contrariamente potrebbe creare un effetto di spaesamento nei dipendenti abituati alle semplici postazioni fisse. Queste non riguardano solo gli aspetti legati alla flessibilità di orario e luoghi di lavoro ma servono soprattutto ad allenare i nuovi smart worker a policy legate per esempio al *booking and check-in* per quanto riguarda le postazioni prenotabili, oppure alla *clean desk policy* che richiede quindi ai dipendenti di ripulire e riordinare la postazione utilizzata in modo che il prossimo smart worker la possa trovare pronta al suo utilizzo.

Per quanto riguarda il vero e proprio

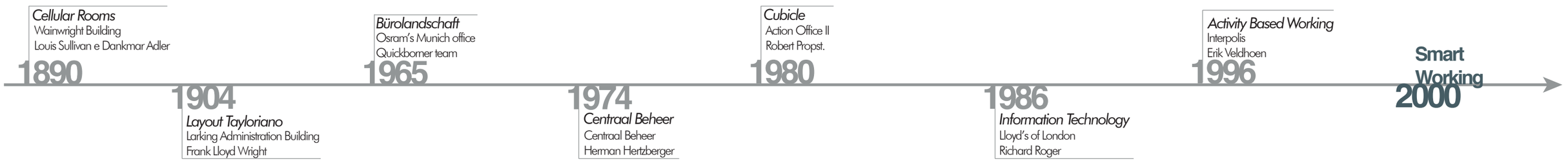
layout fisico dello Smart Office la sua progettazione rappresenta un elemento chiave del passaggio da ufficio tradizionale a Smart Working e per questo deve seguire alcune caratteristiche. Secondo l'Osservatorio del Politecnico di Milano uno Smart Office per ritenersi efficace, efficiente e adatto allo svolgimento del lavoro deve seguire principi di:

- *Differentiation*, deve quindi fornire allo smart worker un'ampia scelta di spazi di lavoro che possano contribuire alla sua produzione
- *Reconfigurability*, gli spazi devono essere flessibili sia in termine di scopo che di dimensione, in modo tale da poter essere utilizzati in diverse occasioni
- *Habitability*, gli ambienti non devono solo supportare lo svolgimento del lavoro ma anche fornire un valore aggiunto
- *Intelligence*, l'utilizzo degli spazi dev'essere migliorato grazie alla presenza di strumenti tecnologici.

Sempre secondo il Politecnico di Milano l'ufficio per Smart Working deve essere progettato in funzione di **sei condizioni necessarie**: *multifunctionality, flexibility, technology, acoustic intelligence, building automation, wellness service*.

Per quanto riguarda la **multifunctionality** è necessario che l'ufficio smart rispetti altre quattro esigenze fondamentali dello smart worker, individuate da Jeremy Myerson, che corrispondono a quattro tipi di spazi necessari a garantire lo svolgimento delle attività, le cosiddette 4C:

- Collaborazione, con spazi come le meeting rooms, che servono quindi per condividere informazioni e documenti, riunioni o per il lavoro in team, dotate anche dell'attrezzatura necessaria alla condivisione a distanza
- Concentrazione, con ambienti chiamati concentration rooms posizionati lontani da ambienti rumorosi e da eventuali cause di distrazione in modo tale che il lavoratore possa dedicarsi interamente al compito da svolgere
- Comunicazione, come le phone



booth, ovvero spazi insonorizzati dove devono essere installate tecnologie che consentano la comunicazione sia fisica che virtuale in modo da permettere lo scambio di informazioni sia telefonico che durante incontri riservati.

- Contemplazione, quindi aree relax o quiet rooms, cioè ambienti che stimolino la creatività dello smart worker o gli permettano di recuperare le energie.

La **flexibility** riguarda invece la capacità dell'ufficio di essere adattabile a diverse esigenze. Lo stesso spazio dovrebbe poter essere utilizzato in più occasioni, anche diverse tra loro, mentre con la rimozione di pareti o con lo spostamento di arredi divisori il layout dovrebbe essere facilmente modificabile portando alla creazione di nuovi spazi. L'importanza della technology è legata al fatto che, come già spiegato nel capitolo precedente, sono necessari determinati strumenti tecnologici per rendere davvero efficiente l'utilizzo degli spazi. Partendo dal principio, è chiaro che sia strettamente indispensabile la presenza di una rete Wi-fi, un'area dedicata a funzioni come lo smart printing e la presenza di touch screen o altri dispositivi per le attività di prenotazione e *check-out* delle sale e delle postazioni. Una condizione indispensabile nella progettazione dello Smart Office è **l'acoustic intelligence** in quanto ha un impatto più che decisivo sull'utilizzo degli spazi e sulla produttività degli smart worker. Basti pensare agli anni del Bürolandschaft dei fratelli Schnelle, in cui l'ampio layout open space venne largamente criticato per la mancanza di attenzione all'acustica degli spazi e che portò quindi a grandi critiche per l'eccessivo rumore all'interno del luogo di lavoro. Sono quindi considerati essenziali elementi come pannelli fonoassorbenti, utilizzare separatori che blocchino la propagazione diretta del suono e l'applicazione di sistemi di *sound masking* per coprire il rumore indesiderato. Per una completa progettazione e per un funzionamento ottimale degli spazi è ormai necessario prevedere anche sistemi "intelligenti" per gestire in modo automatico gli impianti tecnologici. È infatti per questo che nelle sei leve della progettazione dello Smart Office è previsto il **building automation** che si occupi per esempio di regolare l'impianto di riscaldamento e raffrescamento, in modo tale da garantire un maggiore comfort per i lavorati e ridurre i costi. Avendo sempre come obiettivo il benessere del lavoratore sono previsti infine dei servizi **wellness** all'interno degli stessi edifici, che consentono per esempio allo smart worker di non dover perdere tempo negli spostamenti nell'ora di pranzo, fornendo quindi aree di ristoro all'interno dell'edificio o aree di svago come le palestre o le *play rooms* per fornire un valore aggiunto all'attività lavorativa.

Secondo i *Facility Manager* le aziende che hanno affrontato la riprogettazione degli spazi hanno scelto di dotare maggiormente l'ufficio di ampi spazi comuni, quindi per il lavoro in team, e spazi condivisi, rispetto invece a uffici privati e postazioni assegnate. In continuo utilizzo sono anche gli spazi più particolari come le phone booth, le aree relax e le aree dedicate al wellness.

La riprogettazione degli spazi per uffici legata allo Smart Working, è ormai chiaro quindi, che non è legata solo ad un fattore estetico e di immagine dell'azienda, ma porta veri e propri benefici non solo all'impresa ma anche ai dipendenti. Una corretta realizzazione basata sui principi prima elencati e un corretto utilizzo degli spazi porta a minori consumi energetici e minori costi di manutenzione degli spazi; migliora il comfort degli ambienti migliorando quindi le condizioni di benessere fisico, psicologico e sociale dei dipendenti durante lo svolgimento delle loro attività stimolando quindi di conseguenza la loro produttività e creatività.

È necessario infine sottolineare che, per quanto lo Smart Office sia una condizione necessaria al funzionamento dello Smart Working, come detto precedentemente, la sede aziendale non è l'unico luogo di lavoro che lo Smart Working prevede. Comprende infatti anche il lavoro da casa, in luoghi pubblici, in spazi di coworking o in qualsiasi altro spazio che possa contribuire al benessere dello smart worker e alla sua produttività.

03

QUALITÀ AMBIENTALE ED ENERGETICA

Come già spiegato precedentemente, con gli Smart Office è cambiata radicalmente la visione dell'ufficio. Si è passati ad un open space con postazioni condivise, con una conseguente ottimizzazione spaziale, e a nuove aree studiate appositamente per ogni diverso tipo di attività che influenzano e implementano la produttività. Le persone non passano più la maggior parte del tempo sempre nel medesimo posto, ma si spostano e lavorano in posti sempre differenti che, dal punto di vista tradizionale, potremmo anche definire insoliti: zone living, zone ristoro, zone all'aperto. A questa flessibilità in termini sia lavorativi che spaziali, deve seguire anche una flessibilità in termini fisici e impiantistici. Si ritiene indispensabile progettare l'edificio studiando attentamente tutto ciò che concerne il comfort e la sostenibilità. È importante che i soggetti occupanti vengano messi al centro della progettazione, garantendo loro di vivere gli spazi in condizione di benessere, uno stato psicofisico in cui il soggetto è soddisfatto delle sensazioni ambientali. Il benessere può essere **termoigrometrico**, **visivo**, **uditivo** e anche **olfattivo**, quindi è legato al **clima**, all'**illuminazione**, all'**acustica** e alla **qualità dell'aria**.

Per una buona progettazione sono fondamentali scelte adeguate di tipo impiantistico, per garantire sostenibilità e risparmio energetico. È importante che l'architettura in questione e il suo involucro siano progettate in modo tale da permettere un utilizzo limitato degli impianti, adottando tecnologie consone al raggiungimento di determinate prestazioni. Al fine di ottenere tali risultati è importante progettare anche tenendo conto della località, del clima del luogo, dell'orientamento, sfruttando la luce naturale, sistemi di ombreggiamento, ventilazione naturale, ... La buona progettazione quindi tiene conto della qualità della vita degli occupanti (**comfort**) e allo stesso tempo mette in campo soluzioni efficaci per diminuire l'utilizzo delle risorse e i consumi energetici (**sostenibilità**).

COMFORT TERMICO

Il *comfort termico* è definito dalla norma UNI EN ISO 7730 come «quella condizione mentale di soddisfazione nei confronti dell'ambiente termico»[1]. Il grado di comfort o benessere termoigrometrico è la sensazione termica che l'individuo percepisce nell'ambiente termico, come condizione di soddisfacimento e in cui non avverte né sensazioni di caldo, né sensazioni di freddo. La norma UNI EN ISO 7730 per determinare la procedura di valutazione del comfort termico si basa sul *modello Fanger*. Questo modello si basa su studi statistici e sullo studio dei bilanci termici del corpo umano. La concezione di questo modello è che l'individuo ha un ruolo passivo negli scambi termici con l'ambiente. Differente è il *modello adattivo*, a cui fa riferimento la norma tecnica EN 15251:2007, il quale è più recente e si basa al contrario sull'idea che l'occupante abbia un ruolo attivo all'interno dell'ambiente termico e che sia quindi in grado di mettere in atto dei processi di adattamento (comportamentale, fisiologico e psicologico). Il primo modello viene utilizzato in ambienti condizionati meccanicamente, mentre il secondo in ambienti non condizionati meccanicamente.

Il *microclima* dell'ambiente interno, o *ambiente termico*, è definibile come un complesso di elementi, sia soggettivi che oggettivi che, in riferimento alla norma UNI EN ISO 7730, è possibile distinguere in **parametri fisici ambientali** (temperatura dell'aria, temperatura media radiante, umidità relativa dell'aria e velocità dell'aria) e **parametri soggettivi esterni** (attività metabolica e abbigliamento). Oltre a questi parametri principali influiscono anche *fattori organici* (età, sesso, caratteristiche fisiche individuali) e *fattori psicologici* e *culturali*.

Tra i parametri del microclima che influiscono sullo stato di benessere di un individuo in relazione all'ambiente, quattro possono essere raggruppati come fisici ambientali e quindi direttamente misurabili: temperatura dell'aria t_a [°C], umidità relativa U.R. o □ [%], umidità relatica U.R. [%] e temperatura media radiante T_{mr} [°C].

Due invece sono i parametri che possono essere definiti come soggettivi e fisiologici: metabolismo, e abbigliamento.

Gli indici di comfort termico

La norma UNI EN ISO 7730:2006 fa riferimento a degli indici per calcolare il comfort termico, che derivano dalla teoria di Fanger, ossia il Voto Medio Previsto PMV (*Predicted Mean Vote*) e la Previsione Percentuale di Insoddisfatti PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*).

Il PMV risale al 1984 e rappresenta il valore medio dei voti di un campione di persone poste nelle medesime condizioni di attività e abbigliamento, chiamate a giudicare la loro sensazione termica in un determinato ambiente secondo una scala ben precisa, la scala ASHRAE:

+3	molto caldo
+2	caldo
+1	leggermente caldo
0	confortevole
-1	leggermente freddo
-2	freddo
-3	molto freddo

Essendo una valutazione soggettiva, non è possibile risalire a una condizione ideale universale.

[1] UNI EN ISO 7730:2006 – *Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.*

A questo indice si unisce infatti il PPD, ovvero la percentuale prevedibile di persone che si ritengono insoddisfatte, quelle che danno una valutazione maggiore di +2 o minore di -2. Statisticamente si deduce che anche in presenza di un PMV=0 si riscontra un PPD=5%. Ciò implica che non si avrà mai un caso con il 100% di persone soddisfatte (fig. 4). La norma UNI EN ISO 7730 stabilisce accettabile una condizione in cui si avranno i valori indice: -0,5<PMV<0,5 e PPD=10%.

Requisiti di comfort termico per gli ambienti destinati a ufficio

Termicamente è possibile distinguere ambienti moderati e ambienti severi. I primi sono quelli dove è possibile raggiungere le condizioni di benessere termico, mentre i secondi sono quelli dove non è possibile garantire agli occupanti comfort termico, intendendo quegli ambienti di lavoro in cui è necessario preoccuparsi per la sicurezza e la salute del lavoratore e dotarlo degli adeguati dispositivi di protezione. Gli uffici rientrano negli ambienti moderati, per cui in questo caso i lavoratori non sono esposti in condizione di stress termico. Per questo tipo di ambiente si fa riferimento alla stessa norma a

Figura 1

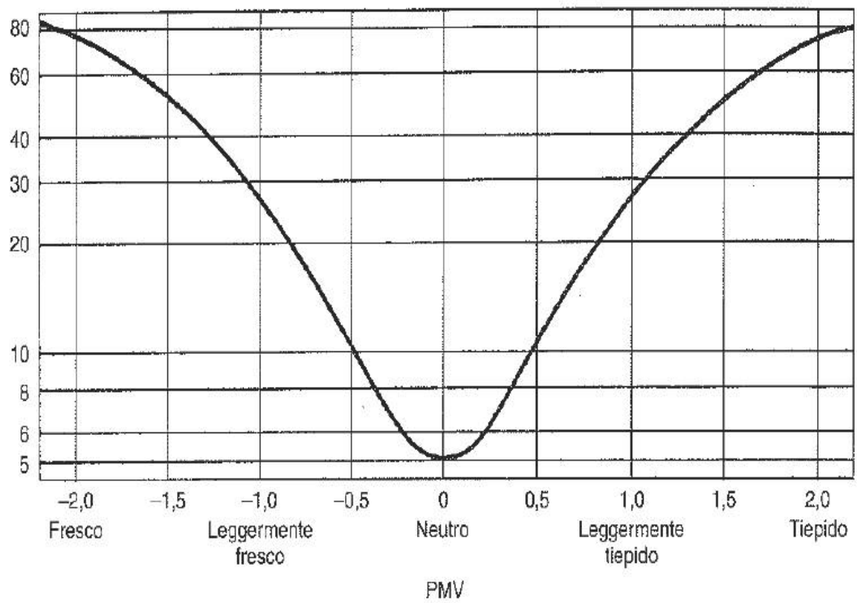


Fig. 1: Relazione PVM e PPD.

cui si è fatto riferimento ai paragrafi precedenti, ossia la norma UNI EN ISO 7730 la quale definisce i requisiti necessari per il raggiungimento del benessere termico per soggetti che svolgono attività leggere e perlopiù sedentarie, sia in inverno che in estate. Si ritiene necessario fare riferimento ai valori dettati dalla norma durante la progettazione di spazi adibiti ad ufficio (fig. 2).

La stessa norma inoltre suddivide gli ambienti termici in tre classi (A, B e C), associando ad ogni classe diversi intervalli di valori indice PMV e PPD.

Secondo la norma UNI EN ISO 7730 è necessario garantire almeno condizioni corrispondenti alla classe B.

SOSTENIBILITÀ ED EFFICIENZA ENERGETICA

Durante la fase di progettazione

Figura 5

Esigenze di benessere per persone in attività leggera (1,2 met)	
Inverno (1 clo)	
Temperatura operativa t_{op}	20 °C - 24 °C
Differenza verticale della temperatura dell'aria tra 0,1 m e 1,1 m dal pavimento	< 3 °C
Temperatura del pavimento	19 °C - 29 °C
Velocità media dell'aria	< 0,15 m/s
Asimmetria della temperatura radiante vicino a finestre o altre superfici verticali fredde	< 10 °C
Asimmetria della temperatura radiante causata da un soffitto riscaldato	< 5 °C
Umidità relativa	30% - 70% (in genere 40% - 60%, prevedendo una tolleranza del ±10%)
Estate (0,5 clo)	
Temperatura operativa t_{op}	23 °C - 26 °C
Differenza verticale della temperatura dell'aria tra 0,1 m e 1,1 m dal pavimento	< 3 °C
Velocità media dell'aria	< 0,25 m/s
Umidità relativa	30% - 70%

Fig. 2: Requisiti termici ambientali per persone in attività leggera, per cui in da rispettare in spazi destinati ad ufficio.

è importante considerare l'edificio nella sua totalità, integrando l'architettonico agli aspetti impiantistici. Come già spiegato precedentemente il benessere di un ambiente è indispensabile per la vivibilità dell'occupante e, nel caso specifico di un ufficio, è indispensabile per l'efficienza e la salute del lavoratore. Nella progettazione dello Smart Office anche i sistemi HVAC devono seguire le logiche di *flessibilità* dello Smart Working. Questo perché, come già accennato, nello Smart Office non si ha la tradizionale stanza chiusa adibita ad ufficio dove il lavoratore passa la maggior parte del tempo, ma questo si sposta più frequentemente scegliendo posti differenti dove svolgere il proprio lavoro. Inoltre è importante prevedere già a monte delle possibili riconfigurazioni spaziali, senza dover rivedere l'intero sistema impiantistico.

I sistemi HVAC *Heating Ventilation Air Conditioning* sono gli impianti che permettono il controllo termoigrometrico dell'ambiente e quindi sono indispensabili per garantire il comfort termico e igrometrico. I sistemi HVAC controllano i parametri fisici ambientali che influiscono sul microclima interno, vale a dire temperatura dell'aria t_a [°C], umidità relativa ϕ [%], velocità dell'aria v_a [m/s] e la qualità dell'aria (inquinamento indoor).

Innanzitutto per approfondire meglio i sistemi HVAC è necessario partire facendo un quadro generale sulle normative che regolano l'installazione e l'uso di questi tipi di impianti. È sempre più attuale il tema di efficienza energetica e sostenibilità. Ormai uno degli obiettivi principali della progettazione è il risparmio di consumi energetici per ridurre l'impatto ambientale prodotto dall'inquinamento e dal consumo di risorse fossili non rinnovabili.

Quadro normativo sull'efficienza energetica

La prima legge che fu emanata per regolamentare e limitare i consumi energetici risale al 1976, nel periodo della crisi petrolifera. La legge 373/76 definì nuovi criteri da seguire per quanto riguarda la progettazione, l'isolamento termico e gli impianti per l'installazione, la gestione e la manutenzione. Furono introdotti i concetti di Gradi Giorno (GG), zona climatica, rapporto S/V (superficie disperdente su volume riscaldato) e coefficiente di dispersione volumico C_d.

La prima legge quadro importante in materia di efficienza energetica fu la Legge 10 del 9 gennaio del 1991 "*Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*". Questa legge

stabilì precise regole per la gestione dei sistemi impiantistici negli edifici con la finalità di ridurre il consumo energetico, migliorare l'impatto ambientale e garantire il benessere termico per l'occupante. Vennero imposti criteri anche per l'isolamento termico. La legge si basava sul bilancio termico invernale con apporti e dispersioni di calore. Inoltre venne stabilito l'obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico degli edifici pubblici con l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, ad eccezioni di impedimenti tecnici o economici, e di depositare in comune la relazione tecnica che dimostrava di rispettare quanto stabilito dalla L. 10/91.

Il decreto di attuazione della Legge 10 fu il D.P.R. 412/1993 "*Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4 della legge 9 gennaio 1991, n. 10*". Con questo decreto vennero classificate le zone climatiche in base ai Gradi Giorno, vennero classificati gli edifici in base alla destinazione d'uso e vennero introdotto nuovi criteri progettuali per le prestazioni energetiche.

La prima Direttiva importante in ambito energetico a cui si può far riferimento è la 2002/29/CE, chiamata "*Energy Performance Building Directive*" o EPBD, finalizzata a incentivare il rendimento energetico degli edifici, data la rilevante incidenza di impatto ambientale di questo settore, circa il 40% del totale. Per quanto ne concerne la metodologia di calcolo e i criteri per stabilire le prestazioni energetiche degli edifici si fa riferimento al D.Lgs. 19/08/2005 n.192, ossia il decreto che ha permesso di recepire la Direttiva 2002/29/CE, promuovendo lo sviluppo e la valorizzazione delle fonti rinnovabili, introducendo l'Attestato di Certificazione Energetica ACE. L'ACE indica la prestazione energetica dell'edificio seguita da un elenco di possibili interventi all'involucro o agli impianti con il fine di migliorare l'efficienza energetica di tale immobile. Con il decreto in questione venne inoltre introdotta anche una regolamentazione specifica per la gestione degli impianti HVAC, stabilendo le ispezioni periodiche. Successivamente venne corretto dal D.Lgs 29/12/2006 n.311 promuovendo la riduzione dei gas a effetto serra secondo quanto stabilito dal Protocollo di Kyoto. Con questo decreto venne istituito inoltre l'Attestato di Qualificazione Energetica (AQE) nel quale sono contenuti i fabbisogni di energia primaria e la classe energetica di appartenenza dell'edificio. Segue il D.Lgs. 30/05/2008 n.115, che permise l'attuazione della Direttiva 2006/32/CE, volta a migliorare l'efficienza degli usi finali energetici

e ad abolire la Direttiva 93/76/CEE. Inoltre venne stabilita la metodologia per il calcolo di fabbisogno energetico per la certificazione energetica facendo riferimento alla specifica tecnica UNI TS 11300. Nello stesso anno con la L. 6 agosto 2008, n. 133 (D.L. 25 giugno 2008, n. 112) venne revocato l'obbligo (commi 3 e 4 dell'articolo 6 del D.Lgs 192/2005) di allegare all'atto notarile di compravendita la certificazione energetica del bene immobiliare. Il 2 aprile dell'anno successivo invece entrò in vigore il DPR n. 59/2009, la quale stabilì i requisiti necessari e le metodologie di calcolo energetico per edifici e impianti riguardo alla climatizzazione invernale estiva, ACS e illuminazione artificiale di non residenziali. La principale novità rispetto al D.Lgs. 192/2005 riguarda la climatizzazione estiva. Inoltre per il calcolo del fabbisogno energetico il decreto in questione previde l'obbligo di utilizzo della specifica tecnica UNI TS 11300, in particolare erano state individuate le parti 1 e 2. Lo stesso anno venne emanato il DM 26/06/2009 che stabilì le linee guida per quanto riguarda la certificazione energetica, che divenne obbligatoria in tutta Italia: vennero stabilite le regole, le voci e i valori che deve contenere tale certificazione.

La seconda importante Direttiva di riferimento, che segue la 2002/29/CE, è la Direttiva 2010/31/UE, EPBD II ("*Energy Performance of Buildings Directive II*"), del 19 maggio 2010 emanato dal Parlamento Europeo. Questa Direttiva previde una serie di obiettivi da raggiungere entro il 2020, quali la riduzione dei gas serra del 30%, contenimento dell'aumento di temperatura globale inferiore a 2°C e nuovi incentivi, criteri e metodologie di calcolo per gli edifici nZEB (*Nearly Zero Energy Buildings*), ossia edifici ad altissima prestazione energetica, concetto che, secondo la Direttiva, doveva essere applicato a tutti i progetti di nuova costruzione. Si pone inoltre l'obiettivo di ridurre il consumo energetico del 20%, incentivando l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile e attuando dei piani di miglioramento di tali risorse. Con l'EPBD II si stabilì anche il nuovo Attestato di Prestazione Energetica (APE), in sostituzione all'ACE, che fornisce le caratteristiche di tipo energetico dell'immobile, al quale viene assegnata una classe energetica di una scala convenzionale composta da 10 classi che va dalla A4 (la classe migliore) alla G (la classe peggiore). Tale Direttiva venne recepita però il 4 giugno 2013 con il D.L. 63/2013, contenente nuove regole e metodologie in ambito energetico e si rese obbligatorio l'APE per tutti gli immobili. Le metodologie di calcolo stabilite riguardano le specifiche tecniche UNI TS 11300 (Parte 1 "*Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*"; parte 2 "*Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali*"; parte 3 "*Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*"; parte 4 "*Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*"), CTI 14/2013 ("*Determinazione dell'energia primaria e della prestazione energetica EP per la classificazione dell'edificio*") e UNI EN 15193 ("*Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione*"). Il D.L. 63/2013 venne convertito in legge dalla L. 90/2013. Il 27 giugno dello stesso anno vennero pubblicati i D.P.R. 16/04/2013 n. 74 e D.P.R. 16/04/2013 n. 75. Il primo con l'obiettivo di regolamentare la gestione e la manutenzione degli impianti e il secondo per regolamentare i criteri di accreditamento per gli organismi che si occupano di rilasciare l'attestato energetico. Nel 2015 venne emanato il D.M. 26 giugno 2015 (L. 90/2013) costituito da 3 documenti che aggiornano il quadro normativo, adottando nuove regole per la stesura dell'APE:

- "*Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*";
- "*Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*";
- "*Relazione tecnica Legge 10 - Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici*".

Oltre alle Direttive emanate in ambito di certificazioni e prestazioni energetiche edilizie, vennero emanate Direttive anche in ambito di efficienza energetica. Prima venne emanata la Direttiva 2009/28/CE riguardante l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile. Segue la Direttiva 2012/27/UE ponendo l'obiettivo di ridurre del 20% il consumo di energia primaria entro il 2020, definendo delle strategie e dei piani d'intervento in diversi ambiti, tra cui l'efficienza energetica degli edifici, quindi piani di riqualificazione e misure sui consumi energetici.

L'ultima Direttiva emanata invece modifica sia la Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica e sia la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica e si tratta della Direttiva (UE) 2018/844 del 30 maggio 2018. Con questa vengono posti degli obiettivi da raggiungere per il 2030,

quali la riduzione delle emissioni di gas serra del 40% e l'incentivazione dell'uso di fonti rinnovabili. Vengono posti inoltre obiettivi a lungo termine: riduzione ulteriore dei gas serra e la decarbonizzazione del comprensorio immobiliare, che costituisce il 36% delle emissioni di CO_2 e gas serra dell'UE, il 50% del consumo di energia per riscaldamento e raffrescamento sull'energia totale dell'UE e l'80% di consumo di energia per riscaldamento e raffrescamento nel settore dell'edilizia. Vengono disposte strategie per le ristrutturazioni con maggiori prestazioni energetiche, maggior comfort e maggiore qualità dell'aria con rimozione di sostanze nocive, come ad esempio l'amianto. Si ha la definizione di regole che riguardano l'efficienza dell'involucro, i ponti termici, gli elementi passivi, la ventilazione e l'illuminazione e il suo consumo energetico. La Direttiva prevede lo stanziamento di fondi per investire sul parco immobiliare e degli incentivi per gli edifici nZEB. Inoltre vengono adottati criteri per le ispezioni e la manutenzione degli impianti HVAC. Le metodologie di calcolo per le prestazioni energetiche degli edifici a cui si fa riferimento in quest'ultima direttiva sono le norme ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1, e 52018-1.

Impianti HVAC

Gli impianti di climatizzazioni sono importanti per regolare e garantire il benessere termoigrometrico dello spazio interno. Oltre a controllare la temperatura dell'aria gli impianti di climatizzazione controllano anche la qualità dell'aria e l'umidità relativa.

Garantire il benessere termico all'interno di uno spazio adibito a ufficio è più complesso, questo perché ci troviamo in una condizione in cui i carichi endogeni (carico termico dovuto a persone, apparecchi e illuminazione) sono molto variabili e meno controllabili rispetto ai carichi esogeni (carico termico dovuto ai raggi solari e alla trasmissione del calore). Vi è quindi bisogno che anche gli impianti rispondano alla richiesta di flessibilità e alla capacità di erogare la potenza in modo variabile, quindi in base alle necessità.

È possibile stilare una classificazione degli impianti utilizzati normalmente per la climatizzazione degli uffici:

- **Impianti a tutt'aria**: controllano la temperatura, l'umidità relativa, la velocità e la qualità dell'aria, in inverno e in estate. Con impianto aeraulico ci riferiamo all'Unità di Trattamento Aria (U.T.A.), la quale tratta sia l'aria esterna che l'aria interna di ricircolo, dalla quale recupera calore. L'U.T.A. viene posta generalmente all'esterno della zona da climatizzare e viene collegata con un sistema di canalizzazioni e di terminali, quali griglie, bocchette e diffusori. Le portate d'aria immesse, le quali scambiano con l'aria presente in ambiente, devono rispettare i criteri e i requisiti forniti dalla norma UNI 10339. In generale questa tipologia di impianto è quella che detiene il maggior consumo energetico.
- **Impianti misti aria-acqua**: all'impianto aeraulico viene associato l'impianto idronico. L'aria primaria controlla l'umidità relativa, la velocità e la qualità dell'aria, mentre i terminali idronici controllano la temperatura. Il carico latente e il carico sensibile quindi sono controllati singolarmente, permettendo così più precisione rispetto al tipo di impianto precedente, e inoltre permette di climatizzare differentemente diversi ambienti. Di contro però gli impianti misti sono più difficili da gestire rispetto agli impianti a tutt'aria. Questa tipologia di impianto consente di ridurre la portata d'aria da immettere in ambiente e di conseguenza le dimensioni dei canali, inoltre si ha maggiore flessibilità nella gestione impiantistica e non viene più utilizzata l'aria di ricircolo. L'aria entrante nella U.T.A. è aria esterna e principalmente bilancia il carico latente (il carico sensibile viene bilanciato in parte e in estate). Quest'aria viene immessa in ambiente con un sistema di canalizzazione, come nel caso precedente, ma i terminali in questo caso sono idronici. I terminali ad acqua utilizzati negli impianti misti possono essere: ventilconvettori (fancoil), induttori, sistemi radianti a soffitto o a pavimento, travi fredde, attivazione termica della massa. Questa tipologia di impianto è quella che ha i maggiori costi d'installazione e manutenzione. Gli impianti misti sono il sistema di impianto meno rumoroso.
- **Impianti ad espansione diretta VRF**: controllano la temperatura e la velocità dell'aria. Gli scambiatori di calore sono alimentati dal fluido termovettore, ossia il refrigerante, che permette di produrre potenza termica e frigorifera. Questa tipologia impiantistica permette sia di riscaldare che di raffrescare ed è costituito da una pompa di calore e un terminale ad aria, ossia condizionatore (o split). Gli impianti ad espansione diretta sono quelli che hanno i più alti costi di esercizio, ma anche quelli che occupano meno spazio. Gli impianti ad espansione diretta sono anche impattanti a causa dei fluidi refrigeranti, infatti il Regolamento UE 517/2014 vieta l'utilizzo di moltissimi refrigeranti con un alto potenziale di riscaldamento globale.

Il ruolo dell'occupante sul consumo energetico

L'impatto degli edifici ammonta al 40% del consumo totale di energia e al 36% delle emissioni totali dei gas serra.[2] Per quanto riguarda la dispersione energetica del campo dell'edilizia il 26% di essa è causata dagli edifici per uffici. Secondo quanto riportato dall'International Energy Agency IEA nell'Annex 53 EBC[3] i fattori che influiscono nel dispendio energetico sono sei (fig. 3):

- clima;
- involucro edilizio;
- sistemi energetici e impiantistici;
- manutenzione e gestione edifici;
- attività e comportamento degli occupanti;
- qualità dell'ambiente interno.

Gli ultimi tre fattori sono quelli influenzati dal comportamento umano. Gli occupanti all'interno di un edificio hanno un ruolo chiave sul consumo finale energetico che, oltre ad avere un impatto importante, è anche di difficile previsione. Questo definisce la natura stocastica delle azioni degli individui, in quanto rappresentano una molteplice variabilità, infatti oltre a essere differenti da persona a persona, non esiste una rigida ripetizione dei medesimi comportamenti anche per lo stesso soggetto, seppur di fronte agli stessi stimoli. Infatti, come già approfondito precedentemente, sono molteplici i fattori che influenzano il comfort termico di un individuo, come sono di conseguenza molteplici i fattori che influenzano le azioni dell'utenza, definiti *drivers*. Per questo motivo l'IEA con l'Annex 66 EBC riporta lo studio di metodi di modellazione e quadro metodologico per riuscire ad avere maggiori certezze nella previsione del comportamento degli utenti[4]. Gli studi sui comportamenti del fruitore comprendono sia studi scientifici su modelli che restituiscano risultati quantitativi, come quello in questione, che studi sociali. Le azioni dell'occupante possono essere dettate da fattori esterni, come la cultura, l'economia e il clima, oppure da fattori interni come il comfort termico, la fisiologia e la psicologia del singolo. In più lo studio dell'IEA riportato nell'Annex 66 sottolinea come il comportamento dell'utenza influenzi il funzionamento del sistema edilizio, che a sua volta sarà collegato all'uso e al costo dell'energia, insieme al comfort interno, e di come ciò condizioni l'azione dell'utente creando un circuito chiuso.

Gli strumenti di modellazione per la simulazione del comportamento umano sono principalmente di due tipi: **deterministico** e **stocastico**. Il primo tipo di modello è statico e regolarizzato, tiene conto di variabili misurate statisticamente e che quindi non variano da caso a caso o da individuo a individuo, non si tiene quindi conto dell'incertezza della previsione del comportamento. Il secondo tipo di modello invece tiene in considerazione l'aleatorietà delle azioni, tenendo conto della interazione dinamica tra utenza ed edificio, e fornendo quindi un approccio di tipo probabilistico; sono studi statistici sviluppati sul lungo termine.

È fondamentale anche suddividere i tipi di comportamenti come **adattivi** e **non adattivi**. I primi si riferiscono a quei comportamenti che permettono all'occupante di adattarsi tramite il vestiario o di adattare il clima alle proprie esigenze, attraverso alla regolazione del termostato, all'apertura e alla chiusura della finestra, alla regolazione di schermature, … per permettere di raggiungere il proprio comfort termico. I secondi invece sono quei comportamenti dettati dal buon senso e dall'abitudine, come lo spegnimento di dispositivi digitali o della luce artificiale prima di uscire dal luogo di lavoro, che non incidono sul comfort ma sul consumo energetico.

I modelli studiati in questo progetto infatti è possibile suddividerli come modelli di comportamento adattivo, modelli di comportamento non adattivi, oppure modelli di occupazione. Questi ultimi sono

Figura 3

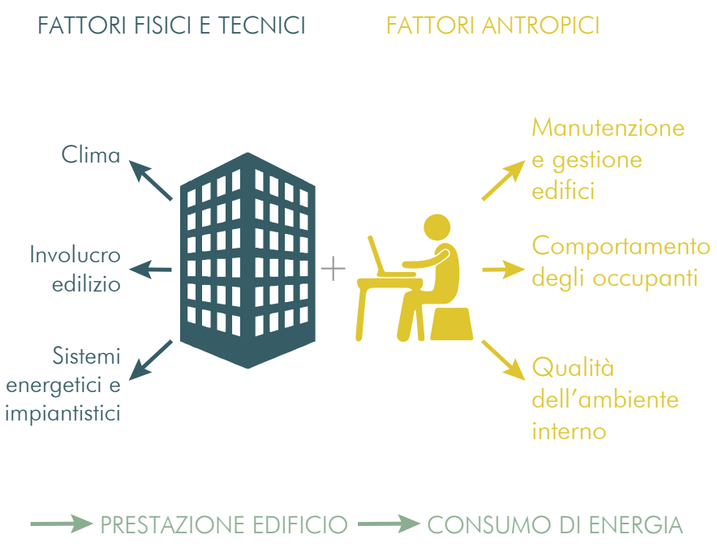


Fig. 3: rielaborazione dello schema dell'Annex 53 dei sei fattori che influiscono sul consumo energetico di un edificio.

[2] Commissione Europea, *Efficienza energetica degli edifici*, Bruxelles 17 febbraio 2020 https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17_it

[3] International Energy Agency IEA, *Annex 53: Total energy use in buildings - Analysis and evaluation methods*, progetto EBC, 2008-2013.

[4] International Energy Agency IEA, *Annex 66: Definition and Simulation of Occupant Behavior in Buildings*, progetto EBC, 2014-2017.

necessari per stimare la presenza degli occupanti, sia durante il giorno, quindi secondo gli orari di lavoro, e sia nell'arco annuale, quindi secondo i giorni feriali e festivi.

Grazie agli strumenti di modellazione per la simulazione dei comportamenti degli occupanti è possibile stimare il grado di efficienza energetica dell'organismo edilizio più accuratamente. Infatti molto spesso l'efficienza energetica stimata da quella reale presenta un enorme divario, il quale è più facile notare negli edifici passivi o impatto quasi zero. Negli ultimi anni infatti gli studi sul consumo e sul risparmio energetico non vertono più soltanto sull'edificio in relazione agli impianti, ma sull'edificio in relazione agli impianti e agli occupanti.

Per di più è necessario tenere in considerazione anche l'influsso del *rebound effect*, o "effetto rimbalzo", vale a dire che un edificio con maggiori prestazioni energetica suscita maggiori aspettative nell'occupante, che lo porta ad assumere comportamenti più dispendiosi alla ricerca di un sempre più elevato comfort, senza riflettere sullo spreco di energia provocato, poiché comunque riscontra un risparmio di tipo economico.

Secondo il sondaggio condotto da Benedetta Pioppi, Cristina Piselli, Chiara Crisanti e Anna Laura Pisello, pubblicato sul *Journal of Building Performance Simulation*[5], i comportamenti maggiormente dispendiosi sono valori di set-point della temperatura estremi, apertura delle finestre per regolazione manuale della ventilazione naturale con i sistemi HVAC accesi e mantenere costantemente accesi dispositivi elettrici e luci anche quando non si stanno utilizzando.

Sono stati creati differenti scenari variando i comportamenti degli utenti, in funzione della temperatura di set-point degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, gli orari di utilizzo, la ventilazione, l'uso di apparecchi elettrici e d'illuminazione, sistemi di schermatura e l'ACS. Lo scenario S0, quello di riferimento, rispecchia le risposte ottenute dal sondaggio. Lo scenario S-1 considera che tutti gli occupanti assumano comportamenti onerosi, per cui è il caso peggiorativo. Lo scenario S1 rappresenta uno scenario migliorativo, ma non ottimale, per cui vengono impostati tutti comportamenti che migliorano l'efficienza energetica: vengono eliminati i comportamenti dispendiosi, ma non attuando tutti i comportamenti raccomandabili, quindi rimangono le temperature di set-point medie, vengono ridotte al minimo le aperture delle finestre, vengono rimossi i comportamenti dispendiosi sui dispositivi elettrici e luci e in più viene previsto il controllo delle schermature. Lo scenario S2 è suddiviso in sei sotto-scenari considerando i primi tre scenari con temperatura di set-point di raffreddamento uguale a S0 e temperature di set-point di riscaldamento in graduale calo, mentre gli ultimi tre scenari tengono conto della temperatura di set-point di riscaldamento uguale a S0 e delle temperature di set-point di raffrescamento in graduale aumento. Lo scenario S3 considera invece tre sotto-scenari in cui entrambe le temperature di set-point migliorano gradualmente e contemporaneamente. Lo scenario S4, ossia l'ultimo, stima uno scenario ottimale, con le temperature di set-point ottimali (come lo scenario S3.3), apertura e chiusura manuale delle finestre per il controllo della ventilazione però collegato a sistemi che rilevano e avvisano l'utente quando è necessario aprirla e quando è necessario chiuderla, la presenza di un termostato per ogni ufficio con sistemi di rilevazione di sprechi di energia. Tutti questi scenari sono stati simulati e studiati considerando un reale caso studio (uffici di un'azienda di moda a Milano) e utilizzando software come *EnergyPlus*.

In sintesi, da queste simulazioni, è risultato che l'impatto energetico dello scenario S-1 è circa il doppio di S0, al contrario lo scenario S1 ha una riduzione del 17% circa rispetto allo scenario di riferimento. È ovvio che nello scenario ottimale S4, si raggiunge un risparmio di circa €12500[6].

Per lo studio del comportamento umano negli uffici oltre all'elaborazione di modelli sperimentali, si è ricorso anche alla scienza sociale, sfruttando due particolari teorie, ossia la **teoria sociale cognitiva** e la **teoria del comportamento pianificato**.

La teoria sociale cognitiva di Bandura si basa su tre fondamentali elementi, che sono la personalità individuale (fattori cognitivi, biologici e affettivi), il comportamento e l'ambiente sociale, le quali si influenzano reciprocamente, e al centro di questo sistema opera l'*human agency*, ossia la capacità umana di agire nel contesto nel quale si trova e grazie al quale trasforma gli eventi grazie alle scelte che compie e mette in atto.

Secondo invece alla teoria del comportamento pianificato di Ajzen, il comportamento umano è il risultato dell'intenzione, la quale deriva da tre fattori: atteggiamento, norme soggettive e controllo percepito. La prima componente fa riferimento alle aspettative che un individuo ha sull'esito che si potrà avere da un determinato comportamento. Le norme soggettive invece fanno riferimento alle aspettative che hanno altre persone nei nostri confronti. Infine al controllo percepito si attribuisce la percezione che ogni singolo individuo ha di poter attuare un dato comportamento, per cui

[5] B. Pioppi, C. Piselli, C, Crisanti, A.L. Pisello, Human-centric green building design: the energy saving potential of occupants' behaviour enhancement in the office environment, Journal of Building Performance Simulation, vol, 13, n. 6 1 Settembre 2020, pp. 621-644

[6] Ibidem.

ciò che il soggetto crede, e le sue convinzioni sono fondamentali per lo sviluppo delle intenzioni che permettono di attuare un determinato comportamento.

D'Oca, Pisello, De Simone, Barthelmes, Hong e Corgnati, ricercatori di diversi dipartimenti energetici in Italia e nel mondo, hanno pubblicato uno studio sul sistema uomo-edificio che mette insieme la disciplina della fisica con le discipline delle scienze sociali[7]. È stata svolta un'indagine in tre luoghi differenti dal punto di vista climatico: Torino, Perugia e Rende. I quattro obiettivi principali di questa indagine sono la comprensione: dei driver motivazionali che guidano l'interazione dell'individuo con i sistemi di controllo ambientali condivisi; delle norme sociali, degli atteggiamenti e della capacità di condivisione dei sistemi ambientali; della percezione dell'utenza di saper regolare efficientemente i sistemi di controllo; della percezione dell'utente del comfort, della produttività e della soddisfazione.

Per quanto riguarda l'analisi dei driver motivazionali sul controllo dei sistemi ambientali, i risultati ottenuti dichiarano che gli individui aprono le finestre per il ricambio d'aria e vengono richiuse quando la temperatura interna diventa troppo alta o troppo bassa, gli elementi schermanti vengono aperti per sfruttare la luce diurna, ma richiusi quando si verifica abbagliamento. In generale i termostati e gli apparecchi d'illuminazione vengono regolati maggiormente con l'idea di ristabilire il comfort, molto meno con la finalità di risparmiare energia.

In merito alla condivisione dei sistemi di controllo, l'indagine ha riscontrato che i diversi tipi di sistemi (termostato, finestre, ombreggiamento e illuminazione) hanno ottenuto all'incirca gli stessi risultati, ma diversi per le tre differenti zone oggetto di studio. Infatti Rende, area meridionale, ha rilevato una minor propensione alla condivisione dei controlli, contrariamente all'area settentrionale di Torino che ha constatato un'alta intenzionalità alla condivisione.

In relazione agli atteggiamenti invece è stato registrato che la maggior parte delle persone intervistate di tutte e tre le zone, ritiene corretto e giusto la condivisione del controllo con i colleghi. Risultati differenti sono stati riscontrati per l'ambito della norma soggettiva, per la quale gli intervistati settentrionali hanno segnalato una più alta aspettativa dei colleghi nei loro confronti sulla condivisione, rispetto alle altre due zone climatiche.

Sempre riguardo alla condivisione, il questionario ha registrato che le persone che condividono l'ufficio con due o più colleghi, segnalano una più alta "contrattazione" sulla gestione dei controlli, soprattutto

[7] S. D'Oca, A. L. Pisello, M. De Simone, V. M. Barthelmes, T. Hong, S. P. Corgnati, *Human-building interaction at work: Findings from an interdisciplinary cross-country survey in Italy*, Building and Environment, vol. 132, 2018, pp. 147-159.

per quanto riguarda l'apertura e la chiusura delle finestre.

Inoltre, dei quattro controlli trattati, le persone rivelano una minor conoscenza sulla regolazione del termostato.

Per quanto concerne il quarto e ultimo obiettivo dell'indagine, gli intervistati hanno dichiarato di ritenersi maggiormente soddisfatti della qualità dell'illuminazione, piuttosto che della qualità dell'aria e della temperatura. Inoltre viene ritenuto che tutti i controlli ambientali di riferimento influiscano sulla produttività, in particolare l'illuminazione, mentre la temperatura e la qualità dell'aria interna vengono percepiti negativamente, ossia come causa di mancanza di produttività. La temperatura interna, ossia il comfort termico negli uffici, è ritenuta la principale causa di disagio, oltre che il fattore più difficile da gestire, la cui condivisione del controllo fa nascere disaccordi.

In sintesi, questa ricerca ha voluto indagare sui comportamenti degli occupanti tramite uno studio interdisciplinare, che oltre alla fisica ha coinvolto le scienze sociali. L'obiettivo è quello di migliorare i modelli per la simulazione del comportamento dell'occupante in termini di consumi energetici, avente come finalità un miglioramento in termini di comfort, e quindi anche di soddisfazione e produzione dell'utenza, e risparmio energetico, grazie anche a una possibile costruzione di tecnologie innovative.

In conclusione, le molteplici ricerche che indagano sul ruolo dell'occupante sull'efficienza energetica, oltre a definire l'importanza di modelli di simulazione delle azioni umane per cercare di progettare un edificio il più possibile prestazionale, constatano quanto sia importante che l'utente venga informato e sensibilizzato al risparmio di energia e all'uso responsabile e sostenibile dei sistemi impiantistici.

Smart Building

Lo *Smart Building* è definito dall'*European Intelligent Building Group* (EIBG) e dall'*Intelligent Building Institute* (IBI) come "edificio che fornisce un ambiente produttivo e conveniente attraverso l'ottimizzazione dei suoi quattro elementi base (strutture, sistemi, servizi, gestione) e la loro interrelazione" . Si tratta quindi di un "edificio intelligente" dotato di infrastrutture tecnologiche, per cui tutti i tipi di impianti (energetici, elettrici, di sicurezza, di telecomunicazione, …) sono collegati a dei software e a dei sistemi sensoristici. Ciò permette l'**automatizzazione** dell'edificio, permettendo di ottenere un notevole risparmio energetico, la riduzione dell'inquinamento e il miglioramento del comfort degli occupanti. I benefici

dell'edificio automatizzato possono essere quantificabili monetariamente come risparmio di energia, aumento della produttività e del valore dell'immobile, definiti *hard benefits*, oppure non quantificabili ma che riguardano gli ambiti sociali ed economici, quindi il comfort termico e visivo dell'utenza, la sicurezza e la sostenibilità ambientale con la riduzione di emissione di gas inquinanti, definiti *soft benefits*. Ovviamente questa tecnologia comporta anche dei rischi sui dati, quali privacy e sicurezza.

Gli elementi chiave di uno Smart Building sono quattro:

- ***building devices & solutions***, ossia impianti e tecnologie che permettono sia il comfort che la sicurezza degli occupanti, quindi si tratta di sistemi energetici, che è possibile suddividere in e di sicurezza;
- ***automation technologies***, vale a dire i sistemi sensoristici che collegano gli impianti alle determinate piattaforme digitali e software, per permettere l'automatismo;
- **piattaforme di controllo e gestione**, ovvero i software e le piattaforme digitale che raccolgono ed elaborano i dati recepiti dai sensori;
- ***connectivity***, che comprende i sistemi di comunicazione digitale, quindi collegamenti tramite wireless o cablati tra i sistemi sensoristici e i software di controllo e gestione.

È possibile inoltre suddividere gli impianti e i sistemi che fanno parte di un edificio intelligente in tre tipologie:

- **energia**, vale a dire produzione ed efficienza energetica, con sistemi da remoto che monitorano e gestiscono i parametri ambientali, accendono e spengono i dispositivi, modulano i carichi in base alla rete e ai prezzi energetici, regola gli impianti e controlla le emissioni inquinanti;
- **sicurezza**, ossia sistemi che controllano e garantiscono la sicurezza degli individui, quindi videosorveglianza, controllo degli accessi, controllo e segnalazione malfunzionamento degli impianti con pianificazione delle manutenzioni, controllo emissioni nocive e sistema antincendio;
- **comfort**, ovvero i sistemi che permettono il benessere degli occupanti all'interno dell'edificio, come sistemi di illuminazione, sistemi di prenotazione e gestione di aree di lavoro o di parcheggi, controllo del flusso di persone e controllo e assistenza vocale per impianti e dispositivi.

Il concetto e le tecnologie legate all'edificio intelligente risalgono al 1880, quando l'olandese Cornelis Drebbel inventò il primo termostato a mercurio in grado di controllare la temperatura di uno spazio, per cui il primo dispositivo da cui si evolse la tecnologia per la regolazione dei sistemi HVAC. Nel 1984 negli Stati Uniti si parla per la prima volta di "*Intelligent Building*", un edificio avente le prime tecnologie di automazione, ossia sistemi di telecomunicazioni e sistemi di gestione e servizi di rete. Successivamente iniziarono a evolversi i *Building Management System* BMS, ossia le tecnologie di controllo, gestione e regolazione di tutti i sistemi impiantistici e apparecchiature anche da remoto, dai quali si ottengono dati che costituiscono la base per i *Building Energy Management System* BEMS, vale a dire sistemi di controllo, gestione e regolazione del fabbisogno energetico dell'edificio e i sistemi e gli impianti correlati. Tra i sistemi che permettono l'automazione troviamo lo sviluppo dei *Building Automation System* BAS e dei *Building Automation Control System* BACS ovvero sistemi tecnologici di raccolta dei dati, che permette la raccolta e l'analisi delle prestazioni dell'edificio rilevate.

I sistemi di controllo e automazione quindi monitorano i parametri ambientali di temperatura dell'aria e umidità relativa, la velocità di ricambio dell'aria, l'acqua calda sanitaria, le emissioni di gas e sostanze nocive e l'illuminazione; si basa su diverse tecnologie, tra cui i sensori, che rilevano i dati fisici convertendoli in segnali digitali, l'unità centrale di elaborazione CPU, che elabora i dati ricevuti dai sensori ed elabora le strategie di controllo, gli attuatori, che permettono l'attuazione della strategia di controllo sviluppata dalla CPU, le tecnologie ICT (*Information and Communication Technologies*) ossia i sistemi di telecomunicazione fra i sensori, la CPU e gli attuatori, ma anche tra questi, l'utenza e l'ambiente esterno.

Le strategie di controllo che vengono elaborate possono essere suddivise in due categorie: *traditional control strategies* TCS e *advanced control strategies* ACS. Il TCS può essere controllo di accensione e spegnimento oppure controllo di processo, come il controllo PID (Proporzionale, Integrale e Derivativo). Queste strategie di controllo vengono utilizzati per il controllo dei sistemi HVAC attraverso sensori come termostati, pressostati e umidostati. Di contro TCS hanno diversi limiti, infatti il maggior svantaggio è la mancata interazione con l'ambiente esterno e con l'utenza, che causa una bassa precisione di rilevazione dei dati e una bassa efficienza energetica; inoltre, pur avendo un basso costo iniziale, ha un elevato costo di manutenzione; non è in grado di rilevare input dinamici e in più non è possibile modificare le variabili d'ingresso, come temperatura di

set-point, orari e modalità di lavoro. L'ACS invece permette di raggiungere un miglioramento per l'efficienza energetica e per tutti gli altri obiettivi dello Smart Building, tra cui anche un miglioramento del comfort interno, riduzione dei costi energetici e maggiore sostenibilità ambientale. È in grado di interagire con l'esterno, con rilevazione di condizioni climatiche e meteorologiche e i prezzi dinamici dell'elettricità, e con l'utenza e la sua dinamicità, infatti i dati raccolti sul consumo energetico e sul comportamento degli individui vengono utilizzati come feedback e dati di input del sistema per cercare di migliorare il comfort degli occupanti. Inoltre questa strategia di controllo viene applicata sia ai sistemi HVAC che ai sistemi di accumulo di energia termica ed elettrica.

Entrando nel merito del contesto normativo, i sistemi di controllo sono classificati, secondo la norma UNI EN 15232, da una classe minima "D" a una classe massima "A"[8]:

- D – non efficiente energeticamente, nessuna misura di automazione applicata, solo termostati centralizzati;
- C – efficienza energetica standard, regolazione automatica della temperatura attraverso termostati, regolazione di temperatura dell'acqua in base alla temperatura esterna e accensione e spegnimento dell'illuminazione controllata da sensori;
- B – efficienza energetica avanzata, regolazione della temperatura integrata e l'illuminazione si autoregola in base anche alla luce naturale all'interno e mantiene valori d'illuminazione interna adatta a garantire il comfort visivo;
- A – alta efficienza energetica, tutti gli impianti sono dotati di sistemi di automatizzazione e sono regolati in base alla rilevazione del clima ambientale, prevedono la presenza di tecnologia free cooling e per quanto riguarda l'illuminazione vengono automatizzati anche i sistemi di schermatura e ombreggiamento per regolare anche l'ingresso della luce naturale.

Nel 2015[9] è stato stabilito che, per quanto riguarda gli edifici di nuova costruzione non residenziali, il livello dei sistemi di automazione e controllo devono partire categoricamente da una classe minima B.

L'evoluzione degli Smart Building è fondamentale sia per la costruzione degli edifici nZEB, requisito obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione (dal 2019 per gli edifici pubblici e dal 2021 saranno obbligatori anche per edifici privati e residenziali), e sia per il raggiungimento degli obiettivi della Direttiva 2018/844, in cui si determina anche l'indicatore di misurazione dell'intelligenza degli edifici: *Smart Readiness Indicator* SRI. Questo permette di misurare il risparmio energetico che si ottiene grazie alle tecnologie "intelligenti", secondo tre criteri: comfort, efficienza e flessibilità.

Nonostante la molteplicità di vantaggi che porta l'automazione, l'IEA nell'Annex 79 EBC[10] di contro riporta che molto spesso gli occupanti non raggiungono le condizioni di comfort, così da intervenire sui sistemi impiantistici e di automazione, coprendo determinati sensori, ottenendo un maggiore consumo energetico. L'utente raggiunge un maggiore grado di soddisfazione se detiene, anche in minima parte, il controllo sui sistemi energetici ed elettrici.

Sempre perseguendo l'obiettivo del risparmio energetico e della realizzazione di edifici nZEB, nasce nel 2017 il progetto HEART Horizon 2020 dell'Unione Europea, diretto dal Politecnico di Milano, ma al quale partecipano 16 partners provenienti da 10 diversi paesi europei.

HEART (*Holistic Energy and Architectural Retrofit Toolkit*) è un progetto della durata di quattro anni (2017-2021) che ha come finalità l'ottimizzazione dell'efficienza energetica, concentrandosi sull'Europa centrale e meridionale, dove il cambiamento climatico ha portato a un maggiore consumo di energia. HEART è un toolkit di retrofit multifunzionale costituito da diversi componenti, quali ICT, HVAC, BEMS, BIPV e tecnologie di involucro, che collaborano nella trasformazione di un edificio esistente in un edificio intelligente. Il progetto ha come obiettivo la trasformazione degli edifici in edifici nZEB, infatti la finalità è contribuire a raggiungere l'obiettivo imposto dall'Unione Europea, ossia una diminuzione dei consumi energetici dell'80% entro il 2050.

Il nucleo centrale del sistema, che ne permette la gestione, la pianificazione operativa e il monitoraggio, è la piattaforma cloud. Le strategie di controllo adottate dal sistema sono predittiva e adattiva. Per predittiva si intende la capacità di prevedere il comportamento dinamico dell'occupante, le funzionalità dei sistemi, la pianificazione dei carichi del sistema elettrico, i prezzi dinamici dell'elettricità, le condizioni ambientali e meteorologiche esterne e inoltre il modello predittivo utilizza il potenziale della massa termica dell'edificio per stabilire la produzione, il consumo e l'accumulo di energia del sistema; per adattivo invece si intende la capacità di flessibilità nel controllo di comportamenti imprevedibili dell'edificio, per cui grazie a questo tipo di controllo e di logica il sistema è in grado di rispondere rapidamente a cambiamenti improvvisi.

[8] UNI EN 15232-1:2017 - Prestazione energetica degli edifici - Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici.

[9] Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

[10] International Energy Agency IEA, *Annex 79: Occupant behaviour-centric building design and operation*, progetto EBC, 2018-2023 (in corso).

L'elaborazione dei dati, da input a output, tiene conto sia delle caratteristiche del fabbricato che delle esigenze dell'occupante. Pertanto in base alle caratteristiche dell'edificio e al contesto ambientale, il sistema è in grado di ridurre la produzione di energia in base alle necessità reali ambientali, ma anche in base alle esigenze dell'utente. Il toolkit HEART è creato con l'intento di attuare un risparmio energetico, non solo durante l'utilizzo dell'edificio, ma anche durante la progettazione e la costruzione o ristrutturazione e retrofit. Tale kit è composto da un involucro con sistema a cappotto modulare e presenza di sensori; nuovi serramenti; tegole fotovoltaiche connessa a dispositivi di ottimizzazione per produzione, stoccaggio e consumo; pompa di calore idronica avente potenza termica modulare; serbatoio di accumulo dell'acqua calda o acqua fredda come stoccaggio di energia termica da fotovoltaico; smart fan-coil; batterie per accumulo elettrico (la rete elettrica prevista per l'edificio HEART è *Smart Grid*); sistemi BACS, sensori e piattaforma web, a cui gli utenti possono accedere e rilevare i consumi energetici, l'utilizzo, eventuali guasti e bisogno di manutenzione.

L'occupante inoltre diventa parte attiva del sistema poiché, oltre a poter monitorare i dati raccolti dal sistema, può intervenire sulle impostazioni dei parametri ambientali per gli impianti di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione. Inoltre il sistema del progetto HEART permette anche uno scambio di dati con altre utenze, con l'intenzione di sollecitare gli individui, attraverso l'interazione sociale, a una maggiore sensibilizzazione al risparmio energetico.

IL COMFORT VISIVO

L'importanza del progetto illuminotecnico all'interno dei luoghi di lavoro è data dal fatto che l'illuminazione è la condizione di base per il corretto e produttivo svolgimento del lavoro. Lo studio attento della luce contribuisce inoltre alla valorizzazione del posto di lavoro rendendolo anche più confortevole per il lavoratore.

Il **comfort visivo** è condizionato dai seguenti fattori:

- *Illuminamento sul piano di lavoro*, in base all'attività da svolgere, alle caratteristiche del compito visivo e all'attitudine visiva del soggetto;
- *Distribuzione della luminanza*, ovvero in quanto l'occhio percepisce gli ambienti e gli oggetti in base alla loro luminanza la quale dipende anche dai fattori di riflessione delle superfici;
- *Abbagliamento*, ovvero un disturbo dovuto alla presenza di sorgenti luminose con luminanza di molto maggiore rispetto a quella di adattamento. L'abbagliamento può essere: *molesto* quando non crea un vero e proprio impedimento visivo ma solo un disturbo, si forma quando ci sono sorgenti luminose che creano una situazione di contrasto nel campo visivo; *perturbatore*, quando la luminanza è talmente elevata che crea una un velo di luce sulla retina che impedisce solo temporaneamente la visione; *da saturazione*, quando il campo visivo è occupato da tutta una superficie con una luminanza molto elevata (classica situazione in cui siamo costretti a mettere gli occhiali da sole); *da adattamento*, quando si passa da un ambiente molto luminoso ad uno più buio. Attualmente per valutare la schermatura da abbagliamento, viene utilizzato l'indicatore *DGP (Daylight Glare Probability)* che definisce la probabilità che si verifichino fenomeni di abbagliamento e quindi di discomfort. Per le situazioni più sfavorevoli il valore di DGP non deve superare il 5% delle ore in cui l'ambiente viene utilizzato.
- *Contrasto di luminanza*, più basso è il contrasto minore sarà la prestazione visiva. Si può per esempio pensare ad un libro con le pagine bianche, se le scritte sono nere si riesce a leggere bene perché c'è un elevato contrasto, se le scritte fossero grigie il contrasto diminuirebbe e si leggerebbe poco diminuendo quindi la prestazione;
- *Colore della luce*, influisce notevolmente su aspetti psicologici e fisiologici legati quindi alla gradevolezza generale dell'ambiente;
- *Resa del colore della luce*, esprime il grado di fedeltà con cui una sorgente riesce a riprodurre i colori degli oggetti che vengono illuminati. A livello inconscio si può avere una sensazione di disagio quando una sorgente non riesce a riprodurre fedelmente i colori dell'ambiente limitandosi solo a un solo campo dello spettro visibile;
- *Acuità visiva*, è la capacità dell'occhio di percepire un oggetto in tutti i suoi dettagli. Questa capacità cresce con l'aumentare dell'illuminamento e migliora in proporzione alla luminanza e al contrasto.
- *Tempo di visione*, ovvero la velocità di visione di un oggetto.
- *Direzionalità della luce*, infatti una luce concentrata e con direzione prevalente può causare ombre nette che non consentono il normale svolgimento dell'attività.

Come regola generale comunque gli ambienti dedicati agli uffici devono disporre di un'adeguata

luce naturale, che fornisca la giusta quantità di benessere per il lavoratore, integrata anche con un'illuminazione portata dalla **luce artificiale** che sia adeguata e regolabile per il lavoro da svolgere in qualsiasi momento della giornata.

L'allegato IV "Requisiti dei luoghi di lavoro" del D.Lgs. 81/2008 riporta molte indicazioni sull'illuminazione naturale e artificiale degli ambienti di lavoro, stabilendo quindi che, a meno che non si tratti di locali sotterranei, «*i luoghi di lavoro devono disporre di sufficiente luce naturale. In ogni caso, tutti i predetti locali e luoghi di lavoro devono essere dotati di dispositivi che consentano un'illuminazione artificiale adeguata a salvaguardare la sicurezza, la salute e il benessere di lavoratori. […] Gli impianti di illuminazione dei locali di lavoro e delle vie di circolazione devono essere installati in modo che il tipo d'illuminazione previsto non rappresenti un rischio di infortunio per i lavoratori. […] I luoghi di lavoro nei quali i lavoratori sono particolarmente esposti a rischi in caso di guasto dell'illuminazione artificiale, devono disporre di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità*».

In Italia il testo normativo che si occupa dell'illuminazione negli spazi interni dei luoghi di lavoro è il Testo Unico sulla Sicurezza nei Luoghi di Lavoro (DM 81/2008) che a sua volta si basa sugli aspetti attuativi della normativa europea UNI-EN 12464-1 del 2001 della quale la Parte 1 si riferisce ai Posti di Lavoro in Interni.

Illuminazione naturale

È in primis necessario sottolineare che quando si parla d'illuminazione naturale ci si riferisce principalmente a due **sorgenti**: come sorgente luminosa *diretta* vengono considerati i raggi del sole, come sorgente *diffusa*, ovvero quella di cui effettivamente si tiene conto quando si parla di luce naturale, è la luce della volta celeste, che non è altro che la somma dei raggi solari riflessi sulla superficie terrestre e i raggi assorbiti dai gas presenti in atmosfera. La luce del sole è caratterizzata da una temperatura di colore correlata di circa 5500 K, quindi più bianca e più calda rispetto a quella della volta celeste; comportando quindi eccessivi sbalzi di luminanza e forte contrasto che possono causare abbagliamento e situazioni di discomfort. La luce del cielo invece ha una tonalità bianca più fredda, con una temperatura di colore correlata pari circa a 6500 K e con una luminanza più contenuta, non creando quindi particolari situazioni di discomfort.

La luce naturale ha da sempre avuto un ruolo molto rilevante in architettura, basti pensare a Vitruvio che nel *De Architectura* sottolineava l'importanza dell'orientamento e dell'irraggiamento nella progettazione degli edifici, o durante il Rinascimento quando la luce diventò un vero e proprio fattore estetico nel progetto architettonico. La luce naturale assume quindi un certo valore in architettura sia per le sue potenzialità estetiche che ovviamente funzionali, contribuendo alla definizione delle forme, dello spazio e del tempo. In alcune strutture per uffici non è stato tenuto conto dei molteplici vantaggi che l'illuminazione naturale può garantire oltre a un evidente risparmio in termini di costi. La progettazione attenta della luce naturale in architettura consente infatti di limitare i consumi energetici e i costi di gestione dell'immobile, grazie al ridotto utilizzo sia della luce artificiale che del riscaldamento.

La luce naturale è tra gli aspetti che creano maggiore soddisfazione e comfort nei dipendenti, di conseguenza quando i lavoratori sono più soddisfatti delle condizioni in cui lavorano sono molto più felici in generale, diventando quindi più produttivi a livello lavorativo. È inoltre risaputo che l'illuminazione naturale genera nell'uomo non pochi effetti positivi, sia a livello di benessere e stabilità emozionale, sia per quanto riguarda benefici fisici e psicologici durante l'orario di lavoro. A livello fisiologico infatti l'esposizione delle persone alla luce naturale favorisce lo sviluppo della serotonina che, detto anche ormone del buonumore, favorisce la riduzione della concentrazione degli ormoni dello stress. Inoltre, che il lavoro svolto dai dipendenti in luoghi luminosi e arieggianti è molto più creativo e produttivo rispetto a quello svolto in spazi più cupi e chiusi.

La quantità di luce naturale che può entrare all'interno di un edificio dipende da caratteristiche esterne e interne ad esso. Quelle esterne sono quelle di cui abbiamo già parlato, quindi le condizioni metereologiche dell'ambiente esterno. Per quanto riguarda invece la luce all'interno dell'edificio, la sua quantità può variare in base all'orientamento dell'edificio stesso, dimensioni e riflessione dell'ambiente interno, superficie vetrata con eventuali schermature e ostruzioni esterne.

Il progetto di illuminamento naturale in un ambiente interno è determinato quindi dalla somma di molteplici fattori (fig. 5):

- dal flusso luminoso diretto proveniente dalle sorgenti esterne: sole e volta celeste (Φ_d);
- dal flusso luminoso riflesso dalle ostruzioni e dalle superfici esterne come il terreno o edifici adiacenti ($\Phi_{r,e}$);
- dal flusso luminoso indiretto provocato dalle multiple riflessioni generate sulle superfici dell'ambiente interno ($\Phi_{r,i}$).

La modalità di calcolo per la luce naturale in ambienti interni attualmente utilizzata secondo la normativa vigente è il calcolo del *Fattore di Luce Diurna*. Più specificatamente, secondo la Circolare ministeriale 3151/67 il Fattore di Luce Diurna è *«il rapporto tra l'illuminamento medio dell'ambiente chiuso che si avrebbe, nelle stesse condizioni di tempo e luogo, su una superficie orizzontale esposta all'aperto in modo da ricevere luce dall'intera volta celesta senza irraggiamento diretto del Sole»*. Rappresenta cioè un valore percentuale costante nel corso dell'anno e indipendente dalle condizioni esterne. È quindi il rapporto tra l'illuminamento in un punto interno dell'ambiente e l'illuminamento su un piano orizzontale esterno dovuto dalla volta celeste escludendo la radiazione diretta del sole.

Si può quindi dire in sintesi che il FDLm non è altro che un indice adimensionale che definisce la percentuale di luce dell'ambiente interno rispetto a quella dell'ambiente esterno. Dipende quindi dalla volta celeste, dalle caratteristiche e dalle dimensioni sia delle finestre che dell'ambiente interno.

C'è però da dire che questo calcolo presenta dei limiti in quanto non tiene conto né dell'orientamento

Figura 5

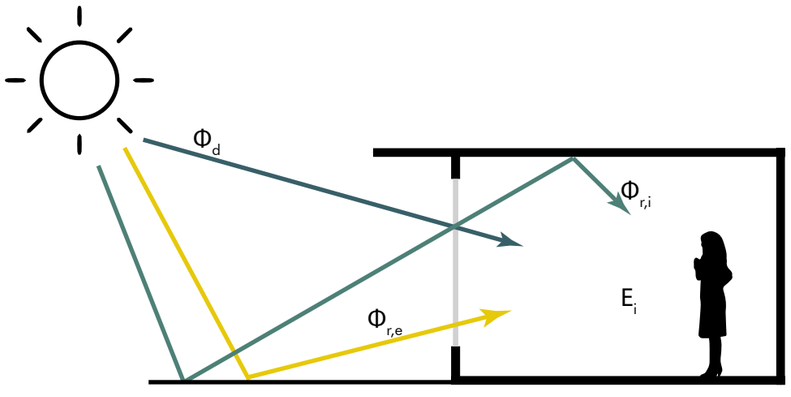


Fig. 5: schema in cui sono rappresentati i diversi flussi entranti in ambiente Φ_d,$\Phi_{r,e}$ e $\Phi_{r,i}$.

dell'edificio né della latitudine, considera sempre una situazione di cielo coperto portando quindi a valori sottostimati del 20% fino al 70% rispetto ai valori reali, non tiene conto dell'eventuale presenza di sole diretto, non considera la stagione e l'eventuale presenza di schermature mobili.

Illuminazione artificiale

La luce artificiale nel progetto architettonico riveste un ruolo importante tanto quanto quello della luce naturale, basti pensare a situazioni di cielo molto coperto o semplicemente quando il sole tramonta. L'utilizzo della luce artificiale consente quindi di svolgere le normali attività o le mansioni lavorative in qualsiasi momento e in qualsiasi condizione esterna, quando la sola luce naturale non può garantire la normale prestazione visiva. C'è inoltre da dire che, nonostante la luce artificiale non procuri grandi benefici fisiologici o psicologici come la luce naturale, ha il grande vantaggio di essere regolabile e consente una maggiore qualità della luce. La luce artificiale deve comunque rispettare alcuni requisiti di base come essere il più simile possibile alla luce naturale, non provocare abbagliamento, non avere oscillazioni e avere la giusta proporzione di contrasto tra luce e ombra.

L'obiettivo del progetto illuminotecnico di luce artificiale è in sintesi quello di determinare all'interno dell'ambiente la distribuzione e il numero degli apparecchi necessari al corretto svolgimento delle attività e in una situazione di comfort visivo. Il calcolo avviene tramite il **metodo del flusso totale,** esso restituisce l'illuminamento medio (E_m) su un piano di lavoro, generato da sorgenti disposte uniformemente considerando però un ambiente parallelepipedo. Il flusso luminoso totale (Φ_t) corrisponde al numero delle sorgenti installate per il flusso nominale di ogni sorgente.

È necessario però che l'illuminamento medio all'interno degli ambienti rispetti dei valori minimi richiesti dalle normative. Questi valori variano ovviamente in base alle attività da svolgere all'interno dell'ambiente; secondo la normativa UNI 10380:1994/A1 "*Illuminazione di interni con luce artificiale*", per esempio, negli ambienti ad uso ufficio l'illuminamento medio varia dai 500 lx ai 750 lx, in base all'attività svolta.

Human Centric Lighting

Negli ultimi anni è stato dimostrato come la luce possa avere delle influenze sull'uomo non solo riguardanti gli aspetti visivi, ma anche sugli aspetti emotivi, cognitivi

e biologici; questo vuol dire che un'adeguata illuminazione non comporterà solo il giusto svolgimento di un'attività lavorativa, ma influirà anche sulla tranquillità o agitazione di un individuo e sulla sua salute. È per questo che si è iniziato a parlare di *Human Centric Lighting (HCL),* intesa dall'associazione *Lighting Europe*[11] come «*Un insieme di soluzioni e sistemi di illuminazione che combinano effetti visivi, biologici ed emozionali della luce, influenzando il benessere e le prestazioni individuali delle persone*». Più semplicemente, è il progetto illuminotecnico che mette al centro della progettazione il benessere dell'uomo, ottimizzando l'impatto che la luce ha sugli aspetti biologici ed emotivi, studiando l'illuminazione più corretta per qualsiasi ora del giorno in qualsiasi momento dell'anno, consentendo quindi una vera e propria dinamicità d'illuminazione.

Lo scopo principale di un progetto illuminotecnico deve essere sempe quello di fornire le giuste condizioni visive per svolgere il proprio lavoro, ma per essere un progetto completo deve porsi altre domande. In primis bisogna definire quel è la sensazione che l'illuminazione vuole fornire all'individuo che occuperà quello spazio; bisogna quindi stabilire a livello emotivo cosa si vuole suscitare nell'uomo. L'illuminazione cambierà quindi in base anche alla funzione dello spazio da utilizzare, per esempio una sala relax dove quindi una persona tende a essere più tranquilla e rilassata rispatto a un ufficio dove invece bisogna tenere un certo livello di concentrazione. Molto importante per l'approccio HCL è anche stabilire gli effetti dell'illuminazione nella sfera biologica dell'uomo in quanto la luce influenza notevolmente il ritmo circadiano, rende più produttivi durante il giorno mentre migliora il sonno durante la notte. Da questo derivano i benifici dell'approccio HCL:

- Visivi, aumentando la sensazione di comfort, visibilità e sicurezza
- Emotivi, migliorano l'umore, rilassamento ed eccitazione
- Biologici, aumentano lo stato di attenzione e vigilanza e ciclo sonno/veglia.

Il ritmo circadiano non si riferisce solo al ciclo sonno/veglia, ma all'orologio biologico dell'uomo, influendo di conseguenza anche sul metabolimso, il rilascio di ormoni, le pressione sanguigna e la temperatura corporea. La luce, naturale e artificiale, insieme alle caratteristiche interne dell'individuo, interviene notevolmente su questi aspetti in quanto sincronizza la fase sonno/veglia con il ciclo giorno/notte, in quanto fa sì che il corpo produca melatonina. La melatonina è l'ormone del sonno, più è presente nel sangue più induce al rilassamento e al sonno, la sua assenza invece fa aumentare il nostro livello di attenzione. Ne consegue il fatto che, l'influenza della luce nel ritmo circadiano, dipende anche dall'intensità di essa: un'illuminazione più soffusa avrà un effetto minore nella cessazione di produzione della melatonina, il contrario per una luce più intensa. Decisivo è anche il cambio repentino del livello di illuminamento, variazioni repentine sono più efficaci nella cessazione di produzione di melatonina, rispetto a variazioni più ordinate. Questa soppressione della produzione di melatonina, avviene tramite la produzione di cortisolo, ovvero l'ormone dello stress, che determina un alto livello di attenzione. L'influenza della luce nel ritmo circadiano dipende anche dalle fasce orarie in cui l'uomo viene esposto alla luce, per esempio se l'esposizione avviene nella prima metà della notte ritarda il ritmo circadiano e quindi riduce l'effetto di sonno e rilassamento, nella seconda mentà invece la stessa esposizione causa un anticipo del ritmo circadiano.

L'importanza che ad oggi viene data all'approccio HCL e al ritmo circadiano nasce dal fatto che mediamente una persona passa la maggior parte della giornata negli spazi interni come ufficio, casa o scuola, in cui l'illuminazione non è mai adeguata, a volte perchè insufficiente altre perchè eccessiva, ed è per lo più fissa. Molto influenti sono anche le illuminazioni LED degli schermi degli smartphone, televisioni, pc e tablet. Inoltre, con la progettazione flessibile degli uffici contemporanei, in cui ci si avvicina a un'idea di lavoro 24 ore su 24, l'influenza della luce e il corretto approccio HCL diventa ancora più essenziale per il benessere emotivo, visivo e biologico del lavoratore. Al concetto di spazio flessibile deve essere associata una progettazione flessibile dell'illuminazione, che possa essere facilmente programmabile, dinamica, dimmerabile e di alta qualità. È inoltre necessario, per il benessere del singolo, che possa regolare liberamente la luce nella sua postazione di lavoro, non solo in loco ma per esempio anche tramite il suo smartphone. Pur non essendoci attualmente una vera e propria normativa riferita allo Human Centric Lighting, i suoi benefici devono essere testati sull'individuo stesso il quale darà risultati scientifici concreti. Ci sono inoltre degli aspetti tecnici essenziali per poter parlare di un corretto approccio allo Human Centric Lighting: bisogna sempre progettare con l'utilizzo di luce dinamica, che possa essere regolabile dall'individuo o da sensori e sistemi di controllo a qualsiasi ora del giorno e in qualsiasi momento, in base al tempo e al modo di utilizzo dello spazio, ed è inoltre necessario che la luce riprodotta sia sempre di qualità e il più fedele possibile alla luce naturale.

[11] Associazione che rappresenta, nell'UE, i produttori del settore illuminotecnico.

La normativa di riferimento

L'attuale Normativa in vigore riguardante l'illuminazione sui posti di lavoro è la UNI EN 12464 –1 del 2001 "*Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni*" insieme al Decreto Legislativo 09-04-2008 n°81 che si riferisce alla tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. L'attuale normativa sostituisce la UNI EN 12464 –1 del 2004 che a sua volta sostituiva quella la UNI 10380 del 1994. La normativa in vigore si riferisce nello specifico alle indicazioni dei livelli minimi di illuminamento, uniformità e grado massimo di abbagliamento necessari al corretto svolgimento delle attività assicurando anche situazioni di comfort visivo. Per *l'illuminamento medio* (E_m) la normativa definisce dei valori limite, in base all'attività svolta in quell'ambiente, sotto i quali il valore non deve mai scendere. Definisce inoltre non solo l'illuminamento medio per le postazioni di lavoro e per l'area circostante al compito visivo[12]. Per esempio:

- nelle *aree di circolazione*, tipo i corrido, E_m a livello del pavimento e E_m nell'area circostante il compito visivo non deve scendere sotto i 100 lx;
- le *zone di servizio*, per esempio i bagni o le sale d'attesa, devono avere un E_m circostante il campo visivo non inferiore a 200 lx;
- *le zone di archiviazione e copiatura* devono avere un E_m non inferiore a 300 lx, l'area circostante il compito visivo invece deve avere E_m non inferiore a 200 lx;
- *la reception* deve avere un E_m non inferiore a 300 lx, l'area circostante il compito visivo invece deve avere E_m non inferiore a 200 lx;
- le *aree per la scrittura, lettura e trattamento dati* e le *sale riunioni* devono avere un E_m non inferiore a 500 lx, l'area circostante il compito visivo invece deve avere E_m non inferiore a 300 lx;
- l'area invece dedicata per esempio al *disegno*, quindi a lavori di precisione, deve avere un E_m non inferiore a 750 lx e un E_m nell'area circostante il compito visivo non inferiore a 500 lx.

Viene definito anche l'illuminamento medio sulle pareti e sul soffitto degli spazi per ufficio: E_m per le pareti deve essere maggiore di 75 lx, E_m per il soffitto deve invece essere maggiore di 50 lx.

Tra gli altri obiettivi della normativa e del corretto progetto illuminotecnico c'è anche quello del *risparmio energetico* senza perdere di vista l'importanza della prestazione visiva e del comfort. Il corretto progetto illuminotecnico infatti deve prevedere un corretto utilizzo anche dei sistemi di controllo, in quanto un'accensione automatica o manuale o un dispositivo di regolazione della luce

[12] Insieme degli elementi visivi che riguardano il lavoro effettuato. La zona del compito visivo è la postazione nella quale viene svolto il compito visivo; la zona immediatamente circostante è la fascia di 50 cm intorno alla zona del compito.

possono assicurare una più giusta coesione tra illuminazione naturale e illuminazione artificiale. La norma UNI 12464 del 2001 rimanda, in questo campo, alla EN 15193 del 2007 "Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per l'illuminazione" per il calcolo del fabbisogno di energia elettrica degli impianti di illuminazione artificiale, in particolare dell'indicatore energetico LENI (Lighting Energy Numeric Indicator) [kWh/m^{2}anno]. Tale indice è l'indice numeri di efficienza e dipende dalla potenza elettrica impegnata, dai periodi di funzionamento e da alcuni fattori correttivi che tengono contro della presenza di persone, l'utilizzo della luce naturale e del flusso luminoso. Non è altro che il rapporto tra l'energia totale annua utilizzata per l'illuminazione e l'area occupata dall'edificio.

Un ultimo argomento di cui tratta la norma che riguarda l'illuminazione negli spazi per uffici è quello relativo all'illuminazione delle postazioni di lavoro munite di videoterminali. Queste attrezzature possono produrre riflessioni che portano ad abbagliamento molesto o debilitante, creando quindi una situazione di discomfort per l'osservatore e diminuendo la prestazione visiva. È quindi necessario posizionare gli apparecchi di illuminazione in modo tale da evitare riflessioni con alta luminosità. La normativa identifica, secondo la ISO 9241-7, tre classi di schermo con tre qualità di schermo: per la qualità alta e media il limite della luminanza media degli apparecchi è posto a 1000 cdm^2, per la qualità di schermo bassa il limite invece è posto a 200 cdm^2.

In conclusione quindi è necessario sottolineare quanto la luce e la sua corretta progettazione sia fondamentale per il benessere dell'uomo, soprattutto in ambito lavorativo, in quanto migliora non solo il suo benessere e il suo umore ma anche la sua attenzione, portando quindi il dipendente a essere più stimolato, più creativo e quindi più produttivo.

IL COMFORT ACUSTICO

L'acustica architettonica si occupa della produzione, propagazione e ricezione del suono negli ambienti confinati. Negli ultimi anni è sempre più cresciuta l'esigenza di progettare spazi fisici acusticamente adeguati, rispetto alla loro destinazione d'uso. La progettazione acustica deve tenere in considerazione non pochi elementi: i parametri fisici delle onde e la loro propagazione nell'aria, la composizione interna dello spazio fisico, l'arredamento presente e infine le caratteristiche fisiologiche dell'apparato uditivo umano. L'acustica in campo architettonico mira quindi alla chiarezza del parlato e all'assenza dei rumori indesiderati.

Il rumore

La principale causa dell'inquinamento acustico è il rumore. Il rumore o il suono è una variazione di pressione prodotta dalla vibrazione di una sorgente sonora che si propaga in un mezzo elastico, di frequenza tale da essere percepita dall'apparato uditivo dell'uomo. Il valore del livello di sensazione del rumore o del suono non varia linearmente ma in base a una legge logaritmica. Le grandezze fisiche di pressione, intensità e potenza variano su valori piuttosto ampi e per questo si esprimono in scala logaritmica introducendo il livello di intensità sonora, il livello di pressione sonora e il livello di potenza sonora, tutte espresse in Decibel [dB].

Ambienti riverberanti e semiriverberanti

Per definire il comportamento acustico di un ambiente risultano molto decisivi l'entità dei contributi delle onde riflesse che raggiungono l'orecchio di un ascoltatore. Gli effetti di sovrapposizione o di prevalenza di onde dirette e di onde riflesse dipendono, non solo dalle caratteristiche geometriche della stanza, ma anche dal trattamento materiale delle varie superfici che compongono l'ambiente.

Negli *ambienti riverberanti* il contributo delle onde riflesse è largamente prevalente su quello delle onde dirette, perciò la densità di energia sonora è uniforme.

Le pareti sono dotate di schermi atti a rendere uniforme il suono all'interno dell'ambiente, proprio perché riflettono molto bene le onde sonore e a ogni riflessione subiscono perdite molto basse. Grazie a questo comportamento si ha all'interno della stanza l'impressione che il suono arrivi da tutte le direzioni.

Gli *ambienti semiriverberanti* sono invece caratterizzati dalla prevalenza di nessuna delle onde, né di quelle dirette e né di quelle riflesse. All'interno di questi ambienti, le onde emesse da una sorgente vengono assorbite e di conseguenza, si ha una perdita consistente di energia.

Ovviamente ogni spazio confinato ha destinazioni d'uso diverse, perciò avrà anche esigenze acustiche differenti.

Per valutare l'acustica di un ambiente esistono diversi parametri caratteristici tra cui il tempo di riverbero e l'indice di intelligibilità della parola.

Il tempo di riverbero è comunemente specificato con la sigla T_{60}, e indica il tempo necessario affinché il livello sonoro diminuisca di 60 dB, rispetto all'istante in cui la sorgente sonora cessa di funzionare. Quello ottimale dipende chiaramente dalla destinazione d'uso della stanza: una sala conferenza richiederà un tempo

di riverberazione diverso da quello di una sala per concerti. Il valore ottimale del tempo convenzionale di riverberazione dipende dal volume e dalla frequenza. Può essere determinato dal seguente diagramma (fig.6).

L'effetto principale di un'eccessiva riverberazione è quello di compromettere l'intelligibilità del parlato, cosa molto comune in ambienti come chiese e palestre. Per questo motivo per gli spazi adibiti all'ascolto del parlato, il tempo di riverberazione deve essere inferiore rispetto a, per esempio, delle sale da concerto.

L'indice di intelligibilità della parola è molto importante soprattutto per quanto riguarda gli uffici, poiché descrive il grado di qualità nella percezione dell'articolazione del parlato e della comprensione di un testo.

La normativa di riferimento

I documenti normativi principali che riguardano gli aspetti acustici sono: la legge quadro n. 447 del 1995 e Il D.P.C.M. del 5 dicembre 1997.

La legge quadro n.447/1995 tratta l'inquinamento acustico e definisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente

Figura 6

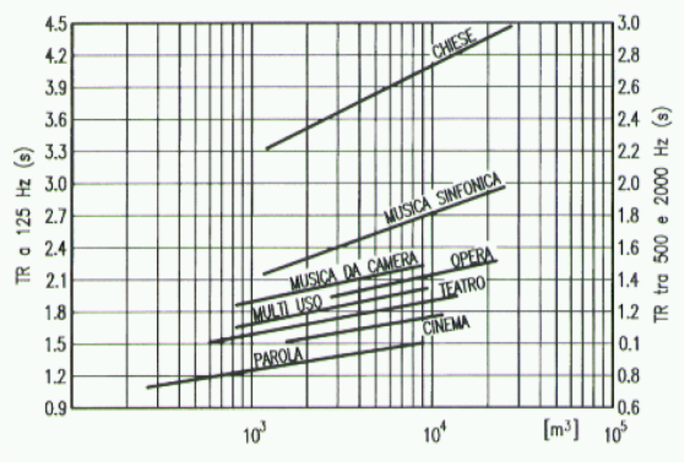


Fig. 6: Tempi di riverberazione tipici di alcuni ambienti.

esterno e di quello abitativo, ai sensi dell'articolo 117 della Costituzione. All'articolo 2 si trovano le definizioni di inquinamento acustico, ambiente abitativo, sorgenti sonore fisse, sorgenti sonore mobili, valori limite di emissione, valore limite di immissione e valori di qualità.

Il D.P.C.M. del 5 dicembre 1997 è l'applicativo della legge quadro e definisce i requisiti acustici in edilizia che devono essere valutati: l'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione ($D_{2m,nT,w}$); il potere fonoisolante apparente di partizioni di unità abitative distinte (R'_w); il livello di rumore da calpestio normalizzato di solai (L'_n); il livello massimo di pressione sonora (L_{ASmax}); il livello di pressione sonora equivalente (L_{Aeq}).

L'acustica degli uffici

Oggi giorno il comfort acustico negli ambienti lavorativi, come negli uffici, è un parametro che non va trascurato se si vuole assicurare la massima creatività e produttività delle persone. Infatti ogni volta che un lavoratore perde la concentrazione impiega più tempo a svolgere quell'attività lavorativa. Più il lavoro che sta svolgendo è complesso, più è importante trovarsi in un ambiente silenzioso e senza distrazioni sonore.

Ad esempio, Jensen et al. (2015)[13] hanno condotto un'indagine approfondita su 142 edifici, con 23450 partecipanti al sondaggio e ha dimostrato che la principale causa di insoddisfazione è una pessima acustica. Un altro sondaggio condotto da Oldman e Rothe (2017)[14], ha accertato che il rumore è la seconda causa di insoddisfazione, dopo la temperatura.

Perciò è fondamentale che all'interno dell'ufficio vi sia una buona ricezione e la totale assenza di disturbo eccessivo. Il comfort acustico si può definire come una determinata condizione psicofisica per cui un individuo, all'interno di un campo sonoro, è in una situazione di benessere rispetto all'attività che sta svolgendo. Esso è influenzato da differenti fattori, quali:

- Le caratteristiche dell'ambiente, ovvero la riflessione e la diffusione del suono;
- Le caratteristiche fisiche della sorgente, come la potenza sonora, lo spettro, la durata e l'andamento nel tempo;
- Le caratteristiche individuali dell'apparato uditivo degli utenti esposti, ovvero la sensibilità al suono e l'acuità uditiva;
- L'attività svolta nell'ambiente fisico.

Il rumore all'interno degli uffici può essere di tipo antropico e elettromeccanico. Il primo è di tipo discontinuo, mentre il secondo può essere sia di tipo discontinuo che continuo. Ad esempio lo squillo di telefoni cellulari, telefax, fotocopiatrici, computer sono rumori che non sempre sono presenti all'interno dell'ufficio e quindi discontinui. Il rumore prodotto invece dai sistemi impiantistici e apparecchiature in stand-by sono invece di tipo continuo. Purtroppo tutte le sorgenti sonore che generano rumore agiscono negativamente sulle persone causando:

- Perdite di prestazioni, quindi riduzione della produttività;
- Distrazione, quindi scomparsa della concentrazione;
- Stress o perdita di motivazione;
- Affaticamento.

Ecco perchè un buon ambiente acustico aiuta le persone a comunicare in modo ottimale e a favorire un maggior impegno, a vantaggio non solo dei dipendenti in termini di benessere ma nel complesso, per una maggiore produttività dell'azienda.

Come abbiamo analizzato, gli uffici open space sono molto diffusi e stanno lentamente sostituendo quelli tradizionali, soprattutto per i vantaggi economici che offrono ai datori di lavoro e anche per favorire una maggior interazione tra colleghi. Purtroppo però spazi fisici molti ampi e con un elevato numero di persone all'interno possono risultare molto

[13] Jensen, K.L., Arens, E. and Zagreus, L. (2005), "Acoustical quality in office workstations, as assessed by occupant surveys", Proceedings of Indoor Air 2005, Beijing, pp. 2401-2405.

[14] Oldman, T. and Rothe, P. (2017), "2017 Q1 data summary", Leesman Review, No. 23, pp. 6-7.

Figura 7

Fig. 7: Le misure caratterizzanti i requisiti acustici passivi degli edifici, la classificazione degli ambienti abitativi e dei valori di livello sonoro di riferimento a seconda della destinazione d'uso e dei parametri considerati.

Categoria Edificio	Destinazione d'uso	Requisiti acustici passivi (dB)				
		R'_W	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
A	edifici adibiti a residenza o assimilabili	50	40	63	35	35
B	edifici adibiti ad uffici e assimilabili	50	42	55	35	35
C	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili	50	40	63	35	35
D	edifici adibiti ad ospedali, cliniche. case di cura e assimilabili	55	45	58	35	25
E	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50	48	58	35	25
F	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili	50	42	55	35	35
G	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	50	42	55	35	35

disturbanti per gli utenti, se non si considera l'acustica in fase di progettazione.

Possono esserci numerose sorgenti sonore che causano fastidio al lavoratore, proprio perché le persone lavorano in ambienti spaziosi svolgendo attività diverse. Inoltre in spazi condivisi di lavoro la distanza tra le persone può essere molto inferiore rispetto a quelle di un ufficio tradizionale, andando a limitare il livello di privacy e di riservatezza fra gli individui.

La fonte che provoca maggior disturbo in un ufficio open space, secondo lo studio[15] condotto da V. Hongisto, A. Haapakangas, J. Hyönä, J. Kokko e J. Keränen, è l'*irrelevant speech*, ovvero tutti quei discorsi percepiti dall'utente che sono irrilevanti rispetto al lavoro che sta svolgendo in quel momento.

Essi analizzarono inoltre 6 configurazioni diverse con 4 tipologie di finiture interne e, dai risultati ottenuti, si conferma che agendo sulla superficie del controsoffitto o inserendo dei pannelli alti divisori, si migliora la qualità acustica dell'ambiente open space. Anche la spazialità dell'ambiente determina notevolmente l'acustica, infatti ambienti con soffiti alti e con conformazione irregolare in pianta non rispondono bene al trattamento. Ambienti invece con soffiti di altezza contenuta e con lati di lunghezza simile in pianta con il trattamento delle superfici, soddisfano meglio i parametri acustici.

L'obiettivo per questi ambienti deve essere l'assenza di disturbo fra i lavoratori, garantendo la privacy del singolo nonché il comfort delle conversazioni a breve distanza.

Fattori acustici correttivi e possibili soluzioni

La perdita d'isolamento acustico negli uffici avviene attraverso le "zone deboli", ovvero tramite una scadente sigillatura perimetrale o di un divisorio, un mancato isolamento delle finestre e delle porte o attraverso la soffittatura, come ad esempio, una controsoffittatura forata che collega due ambienti diversi.

Risulta quindi necessario prendere in considerazione le problematiche acustiche fin dalle fasi inziali della progettazione in modo tale da garantire il benessere acustico per tutti gli individui. Esistono numerose soluzioni che possono migliorare notevolmente l'acustica dell'ambiente.

Il fonoassorbimento

Il fenomeno della riflessione del rumore può essere ridotto utilizzando materiali fonoassorbenti. Questi possono essere dei materiali porosi che vanno a dissipare l'energia per attrito all'interno dei pori, dei pannelli vibranti che assorbono per risonanza di membrana e infine dei risuonatori acustici, che assorbono per risonanza di cavità.

Per quanto riguarda i materiali porosi, maggiore è il grado di porosità e maggiore è l'assorbimento acustico. Il coefficiente di assorbimento di un materiale però dipende anche dallo spessore, dalla densità, dalla frequenza del suono incidente e dalla forma. I migliori materiali acustici sono perciò quelli porosi e fibrosi, come ad esempio la lana di vetro, la lana di roccia, schiume di poliuretano espanso a celle aperte, feltri, tessuti, fibre di legno e altri.

I pannelli vibranti sono costituiti da fogli di materiale, come il compensato, sostenuti da un telaio e distanziati di qualche centimetro dalla parete tramite un'intercapedine. La dissipazione dell'energia sonora avviene per deformazione del pannello e per il volume d'aria retrostante, poiché le onde sonore incidenti creano una serie di pressioni e depressioni provocando un'inflessione dello stesso. Il pannello perciò si comporta come una massa vibrante e invece l'aria retrostante contenuta nell'intercapedine come una molla acustica.

I risuonatori multipli invece sono dei pannelli forati di materiali non poroso, ad esempio una lastra di gesso, distanziati dalla parete da trattare tramite un'intercapedine d'aria di qualche centimetro. La massa d'aria, presente nei fori e nell'intercapedine, costituisce un sistema meccanico del tipo massa-molla ed è in grado di assorbire una considerevole quantità di energia. Se ad esempio, all'interno dell'intercapedine d'aria è posto un materiale poroso, il comportamento fonoassorbente migliora consistentemente.

Al fine di poter improntare correttamente la progettazione acustica, come abbiamo definito in precedenza, la forma dell'ambiente confinato e il trattamento delle superfici sono due aspetti fondamentali. Perciò, quando non possiamo modificare la forma dell'ambiente fisico per vari motivi, è importante agire sul trattamento acustico delle superfici in modo strategico. Il trattamento acustico consiste nel calcolare l'assorbimento acustico globale di un ambiente per assicurare una buona diffusione del suono riverberato, scegliendo il tipo di materiale fonoassorbente e determinando la quantità di unità fonoassorbenti da mettere in opera. Gli obiettivi quindi devono essere: ottenere il valore ottimale del tempo di riverbero in relazione alla destinazione d'uso e assicurare in tutti i punti della sala livelli di pressione sonora udibile da tutti gli utenti.

Si possono trattare varie superfici, sia le pareti verticali sia i soffitti e tante altro. Ogni produttore commerciale offre diverse soluzioni.

[15] V. Hongisto, A. Haapakangas, J. Hyönä, J. Kokko, J. Keränen, Effects of unattended speech on performance and subjective distraction: The role of acous-tic design in open-plan offices, Applied Acoustics, 16 April 2014, Vol.86, p.1-16.

- *I controsoffitti*. Il controsoffitto permette di isolare un ambiente dal rumore degli impianti posti ad esempio tra esso e l'intradosso strutturale. Permette anche di isolare dal suono da calpestio tra i piani di uno stesso edificio. Molto spesso le controsoffittature, oltre che a costituire un elemento di correzione acustica, sono anche integrati con dei sistemi di illuminazione, in modo da fornire una soluzione unica. Ad esempio i controssoffitti con doghe in fibre minerali compresse o con le doghe in alluminio microforate, abbinate a un materassino fonoassorbente, sono dotate di un alto coefficiente di assorbimento acustico.
- *Le pareti mobili*. Per consentire la privacy tra i lavoratori, in un ambiente ampio si possono inserire delle pareti mobili. Queste se costituite da materiale fonoassorbente, come feltri o tessuti mediamente pesanti, riescono a ridurre il fenomeno della riflessione dell'onda sonora all'interno dello spazio fisico e quindi ad alleviare il rumore di sottofondo che disturba notevolmente chi lavora. Per raggingere un adeguato livello di riservatezza, è bene che una parete divisoria assicuri un abbattimento del rumore minimo di 35 dB, raggiungendo il valore ottimale di almeno 50 dB.
- *L'arredo*. Negli ultimi anni con l'affermazione degli uffici a pianta aperta, l'arredo ha acquisito un valore sempre più rilevante per quanto riguarda la qualità spaziale. Perciò l'arredo si è sempre più trasformato in un sistema d'architettura degli interni, dove librerie aperte, pareti mobili, cabine vetrate e altro, articolano lo spazio, riducono l'esposizione visiva e creano nuove modalità di privacy. Anch'esso quindi può costituire un elemento di miglioramento per l'acustica dell'ambiente, poiché se costituito da materiale fonoassorbente, come un tessuto, funge da superfice assorbente.

Il fonoisolamento

Il fonoisolamento consente di ostacolare la trasmissione dell'energia sonora da un ambiente all'altro, interponendo tra i due un mezzo fisico di separazione. La difesa dai rumori mediante isolamento acustico riguarda sia i rumori che si trasmettono per via aerea, sia quelli impattivi che si trasmettono tramite vibrazioni.

Come abbiamo analizzato

Figura 8

Fig. 8: Pannelli fonoassorbenti appesi al soffitto, le Village, Milano.

Figura 9

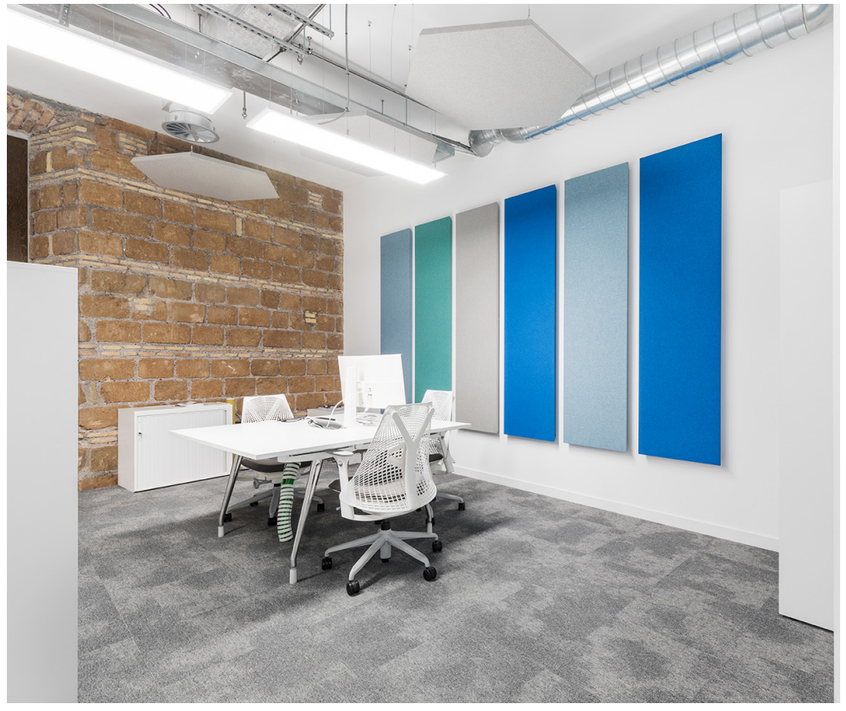


Fig. 9: Pannelli fonoassorbenti a parete, soluzione di Fonolab.

precedentemente, per quanto riguarda i rumori che si trasmettono per via aerea, il suono incidente sulle pareti si propaga attraverso esse e da esse viene irradiato nell'ambiente disturbato. Il grado di isolamento di una parete piana, nei confronti dei rumori aerei che incidono su una parete si definisce potere fonoisolante. Esso dipende dalle proprietà geometriche e fisiche della parete, sia verticale che orizzontale, e varia con la frequenza e dall'angolo θ d'incidenza del suono.

I rumori impattivi invece si trasmettono attraverso le strutture dell'edificio che fanno vibrare le pareti dell'ambiente disturbato e irradiano parte dell'energia ricevuta nello spettro sonoro. Il fenomeno della trasmissione può essere invece ridotto utilizzando materiali densi, compatti e di elevato peso specifico. Ad esempio, alcuni materiali isolanti sono la gomma, il piombo, i mattoni, il calcestruzzo, il cartongesso, i pannelli in alluminio, i vetri stratificati e altro.

Nell'ambito edilizio, per ragioni di costi e per non aggravare il peso sulle strutture portanti, è più vantaggioso la giustapposizione di materiali fonoisolanti e fonoassorbenti prefabbricati. Questo consente di isolare acusticamente l'ambiente e di assorbire il suono utilizzando materiali

Figura 10

Fig. 10: Soluzione di Ecophon con illuminazione integrata al controsoffitto fonoassorbente.

con un minore peso specifico. Utilizzare "sandwich" di materiali eterogenei rientra nelle cosidette tecniche di insonorizzazione.

Si possono trattare diverse superfici, tra cui:

- *Le pavimentazioni*. Il grado di isolamento di un orizzontamento dai rumori impattivi si valuta attraverso il livello di rumore da calpestio normalizzato di solai (L'_n). Viene definito come il livello medio di pressione sonora nell'ambiente disturbato quando sul pavimento di quello disturbante agisce un generatore di calpestio normalizzato. Tra le possibili soluzioni troviamo i pavimenti galleggianti che sono costituiti dall'interposizione di un materiale elastico tra il solaio e il pavimento.

I materiali come le piastrelle o il marmo sono molto duri e hanno un coefficiente di assorbimento molto basso e perciò propagano più facilmente i rumori da calpestio. Per questo è più consigliabile utilizzare le pavimentazioni costituite da materiali elastici, come le gomme o il linoleum, poiché contribuiscono a ridurre questo tipo di rumore.

LA PSICOACUSTICA

I professionisti che operano nel

Figura 11

Fig. 11: Parete divisoria fonoarrobente.

campo dell'acustica hanno per la maggior parte una formazione puramente fisica o ingegneristica, perciò il loro approccio è principalmente incentrato su soluzioni fisiche. La Psicoacustica, branchia della psicofisica, considera non solo questi aspetti ma, per esempio, la personalità, la psicologia, il comportamento, l'età, la percezione e l'umore delle persone. Questo tipo di approccio offre soluzioni più comportamentali, educative, organizzative e gestionali. La psicoacustica quindi tratta il comportamento dei meccanismi psicologici e fisiologici nella percezione del suono.

Lo studio condotto da N. Oseland e P. Hodsman (2016)[16], ha confermato come il tipo di personalità e non solo delle persone influenzi la percezione del rumore:

- I lavoratori estroversi reagiscono meglio in un ambiente rumoroso rispetto ad un lavoratore introverso, che avrà prestazioni migliori in un ambiente più silenzioso;
- Separare gli introversi da quelli estroversi aiuterà a gestire meglio la distrazione dal rumore;
- Offrire diversi luoghi all'interno dell'ufficio dove lavorare, aiuterà a diminuire le distrazioni dal rumore;
- Alternare il lavoro da casa con quello in ufficio aiuta a migliorare le prestazioni di lavoro;
- Istruire i dipendenti all'interno dell'ufficio su come comportarsi nei luoghi di lavoro aiuta a gestire le distrazioni da rumore;
- Gli spazi progettati all'interno dell'ufficio che permettono di concentrarsi aiutano sia i lavoratori estroversi che introversi;
- Combinare una mappatura della psicologia dei lavoratori, attività di base e un buon design acustico aiuta ad aumentare le performance dei lavoratori.

Grazie al sondaggio che hanno effettuato, gli autori hanno prodotto una guida alla progettazione degli spazi a ufficio open space proponendo soluzioni acustiche incentrate sulle persone insieme a una valutazione e a delle tecniche di workshop. La guida si può riassumere con l'acronimo D.A.R.E.:

- **Displace**. Eliminare la distrazione dal rumore fornendo spazi dove le persone possano rilassarsi o lavorare senza essere troppo disturbati, ad esempio aree più silenziose, come biblioteche o sale riunioni informali.
- **Avoid**. Evitare di fornire uffici con telefoni vivavoce o tavoli che accolgono più persone vicino

Figura 12

Fig. 12: Interno uffici Microsoft House.

Figura 13

Fig. 13: Arredo interno della nuova sede dell'inter a Milano.

[16] Oseland, N.A. and Hodsman, P. (2017b), Design Guidance on Eliminating Office Noise: A Psychoacoustic Approach, Saint-Gobain Ecophon, Tadley.

a postazioni di lavoro singole. Cercare quindi, di progettare spazi in modo tale da separare le persone rumorose da quelle che svolgono lavori singoli e che hanno bisogno di concentrazione. Formare dei veri e propri team di persone magari più estroverse e separarle da quelle più introverse che preferiscono invece la tranquillità.

- **Reduce**. Ridurre la distrazione da rumore cercando di separare ambienti con tante persone che generano rumore da ambienti dove le persone devono concentrarsi. Progettare un buon design acustico per migliorare l'intelligibilità del parlato in aree open space e limitare il trasferimento del suono in altre aree. Se si utilizza il mascheramento sonoro (suond masking) privilegiare l'utilizzo di suoni della natura rispetto a rumori bianchi o rosa.
- **Educate.** Introdurre delle etichette che forniscano informazioni riguardo il comportamento da tenere in ufficio, in modo da non disturbare i colleghi. Spiegare al personale come ci si deve comportare nei vari spazi dell'ufficio e che ognuno di esso è dedicato a una specifica attività lavorativa.

LE CERTIFICAZIONI ENERGETICHE: LEED E WELL

La crisi petrolifera del 1973 rappresentò per l'Occidente una prima vera occasione di riflessione sull'uso di energie alternative ai combustibili fossili. Questo determinò un incremento di interesse riguardo alla problematicità dell'uso sconsiderato delle risorse limitate presenti sul pianeta.

A partire dagli anni '80 iniziarono a comparire sul mercato gli standard dei prodotti "green" e ad aumentare sempre di più dagli anni '90, in risposta alle crescenti preoccupazioni per la tossicità dei prodotti e l'impatto di essi sulla salute dei bambini e sulla qualità dell'ambiente interno. L'allarme degli esperti per la crisi climatica e per l'esaurimento delle risorse ha portato a includere una più ampia gamma di questioni ambientali e a considerare maggiormente l'impatto dei prodotti durante tutto il loro ciclo di vita (produzione, costruzione, utilizzo, riutilizzo e fine vita). I prodotti "green" sono destinati a soddisfare determinati standard e a offrire maggiori vantaggi ambientali. Oltre alle certificazioni sui prodotti esistono programmi di valutazione della bioedilizia e ognuna utilizza approcci differenti. ANSI, ASM o ASHRAE sono le istituzioni che si occupano di rilasciare gli standard relative alle pratiche edilizie e sono controllati dall'International Organization for Standardization (ISO).

Nel 1990 nel Regno Unito nasce BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) lanciato da BRE (Building Research Establishment) il primo sistema di classificazione degli edifici verdi al mondo e che darà la spinta verso una progettazione sostenibile. In seguito, la USGBC (Green Building Council) degli Stati Uniti segue l'esempio e nasce il LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), il suo sistema di classificazione per le nuove costruzioni. Successivamente il LEED iniziò a includere anche sistemi di classificazione per edifici esistenti e interi quartieri. Ad oggi è sicuramente il programma di rating più diffuso al mondo.

Il LEED concentra circa 2/3 sulla dimensione ambientale e circa 1/3 sulla dimensione sociale con poca attenzione nella dimensione economica, al costo del ciclo di vita.

Negli ultimi anni, oltre all'importanza della sostenibilità ambientale e della circolarità dei prodotti e delle risorse, vi è sempre più interesse al comfort, alla salute e al benessere degli occupanti. In questo senso la certificazione WELL, nata nel 2014, offre un programma olistico mirato al raggiungimento di elevati standard che migliorano la salute e il benessere delle persone negli edifici green.

LEED

La US Green Building Council (USGBC) degli Stati Uniti sviluppò sin dal 1993 la certificazione LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), ma la prima versione ufficiale uscì nel 1998. Dal 1994 al 2015 si evolse sempre di più passando da uno schema standard finalizzato alle nuove costruzioni a uno sistema di sei schemi che trattano dalla progettazione e dalla costruzione sino all'uso e alla manutenzione. L'obiettivo era costruire una sistema di certificazione americana che valutasse l'intero ciclo di vita degli edifici dal punto di vista della qualità energica, incentivando un approccio alla sostenibilità ambientale. Il LEED è su base volontaria ed è possibile applicarlo a tutti i tipi di edificio, che sia residenziale, commerciale o terziario. In Italia arriva ufficialmente nell'aprile 2010 grazie al Green Building Council Italia (GBC Italia). Nel 2018 si contano 164 paesi nel mondo che utilizzano questa certificazione. Il LEED è un vero e proprio sistema punteggio suddiviso in 8 categorie, organizzate secondo crediti e prerequisiti, e sono le seguenti: localizzazione e trasporti (LT); sostenibilità del sito (SS); gestione efficiente delle acque (WE); energia e atmosfera (EA); materiali

e risorse (MR); qualità ambientale interna (EQ); innovazione (IN); priorità regionali (PR).

Dalla somma dei punteggi ottenuti per ogni credito viene stabilito il livello: base (40-49 punti), argento (50-59 punti), oro (60-79 punti) o platino (80+ punti). Il punteggio massimo raggiungibile è 110. Adottare criteri e strategia LEED permette di ottenere una migliore qualità dell'aria e dell'acqua, una minore produzione di rifiuti solidi, un'ambiente quindi più salubre e maggiormente produttivo per gli occupanti. Inoltre si verifica un maggior costo iniziale nella fase di progettazione e costruzione, ma minori costi operativi.

WELL

Nel 2014 approda la certificazione WELL, dopo 6 anni di studi, nata e gestita dall'International WELL Building Institute (IWBI), fondata da Paul Scialla e istituita dalla società Delos Living. La certificazione viene rilasciata da un ente terzo, il Green Building Certification Inc., lo stesso della certificazione LEED. Questa certificazione si caratterizza per valutare le caratteristiche dell'edificio secondo l'influenza che può avere sulle persone, quindi si concentra sul benessere e la salute degli occupanti.

Figura 14

Fig. 14: Analisi del LEED, tratto da Birgisdottir K.G.J.a.H; A guide to sustainable building certifications, 2018

Il fine è di valutare quanto l'edificio può essere confortevole e salubre per l'individuo, portando anche ad un aumento della produttività. Ad oggi è diffusa in 58 paesi nel mondo, soprattutto negli USA e in Cina, dove si trovano la maggior parte, circa 2/3, degli edifici certificati WELL.

Il WELL è costituito da 7 *concepts* che determinano il benessere del singolo:

- **aria**: qualità dell'aria interna e concentrazione di inquinanti;
- **acqua**: qualità dell'acqua utilizzata e il suo spreco;
- **nutrizione**: prossimità dell'edificio oggetto di valutazione a luoghi di vendita di cibo salutare, con l'obiettivo di stimolarne il consumo;
- **luce**: sistemi d'illuminazione che garantiscono il comfort visivo;
- **fitness**: spazi per poter praticare attività fisica all'interno o in prossimità dell'edificio, con la finalità di stimolare uno stile di vita sano e di aumentare il benessere fisico delle persone;
- **comfort**: ambienti che garantiscono il comfort termico, acustico ed ergonomico;
- **mente**: ambienti capaci di stimolare l'individuo e che gli garantiscano il benessere psicofisico e quindi la salute

Figura 15

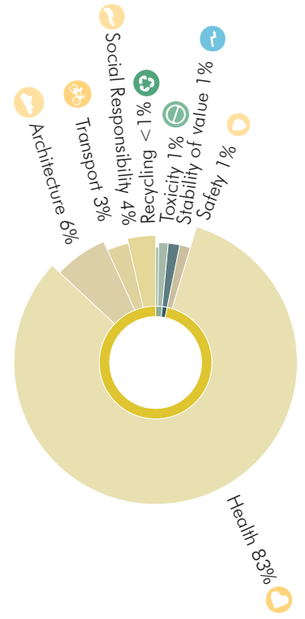


Fig. 15: Analisi del WELL, tratto da Birgisdottir K.G.J.a.H; A guide to sustainable building certifications, 2018

cognitiva ed emotiva.

I livelli di certificazione raggiungibili sono 3: argento (50-59 punti), oro (60-79 punti) e platino (80+ punti). Il punteggio massimo raggiungibile è di 105 punti. La maggior parte delle certificazioni WELL rilasciate raggiungono il livello oro.

Il processo di certificazione WELL prevede innanzitutto la fase di registrazione del progetto e tutta la documentazione deve essere inviata entro cinque anni. A questo punto il Green Building Certification Inc. affida a un WELL Assessor la verifica della documentazione e dei requisiti necessari. Se le revisioni preliminari e finali stilate dal WELL Assessor risultano positive, si procede con la verifica delle prestazioni. Questo passaggio è un'innovazione nel mondo delle certificazioni, poiché attesta l'edificio nella sua fase di post-occupazione. Una volta completato anche questo step, l'edificio può ottenere il certificato WELL, che ha una validità di 3 anni e può essere successivamente rinnovato.

04

I CASI STUDIO

ALLIANZ

Allianz è tra i più importanti gruppi assicurativi, sia in Italia che nel mondo, la cui fondazione risale al 1890. Presso Allianz Italia lavorano circa 5000 dipendenti.

La Soluzione Attuata

Nel 2017, dopo qualche anno di sperimentazione, parte il progetto in ottica Smart Working di Allianz Italia. Il piano prevede innanzitutto il lavoro da remoto, il quale però ha il limite che deve essere effettuato nella stessa fascia oraria in cui si svolge il lavoro presso la sede ed è necessario avvisare i responsabili entro la sera prima, specificando anche il luogo in cui si ha intenzione di svolgere l'attività. Si ritiene importante inoltre che il team si organizzi le giornate smart in alternanza. L'azienda si impegna anche di fornire i dipendenti che aderiscono all'iniziativa Smart Working, di un PC e di uno smartphone aziendale e di dotare la sede, che verrà rinnovata secondo quanto stabilito dal programma, di Wi-Fi e funzione IT. Secondo il programma si considera opportuno organizzare dei test ed eventualmente dei percorsi, per verificare e/o implementare le competenze tecnologiche dei dipendenti.

Luogo: Milano

Cliente: Marco Beccati - Citylife s.r.l.

Progettisti architettura: Arata Isozaki & Associates, Andrea Maffei Architects

Progettisti interior: DEGW

Anni: 2005 - 2011

Superficie: 47000 m^2

Fig. 1: Torre Isozaki (Allianz).

Lo Spazio Fisico

Venne terminata nel 2015 la costruzione della nuova sede a Milano, la Torre Isozaki, e partì con il progetto anche la ristrutturazione della sede di Trieste. Per entrambi le sedi si è pensato ad un open space che si sviluppa lungo il perimetro dell'edificio, collocando al centro le sale riunioni. Sia le scrivanie che le sale riunioni sono prenotabili. Si prevede anche l'inserimento sia di bar e ristoro sia di zone living e relax. Per di più si ha la possibilità di portare i propri figli quando le scuole sono chiuse, data la presenza di aree apposite gestite da animatori. A livello fisico-tecnico si pone attenzione al benessere ambientale e all'efficienza energetica, in modo particolare dal punto di vista acustico gli ambienti risultano notevolmente insonorizzati.

La Torre Isozaki fa parte del complesso delle Tre Torri di Citylife a Milano e ha ottenuto il certificato LEED Gold. La torre si sviluppa per 50 piani fuori terra, con il piano terra a destinazione commerciale, più 5 piani interrati destinati a parcheggio e locali tecnici. Per tutti i piani i pilastri sono collocati lungo i lati, lasciando comunque un grande spazio libero da elementi strutturali, a favore di una maggiore libertà compositiva. La pianta è di forma rettangolare stretta e lunga, con dimensioni 24×60 m, che accentua la verticalità di questa architettura. La facciata, caratteristica e movimentata, è composta da moduli che comprendono sei piani composti da un vetro a doppia camera che si incurvano verso l'esterno, ottenuti grazie a una tecnica di curvatura a freddo del vetro. Nei due lati corti sono collocati sette ascensori panoramici.

La sede a Trieste invece fu rinnovata in modo da adattare gli spazi interni alle nuove caratteristiche proposte dal programma.

Il concorso ad invito per il rifacimento della sede è stato vinto dal gruppo milanese Lombardini22.

Benefici

Grazie al nuovo modello lavorativo adottato è stato constatato una diminuzione del 50% della necessità di postazioni, una riduzione del tasso di assenteismo, una maggiore produttività e un miglioramento del work-life balance. Un altro beneficio è riscontrabile nel trasporto, poiché grazie ad un minore spostamento si è potuto riscontrare un risparmio economico delle spese e una riduzione dell'inquinamento.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Fig. 2: Hall di ingresso

Fig.3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Figura 5

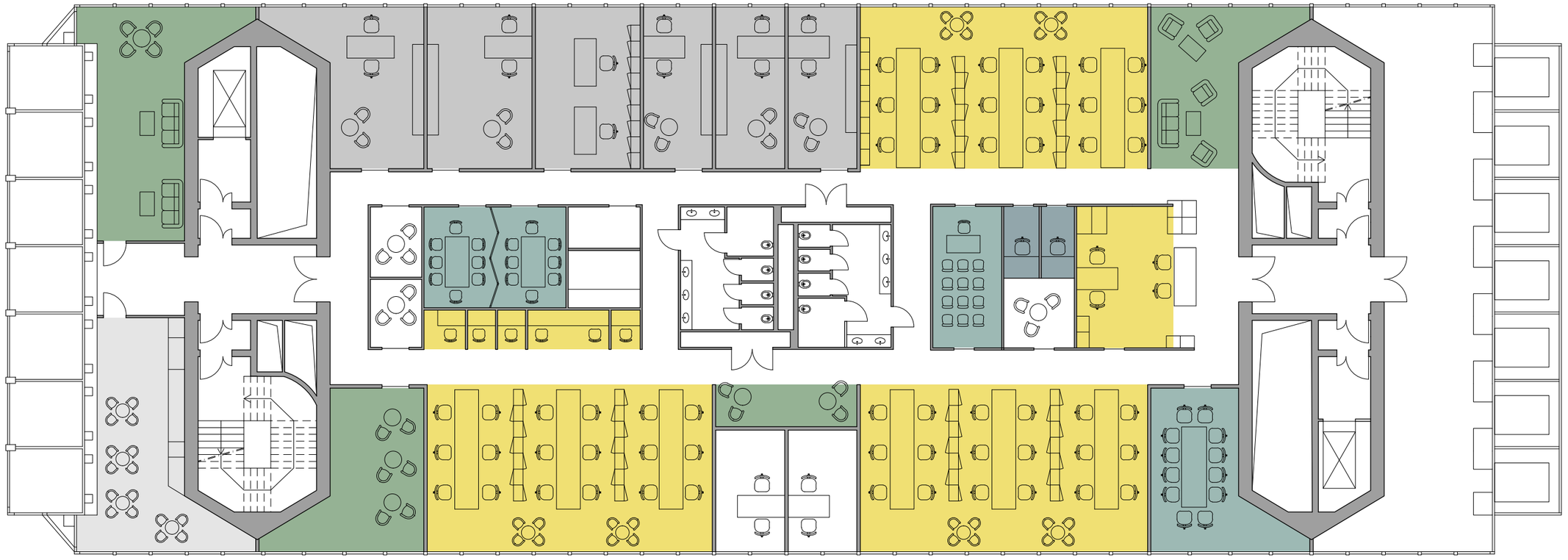
Figura 6

Figura 7

Fig. 5: Booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: Aree ristoro



Open space
Aree relax
Sale riunioni
Phone booth/booth
Zona coffee break e ristoro
Ufficio singolo

0 1 3 m

ASSIMOCO

Il Gruppo Assimoco è una compagnia assicurativa fondata nel 1978 e ha sede a Segrate, comune della città metropolitana di Milano. Nel 2018 conseguì la certificazione B CORP che viene rilasciata da BLab, un'organizzazione no-profit di origine statunitense, alle aziende che operano alte performance di sostenibilità sociale, ambientale ed economico.

La Soluzione Attuata

Nel 2019 venne approvato il progetto *People Inn*, nato per la volontà di applicare una modalità di lavoro in ottica Smart Working. Già dal 2016 risalgono le prime sperimentazioni adottando maggiore flessibilità oraria e lavoro da remoto. In aggiunta tutti i dipendenti vengono muniti di PC portatile, viene adottata la protezione VPN e la tecnologia di comunicazione VoIP. La sede aziendale, rinnovata anch'essa in chiave Smart Working, verrà quindi dotata delle tecnologie necessarie e nelle sale riunioni inoltre verranno installati sistemi di proiezione e per videoconferenze.

Luogo: Milano

Cliente: Arcotecnica R.E

Progettisti architettura: Arch. Elena Iuliano

Anni: 2006 - 2011

Superficie: 34450 m^2

Fig. 1: Complesso Centro Leoni, sede Assimoco.

Lo Spazio Fisico

Nel 2018 avvenne lo spostamento della sede negli efficienti e moderni spazi del Centro Leoni a Milano per miglior benessere, edificio realizzato tra il 2003 e il 2006 e che ottenne nel 2011 la certificazione LEED Silver. Gli uffici in questa sede sono stati progettati ponendo grande attenzione al comfort interno, sia per quanto ne concerne il benessere termico, acustico e luminoso, sia nella distribuzione spaziale. La ripartizione interna degli spazi è stata progettata con caratteri di regolarità e modularità, assicurando degli spazi flessibili e autonomi, i quali possono essere open space o uffici chiusi. Come l'interno, anche sulla facciata esterna è stata applicata la modularità e la regolarità e si caratterizza per uno stile leggero e minimale grazie all'utilizzo di materiali come alluminio e vetro. Sono stati anche inseriti degli elementi verticali in pietra e le schermature fisse.
Al piano terra è possibile trovare la hall con reception e zona living caratterizzata da ampie trasparenze che la collegano all'ampio giardino esterno. Ai piani superiori sono collocati 41 uffici, 125 postazioni lavoro e 3 sale riunioni ma anche zone ristoro e di break. Nei tre piani interrati invece è presente il parcheggio coperto.
Tornando al punto di vista tecnico è importante evidenziare come si è prestata particolare attenzione allo studio della luminosità naturale, al fine di garantire uno svolgimento delle attività più confortevole. A livello termico invece l'edificio è dotato di un sistema di condizionamento integrato con fan coil a quattro tubi e con immissione di aria primaria. Questo tipo di impianto, insieme alla sostituzione trimestrale dei filtri, garantiscono una buona qualità dell'aria.
Oltre ciò sono presenti anche sistemi volti alla sicurezza quali sistema anti-incendio e sistema anti-intrusione.

Benefici

Grazie al cambiamento portato dal progetto *People Inn* si è constatata una diminuzione media da 30 a 15 ore di straordinario e una diminuzione del 35% di richieste di permessi. Per di più si è verificata un aumento della produttività e un miglioramento del work-life balance.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Fig. 2: Hall di ingresso

Fig.3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Fig. 5: Booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: Aree ristoro

- Open space
- Aree relax
- Sale riunioni
- Phone booth/booth
- Zona coffee break e ristoro
- Ufficio singolo

0 1 3 m

CRÉDIT AGRICOLE

Crédit Agricole è un gruppo bancario francese fondato nel 1894. Conta oltre 10000 lavoratori e 2 milioni di clienti.

La Soluzione Attuata

Il progetto di Smart Working attuato da Crédit Agricole nasce nel 2016 partendo da una sperimentazione. Negli anni successivi, grazie al successo ottenuto, sono stati coinvolti sempre più dipendenti. Il piano prevede la possibilità di lavorare da remoto, però seguendo gli stessi orari di lavoro svolti presso la sede. L'azienda mette a disposizione degli HUB che detiene sul territorio per poter svolgere le attività da remoto e uno dei più interessanti HUB realizzati è *Le Village* a Milano inaugurato nel 2019. Inoltre il gruppo bancario ha provveduto a fornire i dipendenti di un PC aziendale e sistemi di *cloud* e *Social Collaboration* e a dotare la sede di rete Wi-Fi, lavagne interattive per le sale riunioni, strumenti per la stampa e la scansione. Crédit Agricole offre la possibilità di usufruire di *Car Pooling* o di navette da e per il centro città. Il punto principale dell'iniziativa in realtà è la costruzione di una nuova sede a Parma, denominata *Green Life*.

Luogo: Parma

Cliente: Crédit Agricole Italia

Progettisti: Frigerio Design Group

Anni: 2008 - 2018

Superficie: 12000 m^2

Fig. 1: *L'headquarter Green Life*.

Lo Spazio Fisico

La nuova sede *Green Life*, inaugurata nel 2018, si configura come un open space con postazioni condivise. Le aree presenti sono *concentration room* e *focus room* per attività che richiedono isolamento e concentrazione, sale riunioni insonorizzati formali e informali, *phone booth*, aree break, aree ristoro comprendenti due bar e un ristorante, *welcome point*, zone con armadietti personali e infine un auditorium con 385 posti. L'edificio presenta anche un piano interrato destinato a parcheggio e a locali tecnici. La progettazione si è concentrata particolarmente sul comfort interno ambientale e sull'efficienza energetica. Sono stati installati pannelli radianti a soffitto integrati con ricambi d'aria, sistemi di ventilazione naturale e free cooling. Sono stati anche installati impianti di energia rinnovabili, quali impianto geotermico e fotovoltaico, e un impianto di fitodepurazione delle acque grigie. Si è riposta attenzione anche nell'illuminazione, massimizzando la luce naturale e adottando sistemi di illuminazione artificiale in led autoregolabili. L'esterno si caratterizza per il grande parco di 7 ettari denominato *Parco Arboretum Crédit Agricole*. In aggiunta si è provveduto a collegare il centro di Parma alla sede con una pista ciclabile. L'*headquarter Green Life* di Parma ha ottenuto il certificato LEED Platinum.

La HUB milanese *Le Village* è stata progettata dal gruppo milanese DEGW e trova collocazione nell'ex convento quattrocentesco di corso Porta Romana. Gli spazi si sviluppano su tre piani alternando open space e spazi chiusi. Il chiostro centrale rappresenta la peculiarità ed è destinato a spazio esterno relax. Per quanto riguarda il comfort interno si è prestata attenzione all'acustica con l'inserimento di pannelli fonoassorbenti utilizzati sia come elementi divisori, sia come parte integrante dell'arredamento e il loro particolare gioco cromatico spezza il rigore dell'utilizzo di pavimenti in cotto e gli alti soffitti in legno dell'antica architettura rinascimentale.

Benefici

L'iniziativa Smart Working ha riscosso successi aziendali, riscontrando una maggior produttività e raggiungimento degli obiettivi in tempi minori, una riduzione del tasso di assenteismo e maggiore collaborazione tra colleghi. Inoltre la riduzione degli spostamenti ha portato ad una riduzione di spese sui trasporti e una riduzione di emissione di CO_2.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Fig. 2: Hall di ingresso

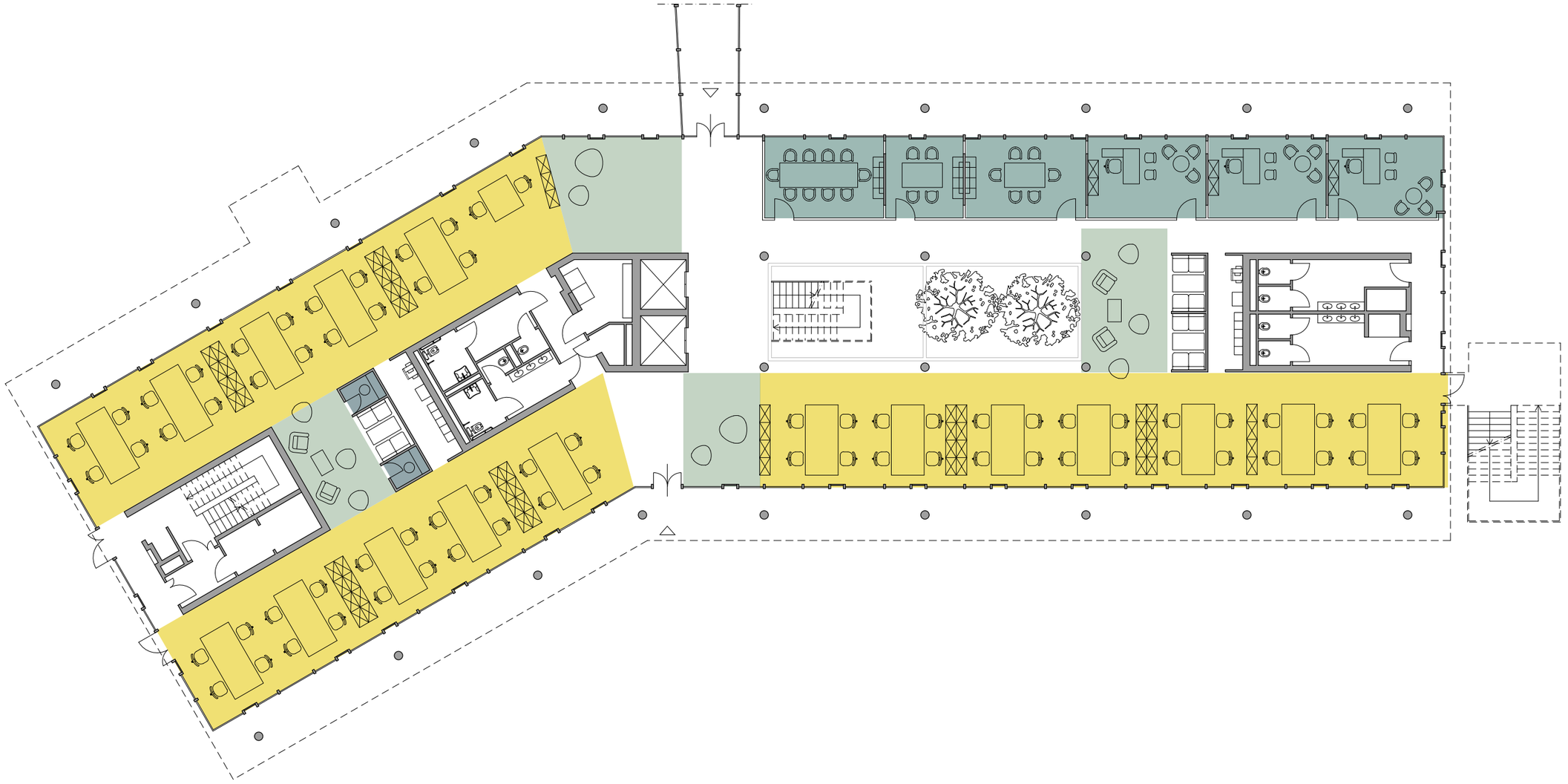
Fig.3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Fig. 5: Booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: Aree ristoro



Open space
Aree relax
Sale riunioni
Phone booth/booth
Zona coffee break e ristoro

0 1 3 m

ELECTROLUX

Electrolux rappresenta il più grande produttore globale di elettrodomestici. È una multinazionale fondata nel 1919 in Svezia con sede a Stoccolma. In Italia conta circa 5700 lavoratori e gli stabilimenti nazionali sono localizzabili nel nord Italia.

La Soluzione Attuata

L'azienda attua un piano Smart Working che ha origine nel 2015 e successivamente implementata. Il programma prevede che i dipendenti aderenti siano formati sui temi di salute, sicurezza e uso dei dispositivi tecnologici, la possibilità di lavorare da remoto e la dotazione dei dispositivi tecnologici necessari. I worker vengono forniti di strumenti, quali PC aziendale, smartphone, connessione internet tramite USB, di software per e-mail, web conference e messaggistica. Inoltre con il progetto si decide di investire anche sulla creazione di nuovi spazi coerenti alla nuova modalità lavorativa.

Lo Spazio Fisico

Nel 2018 venne inaugurata la nuova *headquarter* Electrolux, che si colloca nella vecchia industria Zanussi a Porcia nel pordenonese. I progettisti scelti sono i DEGW che enfatizzano il carattere industriale utilizzando il cemento a vista, il legno, il metallo e il vetro. Lo stile industriale e la neutralità di questi materiali vengono smorzati con l'uso del verde sintetico e naturale. Favorisce lo stile industriale anche la scelta di mantenere gli impiani a vista.

Lo spazio interno è open space, dove vi sono anche postazioni per start-up Le aree presenti all'interno della nuova sede aziendale sono la zona di *Self Cafè* con area cucina, l'area relax, la creative area caratterizzata dalla presenza di un albero e del giardino sintetico, sale riunioni, una terrazza soppalcata dove sono collocati booth chiusi per favorire le attività di isolamento e concentrazione, raggiungibile attraverso una gradonata in legno dove sono presenti dei cuscini-sedute. È presente anche un laboratorio con strumenti tecnologici innovativi, quali stampa 3D, robot collaborativi e tecnologie indossabili.

Luogo: Porcia (PN)

Cliente: Electrolux

Progettisti interior: DEGW

Anni: 1959 - 1996

Anni interior: 2018

Superficie: 1000 m^2

Fig. 1: Sede Electrolux.

Benefici

I lavoratori aderenti all'iniziativa si ritengono molto soddisfatti e questo ha portato a un flusso sempre più crescente di richieste. Le persone si sentono più motivate nello svolgimento delle attività e a questo consegue una maggiore produttività ma anche a un minore tasso di assenteismo e ritardo.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Fig. 2: Ingresso

Fig.3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Figura 5

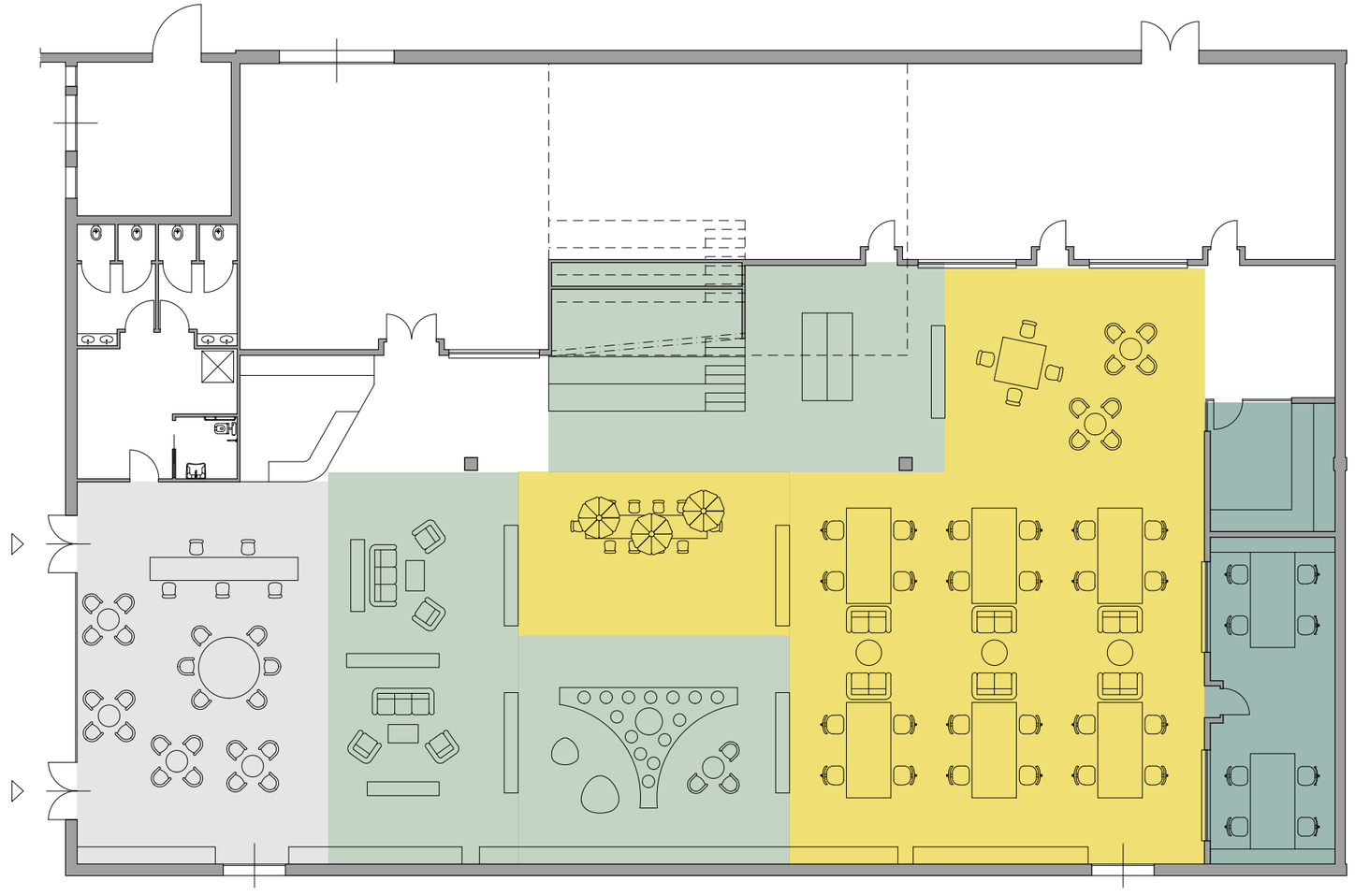
Figura 6

Figura 7

Fig. 5: Booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: *Kitchen Area*



Open space
Aree relax
Sale riunioni
Phone booth/booth
Zona coffee break e ristoro

0 1 3 m

MICROSOFT HOUSE

La Microsoft Corporation è un'azienda informatica americana fondata nel 1975 da Bill Gates e Paul Allen. Estende le sue filiali in tutto il mondo e in Italia approda nel 1985 con sede a Milano e a Roma.

La Soluzione Attuata

Nel 2017 fu inaugurata la nuova sede a Milano di Microsoft Italia, il primo edificio italiano progettato da Herzog e De Meuron per il gruppo Feltrinelli. Il progetto di interni porta la firma di DEGW seguendo l'approccio *New World of Work*, un progetto che l'azienda porta avanti dal 2006 e che segue la direzione del metodo di lavoro in Smart Working. Si punta infatti oltre che sul rinnovamento del layout fisico, anche su una maggiore flessibilità dei lavoratori e dell'innovazione tecnologica, tale da permettere la mobilità e il lavoro da remoto.

Lo Spazio Fisico

L'edificio si sviluppa su sei piani fuori terra. Il piano terra e il primo piano sono aperti al pubblico, dove vengono mostrati i prodotti. Dal secondo al quinto i piani troviamo invece gli uffici. Le aree di lavoro open space sono caratterizzate da postazioni condivise. Vi sono inoltre anche aree di lavoro più riservate per permettere concentrazione, le *Creative Garden* ossia zone più intime aventi delle particolari strutture di legno arricchite da ornamenti vegetali. Sono presenti anche gli *Atelier* dove vengono realizzati prodotti artigianali su misura, e i *Social Hub* che nascono per colloquiare con i colleghi o per svolgere riunioni informali. Al quinto piano è possibile trovare lo spazio panoramico *The Loft* di 500 m^2 a tripla altezza e si tratta di una sala riunione per 16 persone, con una cucina e uno spazio relax arredato con divani e schermo TV. In questo piano sono inoltre si possono trovare le *Smart Flowers* e i *Garden Tables*, postazioni nate per svolgere un lavoro di tipo individuale e isolato, arricchite da piante e vegetazione.

Luogo: Milano

Cliente: Microsof Italia

Progettisti: Herzog & De Meuron

Progettisti interior: DEGW

Anni: 2013 - 2016

Anni interior: 2017

Superficie: 8600 m^2

Fig. 1: Sede Microsoft Italia.

Benefici

Grazie alla flessibilità proposta dal progetto *New World of Work* il lavoratore riesce a organizzare e a conciliare meglio la vita privata e la vita professionale. Oltre a un migliore work-life balance si riscontra anche una maggiore produttività e raggiungimento dei risultati preposti.

Figura 2

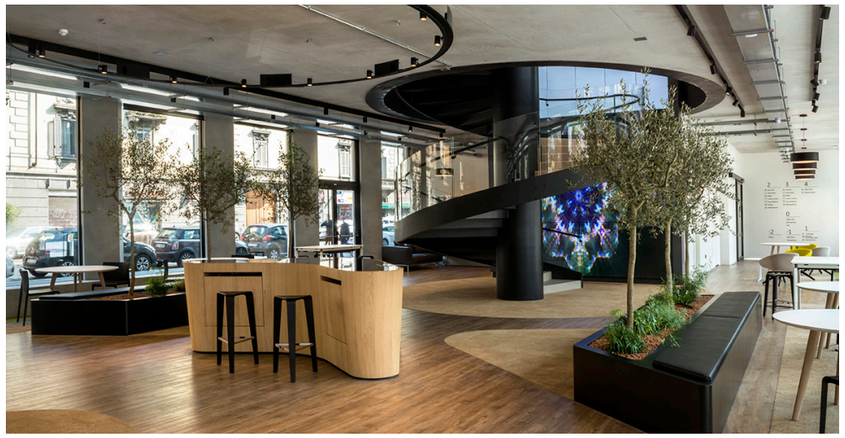


Figura 3

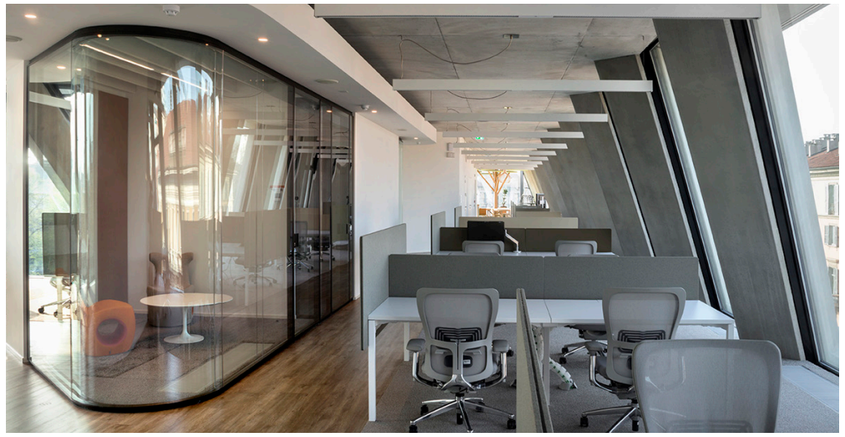


Figura 4

Figura 5

Figura 6

Figura 7

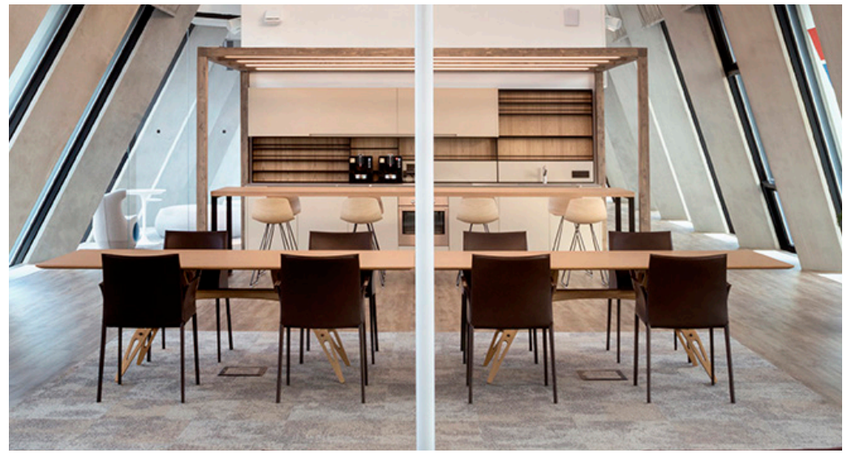


Fig. 2: Hall di ingresso

Fig. 3: Open Space

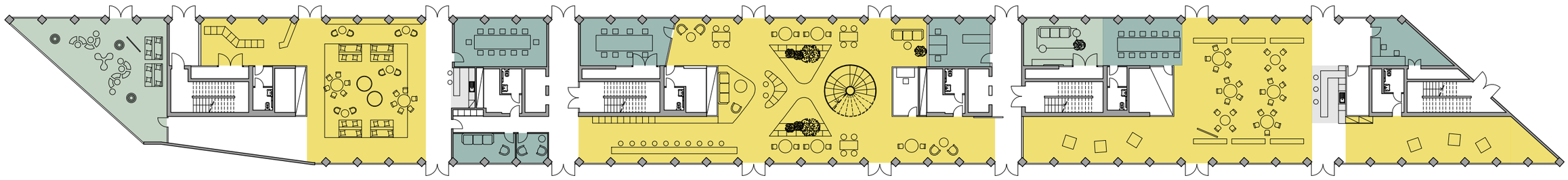
Fig. 4: Sale riunioni

Fig. 5: Booth

-Creative Garden

Fig. 6: Social Hub

Fig. 7: Aree cucina



Open space
Aree relax
Sale riunioni
Phone booth/booth
Zona coffee break e ristoro

0 1 5 m

BAYER

Bayer è un'importante azienda farmaceutica a livello mondiale fondata nel 1863 in Germania. In Italia si afferma con tre differenti società contando circa 2000 dipendenti. Le sedi principali sono a Milano e a Roma.

La Soluzione Attuata

Il primo approccio dell'azienda allo Smart Working risale al 2015/2016 con il progetto *FlExpo*, che offre la possibilità di lavorare massimo cinque giorni al mese in strutture messe a disposizione dell'azienda, con lo scopo di ridurre gli spostamenti. Il progetto si è sviluppato ulteriormente negli anni successivi e nel 2017 nasce FlexJob, che permette di lavorare anche in luoghi differenti dalla sede e dalle strutture aziendali. Con questo nuovo piano si estende la fascia oraria di ingresso in ufficio (7:30-10:00), ma rimane comunque come orario di reperibilità dalle 9:30 alle 16:00. Nel 2018 prende vita il nuovo progetto *Smart WoW: a new Way of Working* che prevede il lavoro da remoto in un luogo scelto a propria discrezione e per un massimo di cinque giorni al mese ma con precedente avviso ai responsabili. Ai lavoratori vengono forniti i dispositivi tecnologici necessari, quali PC aziendale con VPN, smartphone e cuffie, sistemi di chiamate, videochiamate, messaggistica e webcast. L'iniziativa prevede in aggiunta dei corsi formativi per un uso competente della tecnologia.

L'iniziativa *Smart WoW* prevede anche il rinnovamento della sede in chiave Smart Office.

Luogo: Milano

Cliente: Bayer

Progettisti architettura: Gigi Ghò

Progettisti interior: Arch. Elena Iuliano

Anni: 1955 - 1976

Anni interior: 2018

Superficie (nuova sede): 3000 m^2

Fig. 1: Sede Bayer di Milano.

Lo Spazio Fisico

La nuova sede milanese Bayer viene inaugurata nel 2018, progettata dal gruppo milanese DEGW. Nella sua configurazione interna spicca un elemento che lo caratterizza ossia l'uso del legno. Gli spazi sono open space con postazioni condivise, creati anche seguendo i principi di flessibilità e dell'*Activity Based Working*. Sono presenti sale riunioni formali ed informali, alcuni chiuse da pannelli trasparenti, area break, *quiet room*, punto informazioni, chat sofa ricavati da nicchie che danno un aspetto a forma di cubo o "casetta" e infine la *flexible arena* utilizzato come luogo di riunione informale per scambi e condivisione dove sono presenti dei cuscini che fungono da seduta. Oltre il legno vengono utilizzati materiali come il gres, il gesso, il vetro e la moquette per i pavimenti. Un'altra peculiarità del progetto è lo scarso utilizzo di pareti interne a favore di un utilizzo di piante come divisori, che oltre all'aspetto estetico favorisce maggiore benessere e luminosità. Il comfort ambientale è sempre uno degli obiettivi principali di questi progettisti, che hanno adottato strategie in termini acustici, igrotermici e illuminotecnici, per esempio l'utilizzo di materiale acustico micro perforato con luci integrate.

Benefici

Grazie allo Smart Working sono stati riscontrati maggior produttività e rapporto tra i membri del team, favorendo quindi una buona collaborazione e di conseguenza migliori risultati. Risulta migliorata anche la work-life balance e la riduzione di spostamenti si è tradotta in riduzione di spese e di emissioni di sostanze inquinanti.

Figura 2

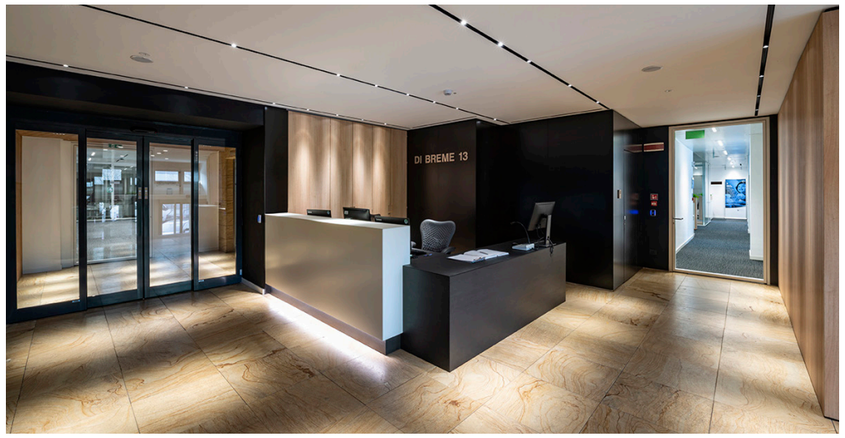


Figura 3

Figura 4

Fig. 2: Hall di ingresso

Fig.3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Fig. 5: Booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: Aree *coffee break*

CAMEO

La Cameo è un'azienda alimentare fondata nel 1933 ed è la filiale italiana del gruppo tedesco Dr. Oetker, risalente al 1891. La sede iniziale fu a Milano per poi trasferirsi a Desenzano del Garda nel 1958, dove risiede ancora tuttora. L'*headquarter* di Desenzano del Garda conta circa 400 dipendenti.

La Soluzione Attuata

In questo caso specifico si è puntato maggiormente ad un cambiamento volto allo spazio fisico, infatti non sono state istituite politiche rivolte alla flessibilità di luogo e quindi non è stato adottato nessun tipo di lavoro da remoto. La Cameo si è avvicinata allo Smart Working investendo sulla realizzazione di un nuovo edificio aziendale, affiancato alla ristrutturazione della sede esistente. Oltre allo spazio di lavoro sono state attivate nuove tecnologie, quali sistema VoIP per comunicare all'interno del campus, sistema di prenotazione delle postazioni e delle sale tramite mail o touchscreen, rete Wi-Fi e infine sistema di stampa attraverso i badge per ridurre lo spreco di carta. L'azienda inoltre non ha lasciato al caso la gestione del cambiamento organizzativo ma sono stati selezionati 21 *campus agent* o agenti del cambiamento, già formati e con una precedente esperienza che supportano i colleghi ad affrontare il rinnovamento.

Luogo: Desenzano del Garda (BS)

Cliente: Cameo

Progettisti: Ackermann + Raff

Anni: 2017

Superficie: 5000 m^2

Fig. 1: Campus Cameo, nuovo edificio e mall.

Lo Spazio Fisico

Il piano di cambiamento prevede la realizzazione di un nuovo edificio, come ampliamento del fabbricato esistente, e di un Mall ossia una struttura a galleria che permette il collegamento tra il vecchio e il nuovo. Si delinea così il nuovo campus Cameo nel 2017, con una nuova costruzione che occupa una superficie di 5000 m^2 e disposta su quattro piani fuori terra. La hall e spazio accoglienza sono previsti nel Mall, dove vengono collocate anche sale riunioni e spazi comuni aperti. Al piano terra sono previsti gli spazi comuni, di servizio e di svago quali la caffetteria, il ristorante e l'auditorium. Nel primo piano è possibile trovare un giardino interno vetrato. Al secondo piano vi sono spazi dedicati alle operazioni tecniche e di logistica. Infine, al terzo piano sono posizionati gli spazi per la direzione generale.

Lo spazio presenta postazioni condivise, sale riunioni formali e informali, alcune aree che favoriscono la concentrazione e *phone booth*. Sia le postazioni che le sale riunioni necessitano di previa prenotazione. Il linguaggio e le scelte architettoniche, compositive e tecnologiche, caratterizzano fortemente l'involucro esterno del nuovo complesso che si caratterizza per l'utilizzo di calcestruzzo bianco e vetro. La trasparenza permette di creare un dialogo con l'esterno. Anche all'interno troviamo suddivisioni verticali trasparenti che, oltre a non ostruire la vista, rendono più ampi gli spazi. La facciata è modulare e gli elementi in calcestruzzo sono dei blocchi a "C", l'iniziale di Cameo.

Si è posta molta attenzione sull'ottimizzazione del comfort termico, acustico e luminoso. Sono stati utilizzati dei pannelli acustici a soffitto e anche gli arredi sono stati scelti seguendo criteri acustici. Il raffreddamento e il riscaldamento sono regolati da impianti a solaio. Tutta l'illuminazione artificiale invece è autoregolabile in base alla luce naturale. L'edificio è certificato LEED.

Benefici

Non ci sono state importanti criticità se non una difficoltà iniziale al cambiamento. Ad ogni modo i dipendenti si sono adeguati velocemente e utilizzando gli spazi seguendo le policy. Questo porta sicuramente a una crescita del modello Smart Working e di conseguenza a un miglioramento sul piano lavorativo.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Fig. 2: Hall di ingresso

Fig. 3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Fig. 5: Phone booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: Aree ristoro

HEINEKEN

Heineken è un'azienda olandese di importanza mondiale che produce birre. La sua fondazione risale al 1873 e ha sede ad Amsterdam. Allarga i suoi stabilimenti in più di 70 nazioni e arriva in Italia nel 1974 dove conta circa 1000 dipendenti.

La Soluzione Attuata

L'avvicinamento dell'azienda italiana allo Smart Working risale al 2012 con il progetto *Heineken Smart Work*. Si dà la possibilità ai dipendenti di lavorare in remoto per massimo due giorni a settimana e vengono dotati di dispositivi tecnologici. Il kit tecnologico fornito è formato da PC aziendale, token OTP e chiavetta internet UMTS. Il punto principale del piano di rinnovamento è lo spostamento della sede da viale Monza all'Edison Business Center di Sesto San Giovanni.

Lo Spazio Fisico

DEGW si occupò di ridefinire gli spazi dal quarto all'ottavo piano dell'Edison Business Center per la nuova sede Heineken. I lavori terminarono nel 2012, ma ci furono dei rinnovamenti nel 2019.

La nuova configurazione degli uffici è open space. Vengono introdotte sale riunioni formali per 6 e per 10 persone e informali, *phone booth*, aree di lavoro che garantiscono concentrazione, zona break e cucina, zona living, area ristoro con bar e birreria in perfetto stile industriale con gli impianti a vista e dove sono state utilizzate bottiglie da riciclo come lampade, il pallet per realizzare le mensole, vetro anticato per porte e specchi. Gli spazi si caratterizzano per l'uso di legno grezzo, metallo, cemento e mattoni. Ad ogni piano vengono esposti contenuti ad effetto grafico e decorativo che ripercorrono la storia aziendale. L'ottavo piano si caratterizza per una composizione di 400 bottiglie verdi in vetro che formano la mappa mondiale.

La realizzazione recente è la nuova reception Heineken collocata al piano terra.

Importante è la progettazione del comfort termoigrometrico, luminoso e acustico. Vengono inseriti ad esempio dei pannelli acustici a soffitto.

Luogo: Sesto San Giovanni (MI)

Cliente: Gruppo Heineken Italia

Progettisti architettura: Garretti Associati

Progettisti interior: DEGW

Anni: 2009

Anni interior: 2012 - 2019

Superficie sede: 6000 m^2

Fig. 1: Edison Business Center.

Benefici

Le persone sono soddisfatte del nuovo approccio lavorativo e sono stati riscontrati dei miglioramenti a livello organizzativo e di produzione, un maggiore work-life balance e una riduzione delle spese di trasporto e dell'emissione di CO_2 dovuti ai minori spostamenti effettuati.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

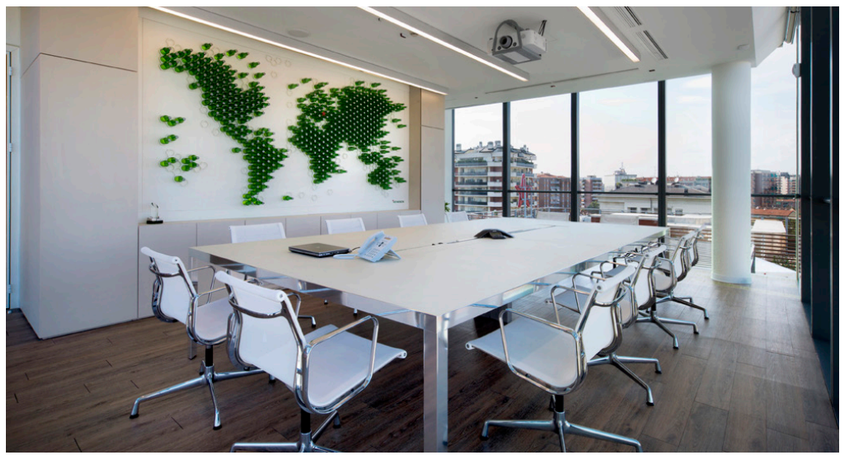


Figura 5

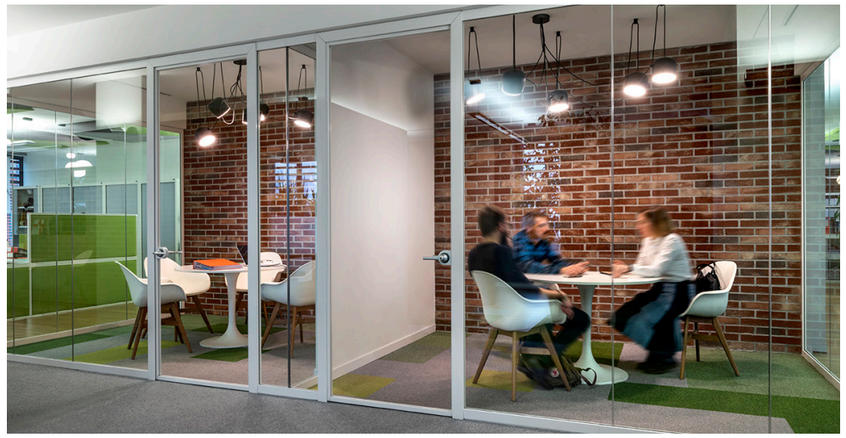


Figura 6

Figura 7

Fig. 2: Hall di ingresso

Fig. 3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Fig. 5: Booth

Fig. 6: Zona relax esterno

Fig. 7: Birreria

MAIRE TECNIMONT

Maire Tecnimont è un gruppo multinazionale molto importante nel campo dell'ingegneria impiantistica e dell'energia rinnovabile. L'azienda conta più di 9300 lavoratori in 45 paesi e 50 società operative e soltanto a Milano circa 1700.

La Soluzione Attuata

Maire Tecnimont si avvicina al modello Smart Working nel 2016 con un concorso di idee per la sede di Milano Porta Garibaldi, ospitata dalle Torri Garibaldi, aperto a tutti i lavoratori della multinazionale, intitolato *BE ADAPTIVE! – THINK TANK*. Ogni dipendente doveva presentare un'analisi costi-benefici del progetto. Nel 2017 ci fu la premiazione e le prime proiezioni delle strategie aziendali che hanno intenzione di adottare. In primis viene istituito il lavoro da remoto, mettendo a disposizione spazi di coworking convenzionati, così da offrire un'altra opzione per chi non volesse lavorare da casa dato che le policy non prevedono la concessione a lavorare in luoghi pubblici o aperti.

Viene istituita anche la flessibilità di orario ma con ancora qualche restrizione, infatti ad esempio il range di entrata si è esteso ma rimanendo ancora limitato.

Per avviare il Lavoro Agile in azienda viene previsto una formazione per i dipendenti, in modo da attuare efficacemente il nuovo modello e un'adesione che avviene su base volontaria aperta a tutti.

Si rinnova anche la tecnologia e tutti i dipendenti vengono dotati di PC, smartphone e strumenti accessori, come ad esempio le cuffie. Anche nella sede aziendali vengono installati strumenti e software necessari, come la lavagna interattiva e proiettore nelle sale riunioni e siti web dedicati alle prenotazioni degli spazi. I worker vengono forniti anche di software scelti dall'azienda come il softphone, piattaforme cloud di condivisione e rete di connessione dati veloce.

Un ulteriore punto dell'iniziativa riguarda la trasformazione del layout fisico aziendale per far sì che anch'esso si concili con la nuova strategia lavorativa.

Luogo: Milano

Cliente: Beni Stabili - Maire Tecnimont

Progettisti torri: Laura Lazzari, Giancarlo Perrotta

Progettisti interior: Progetto CMR, Massimo Roj Project Architects

Anni: 1984 - 1992

Anni interior uffici: 2007 - 2011 / 2017

Superficie: 69000 m^2

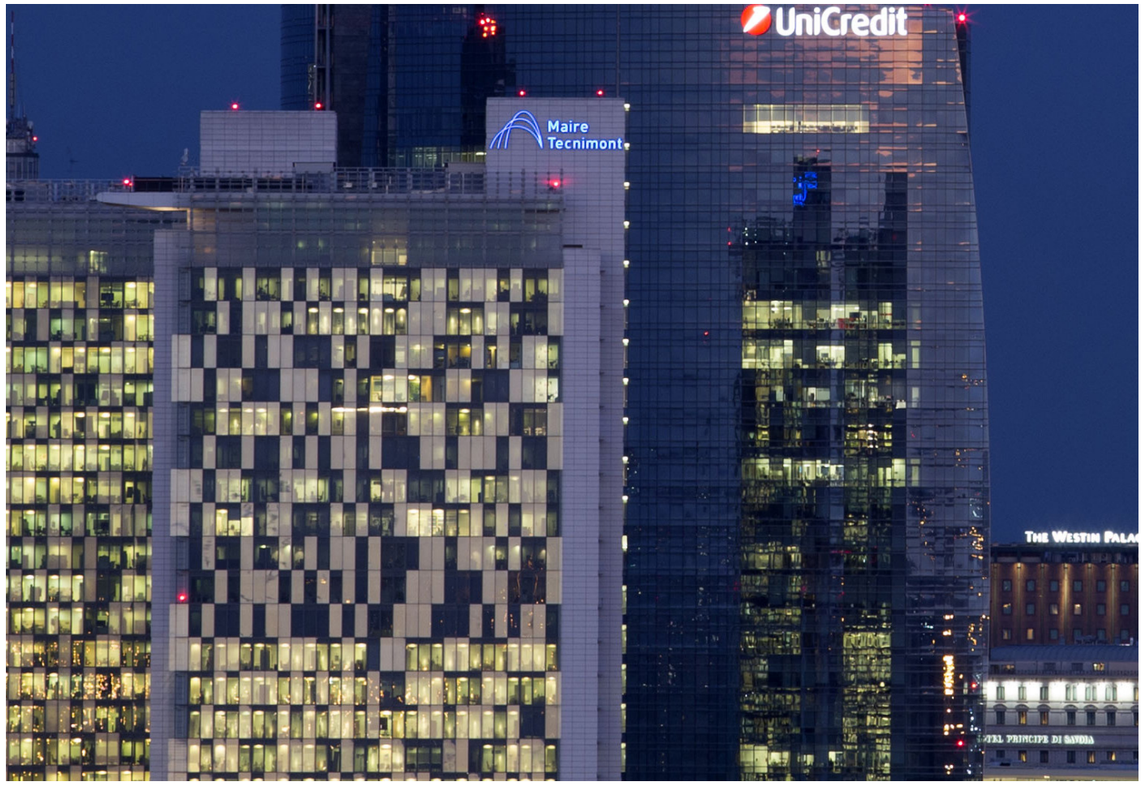


Fig. 1: Torri Garibaldi, sede Maire Tecnimont.

Lo Spazio Fisico

Gli spazi sono in open space, anche se permangono degli uffici chiusi con postazione fissa. L'azienda quindi non ha assunto un pieno approccio Smart Working, ma permangono dei tratti di lavoro tradizionale. In primo luogo è stata creata la *BE ADAPTIVE! Canteen* ovvero è stata ristrutturata la mensa che quindi attualmente comprende, oltre alla mensa, dei salottini e degli spazi per le riunioni. Vi è anche la *MEETinG – Maire Tecnimont Garibaldi Hub*, ovvero la grande hall dove sono presenti anche spazi di coworking, aventi una superficie di circa 1200 m^2, e bar.

Benefici

Per ottenere un feedback dai dipendenti è stato istituito lo *Smart Working Net Promoter Score*, che ha permesso di rilevare un grado di apprezzamento pari a 78/100 dei dipendenti rispetto all'iniziativa e hanno aderito all'iniziativa circa l'84% dei dipendenti. Si stima inoltre una riduzione dell'emissione di CO_2 pari a 73 tonnellate. Gli smart worker attestano maggiore concentrazione e comfort, aumento della responsabilizzazione e maggiore flessibilità nella gestione della propria giornata. Sono state riscontrate criticità solo per gli obbiettivi a lungo termine.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

Fig. 2: la grande Hall *MEETinG – Maire Tecnimont Garibaldi Hub*.

Fig. 3: Open Space (*MEETinG – Maire Tecnimont Garibaldi Hub*).

Fig. 4: Piccole aree *meeting (BE ADAPTIVE! Canteen*).

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Fig. 5: Booth (*BE ADAPTIVE! Canteen*).

Fig. 6: Zone relax (*MEETinG – Maire Tecnimont Garibaldi Hub*).

Fig. 7: *BE ADAPTIVE! Canteen* - area ristoro.

SKY ITALIA

Sky Italia è una piattaforma privata di intrattenimento televisivo. Nata nel 2003 con sede a Milano, ha esteso la sua rete in sette paesi e conta circa 31000 dipendenti e 23 milioni di clienti.

La Soluzione Attuata

L'azienda costruisce un progetto Smart Working denominata *Open Working* avviato nel 2016. Offre la possibilità di lavorare in remoto fino a 4 giorni al mese, purché il luogo scelto sia consono e rispetti le politiche di sicurezza e riservatezza dati. Il lavoro a distanza deve essere comunque svolto nell'orario che va dalle 8:00 alle 20:00. L'azienda fornisce ai suoi dipendenti PC aziendale con VPN più strumenti accessori come le cuffie e software per videochiamate, videoconferenze, messaggistica, sistemi di prenotazione e servizi cloud. Il piano prevede anche il rinnovamento della sede in Smart Office.

Lo Spazio Fisico

La sede di Milano Santa Giulia, grazie all'intervento progettuale del gruppo milanese DEGW, nel 2016 fu rivoluzionato, trasformando gli uffici in stile tradizionale in spazi open space con postazioni condivise con sistema di prenotazione e dove vige la politica del *clean desk sharing*. Sono state create aree funzionali al lavoro, quali sale riunioni dotate di sistemi per videoconferenze formali e informali, *quiet room* per favorire la concentrazione, *phone booth*, aree *locker*. Possiamo trovare inoltre aree break e aree ristoro con mensa e bar, zone living e zone lettura e relax, stanze attrezzate con TV e impianti decoder, *kids corner* destinato alle scolaresche, palestra, sartoria e salone da parrucchiere. Il piano terra dove si trova la reception, rispetto alle altre aree, si caratterizza per l'utilizzo di divani e divisori dalla forma curvata. Le pareti e i soffitti sono completamente bianchi, mentre con gli arredi si gioca su differenti cromaticità. Gli spazi interni si possono ritenere luminosi e allo stesso tempo accoglienti.

Luogo: Milano

Cliente: Milano Santa Giulia Spa - Sky Italia

Progettisti: Byron Harford & Associates, Urbam

Progettisti interior: DEGW

Anni: 2007

Anni interior: 2016

Superficie:86000 m^2

Fig. 1: Sede Sky Italia.

Benefici

Con l'*Open Working* si è riscontrato un elevato grado di soddisfacimento da parte delle persone, le quali risultano riuscire ad organizzarsi meglio sia nella vita professionale sia nella vita privata. Si riscontra una maggiore produttività e un'efficiente collaborazione all'interno del team di lavoro. Anche i minori spostamenti hanno portato ad una riduzione di emissione di sostanze inquinanti e a un risparmio di tempo e di spese sui trasporti.

Figura 2

Figura 3

Figura 4

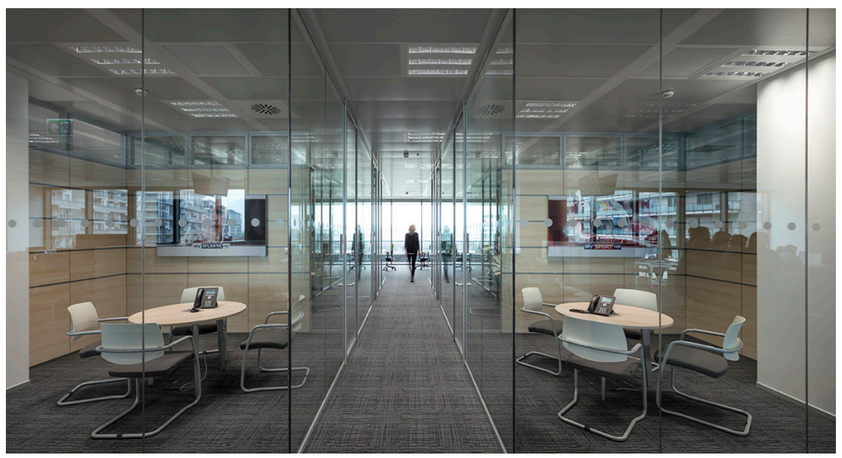


Figura 5

Figura 6

Figura 7

Fig. 2: Hall di ingresso

Fig. 3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Fig. 5: Phone Booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: Area ristoro

ZURICH INSURANCE GROUP

La Zurich Insurance Group è una delle maggiori compagnie assicurative, che è stata fondata nel 1872 a Zurigo dove tuttora ha sede principale. La sua rete si estende per 170 paesi e in Italia coinvolge quattro società e circa 600 agenzie.

La Soluzione Attuata

Zurich si fa strada nel mondo dello Smart Working a partire da un primo approccio nel 2015 per poi diventare un progetto vero e proprio che parte l'anno successivo e prende il nome di *ATOM*, che vinse inoltre lo Smart Working Impact Award. Il progetto ha tre obiettivi: valorizzare gli ambienti di lavoro, promuovere nuove tecnologie e promuovere la sostenibilità ambientale.

Innanzitutto viene prevista la possibilità di lavorare da remoto lasciando libera scelta ai dipendenti.

Si ha un'implementazione in ambito tecnologico in cui viene abilitata la rete Wi-Fi per tutta la sede e tutte le scrivanie vengono dotate di monitor e docking station, mentre per quanto riguarda i device ai dipendenti vengono forniti PC portatile aziendale con cuffie e softphone, mouse e tastiera wireless e router Wi-Fi portatile.

Per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale l'azienda fornisce delle bici e auto elettriche, che tutti i lavoratori possono utilizzare per spostarsi tra le sedi di Milano o per altre necessità di spostamento durante le pause di lavoro. Inoltre viene istituita la raccolta differenziata centralizzata.

Per incrementare inoltre il benessere del worker si propongono iniziative di carattere sportivo e culturale e anche di prevenzione sanitaria.

Luogo: Milano

Cliente: Europa Risorse Spa

Progettisti: Scandurra Studio, Digit&Associati

Anni: 2006 - 2009

Anni interior: 2016

Superficie:36000 m^2

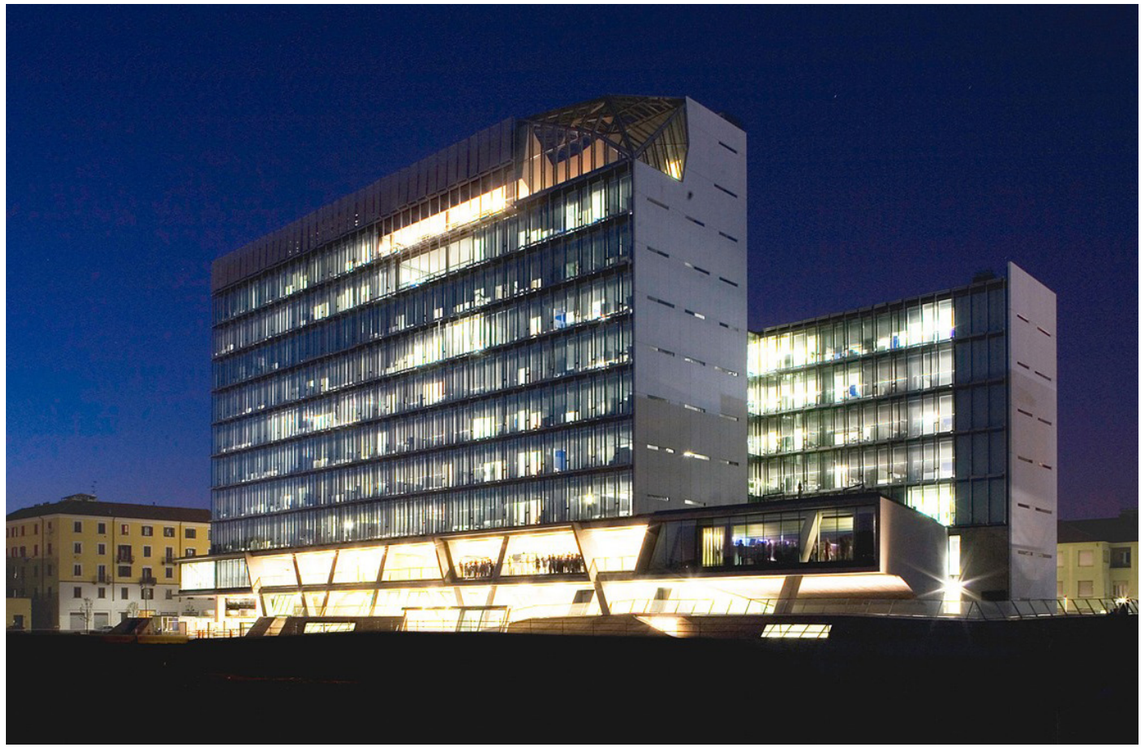


Fig. 1: Sede Zurich nell'ex area industriale Carlo Erba.

Lo Spazio Fisico

Per il tema dello spazio fisico, il progetto *ATOM* include anche la costruzione di una nuova sede a Milano in via Fucini e la ristrutturazione della sede, sempre milanese, in via Benigno Crespi. Quest'ultima si inserisce nella ex area industriale Carlo Erba e sarà quella che verrà qui approfondita.

Prima di tutto sono stati creati ampi open space e postazioni libere non prenotabili, aree di coworking, sale riunioni, sale informali, aree fitness e aree lounge. Le postazioni sono divise per aree funzionali in modo da favorire la vicinanza tra i colleghi che si occupano delle stesse attività. Inoltre vengono utilizzati arredi ergonomici, luci anti riflesso e pannelli fonoassorbenti per migliorare il comfort interno dei dipendenti.

Per favorire anche momenti di svago in ogni piano sono state inserite aree break con cucina. Tutti i nove piani dell'edificio sono stati arredati seguendo un diverso tema, quali musica, gioco, arte e cultura. Per di più all'interno dell'edifico è stata inserita la sala fitness con sauna e docce, le zone per i bambini e la lavanderia. Il piano terra è sostanzialmente un porticato che può essere transitato anche da persone esterne all'azienda. Il piano terra e il primo piano sono trattati architettonicamente diversi rispetto al resto dell'edificio.

Benefici

L'adesione dei dipendenti allo Smart Working è pari al 70%. L'azienda ha rilevato un risparmio del 50% in termini di costi di gestione degli spazi. Si è verificato un aumento di produttività e un miglioramento del work-life balance.

A livello ambientale è diminuito l'utilizzo di documenti cartacei, è aumentata la raccolta differenziata ed è diminuita l'emissione di CO_2 grazie alla diminuzione degli spostamenti e all'utilizzo delle biciclette e auto elettriche aziendali.

Figura 2

Figura 3

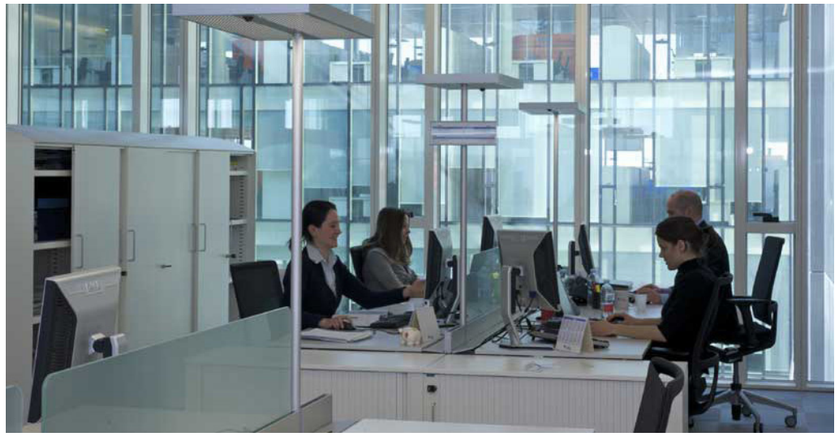


Figura 4

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Fig. 2: Ingresso

Fig. 3: Open Space

Fig. 4: Sale riunioni

Fig. 5: Phone Booth

Fig. 6: Zone relax

Fig. 7: Area ristoro

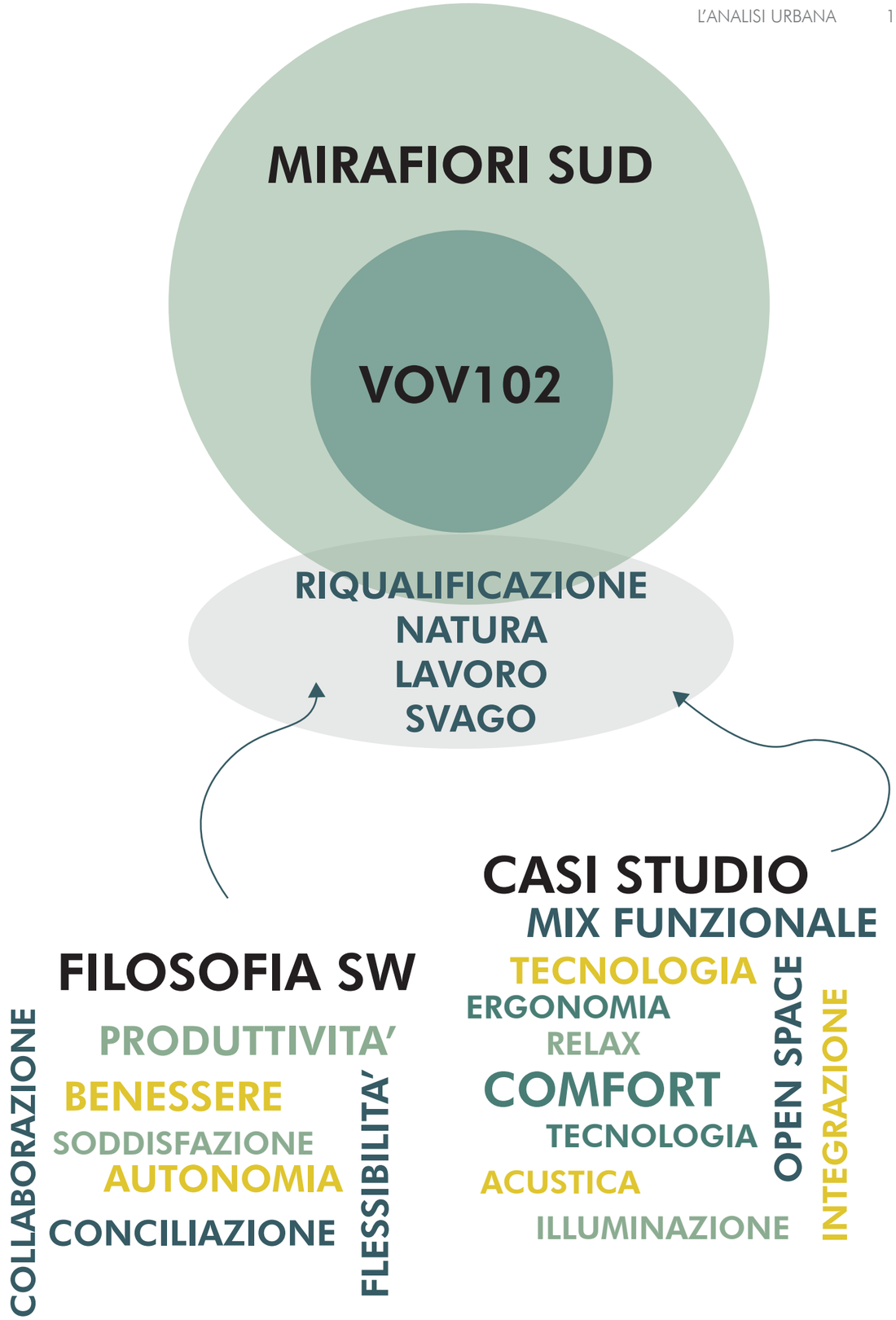
05

L'ANALISI URBANA

La tecnologia, specie negli ultimi vent'anni, ha costituito uno strumento indispensabile per sostenere i processi di cambiamento per i servizi legati al cittadino, alle imprese e più in generale di trattamento di informazioni e di dati. Oggi anche le città sono crocevia di flussi di informazioni e di dati a supporto delle decisioni e non solo di persone e di merci.

La pandemia da COVID-19 ha contribuito a un forte progresso nella digitalizzazione della società e dell'economia e ha costretto i territori metropolitani italiani e le imprese a prepararsi a livello organizzativo culturale e tecnologico. Per questo il concetto di *Smart Sustainable City* assume un ruolo cruciale nelle città di oggi e del domani. Infatti fa ricorso alla tecnologie per promuovere processi di innovazione sociale, culturale ed organizzativa per migliorare la qualità della vita e garantire la sostenibilità economica, sociale e ambientale per le generazioni di oggi e quelle future. Vi sono però nel territorio italiano realtà urbane molto eterogenee, in quanto sono più sviluppate le città nel nord d'Italia rispetto a quelle del sud e anche tra realtà metropolitane e centri urbani più piccoli. Città a cui manca una politica e un agire comune che non permette di raggiungere questi traguardi che non possono non essere globali. Serve perciò un quadro di riferimento condiviso che metta in connubio distanze diverse e unisca scelte di policy e modalità di governo differenti. Milano, Bologna e Firenze rappresentano le tre città al vertice nei modelli di sviluppo e di governance e il sistema urbano emiliano-romagnolo costituisce una solida struttura baricentrica al resto d'Italia.

Torino, come analizzeremo in questo capitolo, si colloca in una posizione ancora troppo marginale e in un complessivo ritardo del sistema urbano nei confronti degli obiettivi di sostenibilità che rischia di limitare fortemente l'attrattività e la vivibilità della città.



TORINO SECONDO IL RAPPORTO ROTA 2019

Secondo l'ultimo Rapporto Rota[1], ricerca che studia le dinamiche evolutive della città di Torino, la città nell'insieme è cambiata positivamente rispetto a 20 anni fa, specie per quanto riguarda il settore turistico, in quanto è migliorata la capacità attrattiva turistica. Solo nel 2018 si sono registrati 3,8 milioni di turisti e nel complesso nel decennio che va dal 1998 al 2008, si è registrato un aumento del 162% di presenze, grazie a una maggiore consistenza dell'offerta museale.

Sul tema della mobilità più sostenibile, nell'ottobre del 2013 è stato approvato il Piano della Mobilità Ciclabile: il "Biciplan", che ha come obiettivo il raggiungimento della quota di ciclabilità al 15% del totale degli spostamenti entro il 2023[2]. Inoltre Torino risulta avere tra le più efficienti e sostenibili reti idriche ed elettriche tra le metropoli italiane.

Sul piano economico la città cresce notevolmente sul versante terziario, sempre più lontana dal suo passato di città fabbrica. In particolare è in forte crescita il settore della grande distribuzione: la superficie dedicata, tra il 2001 e il 2017, è più che raddoppiata con un aumento del 109%.

Piani di trasformazione della città

Quello che emerge dal punto di vista qualitativo, più che dai riscontri oggettivi dal Rapporto Rota, sono i piani strategici e innovativi messi in atto dalla città di Torino. Negli ultimi quindici anni si sono susseguiti tre piani strategici e l'ultimo, in fase di approvazione, ha come orizzonte il 2030. A questi si sono aggiunti anche piani tematici come il Piano Regolatore, il Pums per la mobilità sostenibile[3], il Piano energetico TAPE e Torino Smart City.

Nel 2011 Torino ha accolto l'iniziativa della Commissione Europea "*Smart Cities & Communities*", puntando a diventare una città sempre più attenta ai temi legati al rispetto ambientale, capace di produrre alta tecnologia, diminuire i consumi energetici del patrimonio edilizio, promuovere una politica adeguata a finalizzare trasporti puliti e più in generale a migliorare la qualità della vita degli abitanti. Quest'ultimo progetto è in piena continuità con il Piano energetico TAPE, che ha come finalità la riduzione delle emissioni di CO_2 del 40% entro il 2020. Questo piano anticipava l'intenzione dell'Unione Europea di voler cercare di far rispettare nelle amministrazioni comunali le indicazioni del Protocollo di Kyoto[4]. Con questo progetto la città ha potuto partecipare a bandi europei e nazionali grazie ai quali

[1] Centro Einaudi, Ventesimo Rapporto "Giorgio Rota" su Torino, 2019.

[2] Torino ha aderito alla Carta di Bruxelles del 2009, dove si stabilisce che entro il 2020 si debbano attuare politiche finalizzate a raggiungere il 15% di spostamenti in bicicletta sul proprio territorio nazionale. Torino con il piano Biciplan si è fissata l'obiettivo al 2023, ovvero a 10 anni dall'approvazione del piano.

[3] Ha portato alla definizione del piano Biciplan, quando la rete ciclabile aveva raggiunto i 175 chilometri.

[4] Entrato in vigore il 16 febbraio 2005 grazie alla ratifica del protocollo da parte della Russia, infatti per poter entrare in vigore al protocollo dovevano aderire non meno di 55 nazioni.

Figura 1

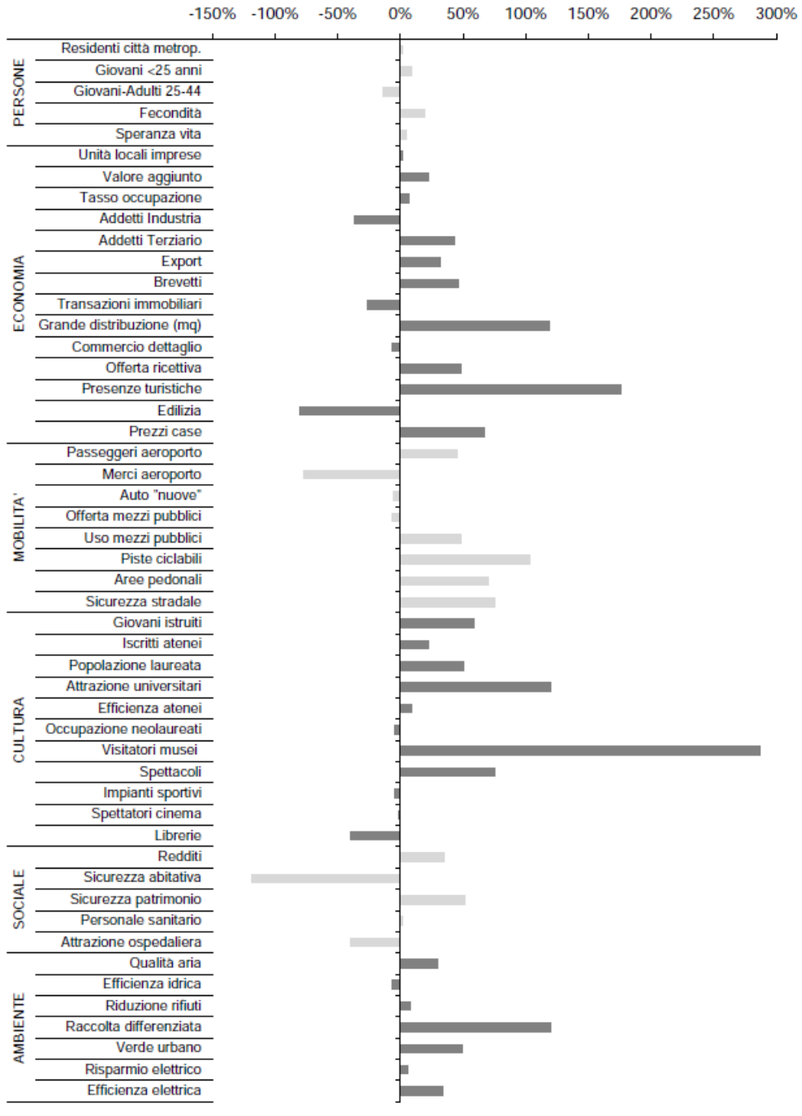


Fig. 1: Torino vent'anni fa e oggi: variazioni percentuali. Elaborazioni su fonti varie. Fonte: Ventesimo Rapporto "Giorgio Rota" su Torino, 2019.

ha potuto intraprendere percorsi di innovazione e sperimentazione. Inoltre la Fondazione Torino Smart City ha avviato nel 2013 una collaborazione che ha portato alla stesura del masterplan denominato *SMILE - Smart Mobility, Inclusion, Life & Health, Energy*[5].

Per quanto riguarda il Piano Regolatore di Torino, da quando è stato approvato nel 1995, sono state applicate più di 300 varianti, più o meno significative. È uno strumento in continua evoluzione e sotto processo di ristrutturazione degli indirizzi e dei contenuti. L'ultima operazione di aggiornamento ha avuto inizio nel maggio 2017. Questa operazione è stata definita di "manutenzione straordinaria" dall'amministrazione comunale sul sito web dedicato al PRG di Torino. *«L'obiettivo è quello di progettare uno strumento urbanistico con caratteri di semplicità, trasparenza e resilienza, capace di rispondere in tempo reale alle necessità di cambiamento della Città»*[6].

Un altro piano innovativo, incentrato sulla rigenerazione urbana, attivo dal 2017, è AxTO (Azioni per le periferie Torinesi). Il progetto dispone di 45 milioni di euro per il triennio dal 2017 al 2019 per finanziare ben 44 azioni (24 per la riqualificazione di spazi fisici e 20 azioni immateriali) suddivise su 5 assi: spazio pubblico, casa, lavoro e commercio, scuola e cultura, comunità e partecipazione. Verso la fine del 2018, si è raggiunto oltre il 50% delle realizzazioni previste.

Se si confronta però la città di Torino con le altre 15 città metropoli italiane, essa si colloca sempre a metà graduatoria, tra le 8 metropoli centrosettentrionali, in genere più efficienti, e le altre 7 del Sud Italia. Specialmente per quanto riguarda i settori legati all'innovazione, ad esempio export e manodopera qualificata, e per gli aspetti ambientali, come dotazione di verde e raccolta differenziata, si registra un regresso nell'ultimo ventennio. È importante sottolineare anche il grave deficit strutturale in cui versano le casse pubbliche del comune di Torino (debito pubblico in 4000 euro procapite nel 2017[7]). Proprio per questo motivo, proprio ora, come conclude il Rapporto Rota 2019, bisogna "fare sistema" e concentrare tutte le risorse disponibili in *«pochi e condivisi progetti su cui concentrare le scarse risorse»*. Tutto questo per permettere alla città di Torino di essere *«competitiva sul piano nazionale e internazionale, scongiurando la temuta prospettiva di diventare progressivamente "satellite" del sistema milanese.»*

Attività edificatoria e consumo del suolo

All'inizio del secolo nel capoluogo torinese si è registrata una crescita di media intensità edificatoria. Tra il 1997 e il 2007 è cresciuta del 1,3%, dovuto alla scelta di voler edificare soprattutto in aree dismesse. Questa lieve crescita si va però a ridimensionare, specialmente dal 2006, per poi azzerarsi quasi completamente a causa anche della successiva crisi economica globale.

Con la realizzazione delle aree di Torino denominate Spina 3 e Spina 4, l'attività edilizia residenziale è decisamente calata se confrontata con le altre città italiane (vedi figura 2). I grandi cantieri infatti sono diminuiti, portando a un calo dell'85% dei permessi edilizi tra il 2003 e il 2016.

Anche per quanto riguarda l'attività edilizia non residenziale si registra un forte calo e solo negli ultimi anni si sta assistendo a una lenta ripresa, dovuta principalmente alla realizzazione di grandi insediamenti commerciali (vedi figura 3). Infatti, nell'ultimo decennio il consumo di suolo ha ripreso a crescere in modo rilevante, soprattutto a Torino come rivelano i dati del 2018 a livello comunale (primo comune per ogni regione)[8].

Sviluppo delle reti telematiche

Di fondamentale importanza, oltre alle infrastrutture legate al

[5] http://www.comune.torino.it/ambiente/smart_city/index.shtml

[6] www.torinosiprogetta.it

[7] Fonte: Openbilanci

[8] Fonte: e orazioni ISPRA su cartografia SNPA.

Figura 2

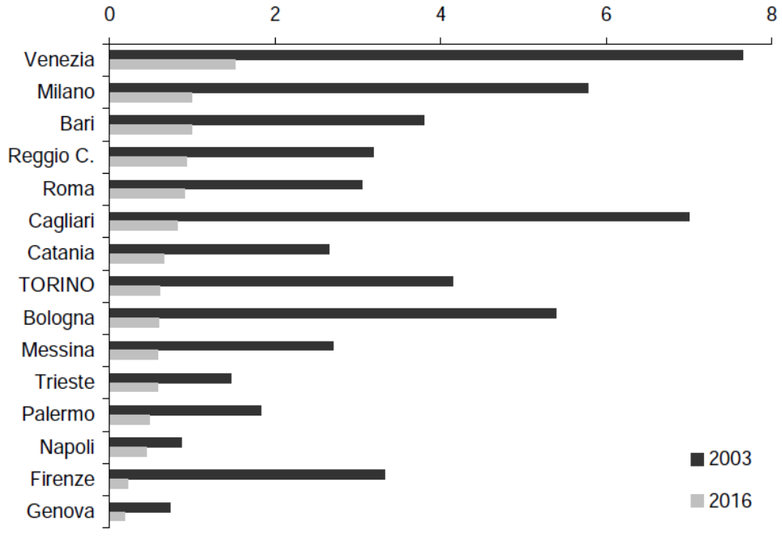
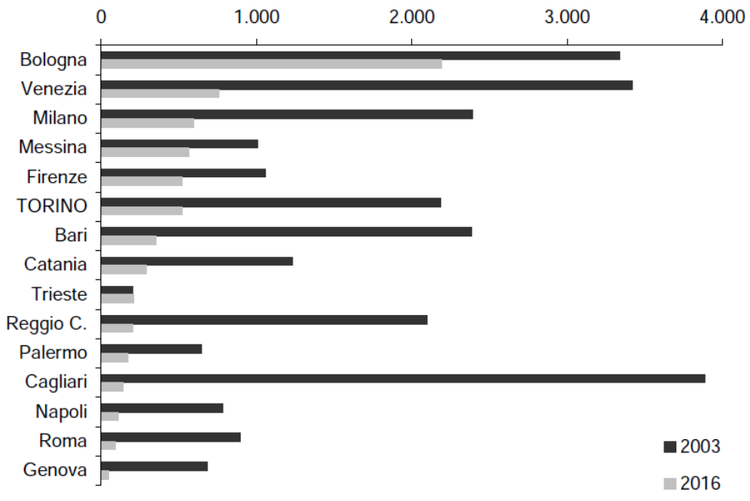


Fig. 2: Edilizia residenziale: permessi di costruire nella città matropolitane. Numero ogni 1000 abitanti, per nuove abitazioni e ampliamenti; elaborazioni su dati Istat.

trasporto di merci e persone e in un secolo profondamente segnato dalla rivoluzione digitale, sono le reti telematiche. Purtroppo la privatizzazione di quest'ultime non permette di avere dati sempre attendibili e aggiornarti dato il

Regione	Comune	Suolo consumato 2018 (%)
Piemonte	Torino	65,25
Valle d'Aosta	Aosta	30,87
Veneto	Padova	49,51
Puglia	Bari	42,74
Lombardia	Lissone	71,38
Basilicata	Potenza	10,82

Figura 3



velocissimo sviluppo del settore digitale. Torino, secondo l'ultimo rapporto Rota, occupa sempre una posizione marginare rispetto alla città di Milano.

Purtroppo va precisato che, a livello internazionale, l'Italia è in ritardo come sviluppo di queste reti rispetto agli altri paesi: si posiziona al 25° posto fra i 28 Stati membri dell'Unione Europea[9] (vedi figura 4). Nonostante vi sia un miglioramento, ad esempio in termini di copertura delle reti NGA, comunque la sua posizione in classifica rimane invariata. Anche se il governo italiano ha adottato dei provvedimenti, la causa principale rimane la carenza

[9]Fonte: Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI), relazione sull'Italia per il 2018.

Fig. 3: Edilizia non residenziale: permessi di costruire nella città matropolitane. Numero ogni 1000 abitanti, per nuove abitazioni e ampliamenti; elaborazioni su dati Istat.

Fig. 4: Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI) - Ranking 2018.

Fig. 5: DESI - Evoluzione nel tempo.

di competenze digitali. Per questo le conseguenze negative rimangono su tutti gli indicatori "DESI": numero di utenti internet, diffusione della banda larga mobile, utilizzo di servizi online, attività di vendita online da parte delle PMI e numero di utenti eGovernment.

TORINO È SMART

I progetti Smart Working nella pubblica amministrazione

In passato, rispetto a quando è stata approvata la legge Madia (n.124/2015), Torino aveva già sperimentato questa modalità di lavoro dal 2011, dimostrando di poter risparmiare per l'amministrazione pubblica e garantendo un sevizio di qualità per il cittadino. Già la legge n.

Figura 5

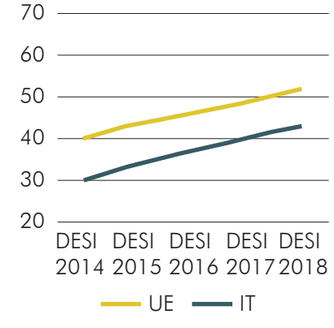
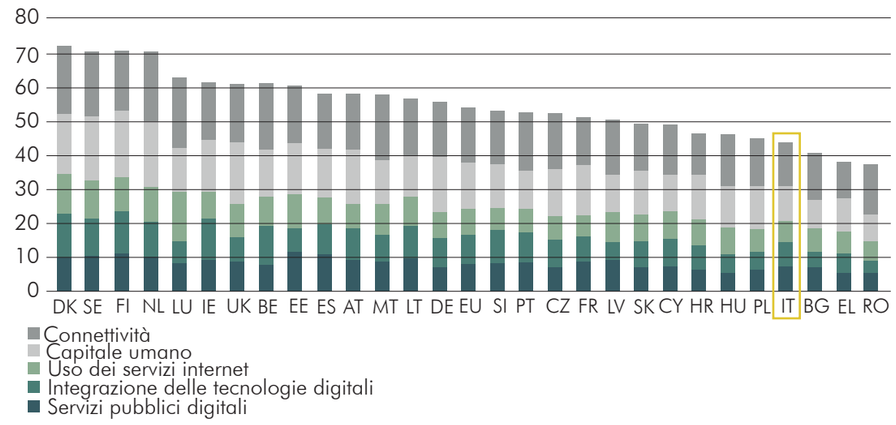


Figura 4



191 del 1998 art. 4 dava disposizioni in merito all'utilizzo del telelavoro per le pubbliche amministrazioni: *«Allo scopo di razionalizzare l'organizzazione del lavoro e di realizzare economie di gestione attraverso l'impiego flessibile delle risorse umane, le amministrazioni pubbliche di cui all'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo 3 febbraio 1993, n. 29, possono avvalersi di forme di lavoro a distanza. A tal fine, possono installare, nell'ambito delle proprie disponibilità di bilancio, apparecchiature informatiche e collegamenti telefonici e telematici necessari e possono autorizzare i propri dipendenti ad effettuare, a parità di salario, la prestazione lavorativa in luogo diverso dalla sede di lavoro, previa determinazione delle modalità per la verifica dell'adempimento della prestazione lavorativa»*.

Lo stimolo dettato dalla Legge Madia e i continui tagli al bilancio con ripercussioni sui salari dei dipendenti, hanno portato a riflettere su altre possibili soluzioni per potenziare la motivazione e la valorizzazione dei talenti presenti nell'istituzione pubblica. Dopo questa esperienza del telelavoro, Torino dal 2014 partecipa alla giornata del lavoro agile organizzata dal comune di Milano. L'adesione a questa iniziativa, è cresciuta del 20% dal 2014 al 2015 passando da poco più di 5000 partecipanti a 8000 e ha coinvolto oltre la città di Torino, anche Genova, Cremona e Bergamo.

La città si è dotata anche di un'Agenda Smart Working, gestita da Elena Miglia e Laura Ribotta, la quale definisce tempi e modi delle diverse attività, fornendo inoltre continui aggiornamenti sul tema.

A partire da settembre 2016, si sono intraprese due tipologie di iniziative: la prima riguarda l'introduzione del lavoro agile per un totale di tre giorni al mese, la seconda invece è il progetto di EdiliziAgile. Innanzitutto è di fondamentale importanza sia la formazione dei dirigenti sulle capacità di ascolto sia la responsabilizzazione dei dipendenti. Tutto ciò permette di aumentare e migliorare l'efficienza della pubblica amministrazione ma anche incrementare la fiducia tra dipendente e dirigente. Prima del progetto di EdiliziAgile, i professionisti nel campo dell'edilizia, potevano fruire dei servizi a distanza erogati dall'ente nella sezione dell'edilizia privata, come ad esempio gestire le pratiche di SCIA e DIA comodamente dal proprio ufficio. Questo è stato possibile tramite l'informatizzazione dell'archivio edilizio. Con il progetto EdiliziAgile si è fatto un ulteriore passo in avanti e cioè permettere ai dipendenti di lavorare con l'utenza, in luoghi differenti dal proprio ufficio, con un massimo di 15 ore a settimana. I dipendenti sono stati scelti su base volontaria. L'introduzione di questo servizio permette una migliore prestazione lavorativa garantendo la sicurezza delle persone e dei dati trattati. Il professionista che si avvale di questo servizio, non ha più da fissare un appuntamento in un luogo fisico ma basta solamente collegarsi a un sistema di *webconference*, risparmiando tempo e costi di spostamento. La gestione del tempo è quindi totalmente affidata al lavoratore che decide dove svolgere questo servizio, ottimizzando quindi il tempo di spostamento da casa all'ufficio utilizzandolo per la sua vita personale e alle proprie esigenze. L'aspetto cruciale di questo progetto, non è solo il miglioramento del *work-life balance* dello smart worker, che è uno dei vantaggi meglio riscontrati con l'introduzione del lavoro agile, ma anche il fatto che il professionista, senza uscire dal proprio ufficio, ottiene lo stesso la documentazione richiesta. Per di più gli spazi utilizzati per erogare il precedente servizio in un luogo fisico, potrà essere ripensato e utilizzato con un'altra funzione, per esempio uno spazio per la socializzazione, per la concentrazione o altro.

A partire invece dal 2017 ha inizio il progetto 6 SMART che permette ai dipendenti di lavorare in modalità agile nella gestione dei fondi europei, fino ad un massimo di sei giorni lavorativi mensili. Mentre il progetto *Smartcare* rivolto a un piccolo ufficio, gestisce le pratiche legate ai problemi di salute dei dipendenti comunali.

Tutti e tre i progetti pilota per introdurre il lavoro agile all'interno del comune di Torino, sono costantemente monitorati attraverso dei questionari che permettono il continuo monitoraggio del lavoro e le impressioni dei lavoratori.

Gli uffici smart working a Torino

Secondo il rapporto della CBRE, nel 2019 la maggior parte degli investimenti immobiliari sono nel settore degli uffici, infatti questo settore ha raggiunto i 5 miliardi di euro, in crescita rispetto all'anno 2018. La città italiana a investire maggiormente è Milano e a seguire la capitale. Il capoluogo lombardo si distingue soprattutto per il nuovo Business District Symbiosis[10] di Convivio nella zona sud di Porta Romana, dove rispettando le linee guida del programma europeo Horizon 2020[11], ospita centri di ricerca, università, musei, aree pubbliche verdi con spazi di lavoro totalmente innovativi e sostenibili. Anche il progetto denominato Vitae[12] sempre di Convivio (consegna prevista per il 2022) vicino a Symbiosis, vincitore del concorso Reinventing cities[13], combina spazi per la ricerca, eventi, agricoltura idroponica, aree verdi pubbliche con spazi per il lavoro smart working.

Con la crisi sanitaria da Covid-19,

[10] https://www.covivio.eu/en/profil/projects/symbiosis/

[11] Programma Quadro dell'Unione Europea per la ricerca e l'innovazione relativo al periodo 2014-2020. Ha cinque obiettivi principali: occupazione, ricerca e innovazione, cambiamento climatico ed energia, educazione e lotta alla povertà. https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_IT_KI0213413ITN.pdf

[12] https://www.covivio.eu/en/profil/projects/vitae-italy/

[13] Bando internazionale per progetti urbani che promuovono la rigenerazione urbana resiliente e a impatto zero in tutto il mondo promosso da C40.

Fig. 6: Investimenti immobiliari in Italia anno 2019, dati secondo CBRE.

il settore uffici nel secondo trimestre 2020, rispetto a quello del 2019, ha registrato una diminuzione del 35%. Nonostante ciò, rimane uno dei settori più attrattivi per gli investitori, come dimostrano i dati dell'ufficio analisi e ricerche di mercato dell'IPI[14].

Come dimostra invece il Report di World Capital, nel 2019 a Torino gli investimenti sono decisamente inferiori rispetto al capoluogo lombardo.

Vi sono però anche a Torino diversi edifici di compagnie private e non, che offrono spazi per gli uffici innovativi. All'interno di questi immobili vi sono più stanze o sale da poter affittare, anche per un tempo limitato a seconda dell'esigenza del lavoratore, di un'impresa o di una startup. Per esempio, sale meeting on demand, spazi per eventi, sale riunioni, spazi per coworking, uffici singoli, uffici open space con un totale di numero di postazioni lavoro, dotati di tutti i comfort e delle ultime tecnologie. Tra di essi troviamo *Copernico*, una compagnia che si occupa di offrire spazi per il lavoro per professionisti, freelance, sturtup, PMI, e corporation. Le sue sedi si trovano a Milano, Bologna, Cagliari, Varese, Roma, Brussels e a Torino nella zona del Quadrilatero.

Figura 6

€ 12,3 mld 2019 ▲+37%
€ 8,8 mld 2018

MILANO **€4,6 mld 2019**
€3,1 mld 2018

ROMA **€1,9 mld 2019**
€1,9 mld 2018

ALTRI MERCATI **€5,8 mld 2019**
€3,8 mld 2018

UFFICI **€5 mld 2019** ▲+47%
€3,4 mld 2018

HOTELS **€3,3 mld 2019** ▲+141%
€1,3 mld 2018

RETAIL **€2 mld 2019** ▼-1,3%
€2,2 mld 2018

INDUSTRIALE E LOGISTICA **€1,3 mld 2019** ▲+20,5%
€1,1 mld 2018

ALTRI SETTORI **€687 mln 2019** ▼-10%
€763 mln 2018

[14] https://www.ipi-spa.com/

Un'altra azienda che offre questi servizi è *Regus*, con 5 sedi a Torino (Lingotto 8 Gallery, via Lugaro 15, corso Francesco Ferrucci 112, via Confienza 10, via Francesco d'Assisi 22), 3000 business center situati in circa 900 città e in 120 paesi al mondo. *Silos 93* in via Chambéry 107, con spazi per coworking e uffici di diversa taglia con tutti i servizi annessi e spazi comuni. *Toolbox*, in via Agostino da Montefeltro 2, è invece un hub di innovazione e coworking. Ospita più di 130 attività diverse tra freelance, professionisti, startup, imprese e comunità professionali che sviluppano progetti legati all'innovazione tecnologica e sociale. *To work* offre sia servizi gratuiti come il parcheggio, gli spazi comuni, ufficio open space, sale meeting, riunioni, informatiche e tanto latro. *Impact Hub Torino* è un'officina dell'innovazione che supporta l'imprenditoria sostenibile a livello di startup, piccole medie imprese e professionisti.

Ultraspazio, con sei sedi diverse a Torino (zona San Paolo, San Salvario, Regio Parco, Po, Cernaia e Hotel Golden) dispone di spazi per il lavoro agile sia per lavoratori che per freelance, external Mobile o per un'azienda. Ogni sede offre servizi differenti e ha caratteristiche diverse l'una dalle altre.

L'AREA DI INTERVENTO

Il XIX secolo e gli inizi del XX secolo furono protagonisti dell'industrializzazione italiana che portò le tre città italiane Torino, Milano, Genova a diventare il primo triangolo industriale del paese. Questo comportò una crescente immigrazione interna dal sud verso il nord dell'Italia ben oltre agli anni sessanta del cosiddetto miracolo economico. Negli anni '80 e '90 del XX secolo, in seguito a una terziarizzazione dell'economia italiana rispetto a quella industriale vissuta fino agli anni precedenti, si iniziò a parlare del triangolo del Nord-Est, Venezia, Padova e Treviso, poiché si caratterizzò la diffusione delle aziende manifatturiere, dei servizi e delle PMI. Milano sviluppando negli anni una sempre crescente connessione con i network metropolitani europei, si è evoluta come centro di agglomerazione urbana sempre più autonoma dal proprio Stato di appartenenza. Attualmente infatti il triangolo industriale d'eccellenza vede come città Milano, Bologna e Padova. Secondo il recente rapporto "Economia e finanza dei distretti industriali" della direzione Studi e Ricerche di Intesa San Paolo questo

Figura 7

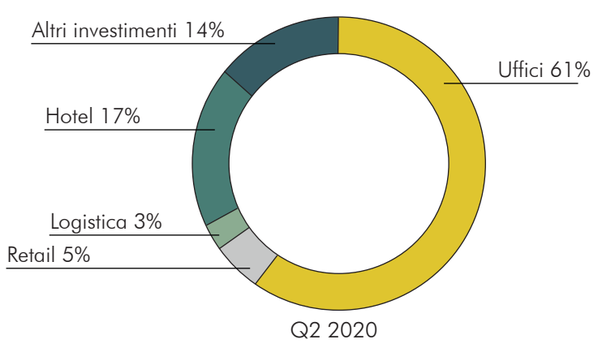
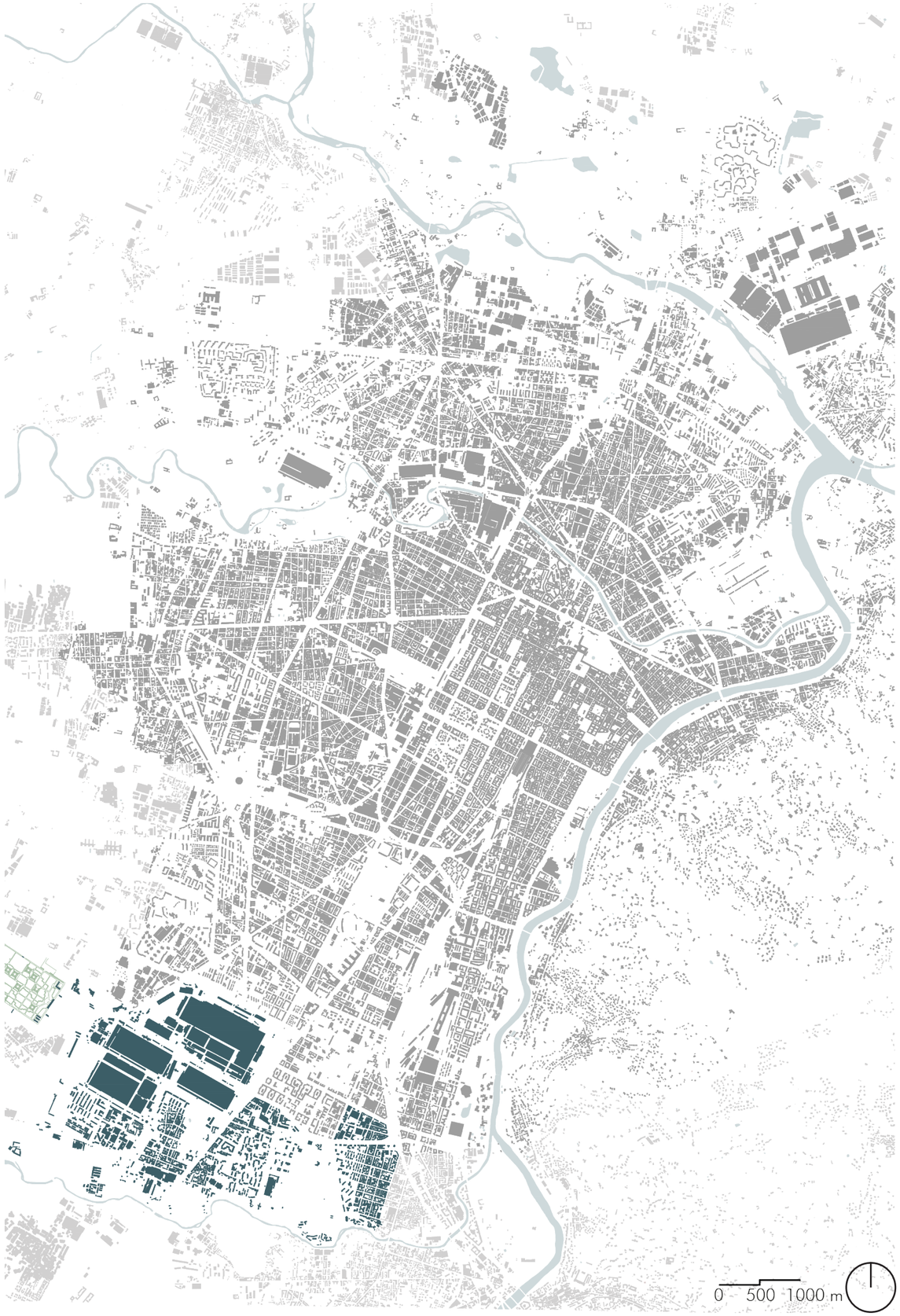


Fig. 7: Investimenti immobiliari nel Q2 2020 per asset class.

Figura 8

Città	Macro Zona	Canoni di Locazione (€/m²/anno)		Rendimenti %		Tasso di sconto %		Tagli richiesti m²		Vacancy mesi
		min	max	min	max	min	max	min	max	
Milano	Centro	320	550	3,5	5	7	20	200	2200	6
	Semicentro	160	350	4,5	7	5	18	200	3500	7
	P. Garibaldi	300	450	5	6	5	10	300	5000	2
	Periferia	140	240	4,5	6,5	8	23	400	5000	7
	Hyinterland	80	200	8	8,5	8	17	300	3500	11
Torino	Centro	120	220	5	6	8	15	250	1000	13
	Periferia	60	110	5	7	10	15	200	2000	15

Fig. 8: Mercato immobiliare uffici, World Capital Report uffici 2019.



nuovo triangolo ha superato i valori medi di crescita rispetto allo storico triangolo MI-TO-GE, a causa della desertificazione industriale e del mancato rilancio della città di Genova e di Torino, orfana della Fiat. Nello specifico Torino ha vissuto Mirafiori come il quartiere operaio per eccellenza, simbolo della rapida industrializzazione. Territorialmente con una grande estensione e che come in passato continua a vivere nuove trasformazioni, dalla fine degli anni 90 è protagonista di un cambio di visione: da periferia ricca di tensioni sociali a risorsa urbana. Nel 2006 grazie alla riqualificazione avvenuta nel periodo olimpico, si è cercato di sfruttare al meglio un'area verde che evidenziava un inappropriato utilizzo dello spazio. Il parco Colonnetti rappresenta un grande polmone verde e risorsa naturale indispensabile al giorno d'oggi per la città di Torino. La Casa nel Parco situata all'interno del Parco Colonnetti rappresenta un forte tentativo di riqualificazione sociale della zona. Purtroppo l'area verde risulta ancora essere poco sfruttata dalla città e all'interno sono presenti due realtà abbandonate a se stesse: l'ex Tucumseh e l'edificio del VOV 102. Quest'ultimo è un edificio che ha un forte passato e che propone oggi un tentativo di offrire ai cittadini una conoscenza delle attività degli orti e dell'apicoltura.

Prendendo perciò consapevolezza dal lavoro di ricerca svolto sulla filosofia dello smart working e dei casi studio analizzati in ambito privato, il lavoro progettuale sviluppato in questa tesi si pone come obiettivo il tentativo di proporre la stessa esperienza nella pubblica amministrazione. Si cerca quindi di conciliare il mix di funzioni ispirato all'armonia tra natura e scienza, tra vita pubblica e privata.

MIRAFIORI SUD

Mirafiori Sud è un quartiere periferico a Sud della città di Torino e costituisce uno dei quartieri più vasti, espandendosi per circa 11,5 km^2.[15] Per questo motivo per molti anni, fino al 2016, definiva da solo un'unica Circoscrizione, la Circoscrizione 10. Attualmente invece fa parte della Circoscrizione 2, insieme a Mirafiori Nord e Santa Rita. Il quartiere di Mirafiori Sud conta solo circa 38 mila abitanti[16], infatti se si caratterizza per la sua notevole superficie, allo stesso tempo si caratterizza per essere il meno denso demograficamente, costituendo circa il 4,8%[17] dell'intera popolazione della città. Confina a Nord con i quartieri Mirafiori Nord e Lingotto e con il comune di Grugliasco, a Est con il comune di Moncalieri, a Sud con il comune di Nichelino e di Borgaretto e a Ovest con il comune di Beinasco. La zona in analisi è delimitata a Nord da strada del Drosso, strada del Portone

[15] AA.VV., *Mirafiori Sud in numeri - Raccolta e elaborazione dati per MiraForum 2018 il Forum Territoriale di Mirafiori Sud*, Planet Idea, 2018

[16] Dato risalente al 31/12/2015, quando ancora Mirafiori Sud costituiva una Circoscrizione a sé. I dati attuali fanno riferimento alla Circoscrizione 2, quindi conteggia anche i quartieri di Mirafiori Nord e Santa Rita.
Struttura della popolazione per età annuale e circoscrizione, Ufficio di Statistica Comune di Torino http://www.comune.torino.it/statistica/dati/demog.htm

[17] AA.VV., *Mirafiori Sud in numeri - Raccolta e elaborazione dati per MiraForum 2018 il Forum Territoriale di Mirafiori Sud*, Planet Idea, 2018.

corso Orbassano, corso Enrico Tazzoli, corso Unione Sovietica, via Onorato Vigliani, via Pio VII, corso Traiano, via Somalia, dall'autostrada A55 e dal torrente Sangone, il quale costituisce il confine naturale tra Torino e i comuni adiacenti.

La Storia

Nel XIII secolo la zona occidentale di Mirafiori fu occupata dai monaci Benedettini Cistercensi dell'Abbazia di Staffarda. Qualche decennio dopo il loro arrivo, la grangia dove si erano stabilizzati, sul confine di Beinasco, diviene una fortificazione, la cosiddetta fortificazione del Drosso. I monaci lì avviarono attività di masseria, conceria, sartoria, forno, … crebbe sempre di più e nel 1300 passò di proprietà ai Vagnone di Trofarello, i quali la fortificarono dando origine al Castello del Drosso, che si conserva ancora oggi. Si presenta con impianto quadrato, si eleva per tre piani fuori terra ed è racchiusa da quattro torri agli angoli. A fine Quattrocento venne diviso fra quattro proprietari e nel 1539 Guglielmo Gromis di Trana divenne il proprietario della maggior parte del castello. Il Castello diventò dimora di famiglie nobili. Nel 1860 Guglielmo Gromis acquistò l'intera proprietà e lo restaurò completamente.

Figura 9

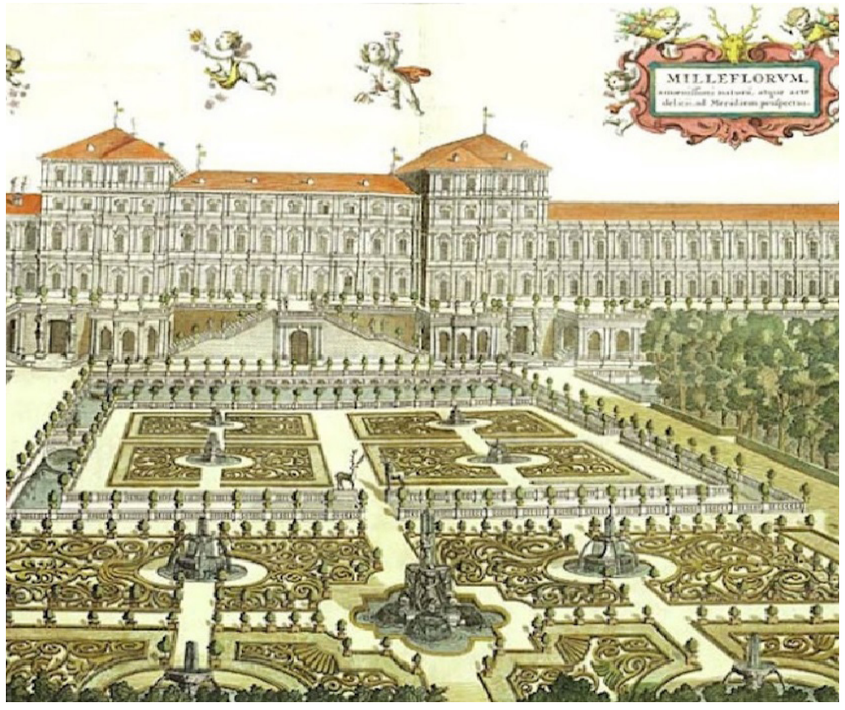


Fig. 9: Castello di Miraflores.

Il nome "Mirafiori" deriva invece dal castello di Miraflores (fig. 9), costruito nel 1580, per iniziativa del Duca Carlo Emanuele I di Savoia, sulle sponde del torrente Sangone e dove precedentemente sorgeva la villa La Pellegrina. L'intenzione del Duca fu quella di donare il castello alla moglie Caterina d'Asburgo, figlia del re di Spagna Filippo II. La reggia si caratterizzava per la presenza di boschi e canali che confluivano in un lago nel bel mezzo di vasti giardini fioriti: da qui deriva il nome Mirafiori. Della tenuta fu costruito soltanto il corpo centrale, il progetto non fu mai realizzato totalmente, poiché la duchessa decise di trasferirsi a Venaria.

Per volere di Vittorio Amedeo I, nel 1617 nacque un borgo nei pressi della reggia e sorse anche la chiesa della Visitazione di Maria Vergine. Questa chiesa rispecchia lo stile dell'epoca, lo stile barocco, configurandosi con una pianta a croce greca, e si ha una navata centrale e due cappelle laterali, dedicate a San Bernardo e San Barnaba.

Nel XVII secolo iniziò a tramontare la magnificenza del castello, più precisamente dopo il 1636, l'ultimo anno in cui ci fu ancora Maria Cristina di Borbone, chiamata anche Madama Reale, figlia del Re Enrico IV di Francia. La lenta distruzione avvenne tra il 1646 e il 1706 a causa delle incursioni dei francesi, ma il colpo finale avvenne proprio nel 1706 con l'assedio di Torino e per gli incendi scoppiati per via dei combattimenti. In questi anni inoltre fu realizzato un lungo viale alberato che collegasse la palazzina di caccia di Stupinigi con il centro di Torino, che noi attualmente conosciamo come corso Unione Sovietica, un importante corso che passa al centro del quartiere di Mirafiori Sud. Gli ultimi resti della reggia allora rimasti furono distrutti dallo straripamento del Sangone del 1869. In questo periodo Rosa Vercellana, chiamata anche la Bela Rosin, moglie del Re Vittorio Emanuele II, fu la contessa di Mirafiori e di Fontanafredda. Morì nel 1885 e fu sepolta presso la cappella dedicata a San Barnaba nella chiesa della Visitazione di Maria Vergine e il suo blasone fu raffigurato sul soffitto. Siccome non venne permessa la sepoltura al Pantheon di Roma accanto all'amato Vittorio Emanuele II, i figli fecero costruire tra il 1886 e il 1888 un mausoleo in onore della madre, una copia di dimensione più ridotta del Pantheon romano.

Nel XVII secolo Mirafiori si stava sempre di più popolando, sorgendo sempre più abitazioni. Nel 1867 fu largito dal conte Balbo un appezzamento di terreno su cui realizzare un cimitero, completato nel 1867. Ancora oggi è possibile vederne le tracce nei pressi del torrente Sangone e di corso Unione Sovietica.

Sorse il primo ippodromo della città

agli inizi del Novecento. Negli anni Dieci dello stesso secolo a Torino cresceva sempre di più la produzione aeronautica, fino a che non si ritenne necessario aprire un aerodromo. Venne utilizzato per scopi militari fino agli anni Trenta, quando si istituirono voli per spostamenti di persone e merci. Con i bombardamenti della Seconda Guerra Mondiali fu distrutto e venne dismesso. Oggi su quei terreni è possibile trovare una distesa verde, ossia Parco Colonnetti.

Nel 1929 nasce la prima "città giardino" in contrasto alle sovraffollate periferie industriali, che offrono la possibilità ai residenti di avere uno spazio verde all'aperto. L'area su cui sorgono queste residenze art decò a due piani fuori terra è delimitata da Via Monte Cengio, Via Coni Zugna, Via Monte Sei Busi e Via San Michele Del Carso e avente con asse centrale e principale Via Plava. Quest'area caratterizzata dall'omogeneità delle costruzioni che la compongono sopravvisse alle demolizioni degli anni '60.

Nel 1939 venne inaugurato (fig. 10) da Mussolini lo stabilimento Fiat Mirafiori (fig. 11), simbolo di Torino come città industriale. Si ebbe la necessità di ampliare l'industria oltre a quella del Lingotto. Realizzata in collaborazione con Vittorio Bonadé Bottino, la Fiat decise di estendere l'edificio su un unico piano, i diversi reparti erano connessi da una lunga galleria di circa 6 km, che durante la Seconda Guerra Mondiale fu utilizzato come rifugio antiaereo, di fianco la struttura fu realizzata una pista di prova e una ferrovia lunga 11 km. Durante la Seconda Guerra Mondiale lo stabilimento fu bombardato per sette volte. Negli anni Ottanta l'industria ebbe una grave crisi e nel 2005 la zona dismessa di circa 300000 m^2 fu venduta e trasformata con il progetto della società d'intervento "Torino Nuova Economia" in un centro di produzione, ricerca e sviluppo, che prende il nome di Polo Tecnologico Mirafiori. Dagli anni '50, negli anni d'oro della Fiat, iniziò una migrazione di massa dall'Italia meridionale e orientale. In quegli anni si contavano circa 3000 abitanti nel quartiere e nel 1961 si arrivò a contarne circa 40000[18]. Si ritrovarono quindi in condizioni di sovraffollamento e di abitazioni scarsamente igieniche e salubri. Dal 1962 vennero avviati progetti per l'edilizia residenziale popolare, tra cui "Torino Casa", "INA Casa" piano a opera della società Gescal, e altri piani di interventi per opera di IACP. Il quartiere industriale di Mirafiori Sud ben presto divenne sempre più a carattere residenziale. Via Artom, nei

Figura 10

Fig. 10: Inaugurazione dello Stabilimento FIAT di Mirafiori nel 1939.

[18] *Costruzione di Mirafiori Sud*, Museo Torino http://www.museotorino.it/view/s/34adb5ff863146dcaba18f5eaa4344dd

Figura 12

Fig. 11: Stabilimento FIAT di Mirafiori 1939.

pressi di Parco Colonnetti, fu la via dove si concentrarono maggiormente le costruzioni residenziali pubbliche. Si ebbe quindi una scarsa presenza di servizi e divenne ben presto centro di problemi sociali.

Riqualificazione Mirafiori Sud

I primi piani di intervento per la rigenerazione del quartiere risalgono agli anni tra il 1975 e il 1983 e vennero realizzati servizi per la comunità come impianti sportivi, scuole, spazi per la socialità e vennero aumentati i trasporti pubblici. Dal 1999 al 2006 venne avviato il Piano di Recupero Urbano (P.R.U.) che prevedeva: la realizzazione del Ponte Europa, il nuovo ponte stradale di via Artom che passa sopra il Sangone, la riqualificazione di Parco Colonnetti, di piazza Monastir e delle sponde del torrente Sangone, il restauro del mausoleo della Bela Rosin e l'apertura della biblioteca "Cesare Pavese" in via Candiolo sull'incrocio di Via Artom. Vennero avviati anche programmi sociali rivolti all'assistenza e al coinvolgimento attivo della comunità. Il 2006 fu un anno importante per la città di Torino poiché fu sede delle Olimpiadi invernali, grazie a quali continuarono i piani di riqualificazioni e vennero utilizzati anche gli impianti sportivi (di

Figura 12

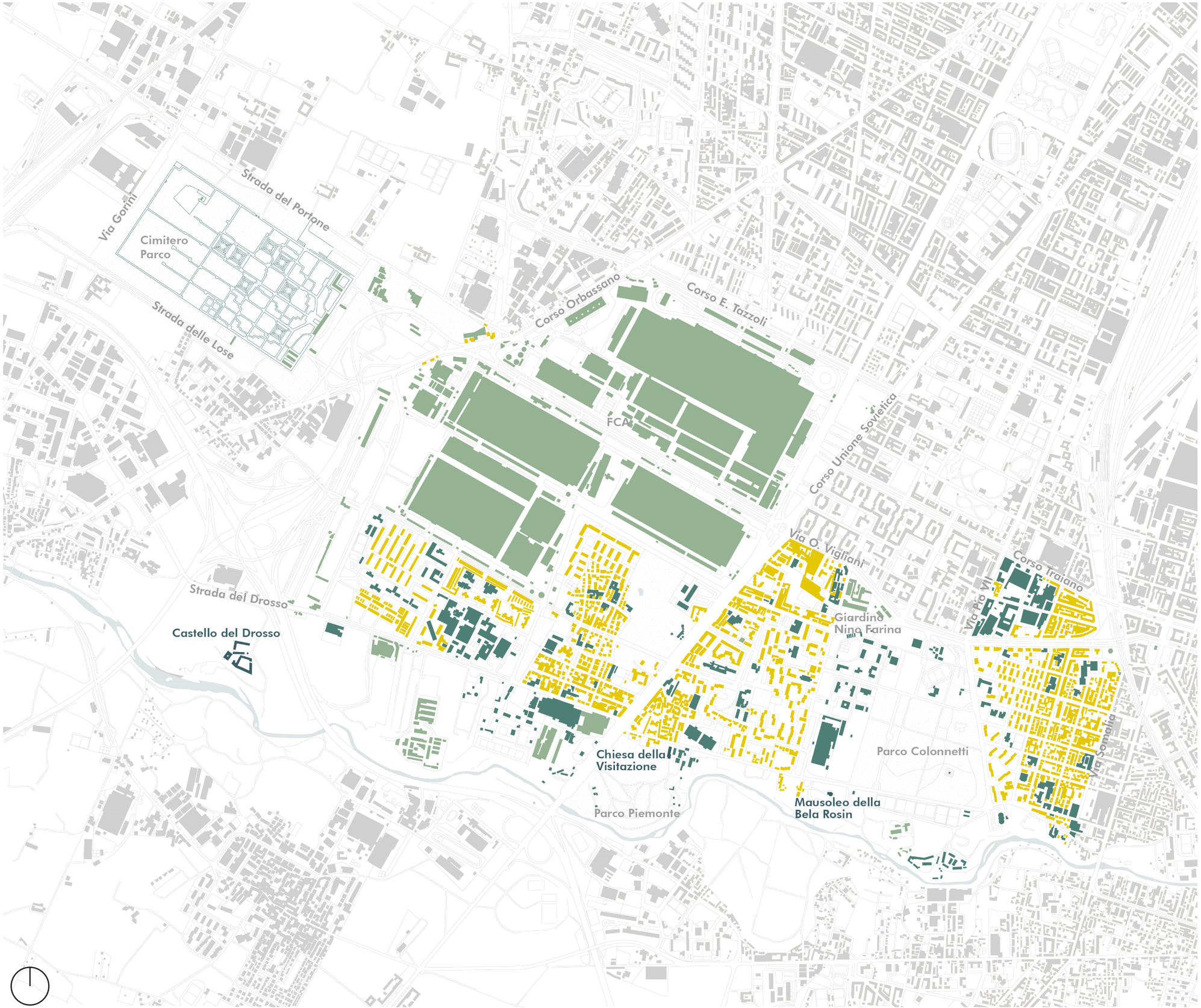
Fig. 12: Cittadella Politecnica del Design.

atletica leggera, di calcetto e di golf) di Parco Colonetti della società CUS Torino. Nel 2008 si volle portare avanti il processo di rigenerazione locale, anche per non vanificare gli enormi passi avanti degli ultimi anni. Nacque così la Fondazione della Comunità di Mirafiori Onlus, formata dalla Compagnia di San Paolo e dall'Associazione Miravolante, con l'obiettivo di patrocinare iniziative sociali, culturali, formativi, assistenziali, di beneficienza, ambientali e di riqualificazione. Nel 2011 venne costruita la Casa nel Parco nel Parco Colonetti, all'incrocio tra via Panetti e via Artom, in concessione alla Fondazione Mirafiori dalla città di Torino, dove ospita associazioni, iniziative sociali e ricreative.

Dal 2011 una parte dell'area della ex industria Fiat di Torino Nuova Economia ospita la Cittadella Politecnica del Design e della Mobilità Sostenibile, sede del Politecnico di Torino (fig. 12).

L'area di Mirafiori Sud e le destinazioni d'uso

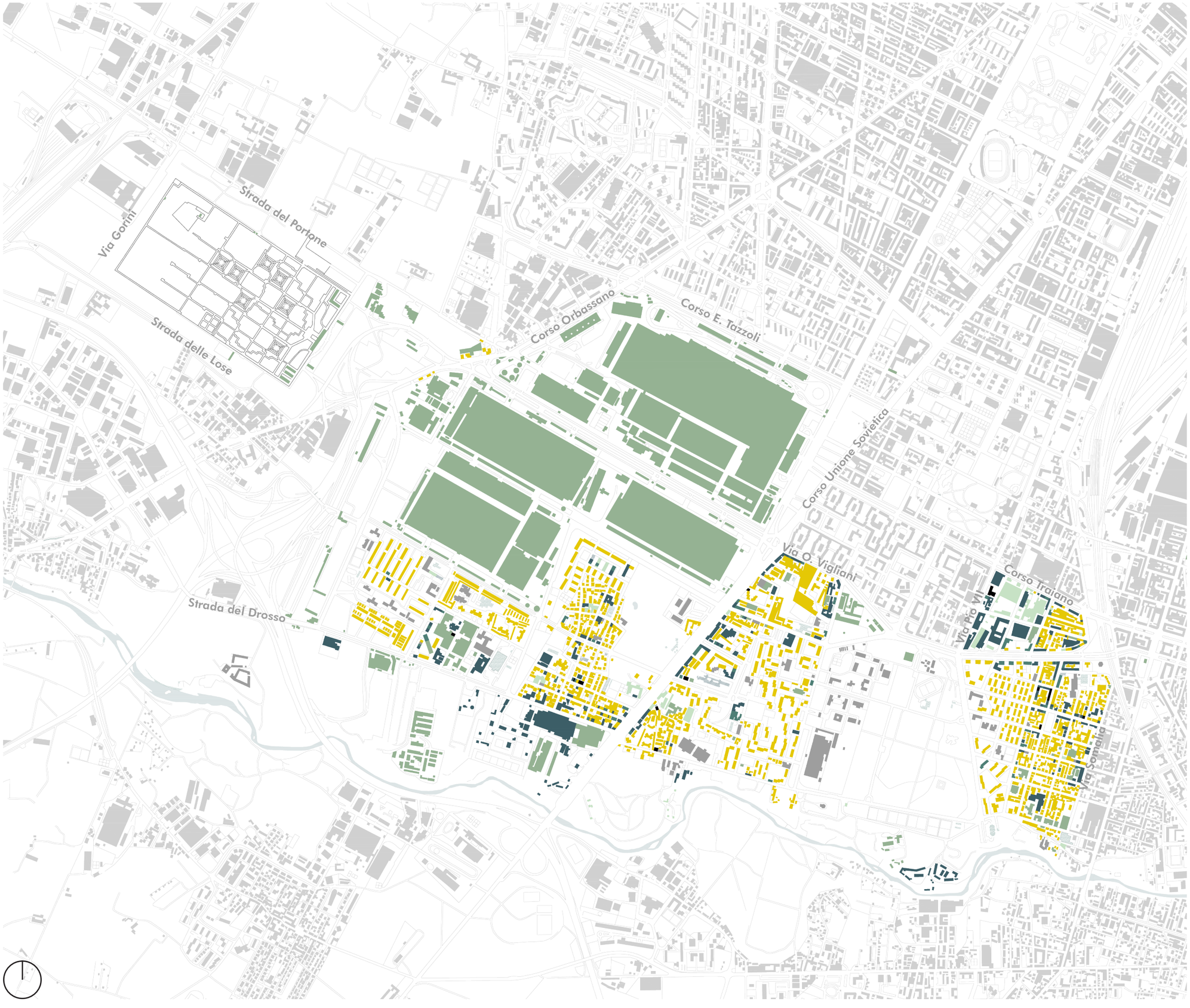
Il quartiere di Mirafiori Sud ha una notevole estensione superficiale, però allo stesso tempo è uno dei quartieri con minor densità costruttiva. Si sviluppano delle ampie superfici a verde pubblico, tra i quali risaltano Parco Colonnetti, il Parco Piemonte, che si sviluppa lungo il Sangone, e il Cimitero Parco al confine con Grugliasco e Beinasco. Lo spazio connettivo rappresenta la destinazione d'uso maggiore dell'intera superficie . Più della metà del costruito ha destinazione residenziale, mentre quasi la restante parte è a destinazione industriale: emerge infatti lo stabilimento FIAT, il quale occupa gran parte dell'area. La restante parte degli immobili ha uso commerciale, sanitario, culturale e di servizio al pubblico.



Destinazioni d'uso dei Piani Terra

Come già affermato precedentemente la zona in questione è prettamente residenziale e industriale. Ai piani terra degli immobili residenziali, specialmente in Corso Unione Sovietica, in Corso Traiano, Via Onorato Vigliani e nei pressi dei parchi, sono diffusi servizi commerciali, di ristorazione, ricreativi e culturali, all'istruzione, al culto, centri sportivi, sanitari, di servizio al pubblico come banche, poste, agenzie, … e uffici privati, anche se molto poco presenti.

Lungo il Sangone si concentrano costruzioni di carattere industriale e commerciale.

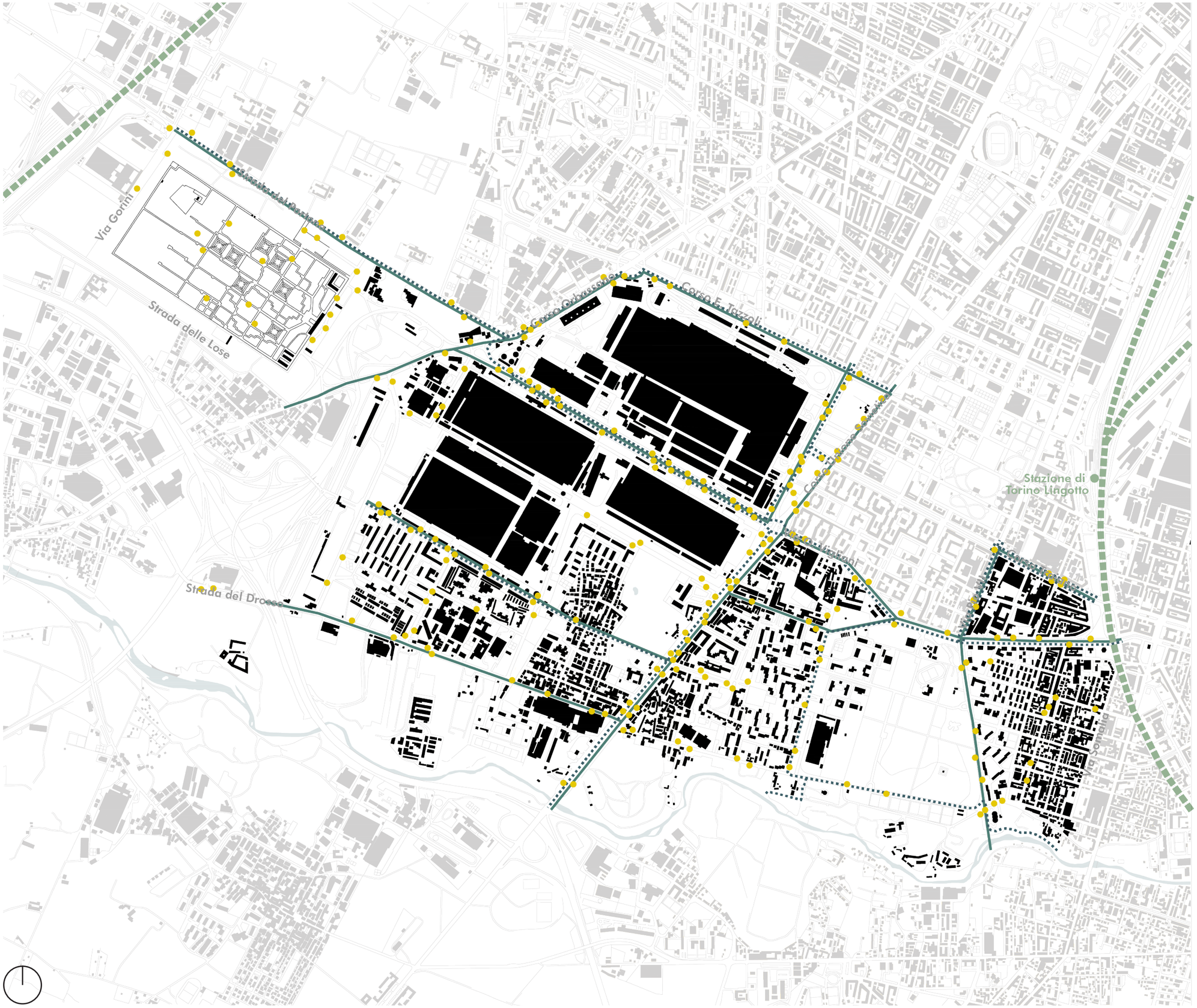


Connessioni e Percorsi

Per quanto riguarda lo spostamento quotidiano, le persone utilizzano maggiormente l'automobile, seguita dai trasporti pubblici e infine a piedi. Il traffico veicolare si concentra maggiormente sui corsi principali, tra cui Corso Orbassano, Corso Tazzoli, Corso Settembrini, Corso Traiano, Corso Unione Sovietica che costituisce l'asse centrale di Mirafiori tagliandola in due parti, Via Onorato Vigliani, Via Plava e Strada del Drosso.

Le fermate per i mezzi di trasporto pubblico risultano ben distribuite in tutto l'area, specialmente nelle strade principali di collegamento al resto della città e ai comuni limitrofi, ossia le stesse maggiormente trafficate. Nei pressi di Mirafiori Sud, più precisamente nel quartiere confinante di Lingotto, si colloca la stazione dei treni di Torino Lingotto.

Inoltre, principalmente sulle stesse strade e adiacente al Parco Colonnetti e al Cimitero Parco, si sviluppa la pista ciclabile.



IL PARCO COLONNETTI

La storia del Parco Colonnetti a partire dal XVIII secolo

Già alla fine del XIV secolo, le terre del Sud tra le mura della città di Torino e le sponde del Sangone, cominciavano ad essere disboscate e coltivate, poiché offrivano molte più risorse rispetto a quelle del Nord all'epoca soggette a molte inondazioni, con la maggior parte di esse ancora da bonificare. Le grange fortificate, che erano inizialmente degli edifici con funzione di difesa ad ala semplice e con mura perimetrali di notevole spessore, diventavano grandi tenute agricole.

Dagli appezzamenti di terreno coltivati a cereali delimitati da filari di alberi, si arrivava gradualmente a una più razionale ed uniforme coltivazione estensiva. Infatti, i terreni iniziavano ad avere forme più regolari ed erano attraversati da canali irrigui chiamati "Le Bealere".

Alla fine del XVIII secolo numerose cascine che si trovavano nel territorio di Mirafiori, durante il periodo della mietitura e della battitura del grano, si trasformavano da semplici luoghi di produzione in importanti centri di aggregazione per gli abitanti della zona. Ad esempio le cascine denominate "Le Basse", risalenti già al XVII e demolite nella prima metà del '900, per secoli avevano caratterizzato questo territorio, dando anche il nome al quartiere: *"Le Basse del Lingotto"*.

Nella pima metà dell'800, nella zona dell'attuale Parco Colonnetti, vi erano due edifici rurali, *Baracca del Briolotto* verso l'attuale via Onorato Vigliani e la *Cascina Blachier* in direzione dell'attuale Strada del Castello di Mirafiori. Tra le due cascine era presente il canale denominato la *Gora del Duca* che insieme ad altri canali, permettevano l'irrigazione dei campi e il raggiungimento quindi di alti livelli di produttività agricola per l'epoca. Per cui, il ritratto che ci fornisce la fotografia di metà '800, è una zona di Mirafiori completamente agricola, con campi coltivati e irrigati dai canali delimitati da lunghi filari di alberi e una sponda del Sangone completamente boschiva.

Prima di arrivare al momento storico in cui la FIAT costruirà i suoi stabilimenti in zona Mirafiori, diventando uno dei quartieri più popolosi di operai della città, si concretizzarono due realtà molto significative: *l'Ippodromo* e *l'Aerodromo*. L'Ippodromo di Mirafiori, costruito in un contesto ancora agricolo tra gli attuali Corso Unione Sovietica, via Onorato Vigliani, Corso Traiano e Corso

Figura 13

Fig. 13: Estratto di piano dimostrativo della città e territorio di Torino, 1833.

Figura 14

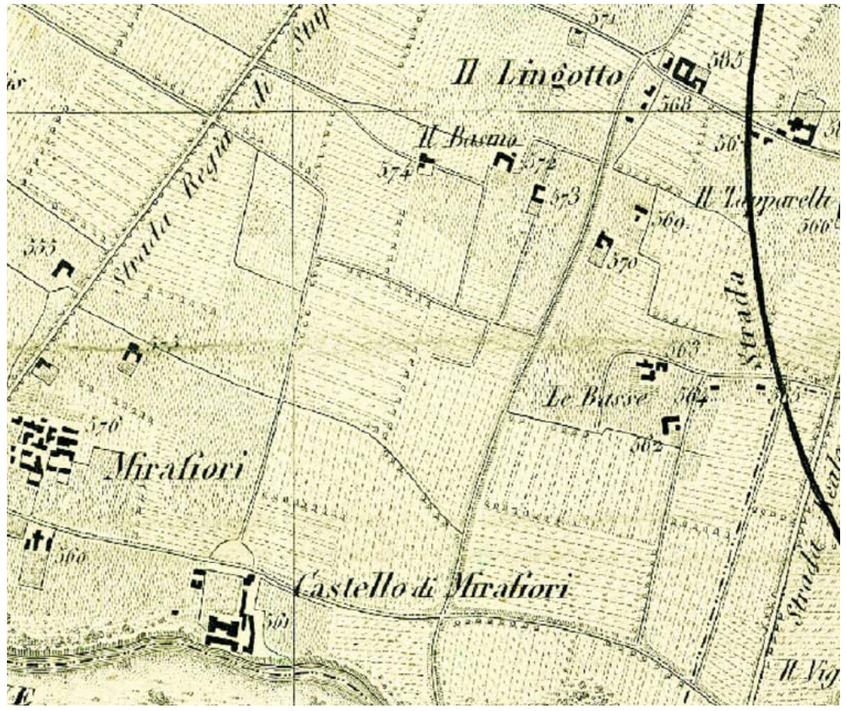


Fig. 14: Estratto dalla carta topografica dei contorni di Torino, disegno del Cav. A. Rabbini, 1867.

Benedetto Croce, era un'iniziativa della Società delle Corse che nel 1898, nell'ambito della Grande Esposizione Generale Italiana, organizzava un memorabile concorso ippico per il cinquantenario dello Statuto Albertino. L'ippodromo in breve tempo venne apprezzato dalla borghesia torinese, diventando luogo preferito dell'alta società.

Nel novembre del 1910, l'Ippodromo divenne luogo di un avvenimento molto importante, non solo per la città di Torino, ma per la nazione intera: il primo volo aereo in territorio italiano, organizzato dalla Società Aviazione Italiana. Proprio per l'importanza dell'evento e l'impatto che ha avuto, nel 1911 le autorità cittadine decisero di costruire un Aerodromo situato tra le attuali via Onorato Vigliani, Strada delle Cacce, via Somalia e Strada del Castello Mirafiori, inaugurato durante i festeggiamenti per i 50 anni dell'Unità d'Italia. L'Ippodromo invece rimase attivo fino agli anni del boom economico (1960-70) dove poi successivamente i suoi terreni verranno destinati a nuovi insediamenti residenziali. Nel 1923 nell'Aerodromo di Mirafiori, venne costituita l'Aeronautica Militare Italiana e nel 1933 si insediò l'Aeroclub "Gino Lisa" che organizzava incontri turistici e sportivi.

Purtroppo con l'avvenimento della Seconda Guerra Mondiale, nel 1945 durante i bombardamenti (il primo avvenne nel luglio del 1943), venne completamente distrutto l'Aerodromo di "Gino Lisa" e anche tutti i documenti del vecchio Campo di Volo. Dopo cinque anni di completo abbandono, gli appezzamenti di terreno ritornarono di proprietà del Comune di Torino, il quale li mise in affitto al Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R). Dopodiché, nel 1951 venne inaugurato il Centro Nazionale Meccanico-Agricolo dedicato all'ingegnere Gustavo Colonnetti: i terreni, destinati alla ricerca in campo agricolo per promuovere gli studi e favorire l'uso delle macchine agricole, ritornarono alla loro antica vocazione. In aggiunta, il C.N.R. decise in seguito di cedere parte dei suoi terreni alla Facoltà di Agraria dell'Università di Torino, la quale li utilizzò per il suo Centro Sperimentale.

A partire dagli anni '60, dopo il tracciamento di via Artom, una parte della zona dove sorgeva l'Aerodromo venne edificata con case con giardino, condomini e il nucleo delle Case Fiat di via Onorato Vigliani. Mentre tra il 1965 e il 1966 sorsero i complessi di edilizia popolare IACP, chiamati M22, M23 e M24.

Figura 15

Fig. 15: Estratto di pianta della città di Torino, 1952.

Figura 16

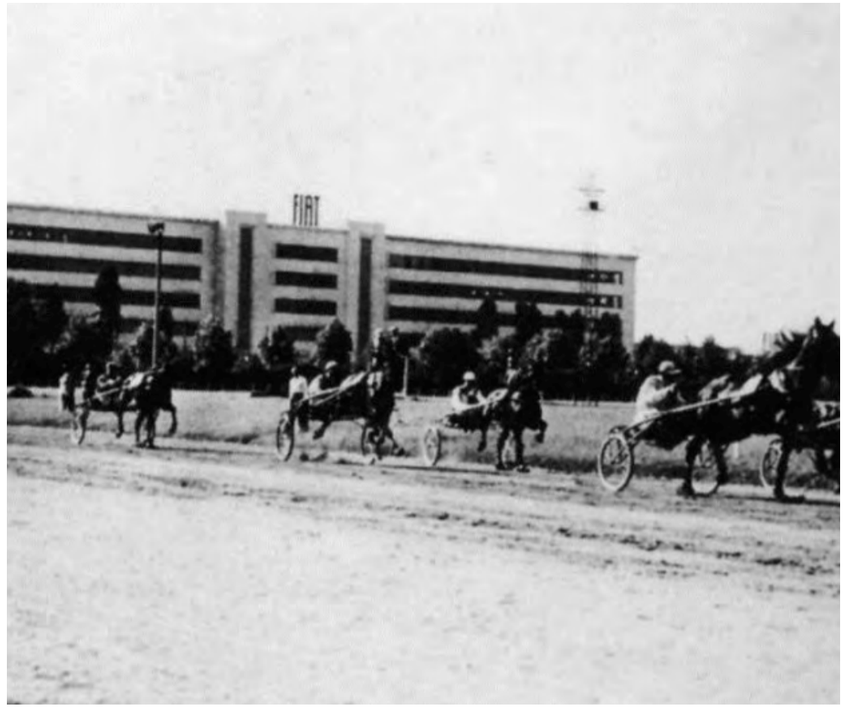


Fig. 16: Ippodromo Mirafiori, anni '50.

Nel 1976 l'area del C.N.R, alla scadenza del contratto di comodato d'uso iniziato nel 1951, ritornò di proprietà del Comune di Torino. Il Piano Regolatore del 1977 previde nuove destinazioni d'uso e, in una città in piena emergenza abitativa e di strutture pubbliche, parte di questi terreni vennero occupati da nuovi impianti sportivi e da attrezzature varie. Il resto dei terreni venne destinato alla realizzazione di un vasto parco pubblico, diventando "polmone verde" della città di Torino: il Parco Colonnetti. Questo costituì per gli abitanti una notevole risorsa dove potersi rilassare e passare del tempo immersi nella natura lontani dal caos cittadino. Per di più, oltre a conservare numerosi alberi del Centro Sperimentale, ne vennero piantati altri ad alto fusto. Purtroppo il parco fu soggetto a situazioni di degrado e a tentativi di speculazione ma nel 1976 iniziarono gli interventi di rinnovamento. Con le risorse del Programma di Recupero Urbano (P.R.U) di via Artom e con la progettazione del Settore Grandi Opere del Verde Pubblico Della Città tra il 2005 e il 2007, il parco Colonnetti ha l'aspetto che vediamo oggi.

Figura 17

Fig. 17: I dintorni dell'aeroporto militare, 1935.

Parco Colonnetti oggi

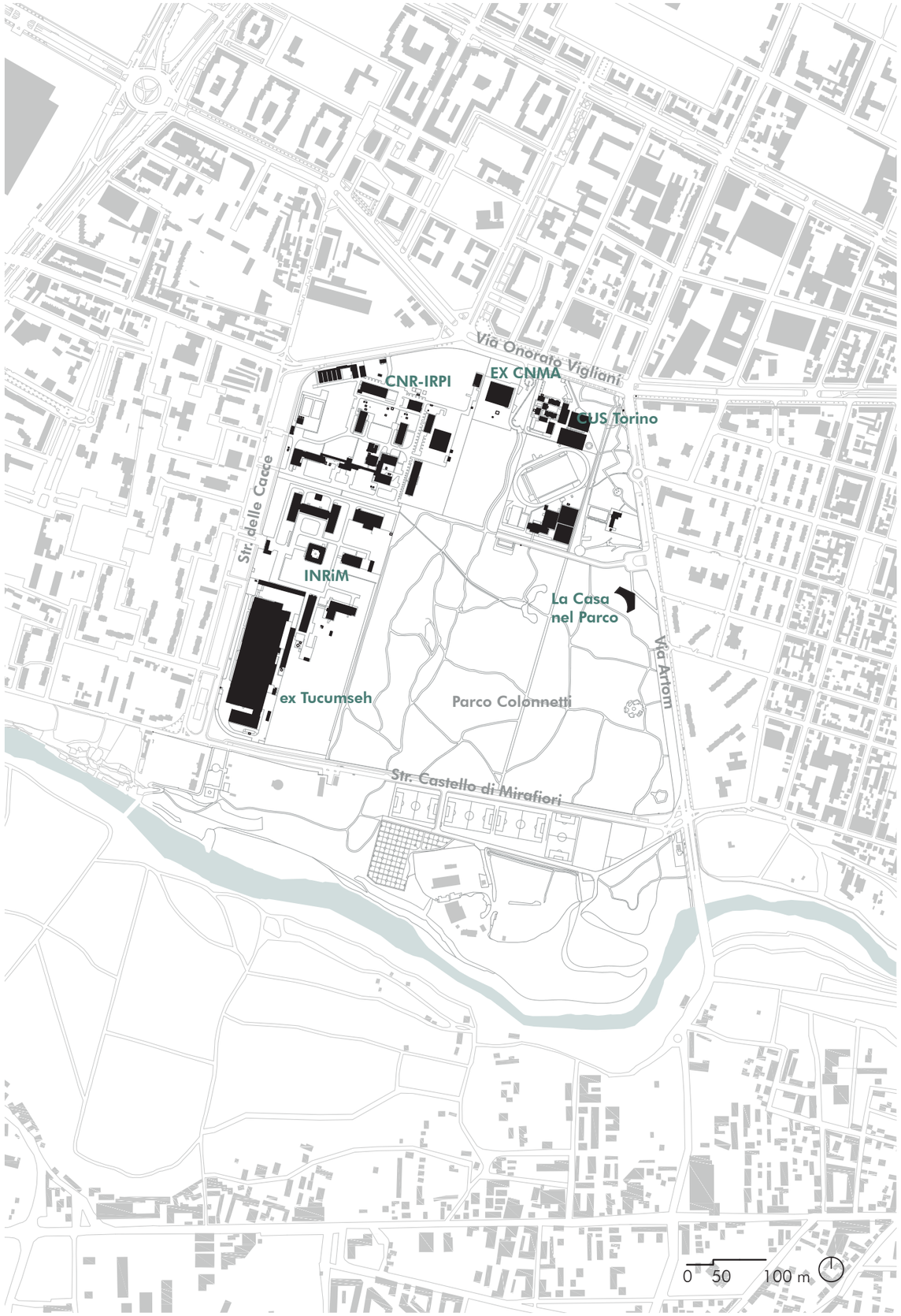
Nella zona dell'Aerodromo, dove un tempo vi erano gli hangar e le officine, attualmente si trovano quattro sedi del C.N.R., parte dell'Istituto Nazionale di Ricerca Meteorologica e una stazione del laboratorio di Fisica dell'Ambiente Urbano del Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino.

Nella zona di confine del parco vi è collocato anche il centro universitario sportivo (C.U.S) che offre una pista di atletica, campi da calcetto e da beach volley, campi da tennis, una palestra coperta dove è possibile giocare a pallavolo e pallacanestro, campo da golf e un campo da bocce.

All'ingresso del parco da via Artom si trova invece la casa di quartiere, denominata la Casa nel Parco. Quest'ultima è di proprietà del Comune di Torino ed è stata realizzata nel 2010 grazie al Programma di Recupero Urbano di via Artom. La Fondazione Mirafiori ha ricevuto l'immobile tramite concessione con canone ribassato al 10% dalla città di Torino nel 2010 per 7 anni, decidendo di trasferire la propria sede legale all'interno della casa di quartiere. La Casa nel Parco costituisce un'enorme risorsa per la zona e per Mirafiori Sud, soprattutto perché aiuta ad accrescere la

Figura 18

Fig. 18: Parco Colonnetti oggi.



conoscenza e la fruizione del parco Colonnetti. Infatti la Fondazione Mirafiori, grazie a questo progetto, si è proposta di accogliere le associazioni e di arricchire, tramite corsi e attività, il tessuto socio culturale del quartiere. Sono presenti all'interno della struttura: due sale polivalenti, una sala di coworking con dieci postazioni di lavoro, un atrio esterno coperto, un cortile, un tetto verde calpestabile e un apiario. Una delle parti che aggrega le persone e sostiene la convivialità è la Locanda nel Parco.

Il parco invece, offre l'opportunità di svolgere numerose attività all'aperto, grazie all'attrezzatura di cui è stato dotato, sia per adulti che per bambini. La Cittadella dei bambini è un'area dedicata completamente a loro, di circa 1000 m^2. Inoltre sono presenti più di 5 km di percorsi interni, un geyser, tre stagni e un'aula didattica.

Per quanto riguarda la vegetazione del parco, vi sono zone dove rimane più fitta rispetto ad altre. Sono presenti prati fioriti, che costituiscono un legame con il passato e la realtà agricola al di là del fiume Sangone, collinette ricoperte da rovi e specie arbustive, un bosco planiziale, tipico dell'area Padana, e diverse zone umide, chiamate "gli stagni del Duca", che costituiscono un

Figura 20

Fig. 19: La Casa nel Parco, foto dell'esterno durante un evento.

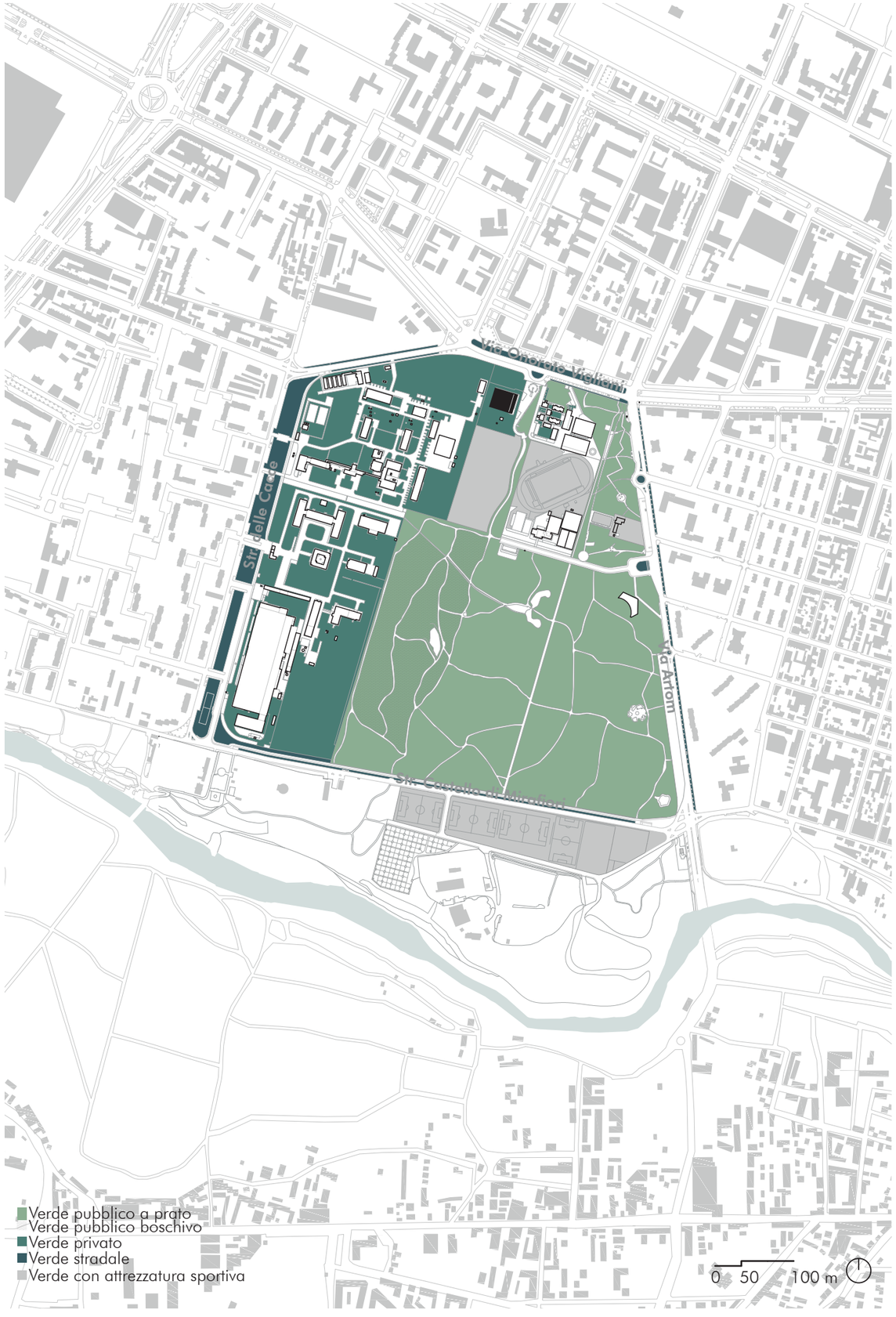


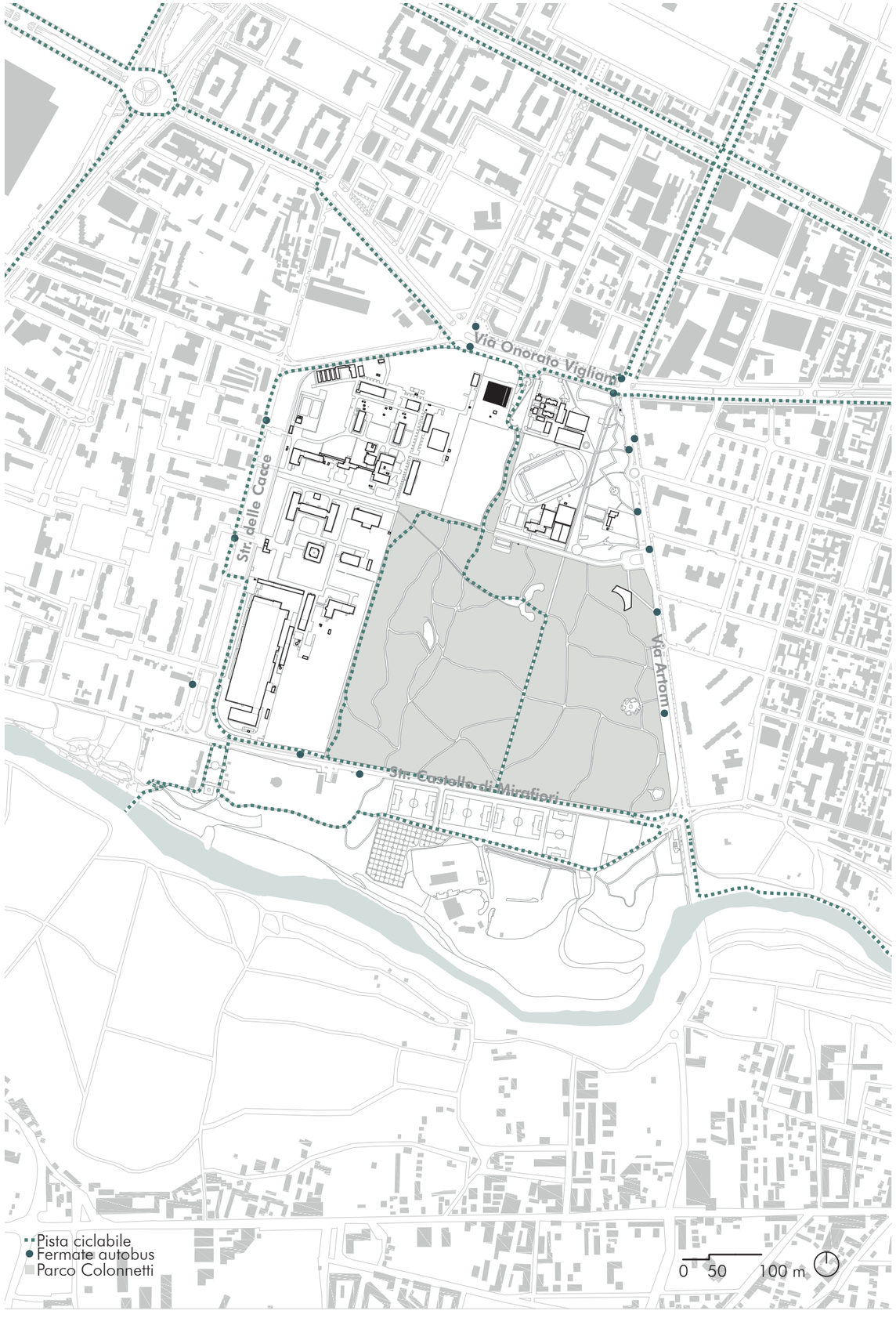
Fig. 20: Fotografia del parco Colonnetti.

ambiente ricco per la biodiversità. La presenza di diverse specie vegetali favorisce la presenza di animali, della quale possono nutrirsi (ad esempio la Buddleja Davidii per l'alimentazione di insetti adulti e lepidotteri o le ortiche per i bruchi). Il parco costituisce una risorsa importante anche per l'avifauna, dove molte specie di uccelli trovano rifugio e nutrimento.

Il Parco Colonnetti nasce con lo scopo di diventare parco cittadino, ma la sua estensione (circa 386000 m^2) e lo scarsa efficienza della rete dei trasporti, risulta poco usufruito dai cittadini torinesi. Vi sono quattro linee di autobus che servono il parco: 1, 14, 34, 38 ma nessuna di queste arriva al centro città. Inoltre, non essendoci molte fermate, queste risultano molto lontane fra di loro. Anche l'unica rete metropolitana M1, conclusa nel 2011, arriva fino al all'edificio del Lingotto, rimanendo quindi molto distante dal parco. Invece, il numero di parcheggi nella zona risulta decisamente maggiore rispetto al reale bisogno.

Purtroppo l'estensione del parco comporta anche un calo della sensazione di sicurezza, soprattutto nelle ore serali dove l'illuminazione non è abbastanza sufficiente. Sono stati infatti registrati episodi di

Figura 20



vandalismo nell'area a sud del parco, tra la Strada delle Cacce e Strada Castello di Mirafiori, nell'edificio ex Tucumseh. L'edificio si trova in completo stato di abbandono, diventando luogo di rifugio dei senzatetto.

Aspetti normativi

L'area dove risiede l'edificio "VOV" è destinata a Servizi Pubblici "V". L'articolo 19 *"Aree per servizi: generalità"* delle Norme Urbanistiche Edilizie di Attuazione, definisce al comma 5 che, *«È ammesso l'intervento diretto del privato per la realizzazione di strutture di uso pubblico solo previa stipulazione di specifica convenzione regolante il regime giuridico del suolo, nonché le modalità e le forme di utilizzazione del bene che ne garantiscano la fruibilità pubblica»*.

Mentre il comma 6 stabilisce che *«È altresì ammesso l'intervento da parte di privati, su aree di proprietà pubblica, sulla base di concessioni da parte dell'Ente proprietario dell'area, che regolino con convenzione le modalità per l'esecuzione ed eventualmente la gestione e l'uso delle opere previste»*.

Figura 21

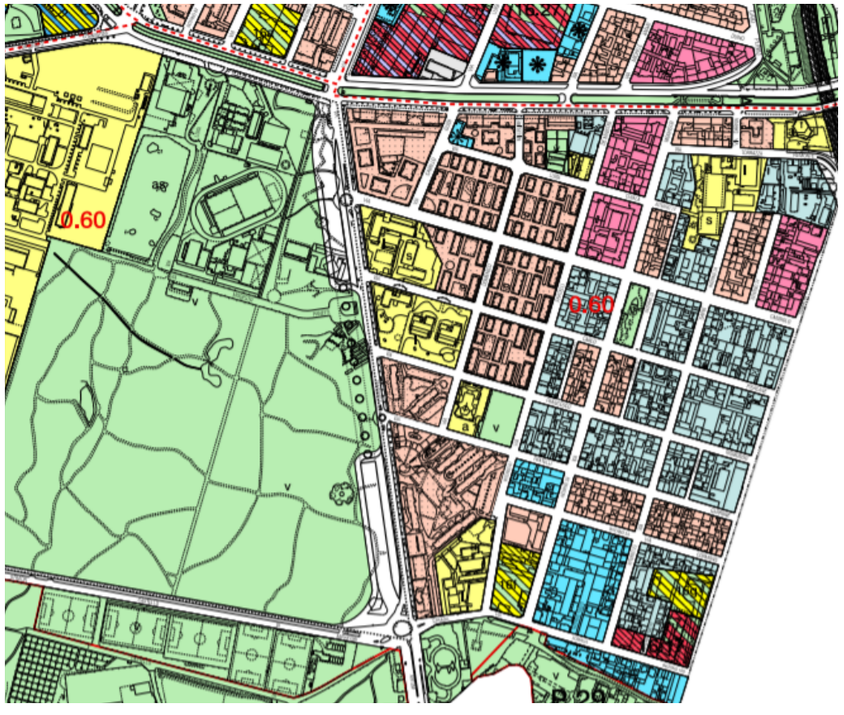


Fig. 21: Estratto da tavola 16a di piano del piano regolatore generale di Torino.

06

L'EX
CNMA

A Mirafiori Sud, al confine con Parco Colonnetti, in Via Onorato Vigliani 102, sorge l'edificio attualmente conosciuto come "VOV102" (fig. 1). L'edificio, risalente al 1952, venne progettato da Vittorio Bonadè Bottino (1889-1979), architetto italiano laureato al Politecnico di Torino nel 1914, il quale lavorò dal 1919 al fianco di Giacomo Mattè Trucco nella progettazione dello stabilimento FIAT di Lingotto e successivamente in quello di Mirafiori, sempre per la famiglia Agnelli. Fino alla fine degli anni '50 si occupò, oltre che della FIAT, anche della costruzione del quartiere INA-Casa sia a Torino che in altre città italiane, ritornando poi a lavorare per Giovanni Agnelli con la costruzione del secondo complesso FIAT a Mirafiori Sud negli anni '60, entrando poi a far parte del consiglio di amministrazione.

L'EDIFICIO ALLO STATO ATTUALE

L'edificio che sorge all'interno del vecchio terreno di aviazione di Mirafiori Sud a Torino, nasce come fabbrica per la costruzione di mezzi agricoli. Al suo interno troviamo infatti uno spazio centrale a tutta altezza che veniva utilizzato in parte come officina e in parte come autorimessa e deposito, mentre nelle maniche Est e Sud erano presenti due piani di uffici e servizi. Dall'inizio degli anni 2000 poi ospitò l'associazione Onlus Enzo B.[1] e il mercato di produttori agricoli "VOV102", smantellati nel 2016 lasciando l'edificio in stato di abbandono e ora in fase di riconversione. Attualmente l'interno dell'edificio risulta essere inutilizzato e non in sicurezza, anche se fino all'anno scorso, al primo piano, era presente un appartamento abitato da un custode. All'esterno invece viene settimanalmente svolto il mercato di Coldiretti.

Figura 1

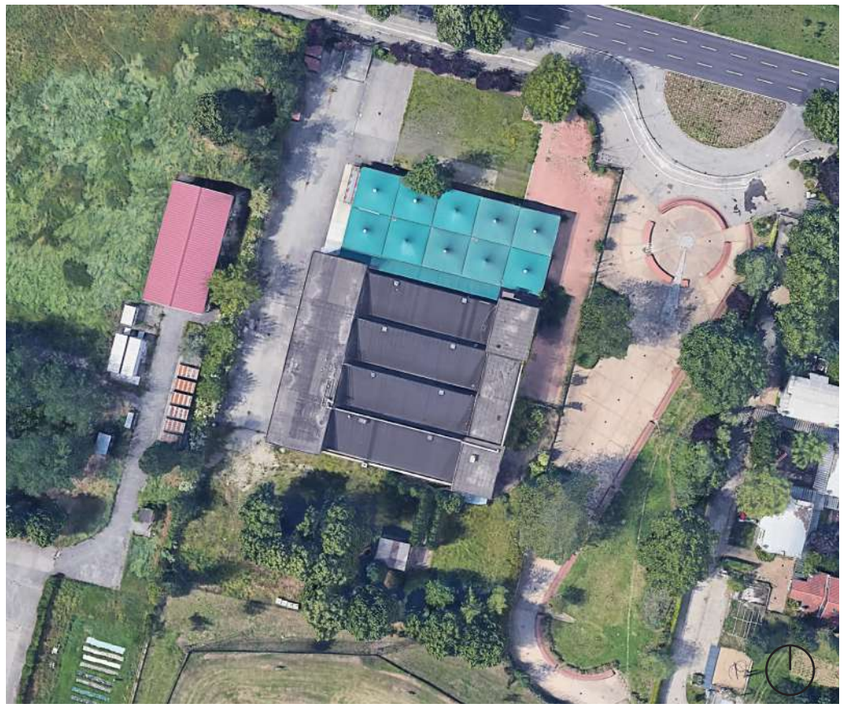


Fig. 1: foto aerea del "VOV102" estratta da Google Heart Pro.

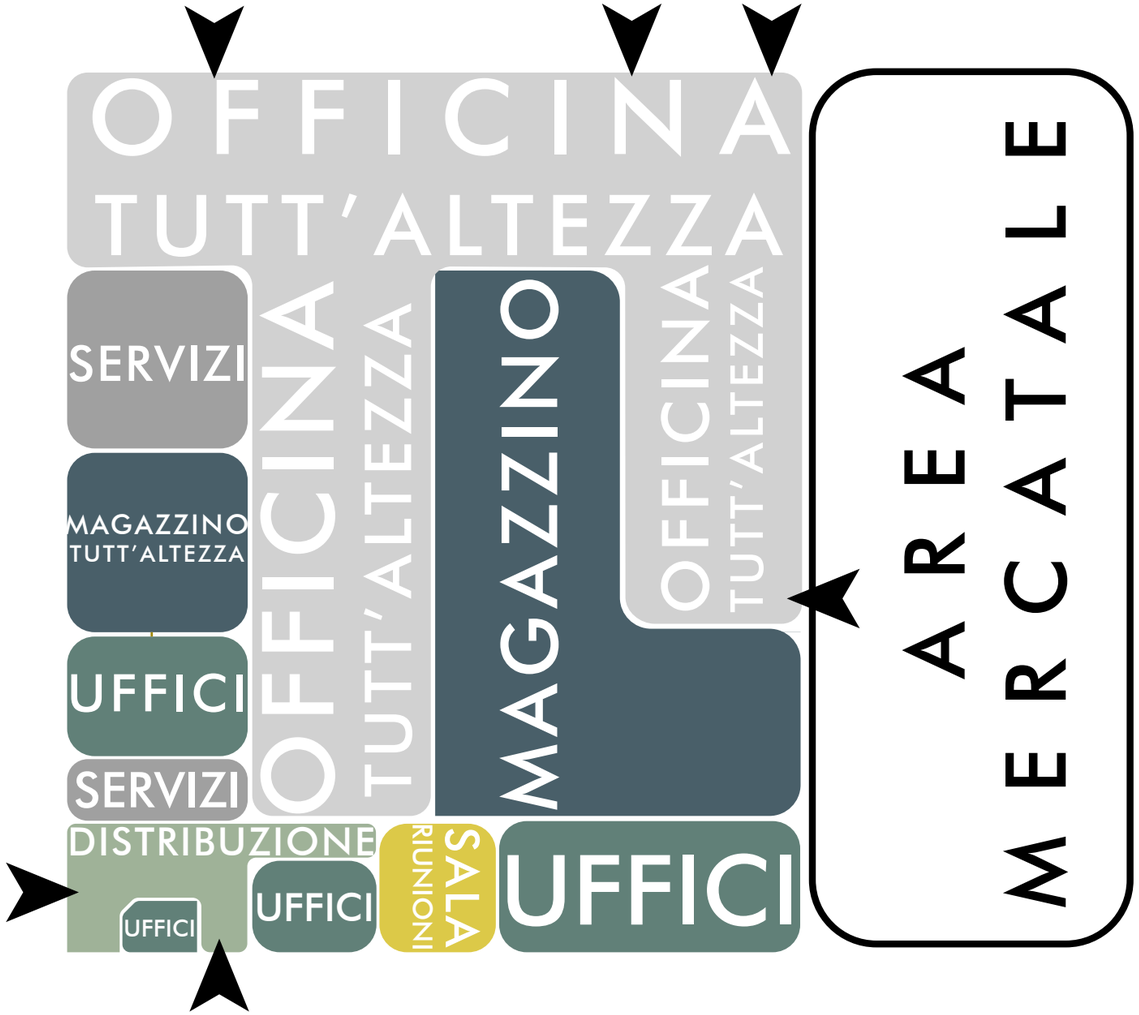
[1]Associazione di addozioni internazionali.

[2]Horizon 2020 è un programma di finanziamento europeo per la ricerca finanziaria, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione relativo al periodo 2014-2020 con un finanziamento di 80 miliardi di euro. Dopo la situazione d'emergenza dovuta al Covid-19, a Marzo 2020 l'Europa ha stanziato altri 47,5 milioni di euro.

I progetti per la collettività

Il contesto dell'ex CNMA sta subendo grandi variazioni grazie all'associazione OrtiAlti, nata nel 2015. Questa associazione, formata dai due architetti Elena Carmagnani ed Emanuela Saporito, ha come obiettivo la trasformazione dei palazzi con i tetti piani di Torino in spazi di rigenerazione urbana, per la collettività e socialità e produzione alimentare. Molto importante per la rinascita di questo edifico è anche la collaborazione nata tra OrtiAlti e il progetto europeo *ProGIreg (Productive Green Infrastructure for Post Industrial Urban Regeneration)* finanziato dall'Europa per la partecipazione al programma Horizon 2020[2]. Questo progetto prevede l'utilizzo di *Natural Based Solution (NBS)* ovvero soluzioni naturali per la rigenerazione di aree abbandonate ex industriali. In totale sono sette i sistemi NBS già attuati e previsti a Torino:

- *New Soil,* ovvero la rigenerazione di un terreno per renderlo fertile e adatto alla coltivazione. Nell'area delle sponde del torrente Sangone infatti, è stato sperimentato questo tipo di rigenerazione del suolo attraverso la combinazione di rifiuti umidi, sostanze organiche derivanti da materiali vegetali e il substrato del terreno artificiale. Questo terreno creato è perfetto per la piantumazione di nuovi alberi e per la creazione di spazi verdi fruibili dalla collettività.
- *Fattorie e orti urbani con sede nella comunità*, come per esempio gli orti ad uso dei cittadini che sono stati creati nelle parti abbandonate del Parco Piemonte. Questi hanno portato ad una maggiore sicurezza e sorveglianza dell'area, maggiore aggregazione sociale e aumento della produttività della comunità. Sono inoltre stati sperimentati gli orti in cassoni nelle scuole per attività didattiche ed è previsto l'inserimento anche in luoghi di aggregazione o poco frequentati. Il fine è di sperimentare se questa soluzione, oltre ad avere vantaggi climatici ed ecologici, possa creare anche una maggiore socialità e coesione tra gli abitanti



Schema delle funzioni al piano terra

Schema delle funzioni al primo piano

che si occuperebbero della manutenzione e gestione delle piantumazioni. Questi orti nei cassoni vengono installati in zone asfaltate dove la piantumazione non sarebbe altrimenti possibile.

- *Sistema di acquaponica*, non ancora installato a Torino ma c'è l'idea da parte del Comune di sperimentarlo per valutare il suo funzionamento. Il sistema di acquaponica prevede la collaborazione e unione tra l'allevamento dei pesci (acquacoltura) e la crescita idroponica delle piante (crescita delle piante nell'acqua in assenza di terreno). Questa crescita avviene tramite lo scarto che i pesci forniscono alle piante come nutrimento, mentre le piante filtrano l'acqua restituendola pulita ai pesci.
- *Pareti e tetti verdi* sono presenti in modo capillare nella città, proprio grazie anche all'associazione OrtiAlti. La sfida è proprio quella di espandere sempre di più nella città questa soluzione in quanto non favorisce solo l'aumento delle biodiversità, ma ha anche effetti positivi sull'edificio stesso: miglioramento dell'isolamento e dello scolo delle acque, portando alla riduzione del consumo energetico; filtraggio di inquinanti e CO_2, giovando sull'ecosistema.
- *Corridoi verdi accessibili* che colleghino le sponde del Sangone con il quartiere cittadino, questo avviene con la rivegetazione delle sponde dei fiumi e di questi corridoi, per renederli più vivibili dalla comunità e creare una connessione tra natura e città.
- *Processi locali di compensazione ambientale*, ovvero un catalogo di azioni ambientali che le aziende possono attuare con indicazione di tutti i sistemi NBS che la collettività può sfruttare.
- *Le biodiversità degli impollinatori* riguardano principalmente api e farfalle, essenziali per un ecosistema robusto ed efficiente. A Torino questo sistema viene utilizzato in modalità inclusiva e a favore della collaborazione sociale tra cittadini e professionisti.

Tra le soluzioni utilizzate nel VOV102 troviamo davanti, all'ingresso, il giardino in cassoni (fig. 2) chiamato *"Pollinator garden"*, questi cassoni contengono la piantumazione di piante mellifere, ovvero quelle piante tipo salvia, tarassaco, borraggine, papavero, senape selvatica, giglio, fiordaliso e iperico, utili all'impollinazione delle api e di altri insetti, insieme anche alla piantumazione di timo, erba cipollina e menta. Questa attenzione all'impollinazione delle api è accentuata dalla presenza di un apiario, sempre integrato nel progetto, che è stato inserito in questo contesto per l'allevamento di api per la produzione di miele urbano. Seguendo sempre gli obiettivi dell'associazione OrtiAlti e del programma *ProGIreg*, è stato inserito in una porzione di tetto dell'edificio un giardino pensile non praticabile, sempre per sostenere il pascolo delle api. Un'altra delle idee di *ProGIreg*, ma ancora in via di definizione e quindi non ancora attuata nello spazio del VOV102, è l'installazione dell'impianto di acquaponica.

In sintesi, il progetto di questi enti per l'ex fabbrica per mezzi agricoli vuole sostenere e valorizzare il riequilibrio degli ecosistemi naturali all'interno dell'ambiente cittadino, coinvolgendo la popolazione a occuparsi della manutenzione di questi spazi verdi e a utilizzarli per lo svolgimento di attività ludiche, promuovendo la collaborazione tra scienziati, ricercatori e cittadini.

Il rilievo

Come anticipato precedentemente, attualmente lo spazio esterno viene utilizzato per il mercato settimanale di Coldiretti, svolto sotto le tensostrutture presenti all'ingresso principale, e per le attività di manutenzione e ricerca riferite all'apicoltura, al tetto giardino

Figura 2

Fig. 2: Foto dei "Pollinator Garden" scattata durante il sopralluogo

e all'orto in cassoni.

L'interno dell'edifico invece risulta ormai abbandonato da circa quattro anni. Quasi tutti gli ambienti delle due maniche Est e Ovest risultano essere in un totale stato di trascuratezza, privi di porte d'accesso e di arredi (fig. 3); in particolar modo invece, al piano terra, la zona che venne adibita a magazzino, ad oggi risulta essere completamente degradata, fatiscente e vandalizzata: la muratura presenta infatti macchie di muffe e la struttura in acciaio è quasi completamente ossidata (fig. 4 e 5). Sempre all'interno invece, lo spazio al piano terra nell'angolo delle due maniche, che inizialmente veniva utilizzato per la distribuzione degli ambienti, è appena stato ristrutturato dal comune (i lavori sono in fase di finitura) e adibito a servizi, per concederne l'utilizzo a chi di passaggio per le attività di manutenzione e ricerda e per rendere più realizzabile l'idea di utilizzo dello spazio esterno per eventuali feste ed eventi. Inoltre, un'altra porzione dell'edificio, quella al piano terra sottostante l'ex appartamento del custode, è stata da poco concessa gratuitamente alla Coldiretti, tramite un patto di collaborazione, in modo da utilizzarla per le loro necessità legate al mercato, garantendo però manutenzione e presidio.

Figura 3

Fig. 3: Fotografia scattata durante il sopralluogo.

Figura 4

Figura 5

Fig. 4 e 5: Fotografie scattate durante il sopralluogo.

Per quanto riguarda invece l'involucro dell'edificio complessivamente non risulta essere eccessivamente degradato nelle tre facciate Nord, Ovest e Sud dove il degrato è limitato a piccoli distacchi del mattone, alterazione cromatica e piccole parti di presenza di vegetazione (fig. 6 e 7). Per quanto riguarda la facciata Est invece la situazione di degrado risulta essere più delicata, in quanto l'intero prospetto risulta essere completamente ricoperto di vegetazione a tal punto da non consentire più la visione e l'utilizzo delle aperture, ricoprendo totalmente la facciata (fig. 8).

Figura 6

Fig. 6: Porzione del prospetto Sud. Fotografia scattata durante il sopralluogo.

Figura 7

Fig. 7: Porzione del prospetto Ovest. Fotografia scattata durante il sopralluogo.

Figura 8

Fig. 8: Porzione del prospetto Est. Fotografia scattata durante il sopralluogo

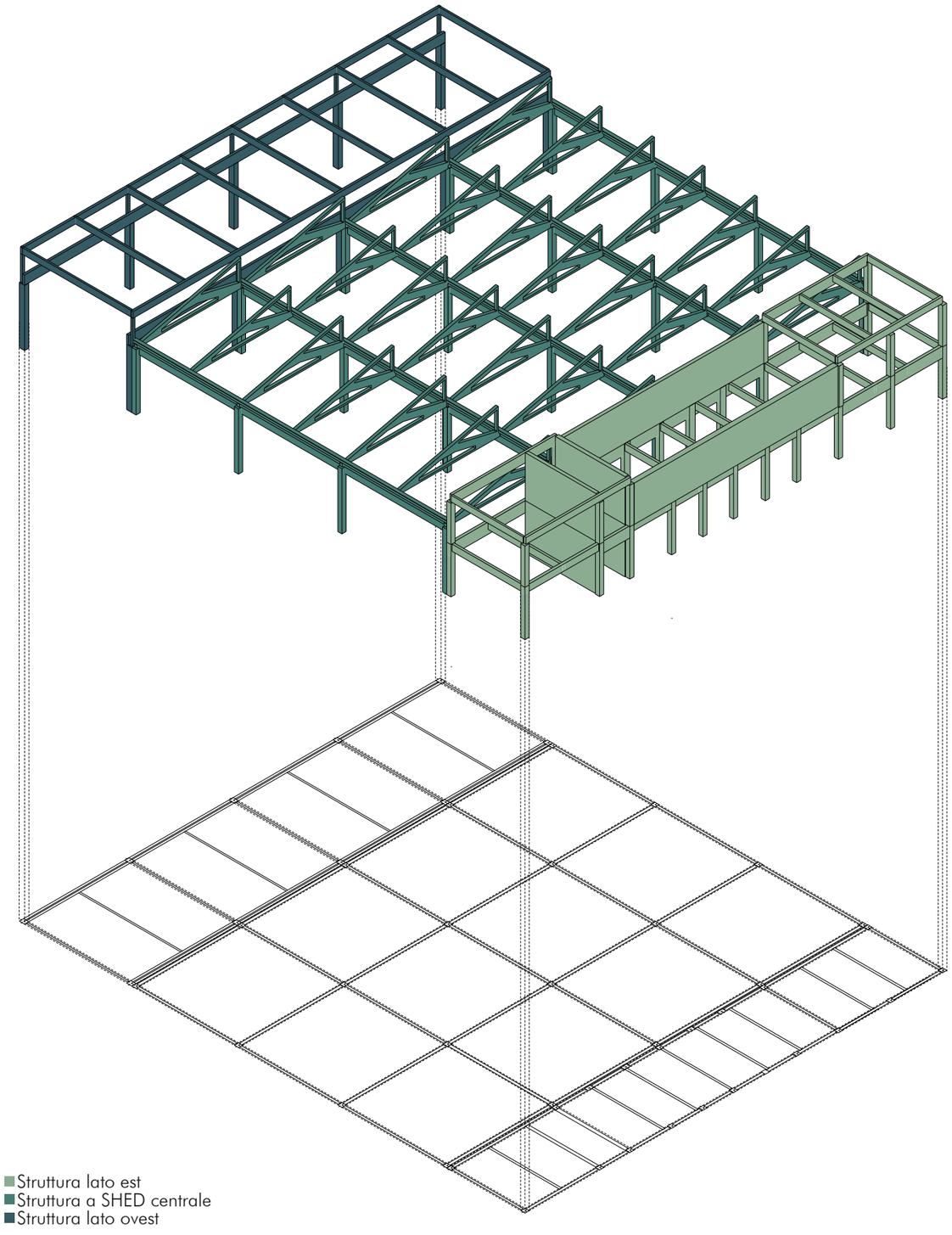
L'ANALISI STRUTTURALE

L'edificio VOV è costituito da tre corpi affiancati, ognuno con una struttura indipendente ad esclusione delle fondazioni che risultano in continuità. Per la costruzione del tetto a giardino nel blocco destinato a uffici a nord-est, è stata effettuata un'indagine strutturale e questo ha consentito di conoscere le strutture e i materiali che le compongono. Da questa analisi, è emerso che l'intero edificio presenta strutture di calcestruzzo armato e di muratura in mattoni piena con tamponatura in calcestruzzo, mattoni forati o mattoni pieni per quanto riguarda la facciata esterna.

L'edificio complessivamente ha una pianta rettangolare di 48 x 40 m circa e l'altezza della palazzina uffici e la manica ad ovest dell'ex officina è di circa 9 metri, mentre è leggermente più bassa la parte centrale della palazzina uffici dove è stato costruito il giardino pensile. Per quanto riguarda la struttura centrale, ha una copertura a shed con le vetrate esposte a nord e con un'altezza inferiore rispetto alle maniche laterali.

Figura 9

Fig. 9: foto aerea del "WOW 102" estratta da Google Heart Pro.



Struttura del blocco a est

Come spiegato precedentemente su questa porzione di edificio è stata effettuata un'indagine strutturale per poter verificare l'idoneità statica per costruire nella parte centrale più bassa del blocco un tetto a giardino. Sono stati effettuati diversi sopralluoghi presso l'edificio nel quale si sono eseguiti 12 saggi in totale per comprendere le caratteristiche costruttive. In particolare è emerso che la parte del piano terra poggia per una parte su vespaio areato di tipo STALP (12,5+2 cm) mentre la restante parte sul piano interrato che è destinato a locali tecnici.

Questo tipo di solaio è costituito da travetti prefabbricati e calcestruzzo armato precompresso. I laterizi sono disposti di testa uno dopo l'altro e collegati tramite due fili di acciaio armonico.

Il solaio di tipo STALP appoggia su muri portanti di calcestruzzo armato mentre la parte dei locali tecnici, il solaio appoggia su travi in c.a. di diverse dimensioni. Per quanto riguarda il solaio interpiano, sempre di tipo STALP, appoggia su travi in c.a. di diverse dimensioni (come riportato nello schema), che scaricano le forze su pilastri in c.a. 40x40 cm. Nel muro confinante con l'altra parte di edificio con copertura a SHED, sono presenti, oltre che pilastri in c.a., anche dei pilastri in muratura piena 50x25 cm. I muri che sostengono il corpo scala sono in muratura piena portante. Tutte le tamponature tra i pilastri sono in mattoni forati. Infine per quanto riguarda il solaio di copertura, quello su cui poggia il giardino pensile è in c.a. e laterizio di spessore 24+5 cm e appoggia su muri portanti in mattoni pieni. Mentre il solaio di copertura dei due corpi laterali è di tipo STALP appoggiato a delle travi in c.a. di sezione variabile e quest'ultime scaricano le forze su pilastri in c.a. 40x40 cm.

Per l'indagine strutturale sono stati anche consultati i disegni presenti all'archivio del comune di Torino. Da questi documenti è emerso che per la copertura del blocco centrale (dove è presente il tetto a giardino) non è presente alcuna indicazione, a differenza del resto dell'edificio dove è possibile consultare il progetto strutturale. Per questo si presuppone che la parte centrale del primo piano sia stata costruita in un secondo momento e non durante la costruzione dell'intero edificio. Questa supposizione è dimostrata anche dal fatto che la tipologia costruttiva utilizzata è diversa dal resto del complesso.

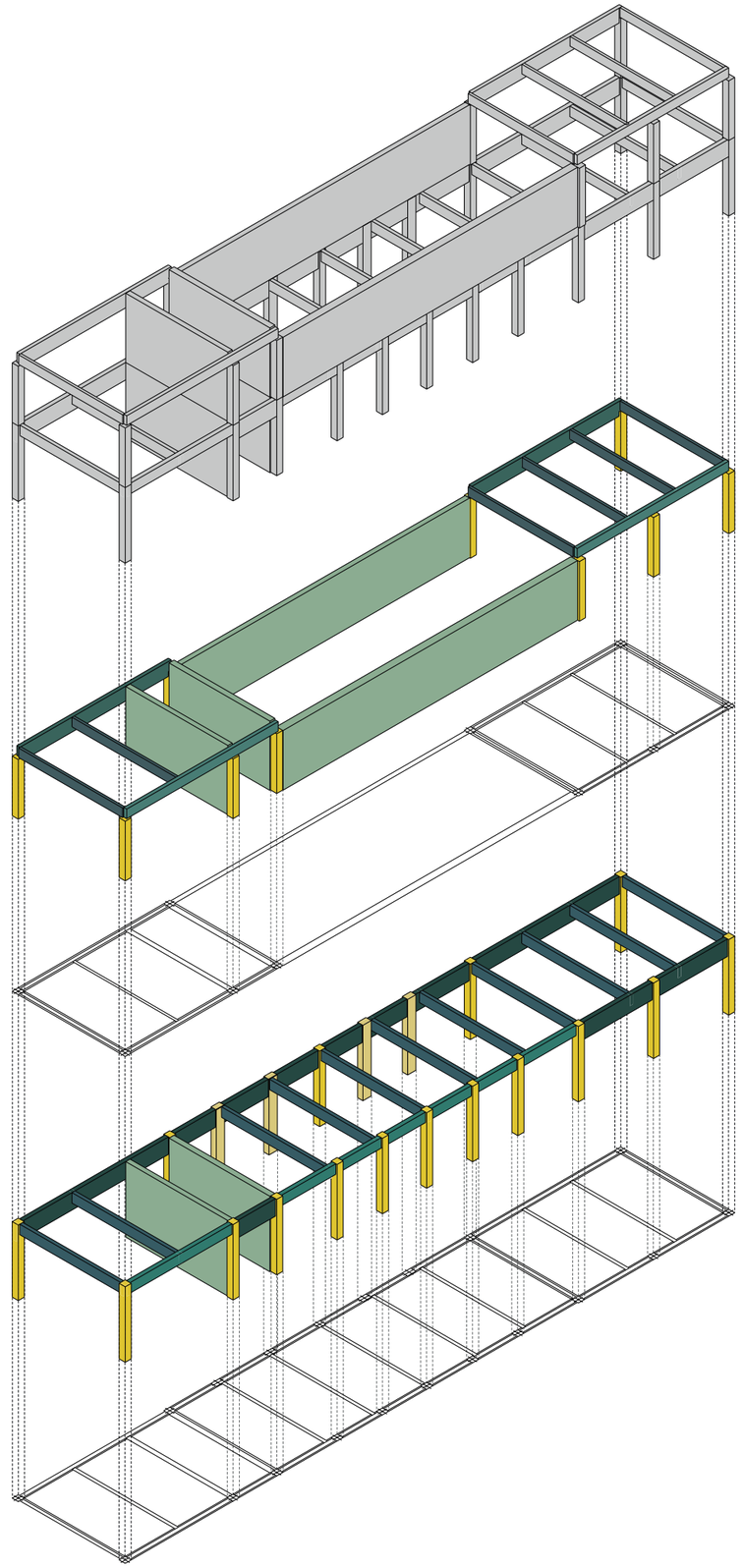
STRUTTURA BLOCCO EST

PIANO PRIMO

- Pilastro in c.a. 40x40 cm
- Muratura portante in mattoni pieni
- Trave in c.a. 20x85 cm
- Trave in c.a. 20x55 cm
- Trave in c.a. 15x55 cm

PIANO TERRA

- Pilastro in c.a. 40x40 cm
- Pilastro in mattoni pieni 50x25cm
- Muratura portante in mattoni pieni
- Trave in c.a. 20x60 cm
- Trave in c.a. 24x100 cm
- Trave in c.a. 24x60 cm



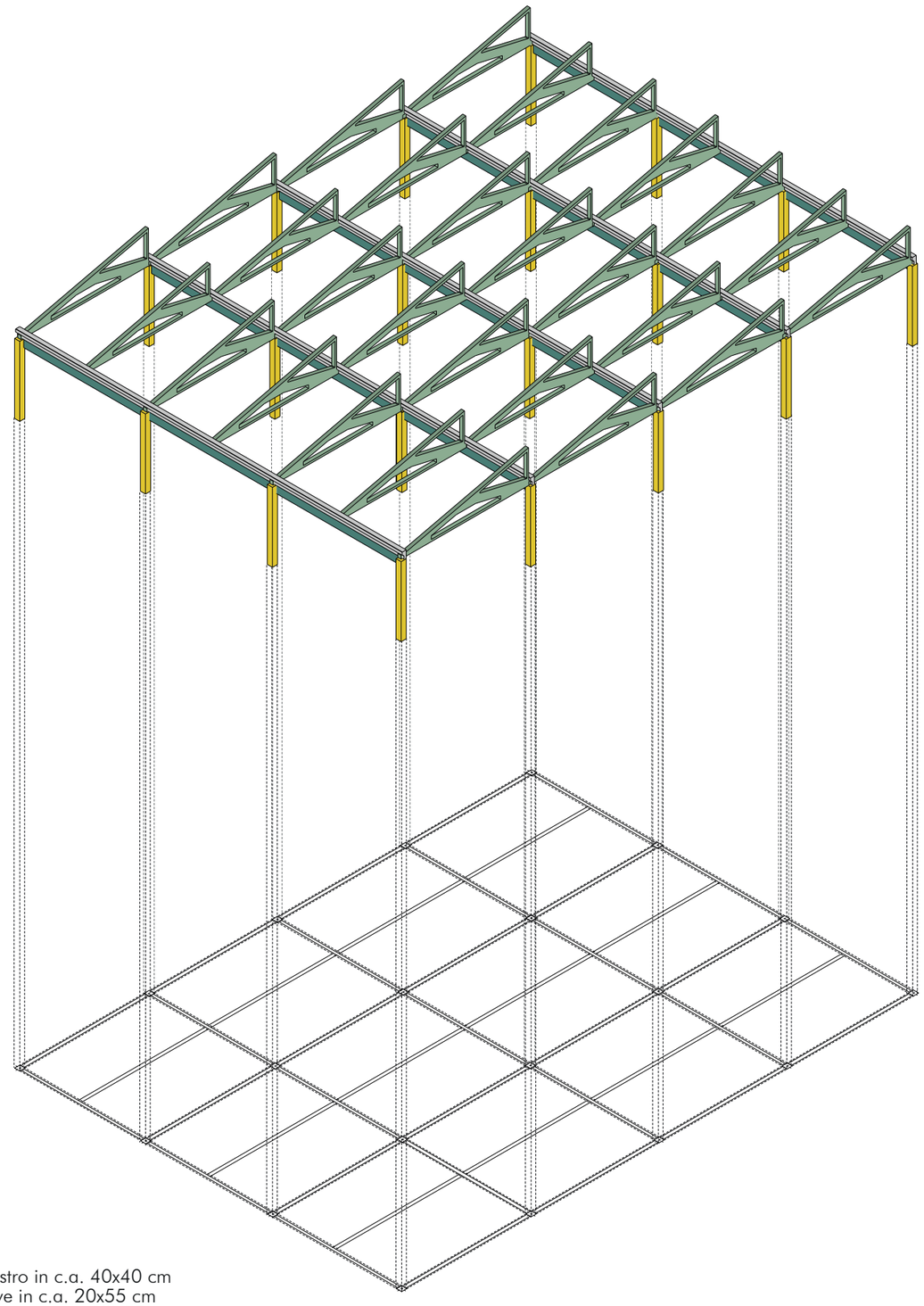
Struttura del blocco centrale

A differenza del blocco nord-est analizzato precedentemente, per questa parte centrale non è stata effettuata alcuna indagine strutturale. Per tanto lo schema strutturale è stato prodotto secondo quanto visto durante i sopralluoghi presso l'edificio eseguiti per la stesura di tale documento.

Trattandosi di un edificio nato per la produzione di macchinari agricoli, la copertura di questo grande spazio di dimensioni 40x30 m circa, ha una copertura di tipo SHED o a dente di sega. Questa copertura è stata molto utilizzata per la costruzione di edifici industriali per poter illuminare grandi spazi con luce diffusa, poiché l'orientamento delle vetrate è quasi sempre verso nord, come in questo caso.

Le grandi travi che sostengono il solaio di copertura scaricano le forze sulle travi, sostenute da pilastri di dimensioni 40x40 cm.

Fig. 10: Area centrale con copertura a shed. Fotografia scattata durante il sopralluogo.

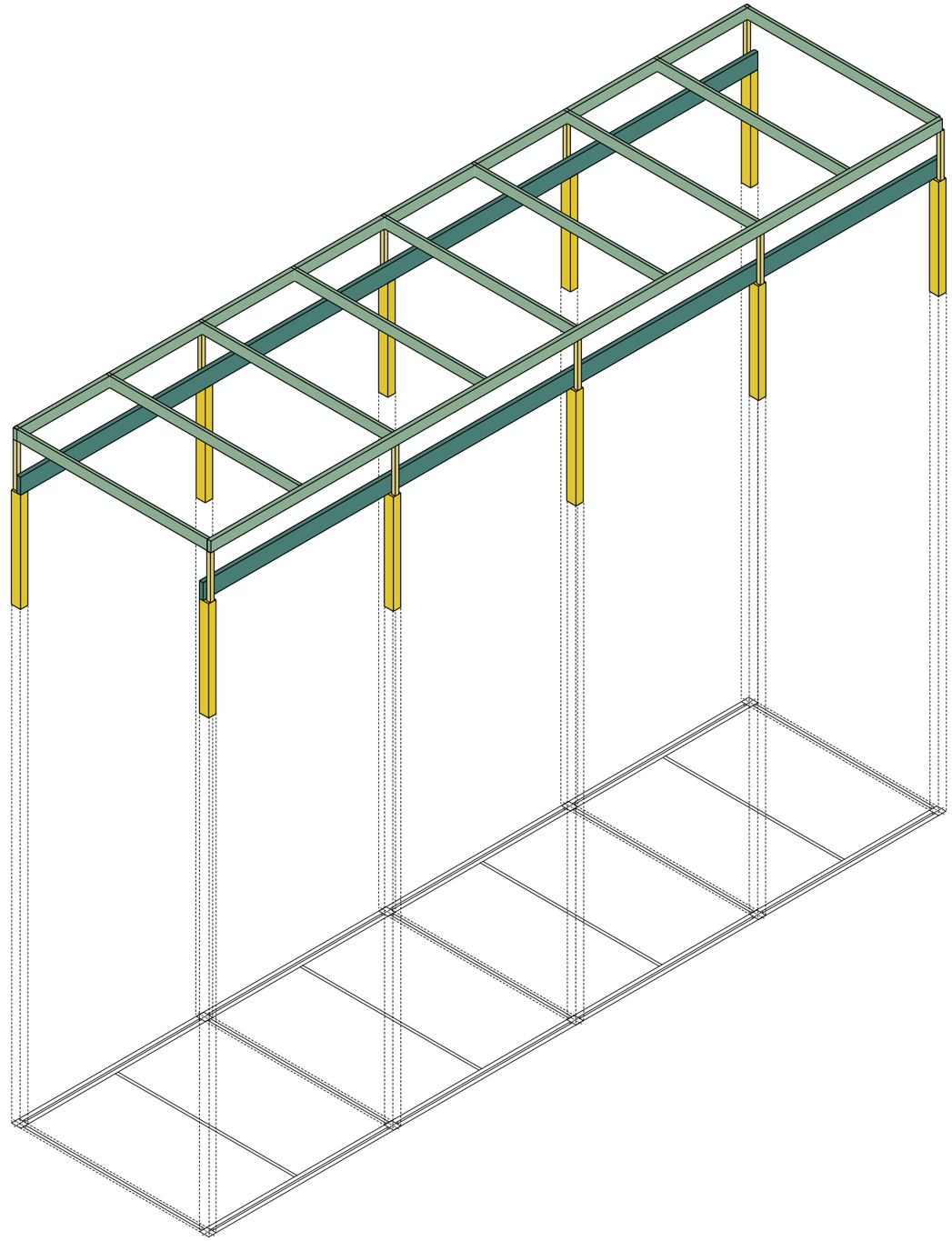


Struttura del blocco ovest

All'interno di questa porzione di edificio è presente il carroponte, utilizzato in passato per la costruzione dei macchinari agricoli. Il carroponte è appoggiato sulle travi in c.a. longitudinali che costituiscono i binari di scorrimento dello stesso. Questo permetteva il sollevamento di grandi pesi all'interno dell'edificio.

Il solaio di copertura, probabilmente di tipo STALP, invece è sostenuto dalle travi in c.a. longitudinali più alte. Entrambe le travi di sezione variabile scaricano i pesi sui pilastri in c.a. 60x40 cm. Tra le travi che sostengono il carroponte e le travi di copertura sono presenti ampie vetrate che permettono l'entrata della luce in questo ampio spazio di lavoro 10x40m.

Fig. 11: Manica ovest. Fotografia scattata durante il sopralluogo.



ingresso carrabile

ingresso pedonale

+ 0,00 m

+ 0,00 m

orti

ingresso pedonale

+ 8,70 m

+ 8,70 m

tetto a giardino

+ 8,50 m

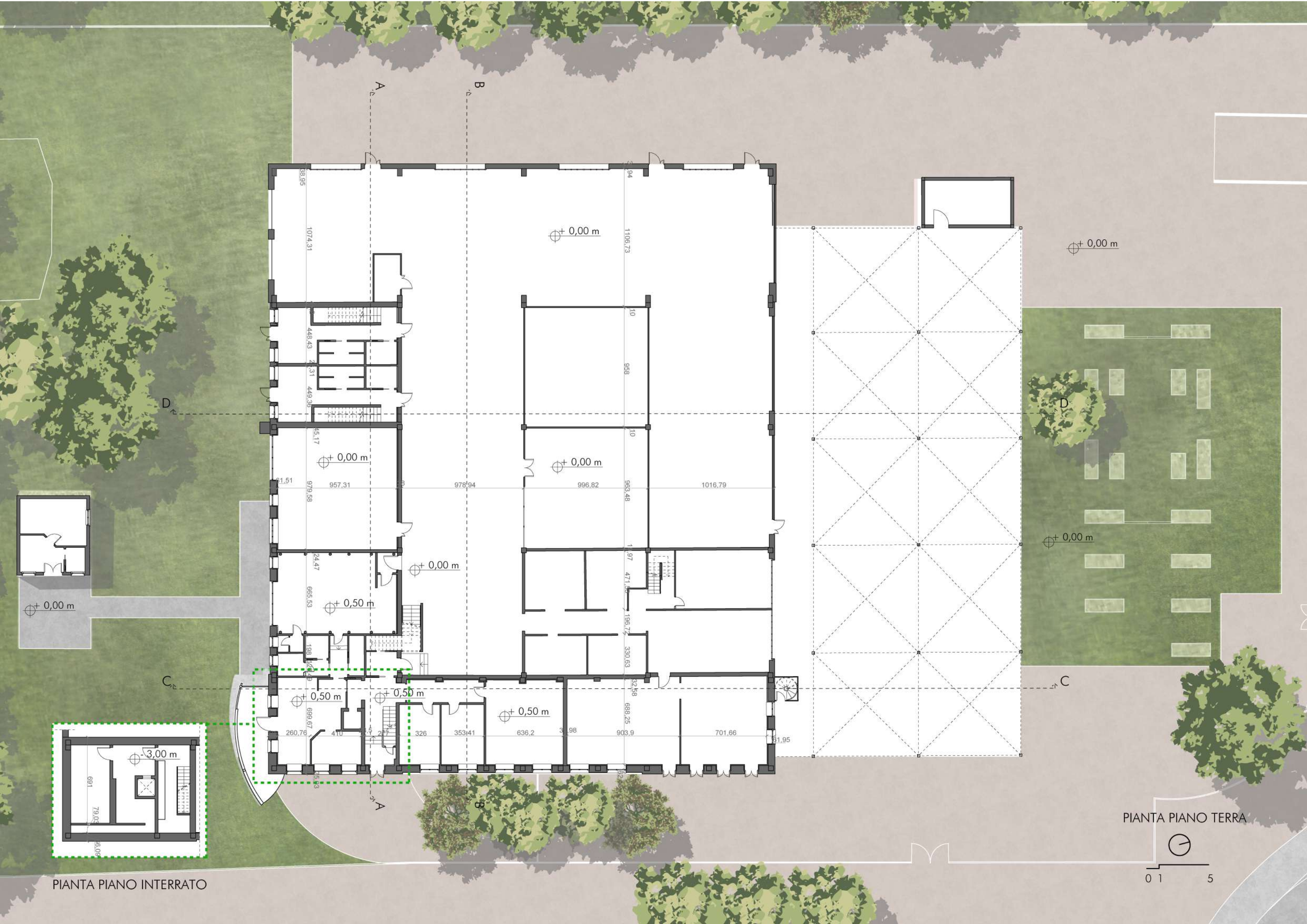
+ 8,70 m

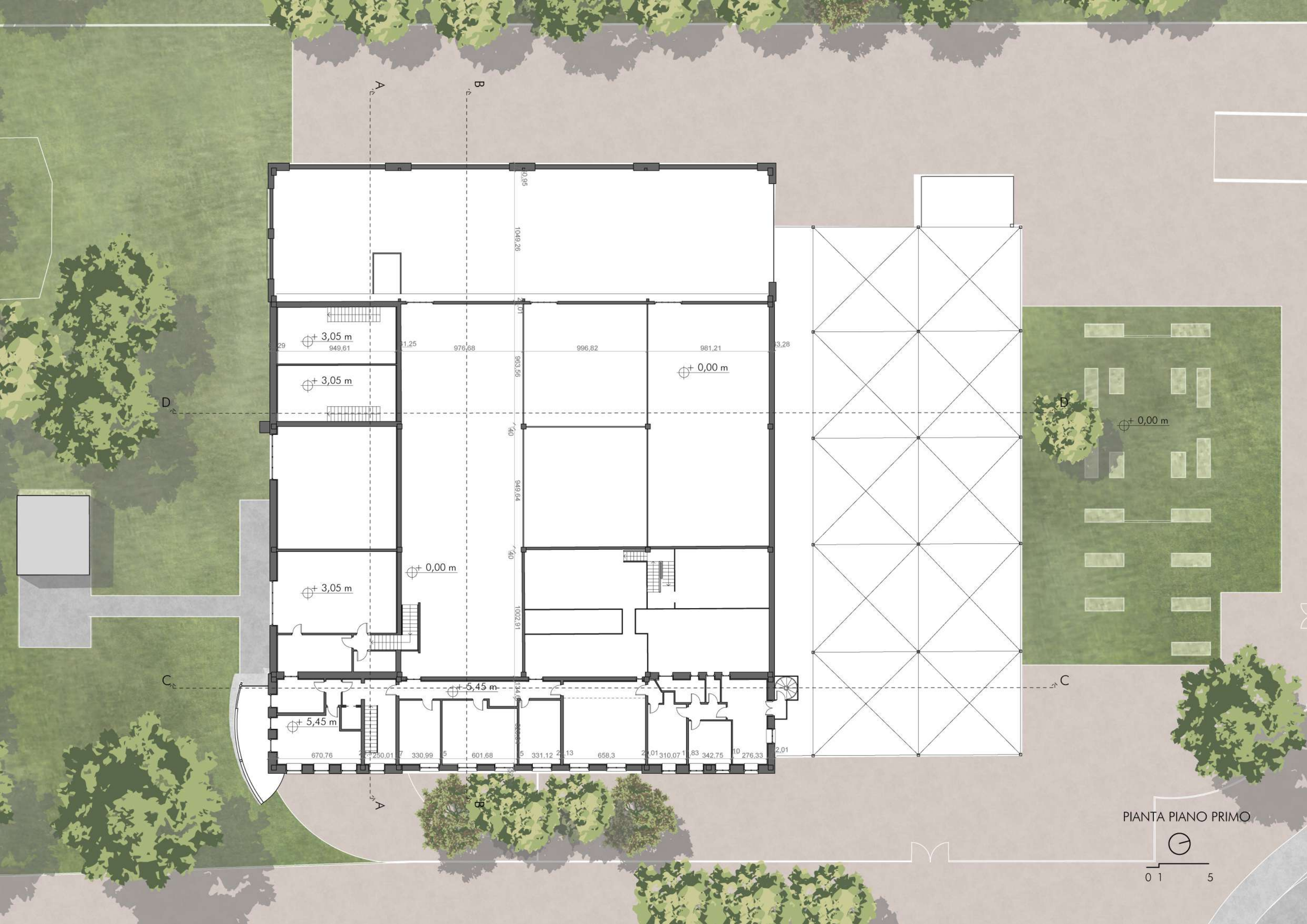
+ 0,00 m

apiario

+ 0,00 m

0 5 7 m


A
B
C
D
+ 0,00 m
+ 0,50 m
+ 3,00 m
1074,31
1106,73
957,31
978,94
996,82
1016,79
665,53
699,67
260,76
326
353,41
636,2
903,9
701,66
PIANTA PIANO INTERRATO
PIANTA PIANO TERRA
0 1 5



PIANTA PIANO PRIMO

PROSPETTO SUD

PROSPETTO NORD

PROSPETTO EST

PROSPETTO OVEST

SEZIONE BB

SEZIONE AA

SEZIONE DD

SEZIONE CC

L'INVOLUCRO

Le caratteristiche dell'involucro trasparente

L'edificio dell'ex CNMA attualmente presenta principalmente due tipi di serramenti: vetro singolo con telaio in acciaio e doppio vetro con telaio in PVC o in legno. Il primo tipo è possibile trovarlo nella porzione ancora industriale dell'edificio, quindi nella zona centrale e nella manica a ovest. Con questa tipologia vi sono i portoni e i serramenti a nastro presenti in facciata e nelle coperture a shed (fig. 12). Il secondo tipo invece si trova in tutte le porzioni di edificio a est e a sud rifunzionalizzate a servizi e a uffici e dove si è intervenuti con il cappotto interno. Di questa tipologia troviamo serramenti a battente ad anta singola o a due ante (fig. 13), oppure a battente a doppia anta più un'anta a vasistas. Per quelle invece con il talaio in legno il serramento è a battente a doppia anta e si trovano nella manica a nord e nella manica est, dove precedentemente era stato posizionato l'appartamento per il custode (fig. 14).

Figura 12

Fig. 12: Portone con telaio in acciaio nella facciata ovest. Foto scattata durante il sopralluogo.

Figura 13

Fig. 13: Finestre a battente con telaio in PVC, nella facciata sud. Foto scattata durante il sopralluogo.

Figura 14

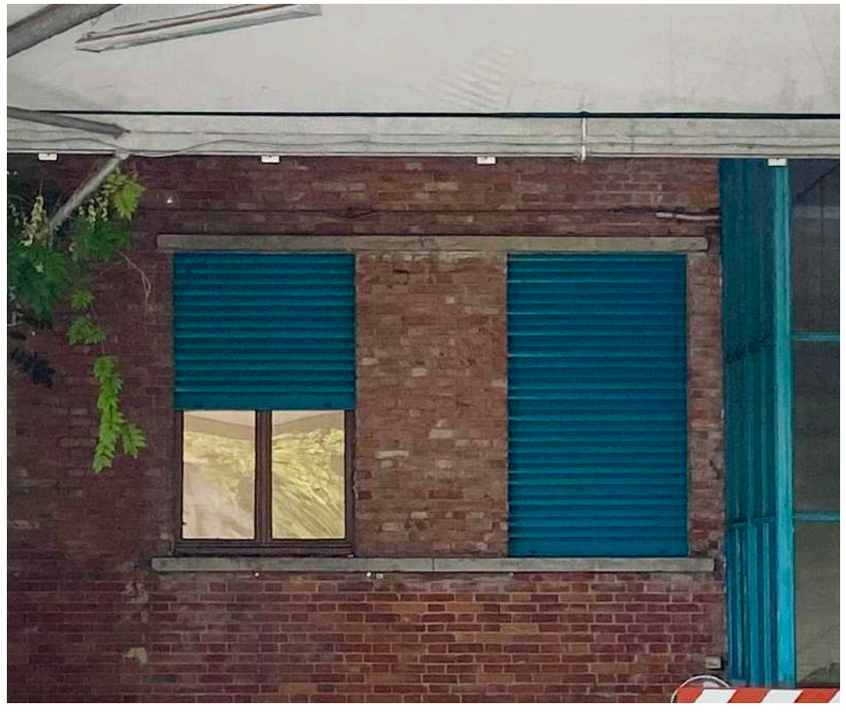


Fig. 14: Finestra a un'anta più vasistas, con telaio in PVC, nella facciata est. Foto scattata durante il sopralluogo.

Le caratteristiche dell'involucro opaco

L'edificio VOV102, come già approfondito precedentemente, è costituito da tre strutture indipendenti in calcestruzzo armato e una porzione nel primo piano del corpo est, dove ora sorge il tetto giardino, in muratura in laterizio. In tutti e tre i corpi i tamponamenti sono in mattoni forati e mattoni pieni a vista in facciata. Quando questa fabbrica risalente agli anni '50 del Novecento venne dismessa, il corpo a est e la porzione a Sud del corpo centrale vennero adibiti a servizi e a ufficio. In questa occasione venne effettuato un intervento di isolamento dall'interno e, grazie alle indagini semidistuttive realizzate per la verifica di idoneità statica per la realizzazione del tetto giardino, è stato possibile verificare che il rivestimento interno applicato è formato da lana di vetro e pannello in cartongesso.

Per arrivare alla soluzione progettuale è stata effettuato uno studio sullo stato di fatto utilizzando i modelli di calcolo secondo le norme UNI EN ISO 13786 e UNI EN ISO 13788, in cui è possibile calcolare le prestazioni termiche in regime dinamico dei vari componenti edilizi e le prestazioni termoigrometriche per la verifica della presenza di umidità e formazione di condensa.

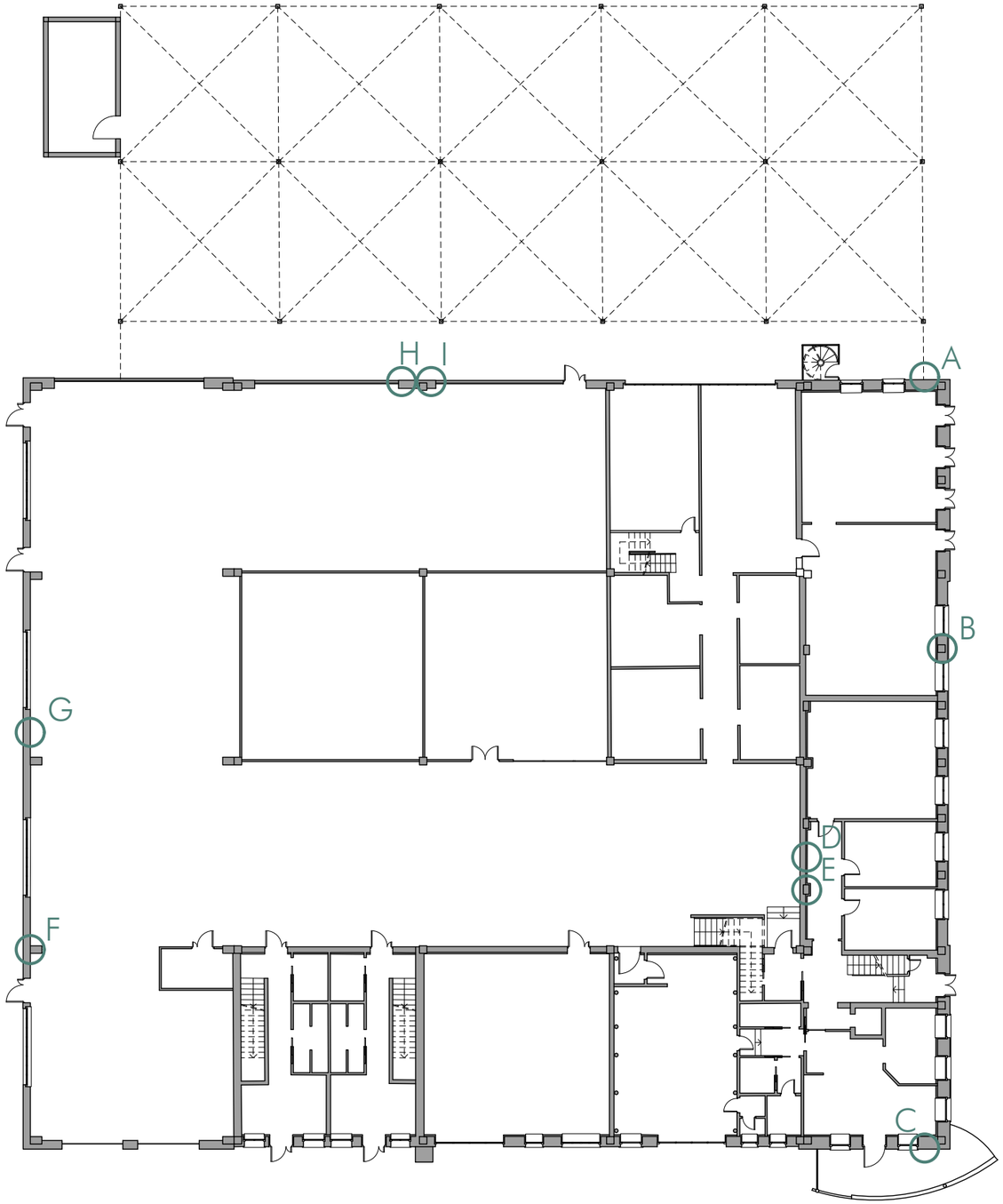
Le proprietà termiche considerate e calcolate con la norma UNI EN ISO 13786 sono principalmente la **trasmittanza termica** [W/m²K] e la **trasmittanza termica periodica** [W/m²K]. I dati di input necessari per ogni componente sono: lo **spessore s** [cm], **massa volumica ρ** [kg/m³], **fattore di resistenza al vapore *μ*** [-], **conducibilità termica λ** [W/m°C], **calore specifico c** [J/kg°C] e la **resistenza termica** [m²°C/W][3].

Con la norma UNI EN ISO 13788 invece è possibile calcolare la temperatura superficiale interna in modo da verificare se vi può essere una possibile insorgenza di muffe ed è quindi possibile stabilire se vi è un rischio di condensazione sia superficiale che interstiziale. Il limite di questo calcolo è che non considera altre cause di umidità (umidità di costruzione, trasporto di vapore, acque meteoriche, trasporto di vapore nelle cavità, umidità del terreno,...)[4]. Il metodo descritto da questa normativa è il cosiddetto "metodo di Glaser", che determina l'andamento della pressione di vapore e della pressione di vapore di saturazione, tramite l'uso di un diagramma (**Diagramma di Glaser**). Nelle schede successive sono stati riportati gli studi svolti sulla componente opaca esistente, riportando i valori di proprietà termiche ottenute e i diagrammi di Glaser.

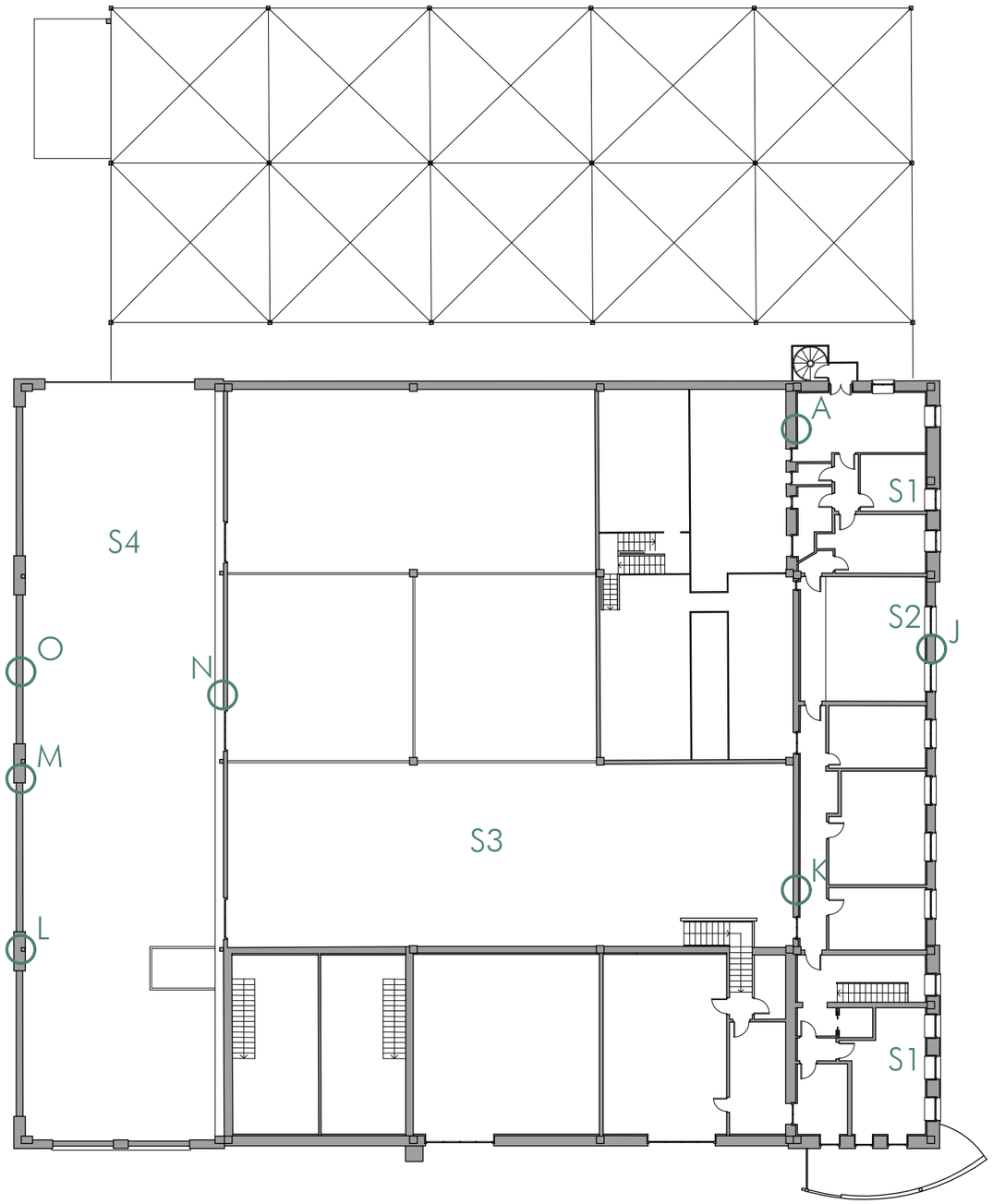
Allo stesso modo sono state calcolate le chiusure orizzontali.

[3] UNI EN ISO 13786 - Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo.

[4] UNI EN ISO 13788 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.



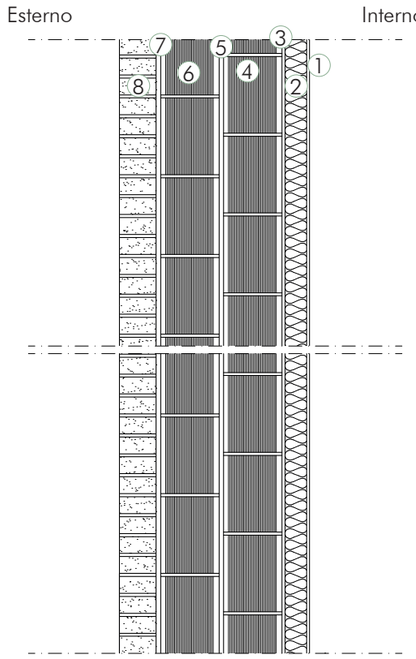
Pianta del piano terra per riferimento delle stratigrafie

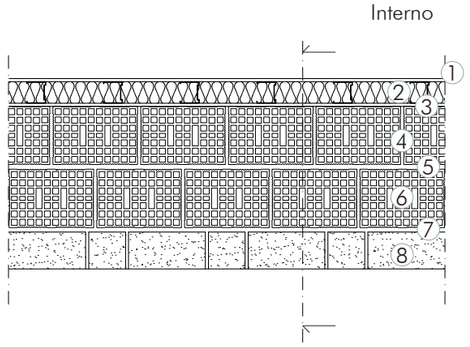


0 1 5 m

Pianta del piano primo per riferimento delle stratigrafie

STRATIGRAFIA_A



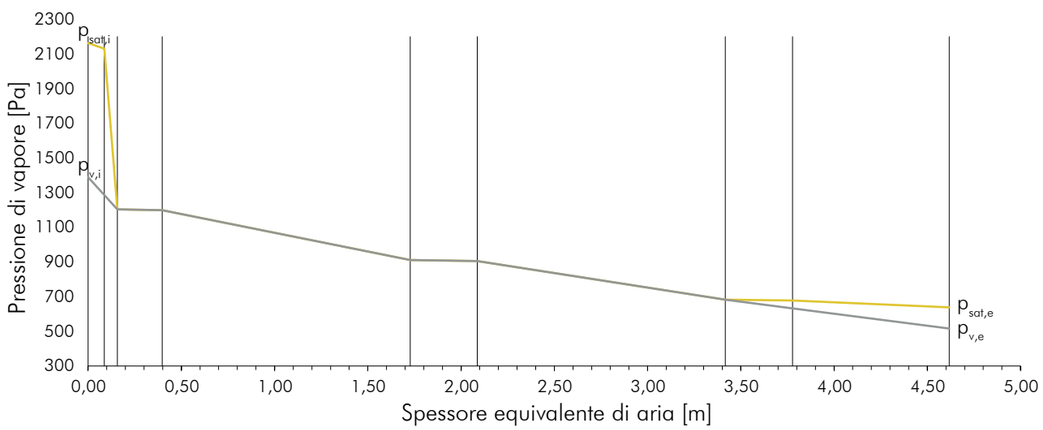


Scala 1:20 Esterno

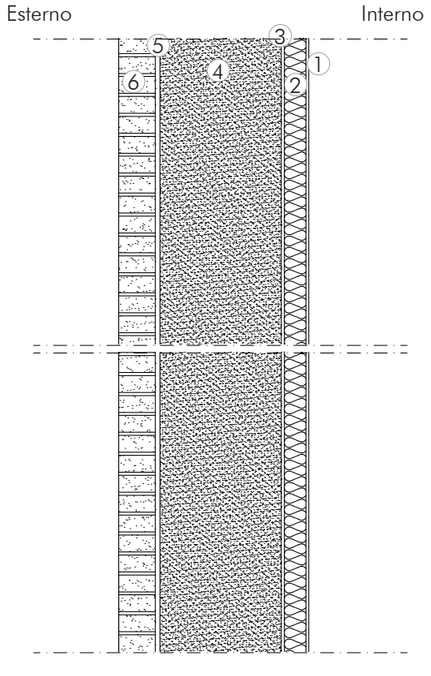
1. Lastra in cartongesso
2. Isolante lana di vetro
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
5. Giunto di malta
6. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
7. Giunto di malta
8. Mattone pieno

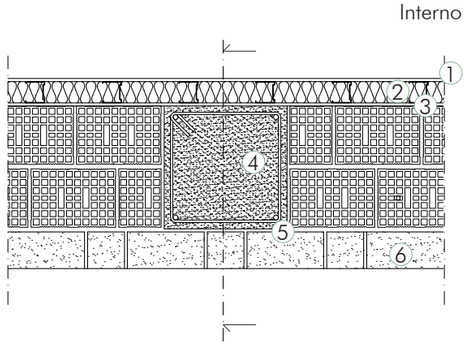
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,265	0,001

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_B

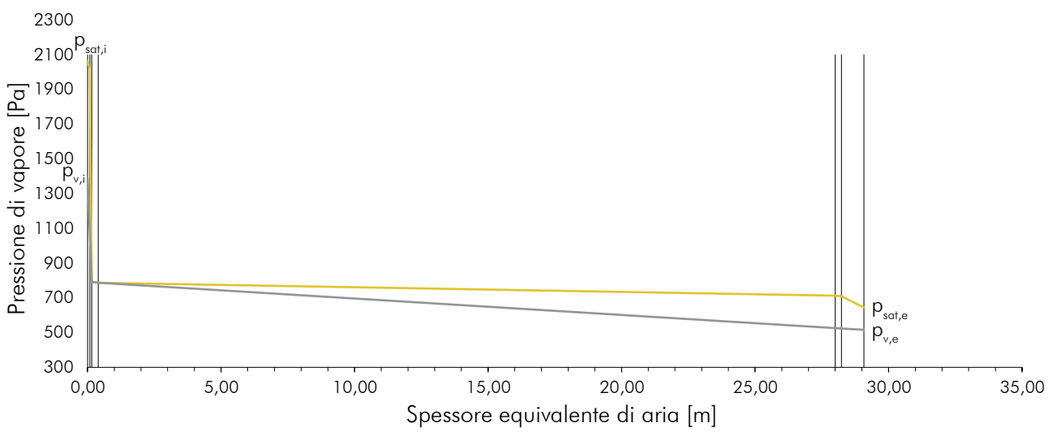




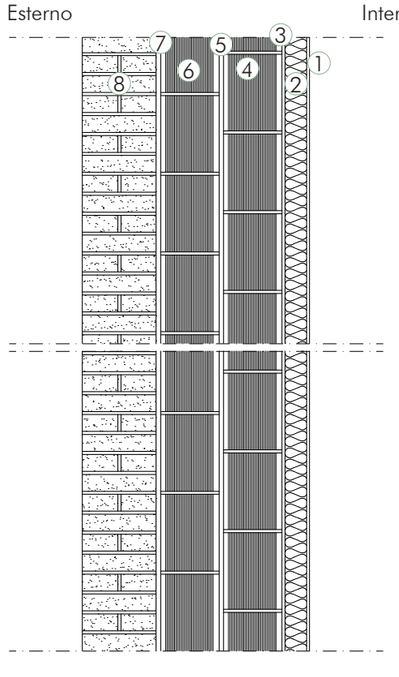
1. Lastra in cartongesso
2. Isolante lana di vetro
3. Intonaco
4. Pilastro il calcestruzzo armato 40x40 cm
5. Giunto di malta
6. Mattone pieno

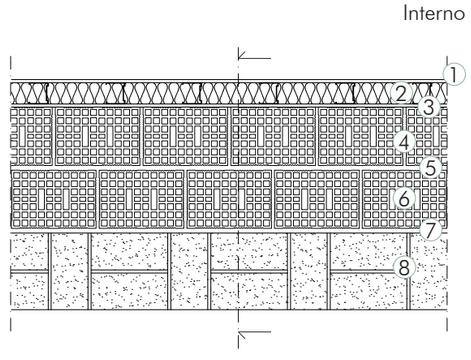
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	40	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,429	0,015

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_C

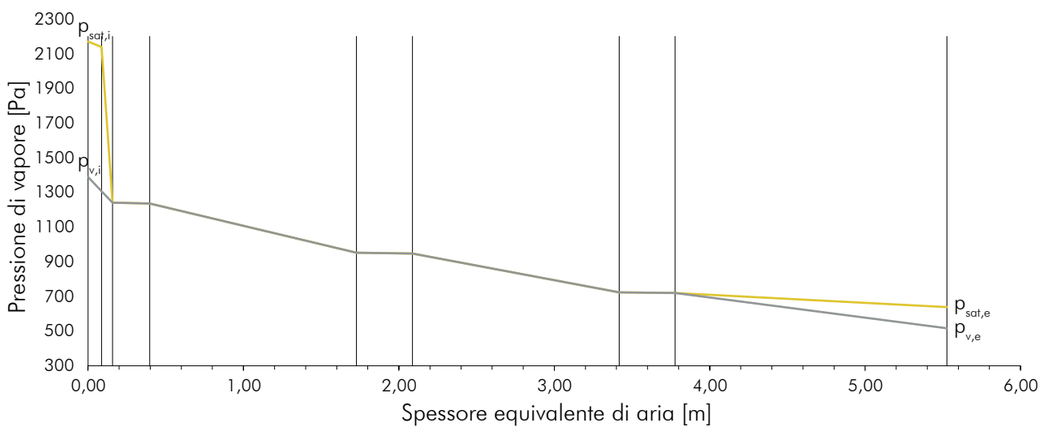




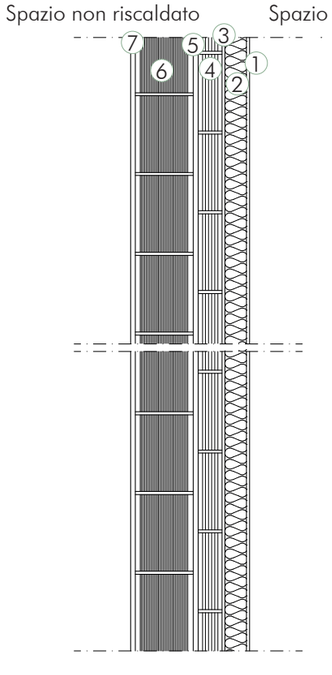
1. Lastra in cartongesso
2. Isolante lana di vetro
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
5. Giunto di malta
6. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
7. Giunto di malta
8. Mattone pieno

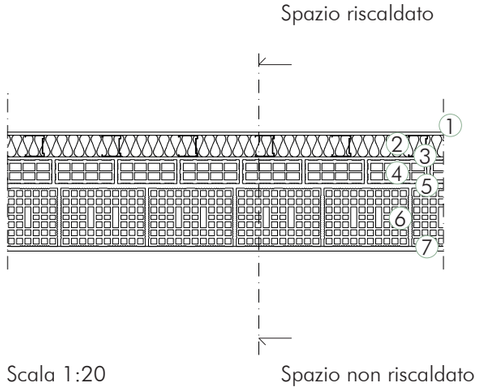
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	25	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,253	0,000

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_D

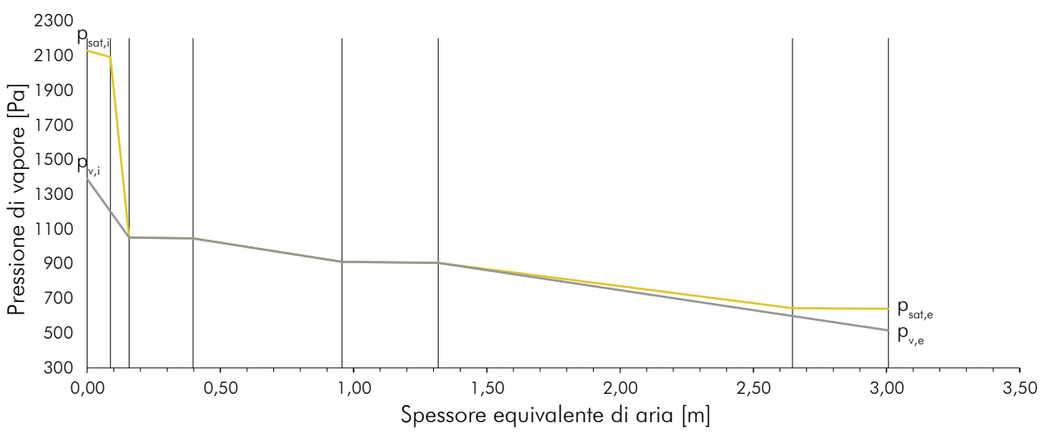




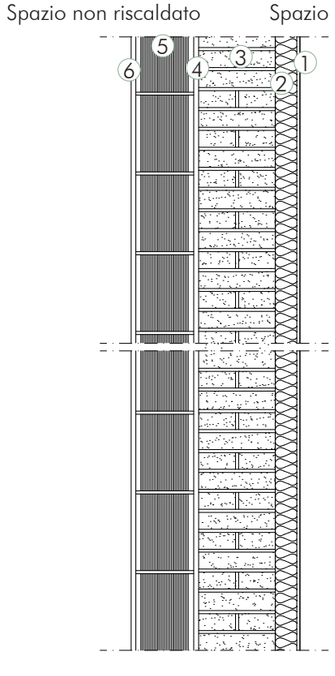
1. Lastra in cartongesso
2. Isolante lana di vetro
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 8x15x30 cm
5. Giunto di malta
6. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
7. Intonaco

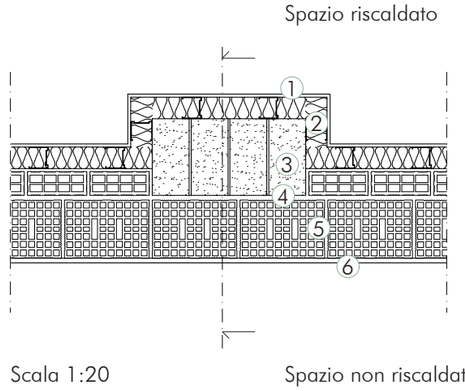
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	8	600	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,13		
							0,309	0,013

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_E

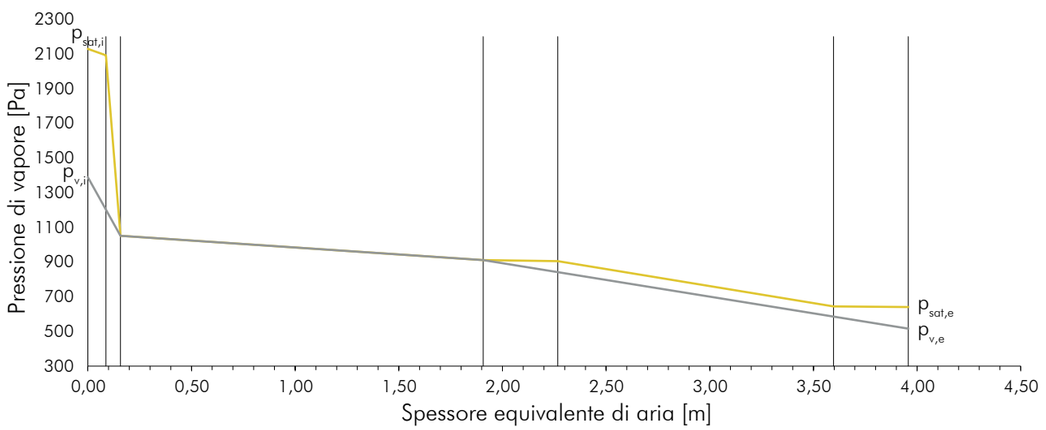




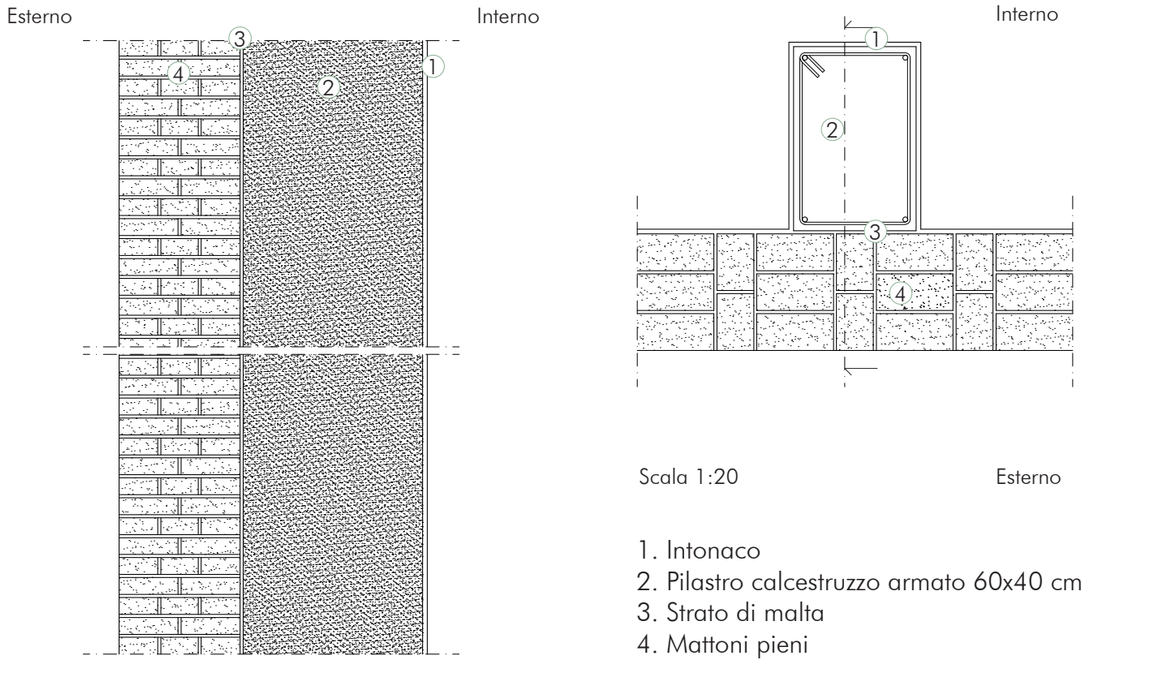
1. Lastra in cartongesso
2. Isolante lana di vetro
3. Pilastro in mattoni pieni 25x50 cm
4. Giunto di malta
5. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
6. Intonaco

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Laterizio pieno	25	1800	7	840	0,72			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,13		
							0,309	0,003

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



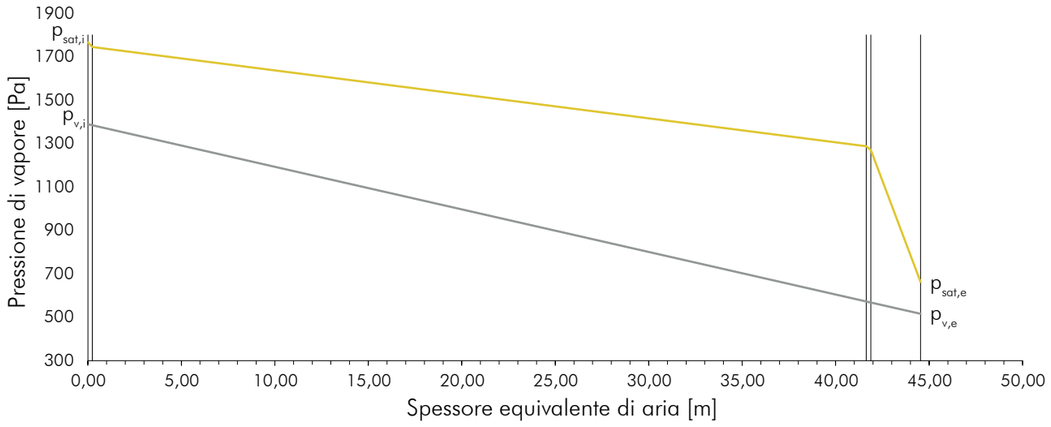
STRATIGRAFIA_F



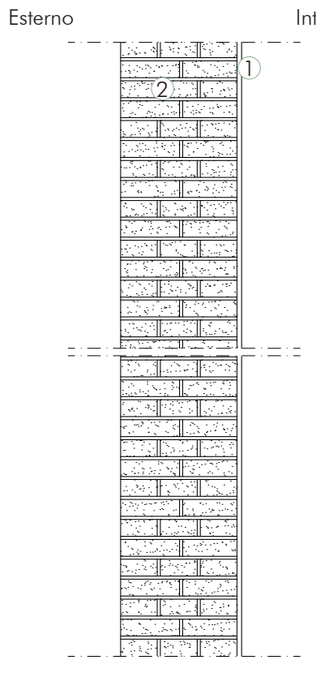
1. Intonaco
2. Pilastro calcestruzzo armato 60x40 cm
3. Strato di malta
4. Mattoni pieni

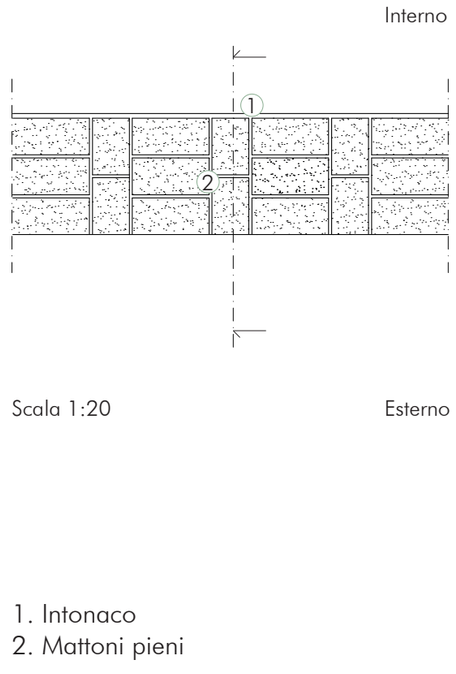
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	60	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							1,020	0,006

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_G

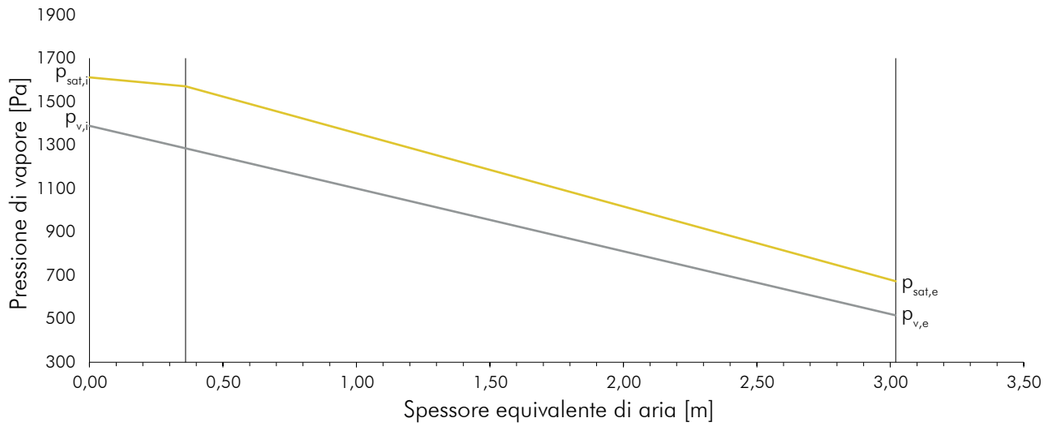




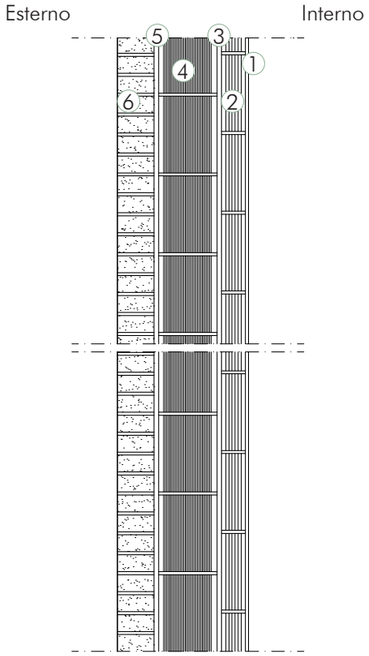
1. Intonaco
2. Mattoni pieni

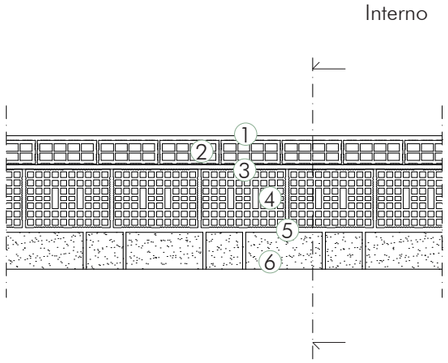
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							1,400	0,225

Si è verificata la presenza di condensa superficiale e l'assenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_H

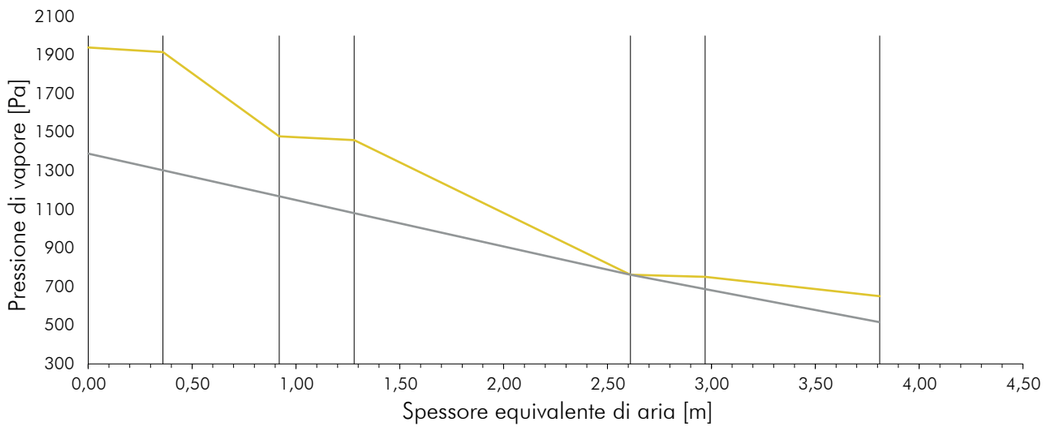




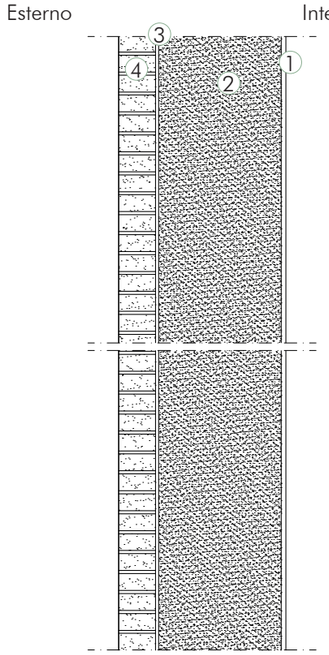
1. Intonaco
2. Blocco in laterizio forato 8x15x30 cm
3. Giunto di malta
4. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
5. Giunto di malta
6. Mattoni pieni

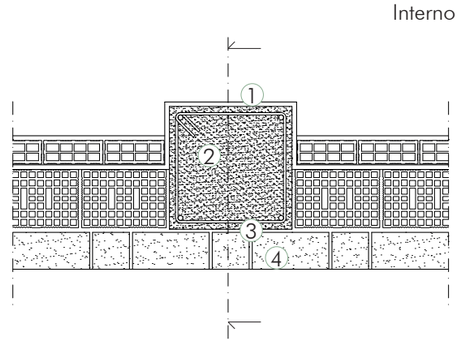
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cem	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	8	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cem	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	600	7	840	0,238			
Malta calce-cem	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,657	0,080

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_I

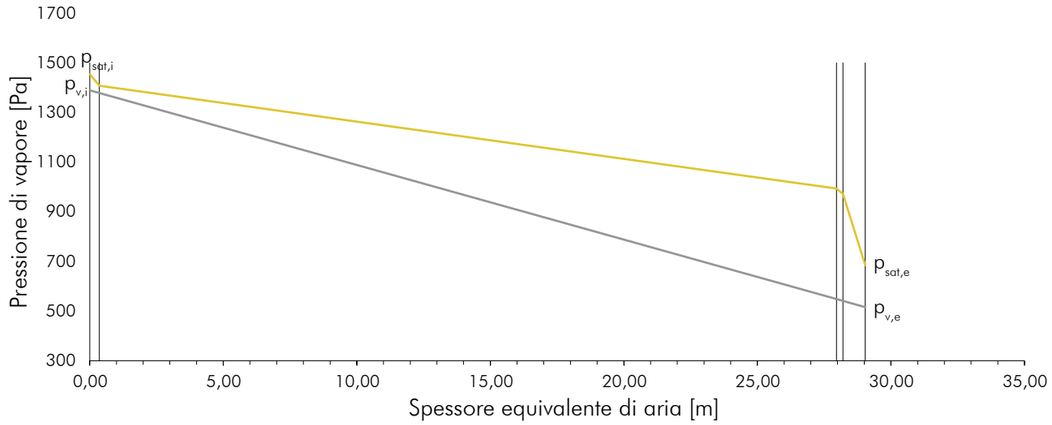




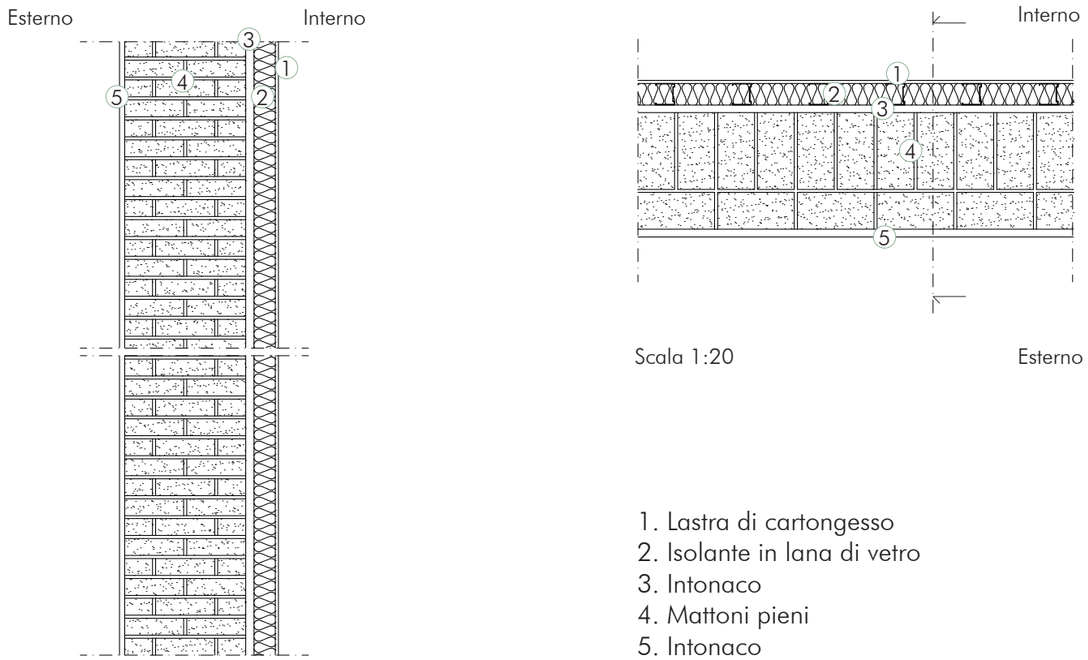
1. Intonaco
2. Pilastro in calcestruzzo armato 40x40 cm
3. Strato di malta
4. Mattoni pieni

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	40	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							1,858	0,163

Si è verificata la presenza di condensa superficiale e l'assenza di condensa interstiziale.



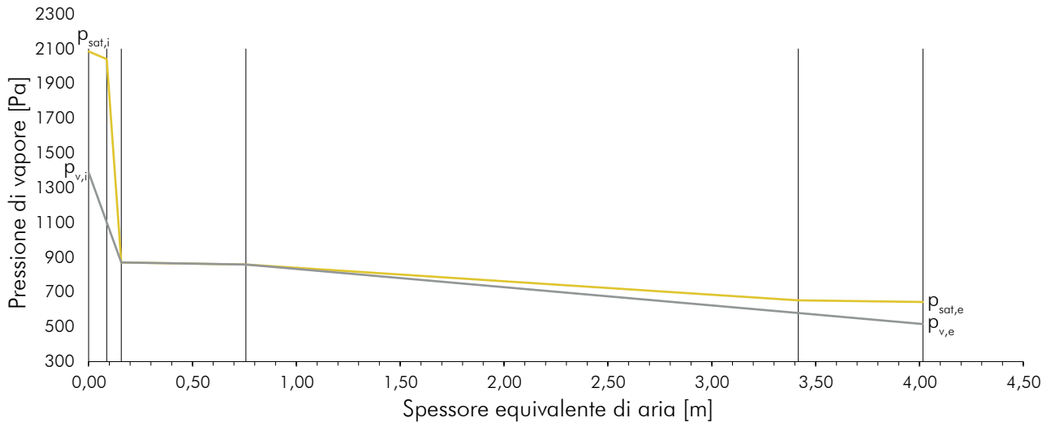
STRATIGRAFIA_J



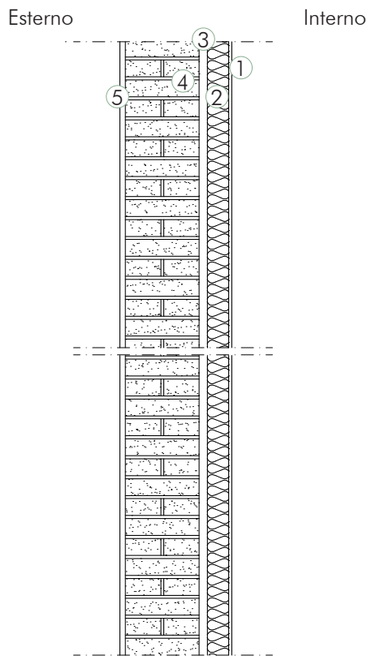
1. Lastra di cartongesso
2. Isolante in lana di vetro
3. Intonaco
4. Mattoni pieni
5. Intonaco

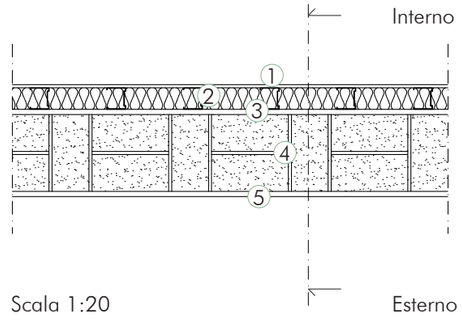
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intonaco calce-cemento	2,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Intonaco calce-cemento	2,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,392	0,019

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_K

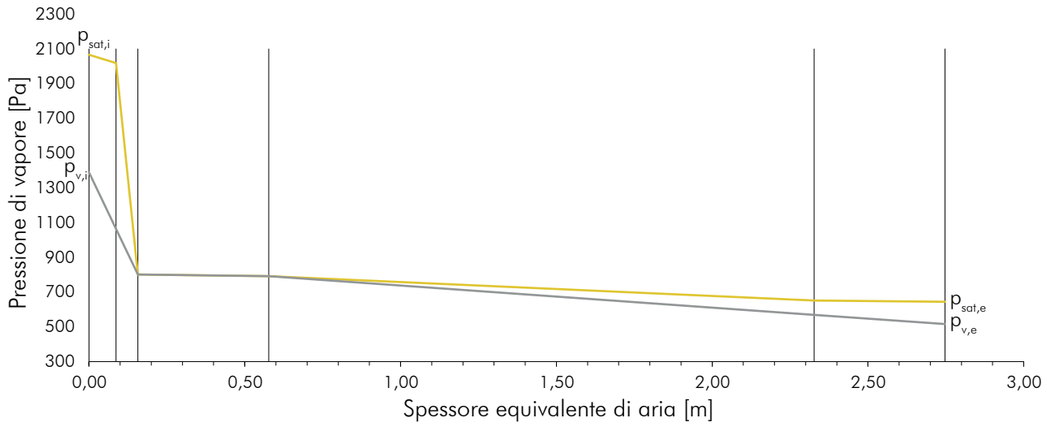




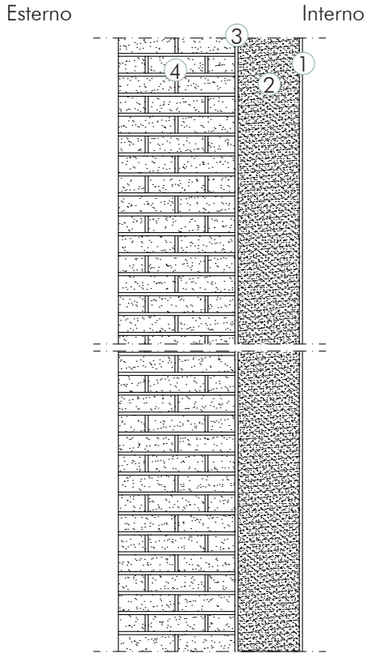
1. Lastra di cartongesso
2. Isolante in lana di vetro
3. Intonaco
4. Mattoni pieni
5. Intonaco

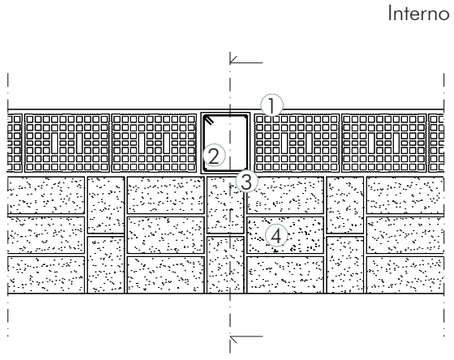
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intonaco calce-cemento	1,75	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	25	1800	7	840	0,72			
Intonaco calce-cemento	1,75	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,425	0,065

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_L

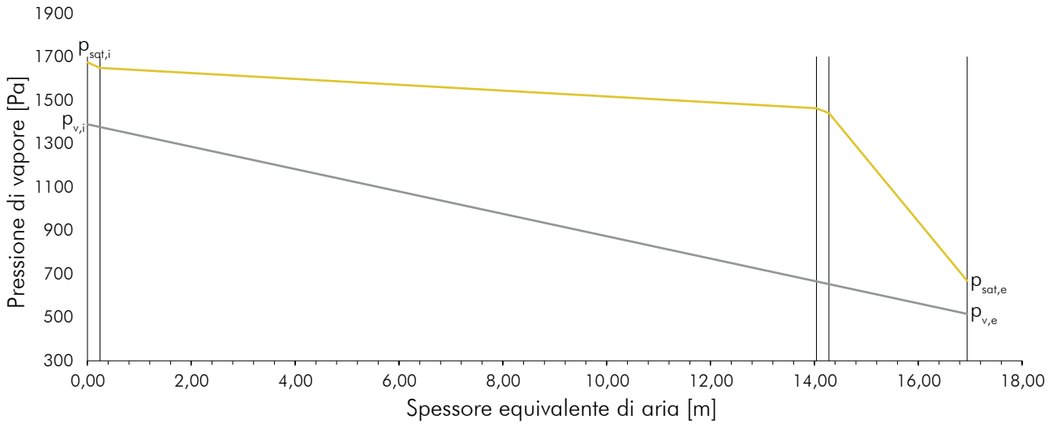




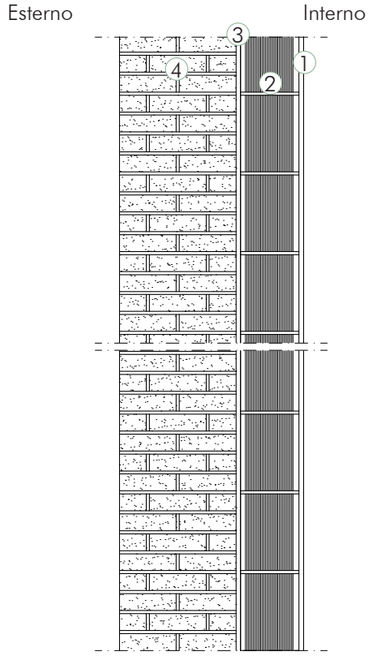
1. Intonaco
2. Pilastro in calcestruzzo armato 20x20 cm
3. Strato di malta
4. Mattoni pieni

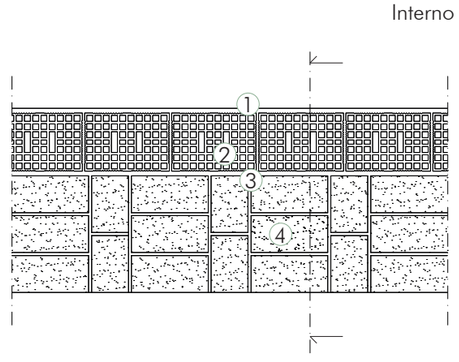
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	20	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							1,239	0,057

Si è verificata la presenza di condensa superficiale e l'assenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_M

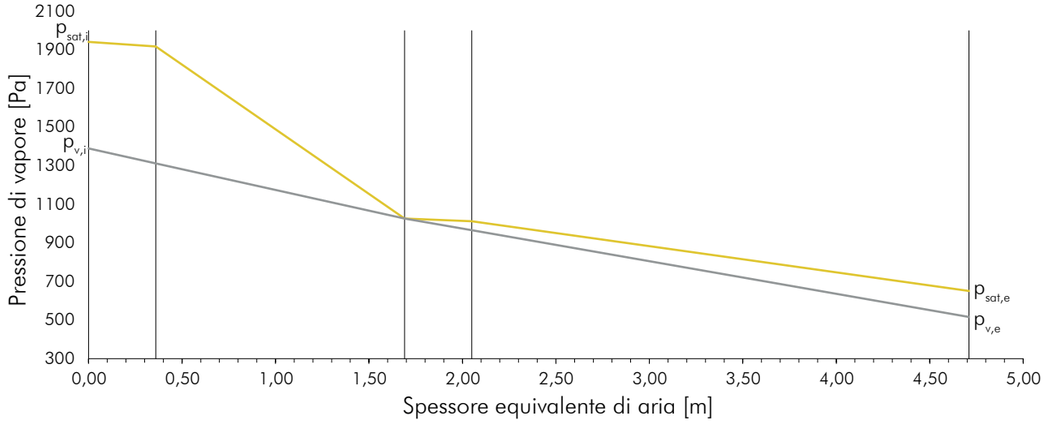




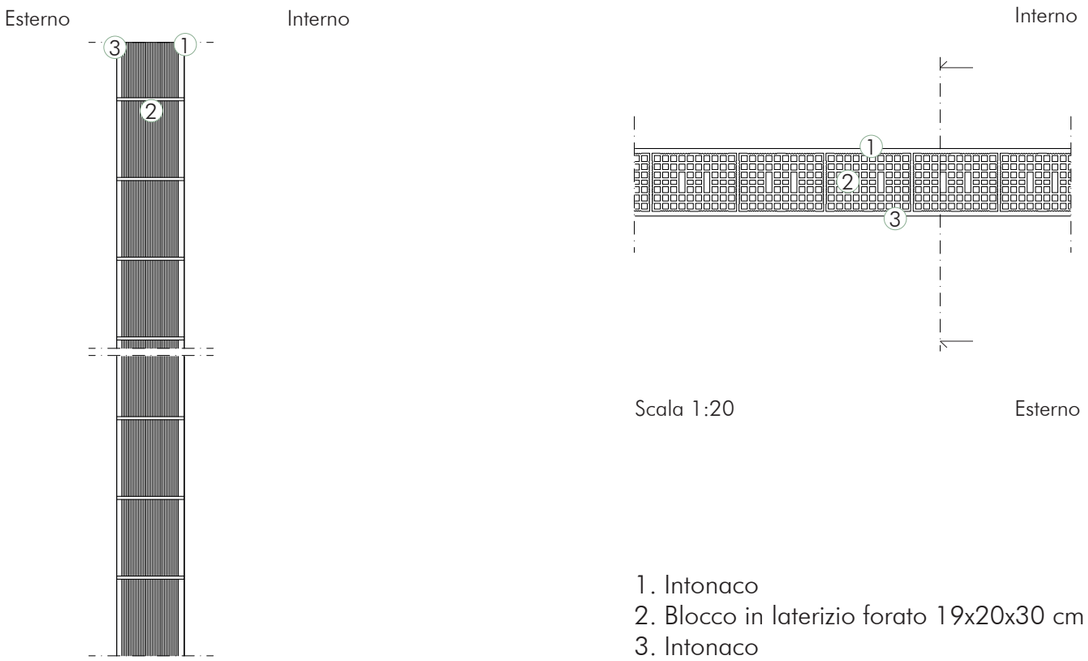
1. Intonaco
2. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
3. Strato di malta
4. Mattoni pieni

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,654	0,011

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



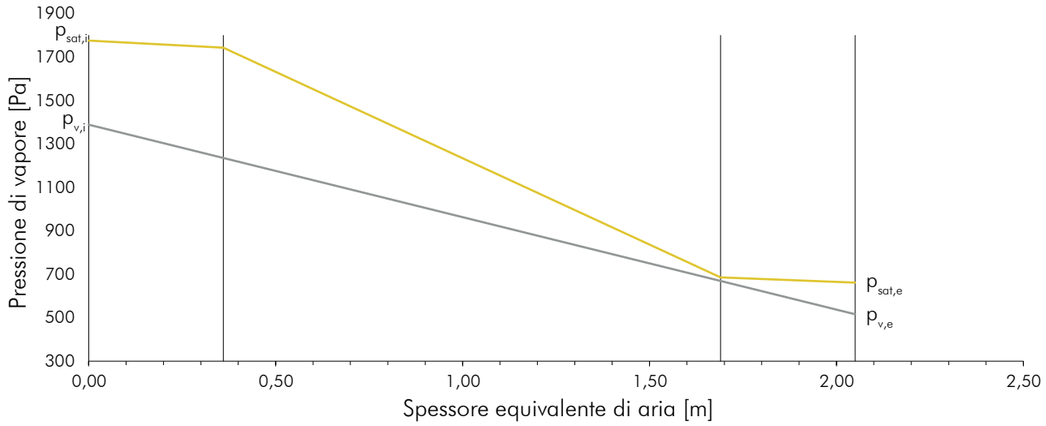
STRATIGRAFIA_N



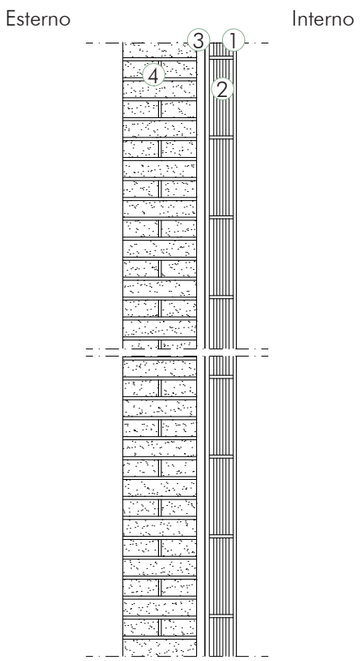
1. Intonaco
2. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
3. Intonaco

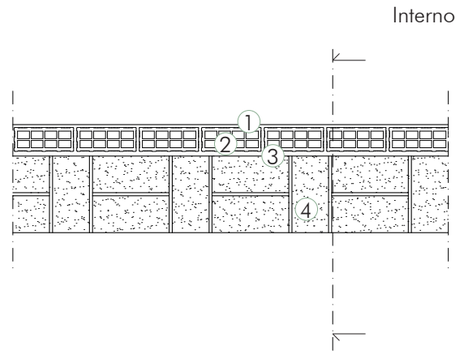
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,998	0,290

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e l'assenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_O

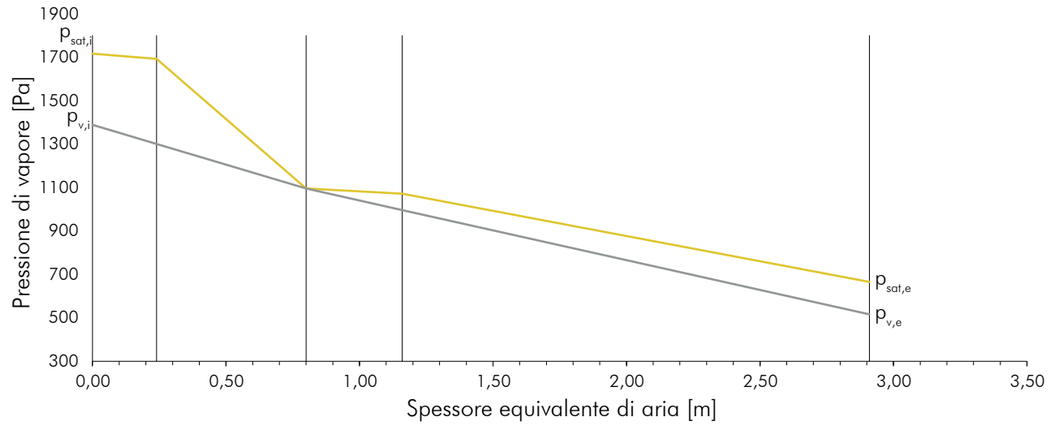




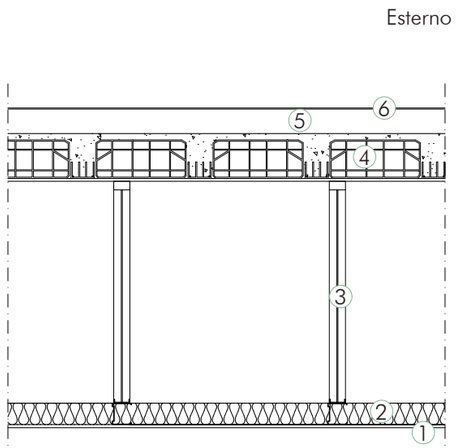
1. Intonaco
2. Blocco in laterizio forato 8x15x30 cm
3. Strato di malta
4. Mattoni pieni

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	8	600	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	25	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							1,135	0,244

Si è verificata la presenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



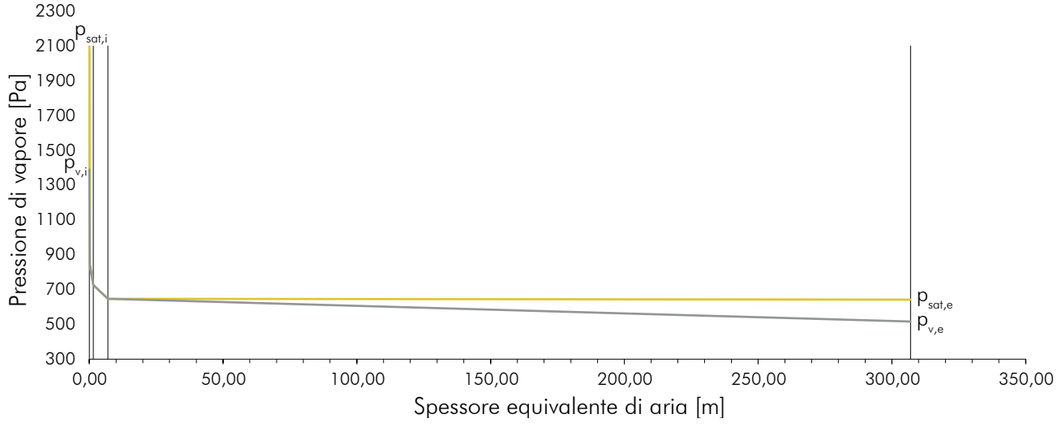
STRATIGRAFIA SOLAIO_S1



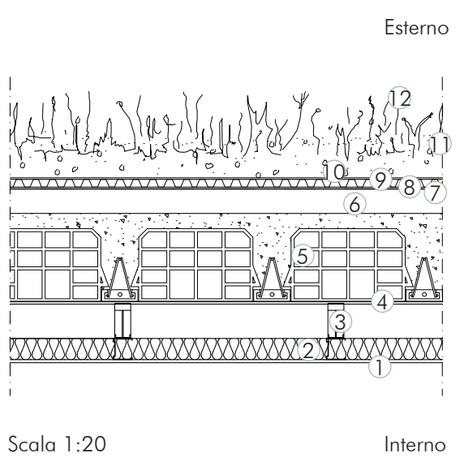
1. Lastra in cartongesso
2. Isolante lana di vetro
3. Struttura metallica per controsoffitto
4. Solaio STALP in laterocemento
5. Massetto in calcestruzzo
6. Manto impermeabile

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,10		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intercapedine d'aria	55	1,3	1	1000		0,15		
Laterocemento	14,5	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Impermeabilizzante	0,3	833	100000	1200	0,2			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,368	0,075

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



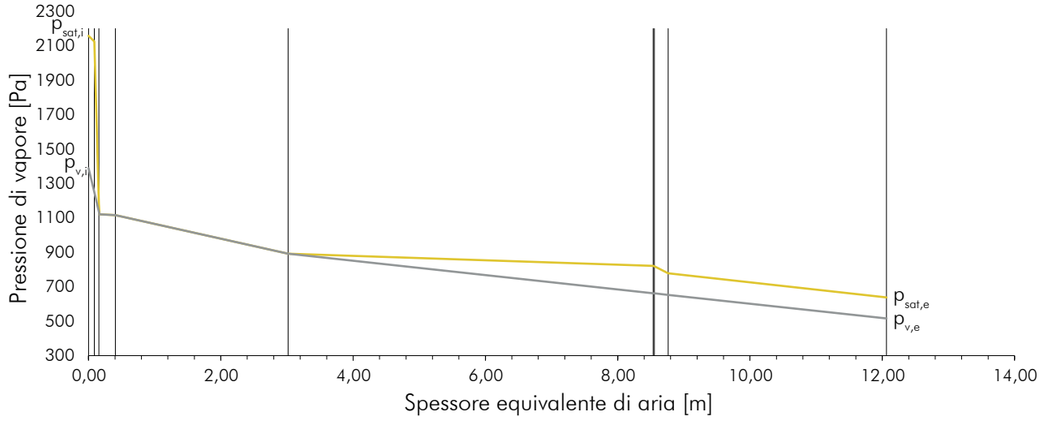
STRATIGRAFIA SOLAIO_S2



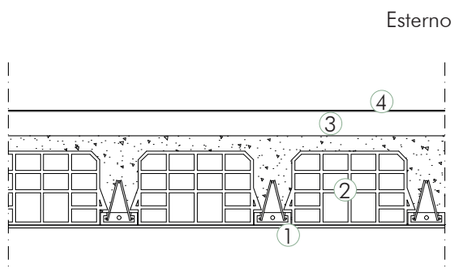
1. Lastra in cartongesso
2. Isolante lana di vetro
3. Struttura metallica per controsoffitto
4. Intonaco
5. Solaio in laterocemento
6. Massetto in calcestruzzo
7. Membrana impermeabilizzante sintetica antiradice PVC HarpoPlan ZD UV
8. Feltro di protezione e accumulo MediPro MF 300
9. Strato di accumulo, drenaggio e aerazione MediDrain MD 25
10. Telo filtrante MediFilter MF 1
11. Substrato HARPO per inverdimenti estensiv
12. Vegetazione estensivo a sedum/perenni

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,10		
Cartongesso	1	900	8,7	1090	0,21			
Lana di vetro	7	70	1	1030	0,04			
Intercapedine d'aria	12	1,3	1	1000		0,15		
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,90			
Laterocemento	29	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Antiradice PVC	0,15	1400	10,7	1300	0,16			
Accumulo e drenaggio	2,5	900	8,461	1925	0,18			
Veg e sustrato HARPO	15	500	22	1800	0,28			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,275	0,002

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



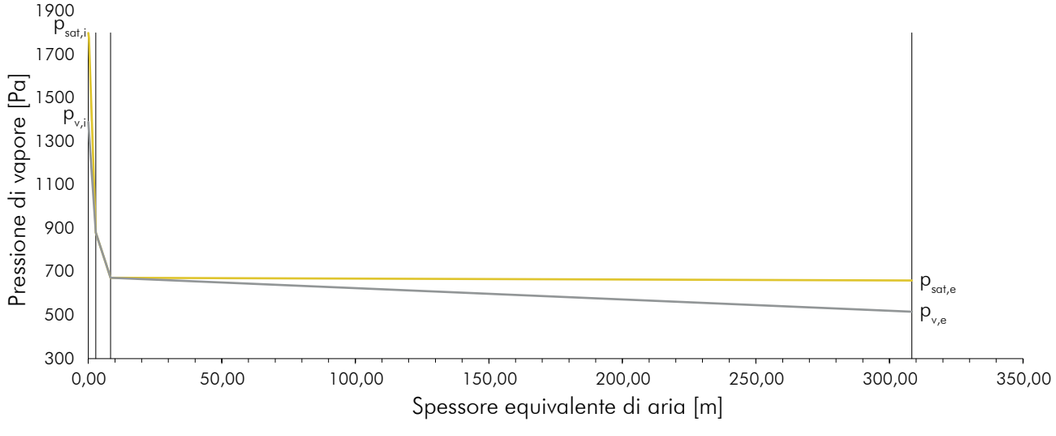
STRATIGRAFIA SOLAIO_S3



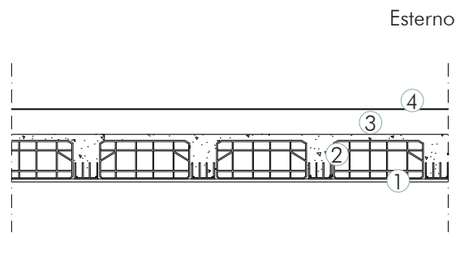
1. Intonaco
2. Solaio in laterocemento
3. Massetto in calcestruzzo
4. Manto impermeabilizzante

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m^3]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m^{2}KW]	U [W/m^{2}K]	Yie [W/m^{2}K]
Strato liminare interno						0,10		
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterocemento	29	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Impermeabilizzante	0,3	833	100000	1200	0,2			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,975	0,164

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e la presenza di condensa interstiziale.



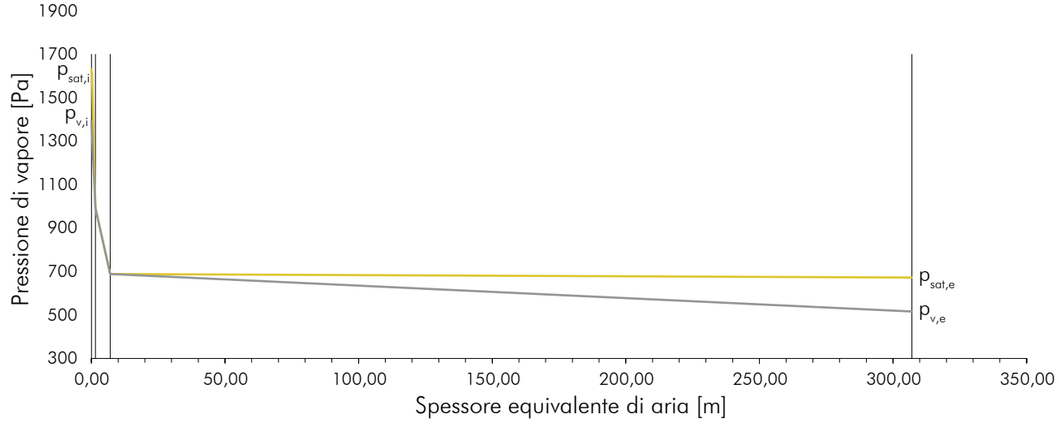
STRATIGRAFIA SOLAIO_S4



1. Intonaco
2. Solaio STALP in laterocemento
3. Massetto in calcestruzzo
4. Manto impermeabilizzante

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m^3]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m^{2}KW]	U [W/m^{2}K]	Yie [W/m^{2}K]
Strato liminare interno						0,10		
Intonaco calce-cem	1	1800	24	840	0,9			
Laterocemento	14,5	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Impermeabilizzante	0,3	833	100000	1200	0,2			
Strato liminare esterno						0,04		
							1,409	0,648

Si è verificata la presenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



07

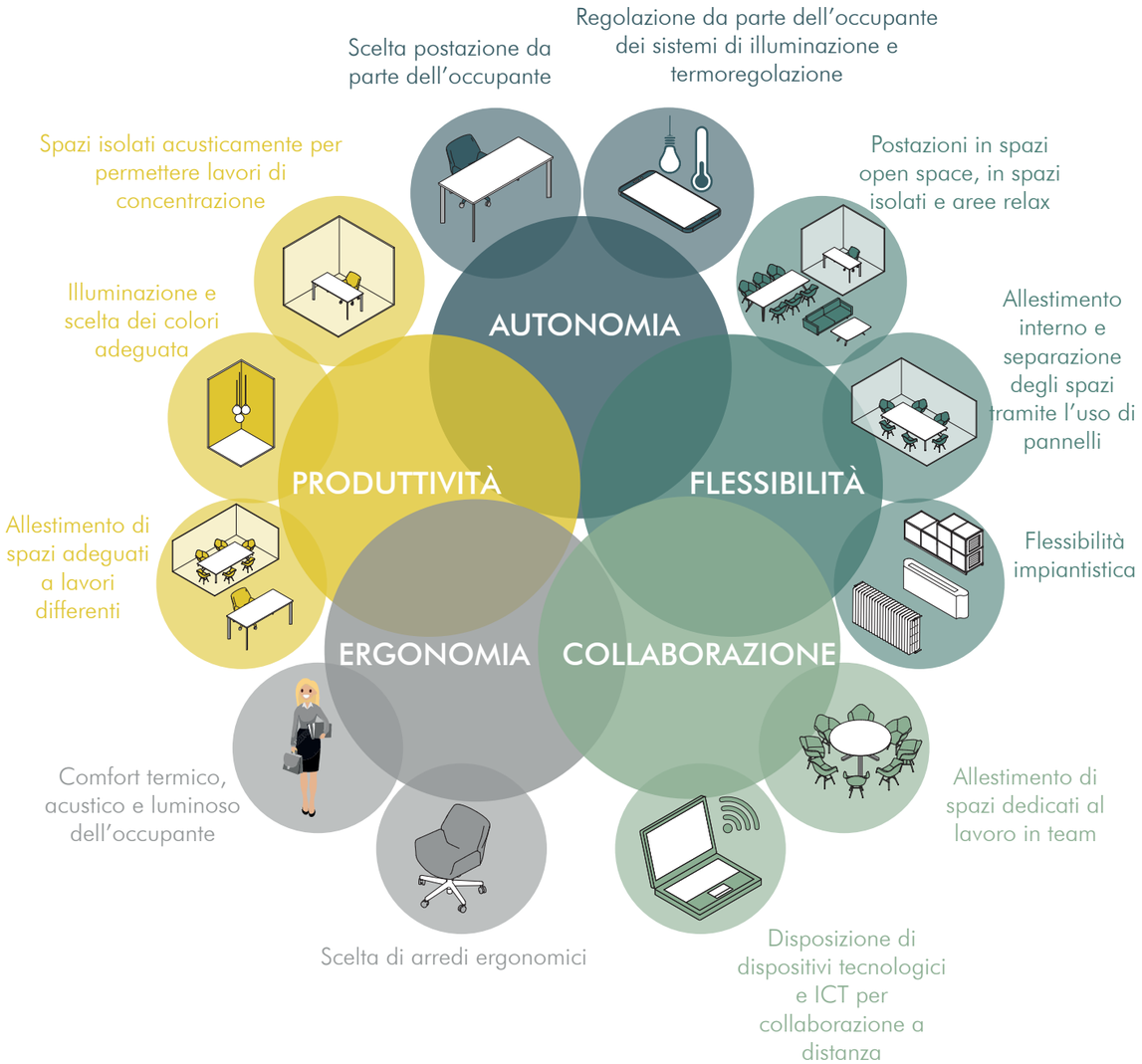
IL PROGETTO

Il progetto ha la finalità di voler conciliare i dettagli già presenti nella realtà dell'ex CNMA, come la natura e l'attenzione verso la società, con un altro aspetto che risulta essere sempre più importante nello sviluppo della società odierna: la centralità dell'uomo all'interno degli spazi di lavoro. L'idea è quella di uno ambito come quello degli Smart Office, che come abbiamo precedentemente approfondito viene applicato normalmente al privato, che diventa pubblico, coesistendo con l'apicoltura e la coltivazione, favorendo la serenità e la conoscenza del contesto naturale, integrandosi con la vita della comunità cittadina. Il progetto inoltre si presenta come una sfida in ambito della sostenibilità ambientale, in cui si vuole puntare ad alte prestazioni energetiche e appicazioni di tecnologie moderne. Il progetto di riqualificazione del WOW 102 punta quindi a essere un centro culturale, accessibile e che unisce diversi ambiti, soprattutto la cultura urbana con quella naturale.

Il progetto del WOW 102 prevede come funzione principale quella di uffici per Smart Working, o Smart Office, che possano essere affittati dal comune a imprese o start up che necessitano di una sede temporanea. A questo sono state aggiunte anche delle funzioni di servizio alla persona che non siano riservate ai soli workers come accade nel privato, ma che siano aperte anche alla comunità, rendendolo così un luogo che può essere vissuto a pieno nell'arco della giornata, non solo in orario di lavoro. Per la progettazione della riqualificazione del VOV102 si è fatto riferimento ai concetti cardine su cui si basa lo Smart Working:

- **Autonomia**; gli utenti non hanno una postazione fissa e possono scegliere dove lavorare in base alle loro esigenze. Inoltre possiedono potere decisionale sulla regolazione della temperatura ambientale attraverso i sistemi impiantistici di riscaldamento e raffrescamento e dei sistemi di illuminazione.
- **Flessibilità**; la progettazione nel suo complesso di basa su questo concetto, poiché si vuole puntare alla versatilità, con un possibile riutilizzo dei medesimi spazi adattabili anche a nuove funzionalità, infatti in questo senso sono stati impiegati solamente dei pannelli opachi e trasparenti per l'allestimento e la separazione degli spazi interni. Questi ultimi sono stati creati per le diverse esigenze e secondo le preferenze del lavoratore, infatti si hanno spazi open space, spazi isolati utili per lavori che richiedono concentrazione, aree relax, dove l'utente può sia rilassarsi che utilizzarla come postazione di lavoro, sale riunioni formali e informali e phone booth. La flessibilità inoltre si riflette anche nella progettazione impiantistica, in grado di adattarsi a eventuali modifiche dello spazio fisico.
- **Collaborazione**; si ritiene importante garantire attraverso la gestione dello spazio uno dei principali requisiti SW, ossia un'efficiente collaborazione, cooperazione e lavoro in team, infatti il progetto prevede spazi in open space o isolati acusticamente in cui le persone possono lavorare in team, ma prevede anche tecnologie, ossia dispositivi e strumenti ICT, che assicura la possibilità di lavorare in team anche a distanza.
- **Ergonomia**; il progetto vuole mettere al centro l'uomo e garantire lui il benessere, seguendo i concetti approfonditi precedentemente di comfort termico, visivo e acustico, e con una scelta adeguata di arredi che assicurano un alto livello di ergonomia. Questo concetto è anche importante perché è legato e incentiva quello seguente.
- **Produttività**; il sistema Smart Working, come verificato attraverso le ricerche effettuate nella prima parte, garantisce una maggiore produttività sul lavoro anche in relazione alla configurazione del layout fisico, infatti è fondamentale garantire tutti i possibili spazi per differenti lavori, che possono essere in modalità autonoma, in team in presenza o a distanza, di concentrazione e non e anche di confronto formale e informale. È importante utilizzare una efficiente tecnologia come un ottimo isolamento acustico per le stanze di lavoro isolato, ma che allo stesso tempo venga garantita l'illuminazione necessaria, infatti saranno utilizzati per lo più pannelli trasparenti con alte prestazioni acustiche per garantire anche la luce naturale necessaria. La luce naturale infatti rispetto a quella artificiale porta, oltre che a un maggior benessere, anche a una maggiore produttività. Inoltre anche le scelte di allestimento interno dal punto di vista estetico aumentano la produttività, infatti i colori hanno un potere di persuasione e influenza sulla mente umana, provocando in esso differenti emozioni, che possono incentivare più o meno la produttività. Oltre a ciò è importante anche scegliere i colori in base alla luminosità che necessita l'ambiente, infatti i colori chiari aumentano la luminosità e i colori scuri la riducono.

Entrando in seguito nel merito del progetto, si vedranno come questi concetti sono stati applicati e quali sono state le scelte puntuali effettuate.



GLI SMART OFFICE DELL'EX CNMA

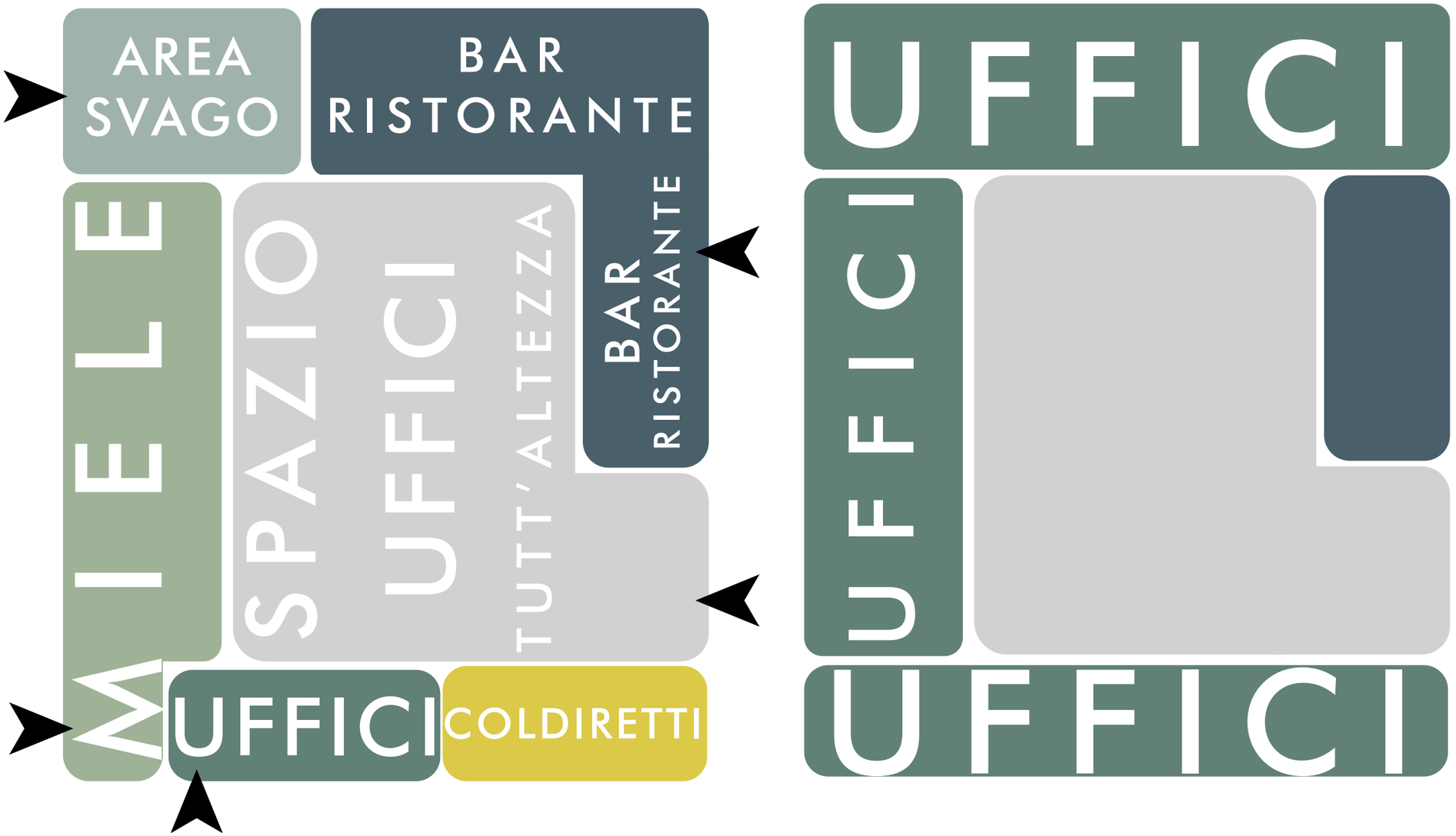
Il progetto che andremo a descrivere e analizzare dal punto di vista fisico ed economico punta alla creazione di spazi flessibili, destinati a smart office, con l'obbiettivo di ricercare il maggior comfort dell'individuo nell'ambiente di lavoro. Con questo intervento si vuole inoltre creare un connubio tra spazi pubblici destinati alla collettività e spazi, seppur di proprietà del comune, destinati all'affitto a startup estere o altre aziende che necessitano di spazi di lavoro a Torino.

L'intervento all'esterno dell'edificio si limita allo smantellamento dell'attuale copertura per il mercato, al rifacimento delle pavimentazioni e dell'area verde e l'installazione di due nuove coperture, laterali alla facciata nord, con struttura in legno, sotto le quali può svolgersi il mercato. Questo consente di evidenziare la facciata in mattoni progettata da Bonadè Bottino, valorizzandola. Il progetto però si sviluppa principalmente all'interno del VOV102.

I due ingressi principali sono posti nella facciata nord, uno per gli spazi ad ufficio e uno per lo spazio dedicato al ristoro. Al piano terra infatti sono stati inseriti gli spazi più aperti al pubblico. La parte centrale è destinata ad uffici ma dedicata ai colloqui informali, postazioni di lavoro libere e aree relax; nell'angolo nord/ovest è presente il bar-ristorante, pensato non solo per i dipendenti che usufruiscono degli smart office ma per l'intera collettività. Nella manica sud invece è stato inserito un laboratorio e negozio del miele, per legare l'attività delle attuali arnie presenti nell'area al progetto, per enfatizzare anche le attività di ricerca e conoscenza effettuate attualmente dalle scuole e dall'Università di Torino. A questo proposito nell'angolo sud/ovest è stato inserito uno spazio legato allo svago, con servizi igienici e aree gioco, usufruibile da chi effettua visite scolastiche e altri eventi. Nella manica est infine è presente un piccolo ambiente dedicato agli uffici con uno spazio relax e postazioni singole, che funziona anche da spazio di distribuzione per la manica al piano superiore.

Il piano superiore del VOV102 è invece completamente dedicato agli uffici. Nella manica a ovest la creazione di un solaio alla stessa altezza di quello esistente nella manica a est permette la realizzazione di un nuovo spazio, più largo rispetto alle altre due maniche esistenti. Essendo la manica più ampia al suo interno sono previsti spazi per il lavoro in team, riunioni più formali in un'acoustic room e un ampio spazio a gradoni per le riunioni meno formali. Nella manica a sud a causa della presenza degli

shed, il solaio per il primo piano sarà ad un'altezza più bassa rispetto alle altre due maniche. In questo spazio è previsto un open space con postazioni aperte, di gruppo e singole, non insonorizzate, e lavagne interattive. Le maniche sud e ovest pur essendo ad altezze diverse sono accessibili e collegate tra loro da un vano scala e ascensore, posto tra l'area svago creata nell'angolo sud/ovest e il laboratorio del miele nella manica sud. Lo spazio al primo piano ad est invece ha il problema di essere la manica più stretta e si è quindi cercato di creare sia spazi in open space per il lavoro individuale, che acoustic room in vetro per incontri informali o lavori per cui è necessario un certo livello di concentrazione.



Schema delle funzioni al piano terra e primo piano

ingresso carrabile

ingresso pedonale

+ 0,00 m

+ 0,00 m

orti

+ 8,70 m

pannelli fotovoltaici

+ 8,70 m

UTA e pompa di calore

tetto a giardino

+ 8,50 m

+ 8,70 m

+ 0,00 m

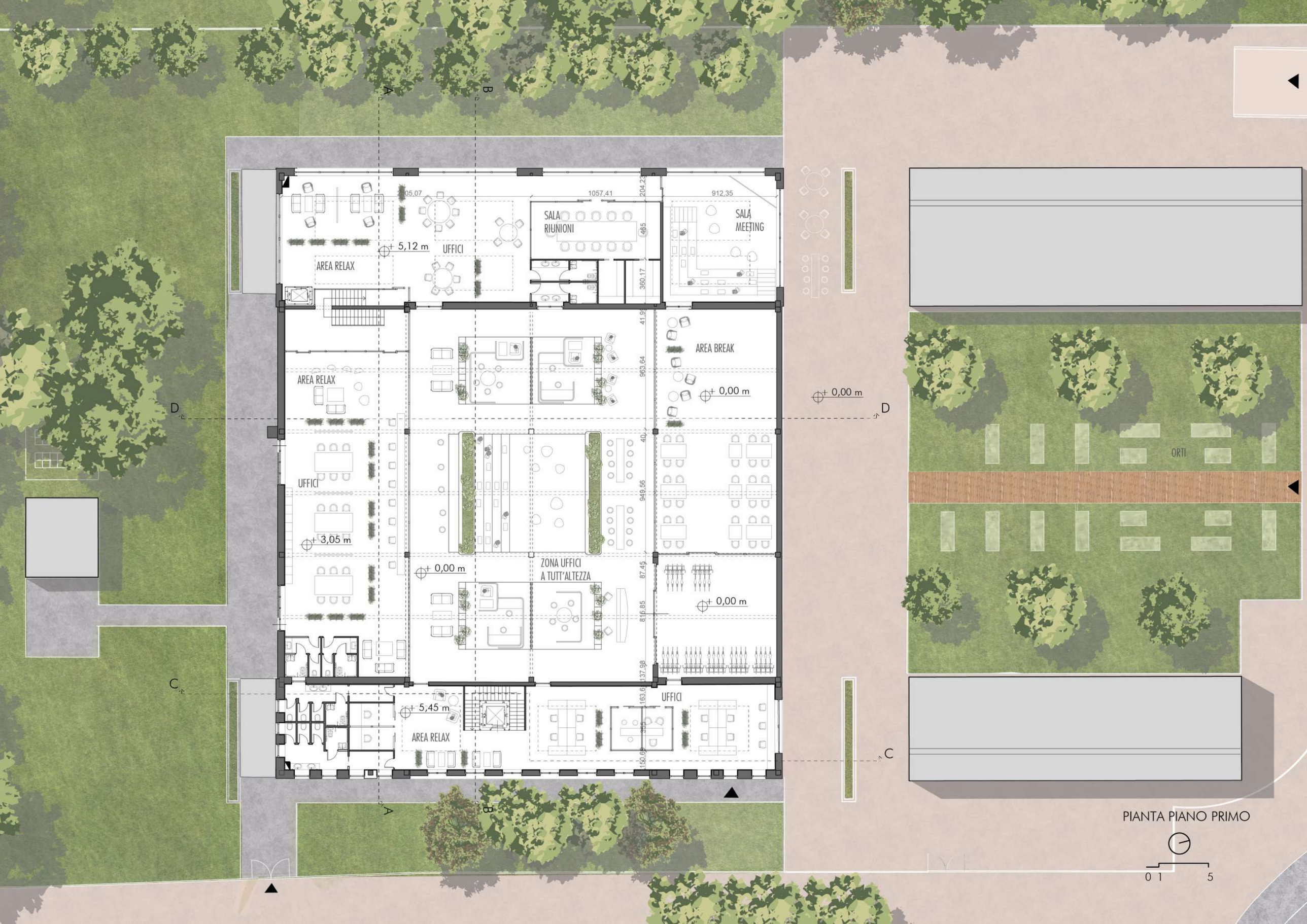
apiario

+ 0,00 m

ingresso pedonale

0 5 7 m

LOCALE PER EVENTI ESTERNI
0,00 m
LOC. MAGAZ.
RIP.
CUCINA
RIP.
SPOGLIATOIO
BAR/RISTORANTE
983,36
140,83
209,18
254,12
254,12
476,7
190
218
110
938,94
442,83
203,8
455,79
950,3
0,00 m
LOCALE LAV. MATERIA PRIMA
0,00 m
40
949,56
AREA BREAK
LOCALE SMIELATURA
LOCALE MATURAZIONE
ZONA UFFICI A TUTT'ALTEZZA
87,45
816,85
LOCALE CONFEZION. PRODOTTO FINITO
SPOGLIATOIO
DEPOSITO
WC CLIENTI
0,00 m
116,3
724,82
UFFICI COLDIRETTI
0,00 m
LOCALE VENDITA PRODOTTO FINITO
0,00 m
702,96
1623,35
14,12
696,7
LOCALE DEPOSITO ATTREZZI DA GIARDINO
- 3,00 m
LOCALE TECNICO E DI SOMBERO
PIANTA PIANO INTERRATO
A
B
C
D
AREA MERCATO
ORTI
0,00 m
AREA MERCATO
PIANTA PIANO TERRA
0 1 5



PIANTA PIANO PRIMO

0 1 5

PROSPETTO SUD

PROSPETTO NORD

PROSPETTO EST

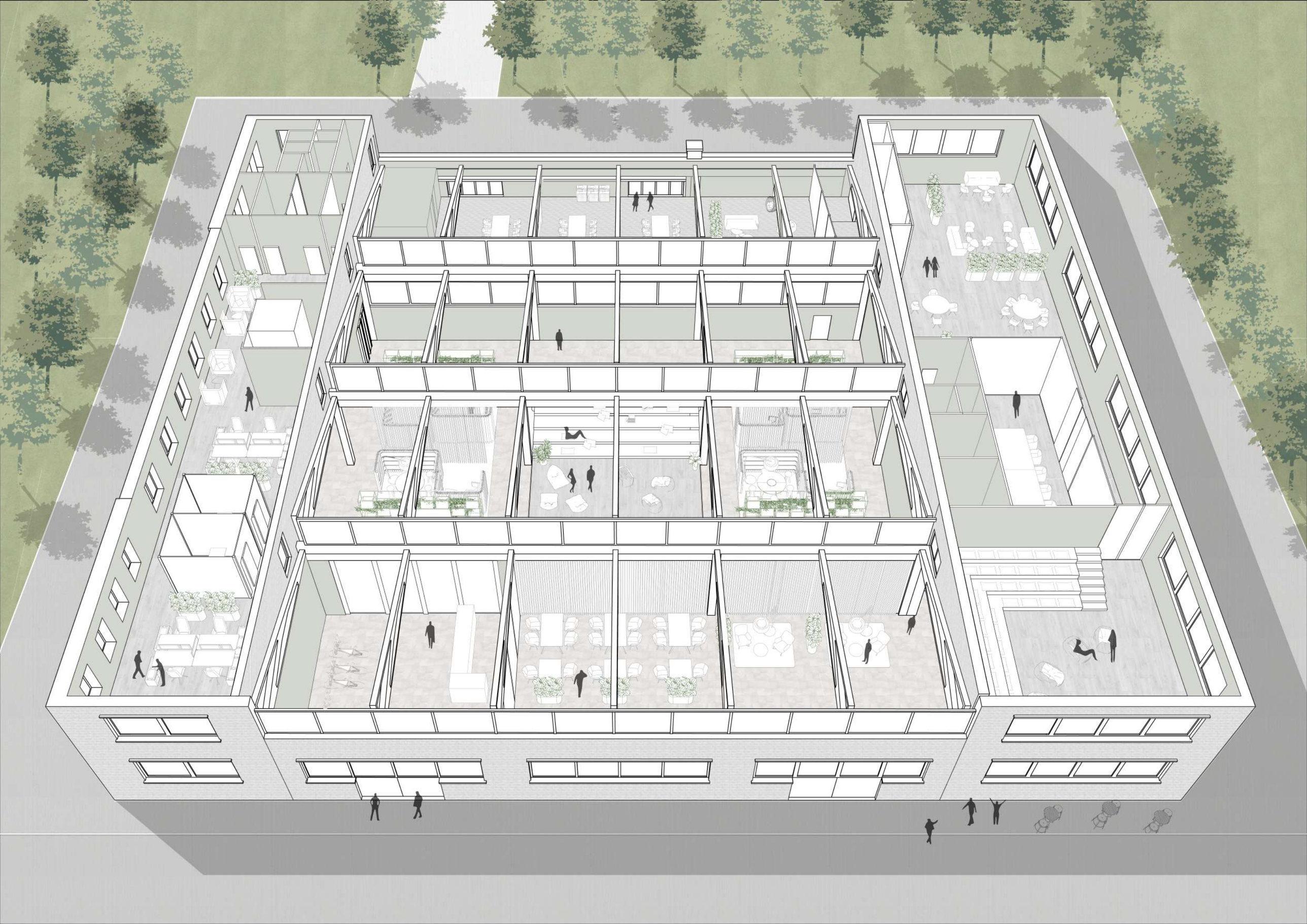
PROSPETTO OVEST

SEZIONE BB

SEZIONE AA

SEZIONE DD

SEZIONE CC



Dole

L'INVOLUCRO

Le caratteristiche dell'involucro trasparente

L'involucro trasparente è importante per garantire il comfort termico, acustico e visivo. Per questo motivo la scelta progettuale del vetro ha tenuto conto di questi aspetti, optando così per un doppio vetro con un vetro stratificato di 16,8 mm (fig.1). Il vetro più interno è quello stratificato che oltre a determinare un'alta protezione in termini di sicurezza, garantisce un alto isolamento acustico, poiché composto da due lastre di vetro chiaro unite tra loro da uno strato di PVB acustico, interlayer in polivinilbutirrale che attutisce la frequenza e la vibrazione sonora. Nell'intercapedine si è scelto di usare l'argon al 90%. L'ultimo strato invece è quello che garantisce alte proprietà termiche e un ottimo isolamento termico, è composto da vetro chiaro temprato di 6 mm sul quale è stato applicato un rivestimento superficiale (iPlus 1.0 T) che unisce la funzione di sicurezza a quella di bassa emissività. Garantisce inoltre l'ingresso notevole di luce naturale all'interno dell'edificio per ottenere un ottimo comfort visivo, garantendo un'elevata trasmissione luminosa e un elevato fattore solare. Controlla inoltre in modo efficace l'apporto di calore d'estate, mentre d'inverno mantiene il calore all'interno dell'edificio. Grazie a queste caratteristiche il vetro scelto permette un isolamento acustico di 43 dB e una trasmittanza termica U di 1 W/m^{2}K. Per quanto riguarda invece i sistemi trasparenti che suddividono zone riscaldate, quindi le zone di ufficio con i vani scala e ascensore e, in particolare, la zona ufficio della manica sud che affaccia sullo spazio polifunzionale centrale a tutta altezza, si è prediletto l'aumento delle prestazioni acustiche, optando così per un doppio vetro con i due vetri entrambi stratificati con *interlayer* in PVB acustico e intercapedine con argon al 90% (fig.2). Questo permette di garantire un isolamento acustico maggiore, di 51 dB. Considerando che nelle prossimità dell'edificio si ha una media-bassa densità edilizia, si ritiene maggiormente necessario smorzare il rumore dagli spazi interni che prevedono maggiori interazioni sociali.

Per quanto concerne il serramento, la scelta è ricaduta sul serramento Null di Fanzola, un'azienda torinese. Null permette di garantire un'alta efficienza energetica grazie al controtelaio tipo CLIMASK realizzato con materiale isolante, che avvolge completamente il serramento sui quattro lati. Inoltre questo serramento in legno lamellare raggiunge il valore di trasmittanza termica U di 0,59 W/m^{2}K, nella sezione da 70 mm.

Il progetto si compone di quattro principali tipi di elementi trasparenti:

Figura 15

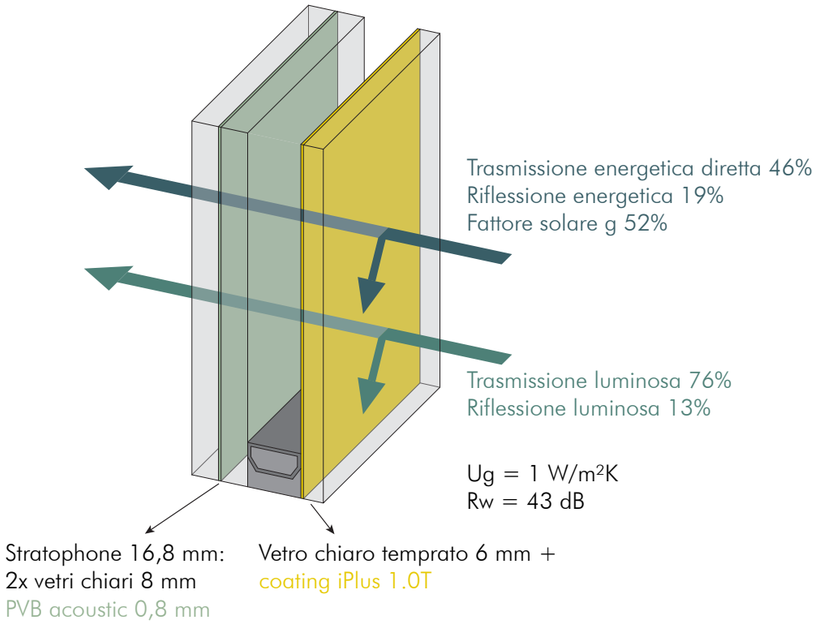


Figura 16

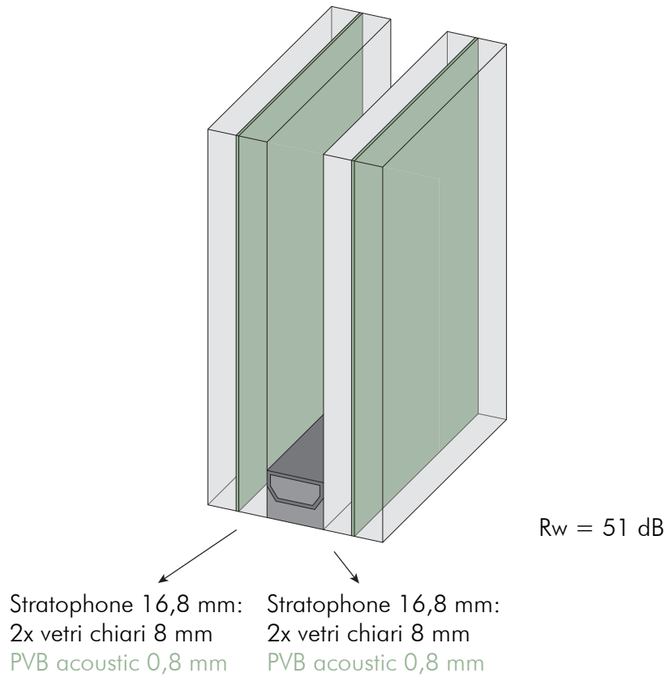


Fig. 1: Schema del vetro scelto per l'involucro trasparente.

Fig. 2: Schema del vetro scelto per le partizioni interne.

a battente doppia anta (fig. 3), a battente ad anta singola (fig. 4), fisse (fig. 5) e a vasistas (fig. 6). I primi due tipi caratterizzano principalmente la facciata est e la facciata sud. Gli ultimi due invece caratterizzano principalmente la facciata ovest, la facciata nord e, anche se con minor rilevanza, la facciata sud. I serramenti fissi sono stati utilizzati nella copertura a shed e nelle finestre a nastro dove, al piano terra a ovest e nord le troviamo anche integrate con delle porte finestre di accesso.

Le misure delle aperture rispettano quelle attuali, a eccezione delle aperture a nastro che sono state tamponate nei decenni successivi alla realizzazione del fabbricato di Bonadè Bottino, per le quali si è deciso di riportare allo stato originario.

I calcoli eseguiti per la trasmittanza termica dell'intero componente trasparente Uw fanno riferimento alla norma UNI EN ISO 10077 ed è stata utilizzata la seguente formula :

$$U_w = (U_g A_g + U_f A_f + \Psi_g l_g)/A_{tot}$$

La trasmittanza termica lineare Ψ è stata ricavata sempre dalla medesima norma considerando vetri termicamente performanti, con doppio vetro basso emissivo e telaio in legno, ricavando il valore di 0,06 W/mK.

Schermature

Per garantire un buon comfort termico e visivo è importante l'utilizzo di schermature, così da evitare surriscaldamento di energia solare e fenomeni di abbagliamento.
Per il piano terra si è optato per l'istallazione di schermatura fissa autoportanti in alluminio di Sculptform. È composto da listelli in legno e binari in alluminio e la finitura scelta per i listelli è il Rubio Naturale, mentre la verniciatura per i binari è di colore nero (fig. 7).

Per il primo piano adibito interamente a ufficio, sono state previste delle tende interne avvolgibili, flessibile e adattabile ad ogni esigenza. Per il progetto dell'ex CNMA sono state scelte le tende a rullo da interni Soloroll Box 90 di Greisser. Il tessuto è in poliestere con PVC, rigido e resistente all'abrasione. Queste schermature permettono d'estate di riflettere l'energia, garantendo la trasmissione luminosa necessaria, mentre d'inverno, l'energia solare termica entrante durante il giorno, è possibile isolarla all'interno, lasciando chiuse le tende durante la notte. Per assicurare una maggiore sensazione di illuminazione all'interno dell'ambiente è stato scelto il colore bianco (RAL 9010) per le varie componenti della tenda. Le tende Soloroll sono automatizzate con il sistema con trasmissione radio. Si ha la possibilità di azionarli

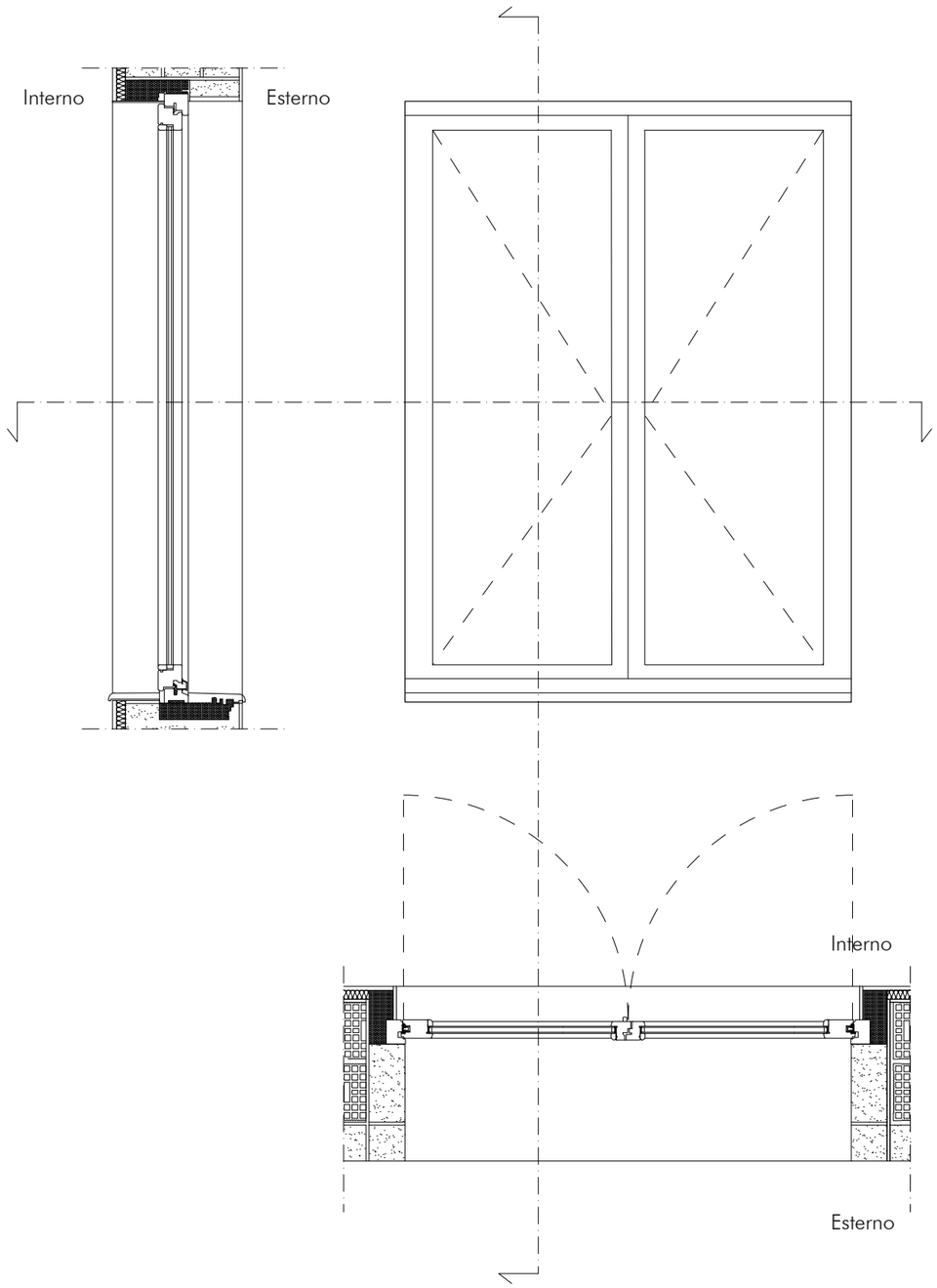


Fig. 3: Disegno in scala 1:20 della finestra a doppia anta.

Scala 1:20

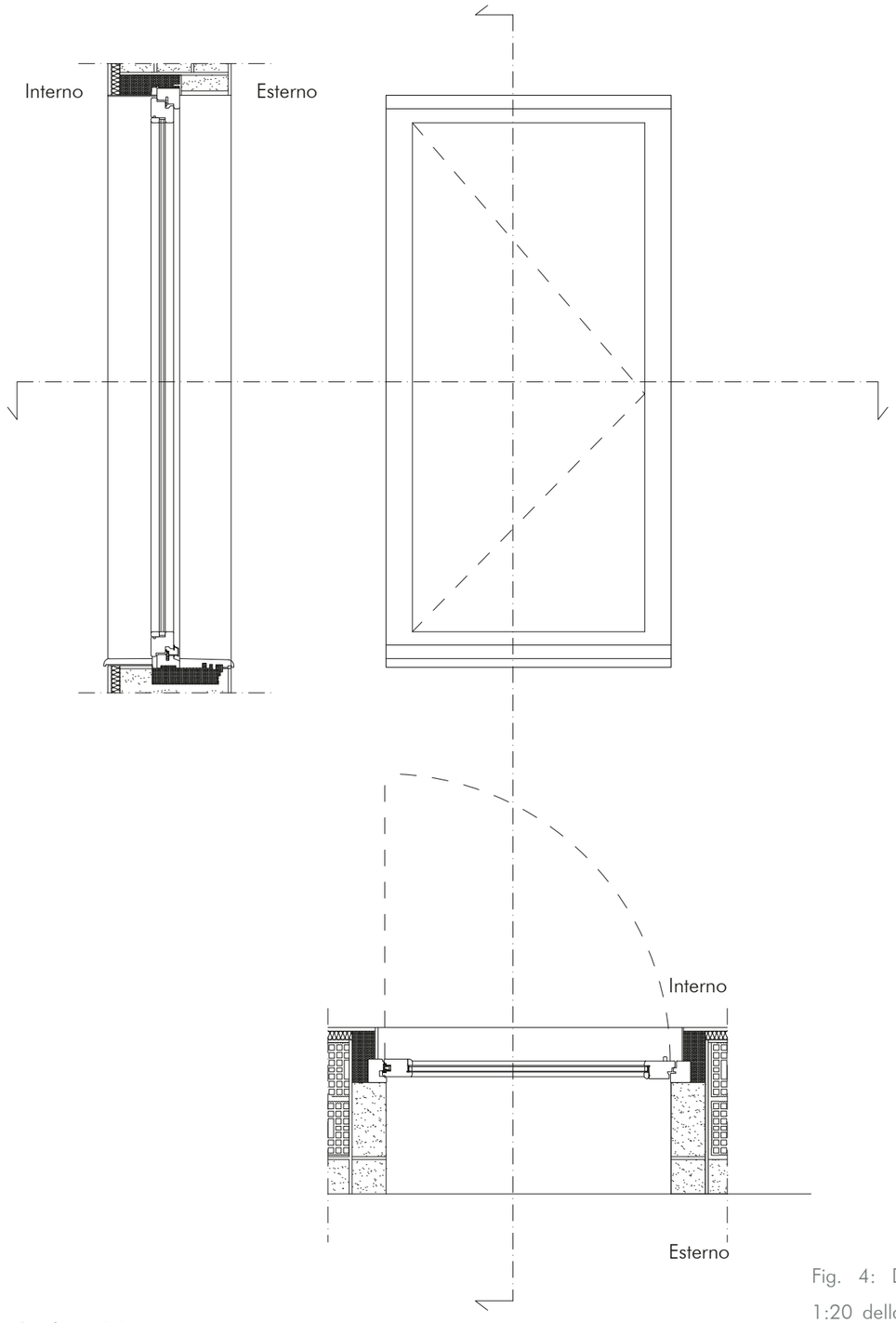


Fig. 4: Disegno in scala 1:20 della finestra ad anta singola.

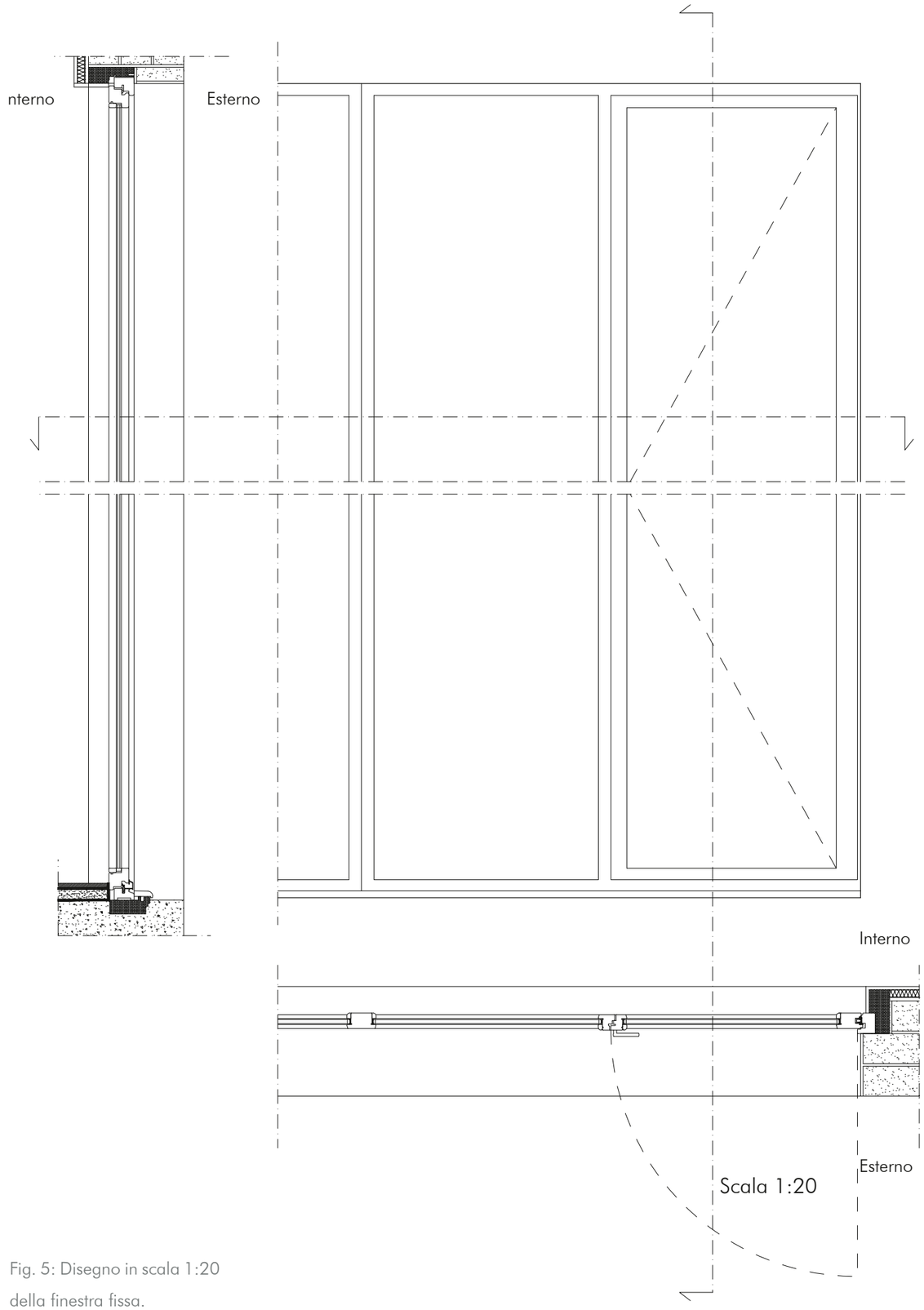
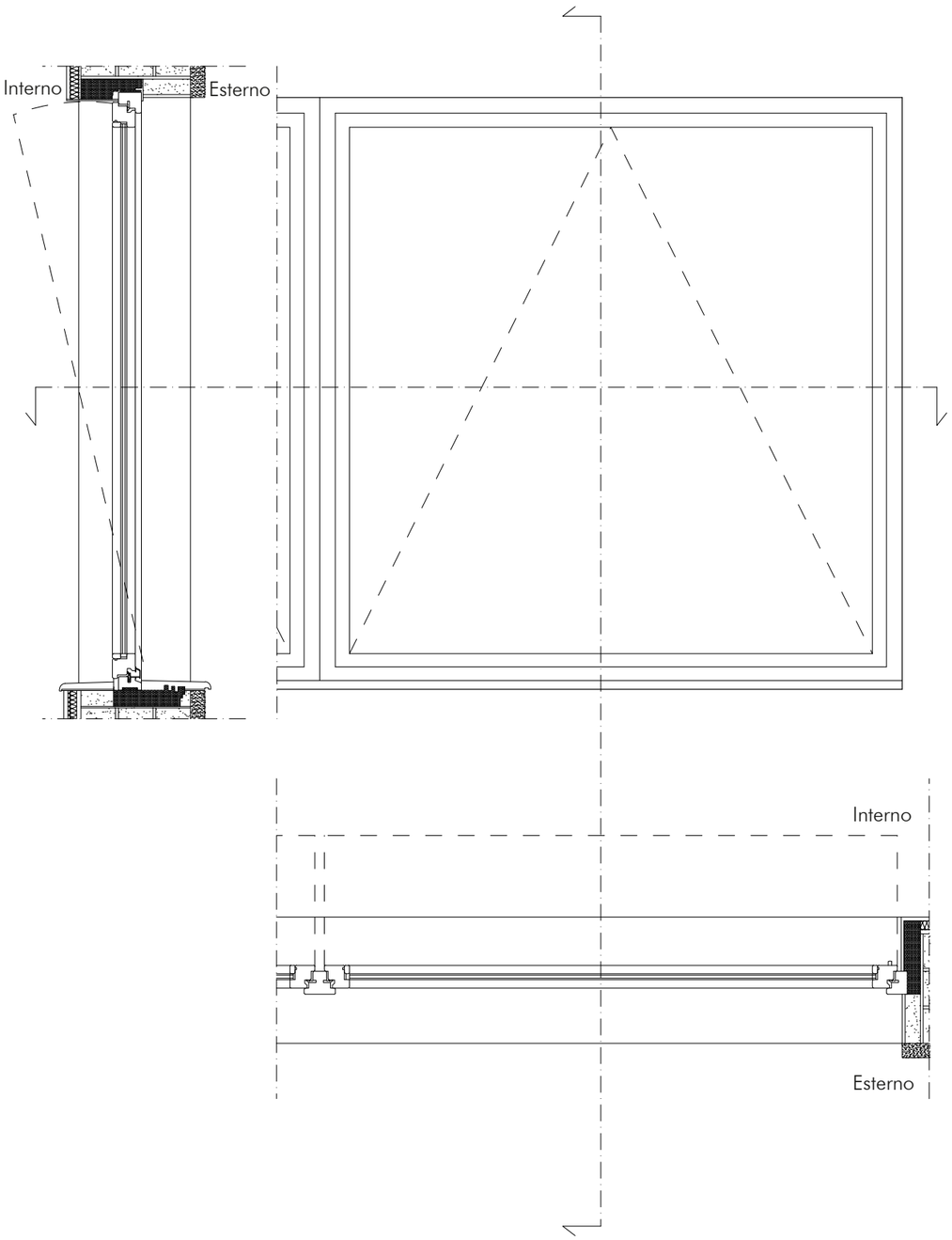
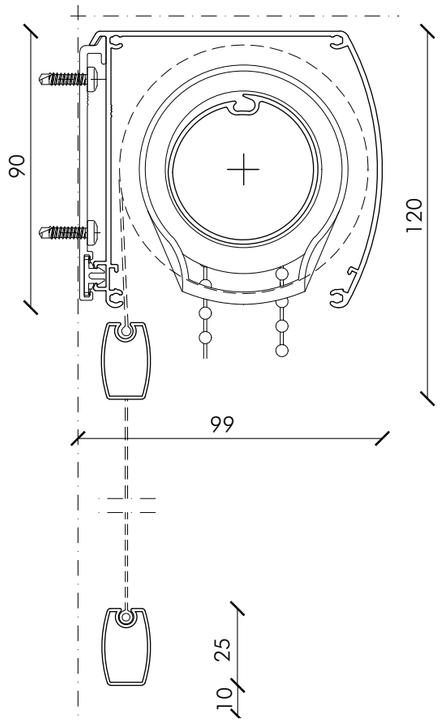


Fig. 5: Disegno in scala 1:20 della finestra fissa.



Scala 1:20

Fig. 6: Disegno in scala 1:20 della finestra con apertura a vasistas



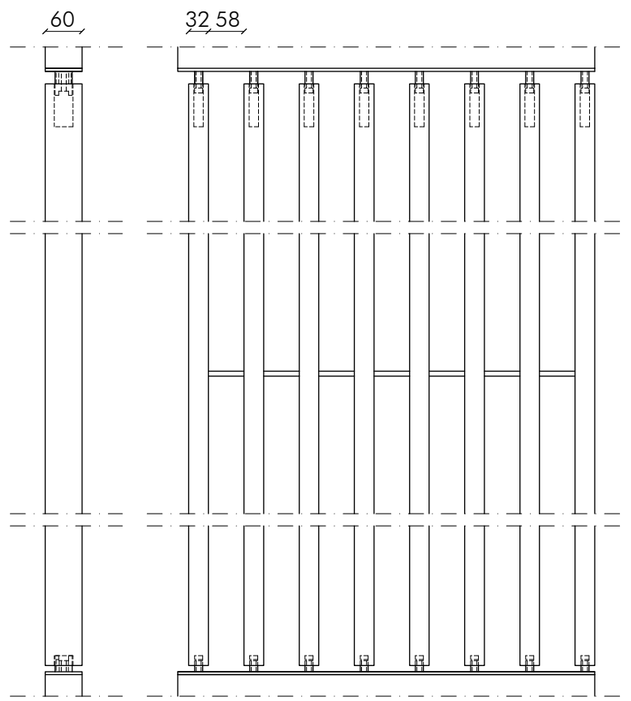


Fig. 7: In alto tenda a rullo da interni Soloroll di Griesser. In basso schermature autoportanti Sculptform. Disegno in scalal 1:2

tramite App per smartphone e tablet e tramite ricevitori. Inoltre è presente un sensore (BiLine Lumero) che aziona automaticamente le tende attraverso sensori di sollevazione solari e luminosi.

Sono stati eseguiti i calcoli per la trasmittanza di energia solare totale del componente finestrato (g_{gln}) e per la trasmittanza di energia solare totale del componente finestrato quando la schermatura è utilizzata (g_{gln+sh}) utilizzando il software Parasol. Procedendo con questo software è possibile determinare il valore tenendo conto del luogo e della zona climatica, dell'orientamento, delle caratteristiche di vetro e serramento e delle dimensioni geometriche sia dell'elemento trasparente che della porzione di edificio in questione. Grazie a questo software è stato possibile anche calcolare il fattore di esposizione F_w per ogni mese.

Sia le trasmittanze termiche del componente finestrato U_w che le trasmittanze di energia solare totale dei componenti finestrati con la schermatura (g_{gl+sh}) rispettano i requisiti minimi posti nel D.M. 26 giugno 2015, nel quale viene previsto che il valore di U_w, nella zona termica E, non deve superare 1,4 W/m^{2}K e la g_{gl+sh} non deve superare 0,35. Il range di valori di trasmittanza termica Uw ottenuti vanno da 0,97 a 1,07 W/m^{2}K, mentre il range di valori ggl+sh ottenuti vanno da 0,24 a 0,32. (vedi tabella 1 in appendice)

Fattore di riduzione per l'ombreggiatura

Il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni $F_{sh,ob}$ e il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni $F_{sh,ob,dif}$ sono stati calcolati secondo l'Appendice D alla norma UNI TS 11300-1.
Con questo procedimento si tiene conto innanzitutto della latitudine e nel caso del nostro luogo di progetto è pari a 45° N ricavatoa tramie interpolazione lineare rispetto ai valore della tabella dell'Appendice D. In generale sono state considerate come ostruzioni esterne per il fattore F_{hor}, nelle facciate est, ovest e sud, gli alberi presenti, mentre nella facciata nord si è considerata la struttura sotto il quale si svolge il mercato coperto; come aggetti orizzontali per il fattore F_{ov} sono stati considerati nel lato sud le due pensiline laterali integrate create integrando le schermature fisse; come aggetti verticali per il fattore F_{fin} sono stati considerati gli shed nelle aperture della manica ovest (facciata est) e della manica est (facciata ovest) che affacciano sulla copertura del corpo centrale (tabelle 2, 3 e 4 in appendice).

Le caratteristiche dell'involucro opaco

La strategia tecnologica e progettuale adottata per il retrofit dell'ex CNMA è finalizzata a migliorare gli aspetti di: comfort degli ambienti interni, contenere i consumi di energia, limitare le dispersioni termiche, ridurre le emissioni di inquinanti, contribuendo così alla diminuzione dell'impatto ambientale e migliorare la gestione delle risorse energetiche.

Per quanto riguarda l'incremento delle prestazioni dell'edificio grazie all'involucro opaco, la strategia progettuale è stata quella di mantenere la struttura e l'involucro esistente, salvaguardando quindi le sue caratteristiche storiche appartenenti al 1950, andando ad agire dall'interno con l'abbinamento di un nuovo strato isolante. Il cappotto interno è infatti la scelta più consigliata in circostanze in cui la pelle dell'edificio risulta essere di rilevanza storica o culturale; ma ha un altro aspetto, che in questo progetto risulta essere vantaggioso, ovvero il fatto che l'ambiente interno si riscalderà o raffrescherà molto più velocemente rispetto ad un isolamento dall'esterno, e questa è la condizione ideale per ambienti destinati ad ufficio. D'altra parte però la dispersione avverrà più velocemente, sia per il riscaldamento che per il raffrescamento. Un altro problema che si crea con l'utilizzo del cappotto interno è quello del ponte termico che si crea tra le pareti opache verticali e il solaio interpiano. Tra gli svantaggi più grandi del cappotto interno c'è però quello del ridurre la superficie utile interna, a causa dello spessore del pannello isolante e della struttura di ancoraggio alla parete, ed eventualmente anche dell'altezza interpiano, nel caso di isolamento a soffitto. La scelta dell'isolante è quindi ricaduta sul sottovuoto in quanto, dopo diversi calcoli e combinazioni effettuate anche con isolanti più comuni, è risultato essere oltre che il più prestante anche il più adatto alla conformazione geometrica dell'edificio. Infatti, le maniche dedicate agli smart office risultano essere strette e lunghe, di conseguenza è stato necessario prediligere un isolante che potesse consentire alte prestazioni in minimi spessori. Stessa scelta è stata effettuata per isolare i soffitti, in quanto essendo necessario un controsoffitto per nascondere gli impianti in quasi tutte le maniche, si è optato per utilizzare sempre l'isolante sottovuoto per non ridurre ulteriormente l'altezza interpiano.

I VIP (Vacuum Insulation Panel)

Gli isolanti sottovuoto, detti anche *VIP (Vacuum Insulation Panel)*, sono pannelli costituiti da

materiale microporoso inorganico, a base di una componente minerale in polvere, pressato e inserito in un involucro di alluminio sottovuoto. Proprio per questa sua composizione è un pannello altamente isolante in quanto riduce lo scambio di calore né per convezione, né per conduzione né per irraggiamento. Grazie ai pori di grandezza inferiore ai cento nanometri, e grazie al fatto che il pannello viene messo sottovuoto, sigillato e rivestito da una pellicola impermeabile sia al vapore acqueo che ai gas, il moto convettivo al suo interno viene ridotto al minimo, non consentendo quindi il trasferimento del calore attraverso l'aria. La conduzione viene eliminata grazie alla presenza della polvere di ossidi di Silicio, essendo un materiale poco conduttivo per natura. Il movimento del calore per irraggiamento è invece limitato dalla presenza di particolari opacizzanti.

La grande innovazione dell'isolante sottovuoto è data dal fatto che, viste le sue proprietà descritte precedentemente, garantisce conducibilità termica λ che varia da un minimo di 0,002 W/m°C a un massimo di 0,008 W/m°C in pannelli di spessore variabile tra 10 e 30 mm; a differenza di materiali isolanti più comuni, come può essere un pannello EPS la quale conducibilità termica λ varia intorno a 0,045 W/m°C per uno spessore minimo di 50 mm. Oltre a queste qualità termiche, i pannelli VIP hanno altri vantaggi, tra cui l'essere formato da materiali 100% riciclabili e incombustibili. È inoltre facilmente applicabile, in quanto può essere posato tramite incollaggio, con specifiche colle, oppure tramite un supporto ligneo o metallico con viti di pochi millimetri (circa 1 cm). Uno dei più grandi svantaggi è però la fragilità di questi pannelli, ed è per questo che servono degli esperti per il trasporto e per il montaggio; inoltre, il pannello non ha una forma quadrata, ma rettangolare, e questo può rendere più difficile l'assemblaggio in quanto è fortemente sconsigliato il taglio del pannello perché farebbe perdere tutte le sue qualità. Vista però la grande innovazione di questi pannelli e le relative qualità, il sistema di isolamento VIP risulta comunque essere abbastanza costoso (circa 130€ per un pannello 1000x600x3 mm), spesa che però viene ammortizzata con l'aumento della superficie calpestabile e con una minore diffusione del calore rispetto ad altri materiali isolanti.

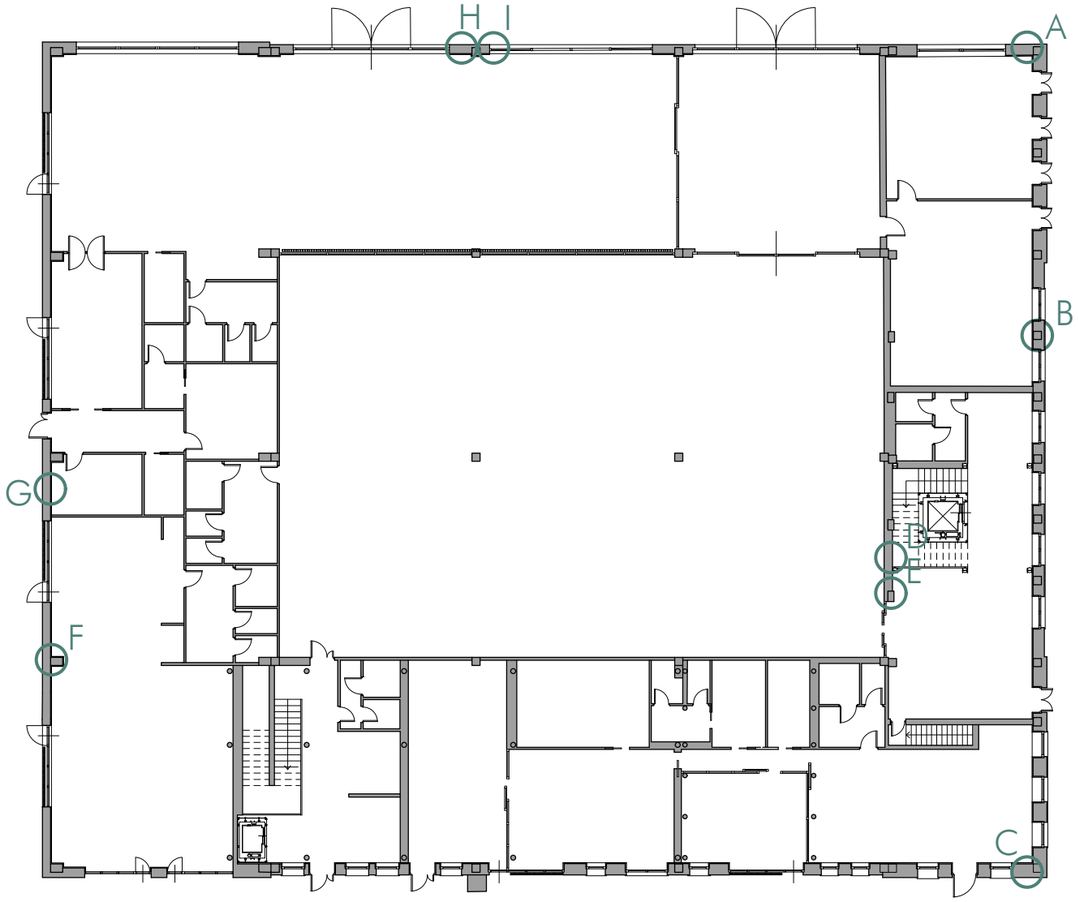
Nel progetto per l'ex CNMA l'isolante sottovuoto è previsto solamente nelle chiusure verticali per guadagnare spazio.

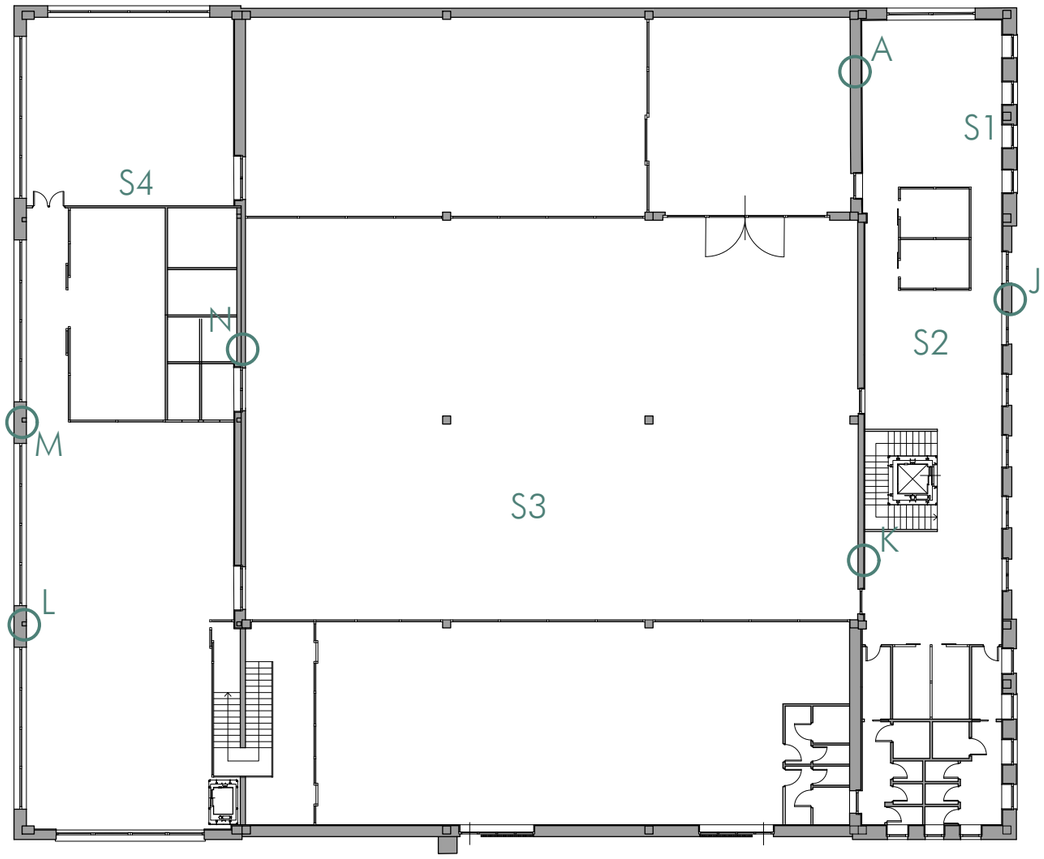
Viene applicata tramite incollaggio una controparete con trasmittanza termica U pari a 0,15 W/m^{2}K, composta dal pannello isolante VIP di 30 mm di spessore, opportunamente incollato tramite colle specifiche, e coperto da una lastra in cartongesso di 12,5 mm posata sempre tramite incollaggio. Tra un pannello VIP e l'altro viene eliminato il ponte termico tramite l'utilizzo di appositi nastri in polietilene, consentendo quindi di avere una superficie completamente isolata. L'ingombro totale della controparete risulta essere di 43 mm, non confrontabile quindi con contropareti realizzate con isolanti comuni.

Paragonando lo spessore ottenuto con l'utilizzo del pannello VIP e lo spessore che si sarebbe ottenuto con l'utilizzo di un normale isolante la differenza è notevole, considerando inoltre che con 10 cm di un classico isolante EPS non si sarebbero raggiunte le stesse prestazioni di un pannello di 3 cm di isolante sottovuoto. Calcolando la trasmittanza nella stessa stratigrafia infatti, con il pannello VIP la trasmittanza U risulta essere circa pari a 0,16 W/m^{2}K, con 10 cm di pannello EPS invece la trasmittanza U sarebbe stata circa pari a 0,24 W/m^{2}K e per avere una trasmittanza paragonabile a quella del pannello VIP ci sarebbero voluti 20 cm di pannello EPS. Paragonando quindi i due spessori a parità di prestazioni, l'utilizzo dell'isolante sottovuoto ci ha consentito un guadagno di circa 30 m^2 calcolati sulle due maniche gia esistenti al primo piano. Questo fa sì che il prezzo elevato del pannello VIP sia ripagato, come gia accennato precedentemente, dal guadagno di m^2 calpestabili.

Per quanto riguarda invece le chiusure orizzontali, non avendo problemi di altezza interpiano, è stato utilizzato un pannelo di 15 cm di EPS addittivato con grafite, la quale permette al pannello di ridurre la componente infrarossa della radiazione garantendo una conducibilità termica delle superfici più bassa , migliorando le prestazioni del pannello fino al 15%. Questo pannello EPS è accoppiato ad una lastra di cartongesso e ad una struttura metallica, rendendo la posa veloce e non troppo invasiva.

In seguito sono riportati i calcoli della trasmittanza delle pareti e dei solai, come eseguito per la stratigrafia esistente.





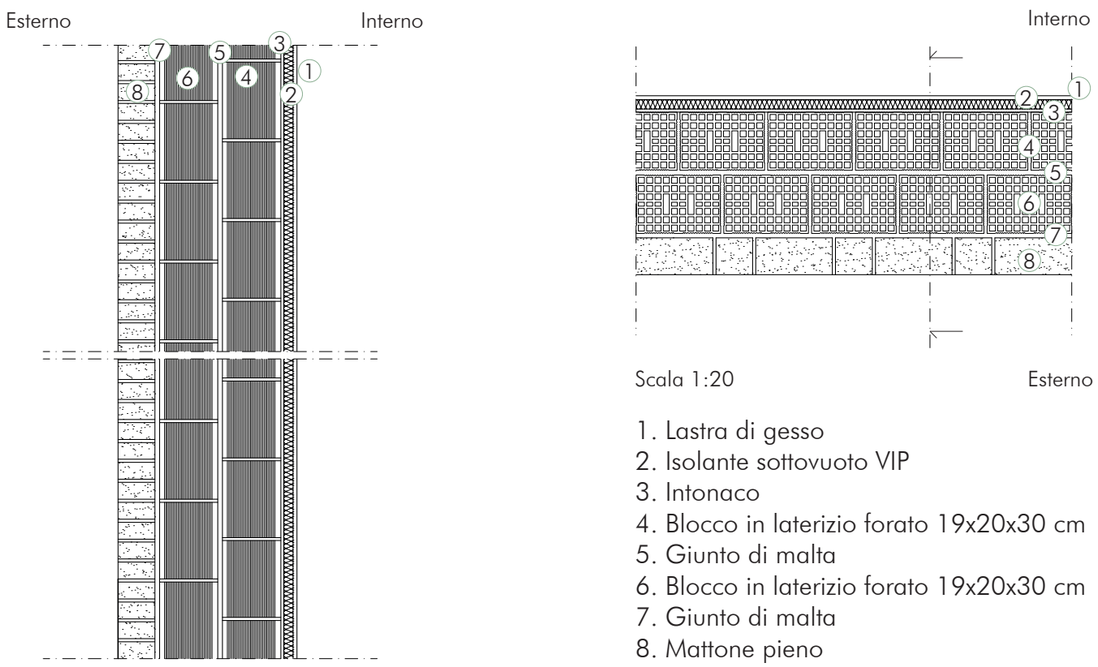
0 1 5 m

Pianta del piano terra per riferimento delle stratigrafie

Pianta del piano primo per riferimento delle stratigrafie

0 1 5 m

STRATIGRAFIA_A

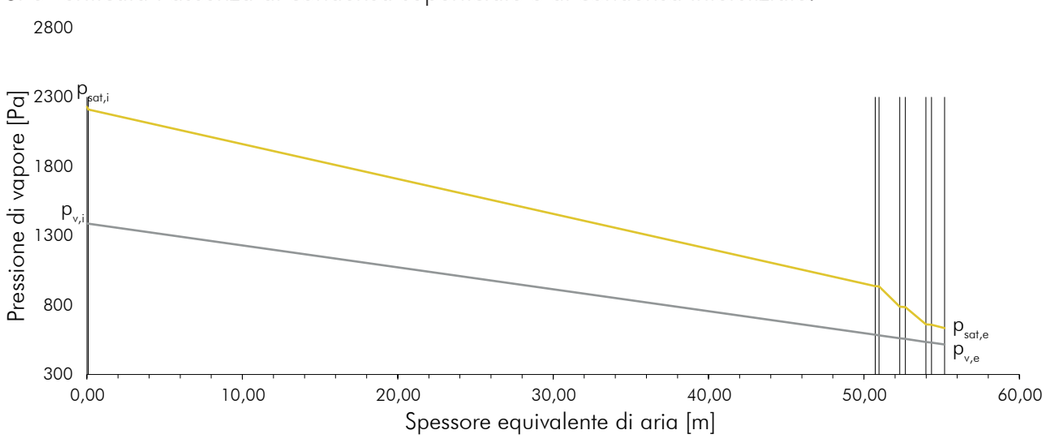


Scala 1:20 Esterno

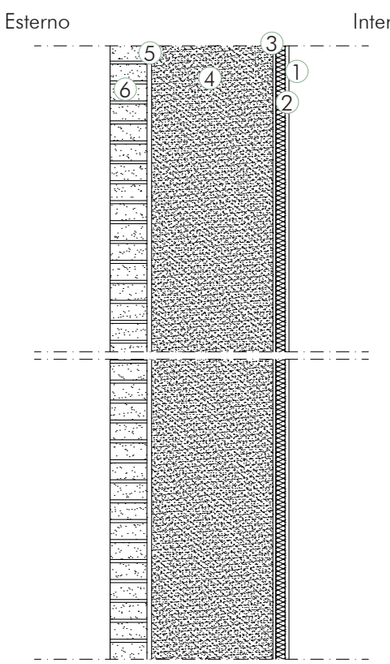
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
5. Giunto di malta
6. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
7. Giunto di malta
8. Mattone pieno

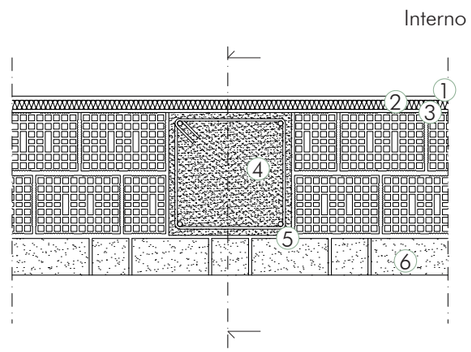
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,158	0,000

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_B



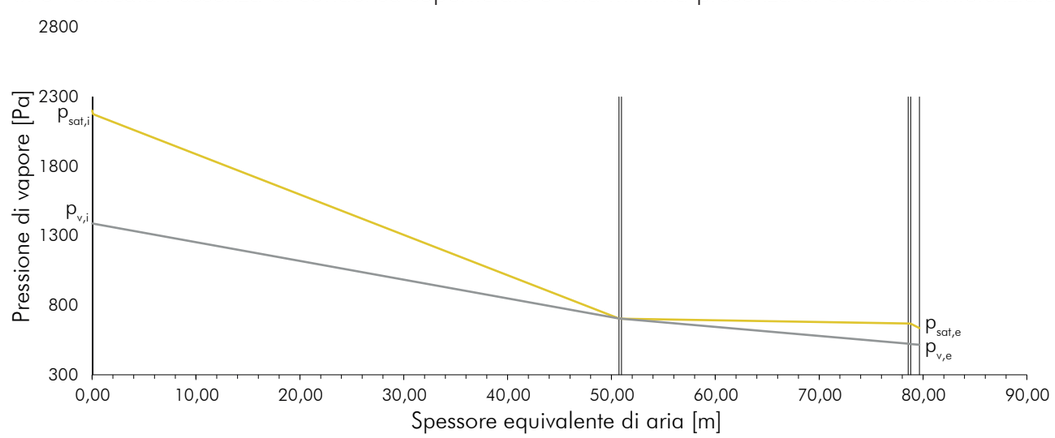


Scala 1:20 Esterno

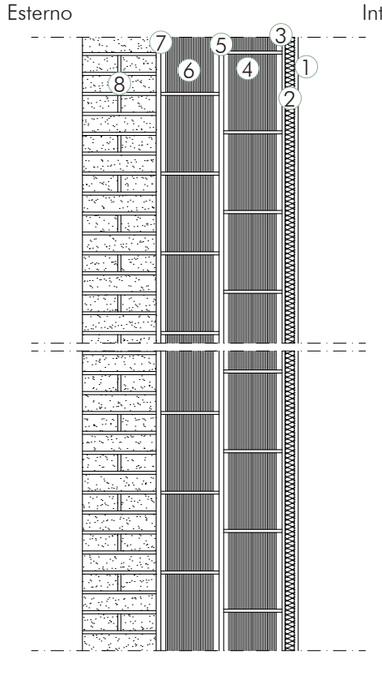
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Pilastro il calcestruzzo armato 40x40 cm
5. Giunto di malta
6. Mattone pieno

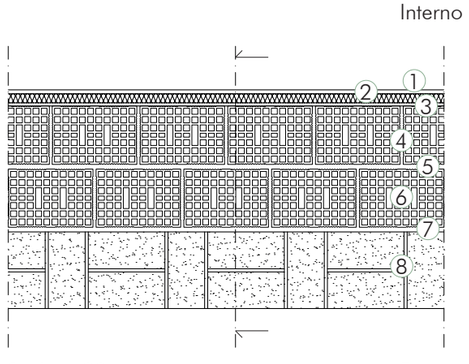
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	40	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,206	0,006

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e una minima presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_C

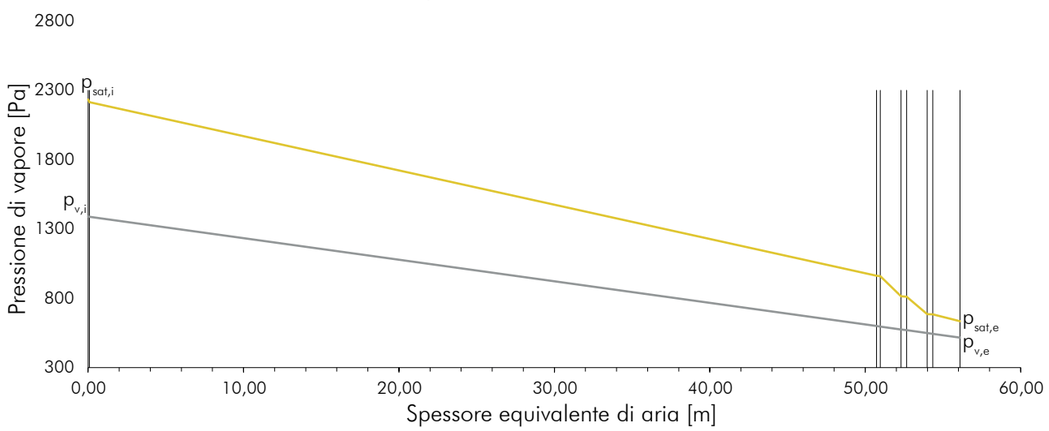




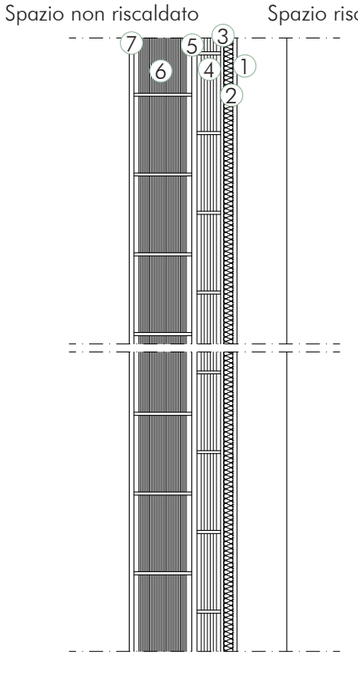
1. Lastra di gesso
2. Isolante VIP sottovuoto
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
5. Giunto di malta
6. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
7. Giunto di malta
8. Mattone pieno

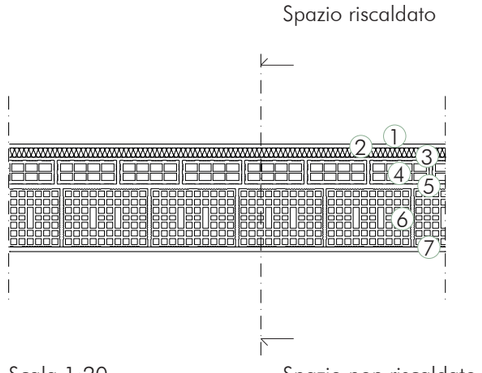
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	25	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,154	0,000

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_D

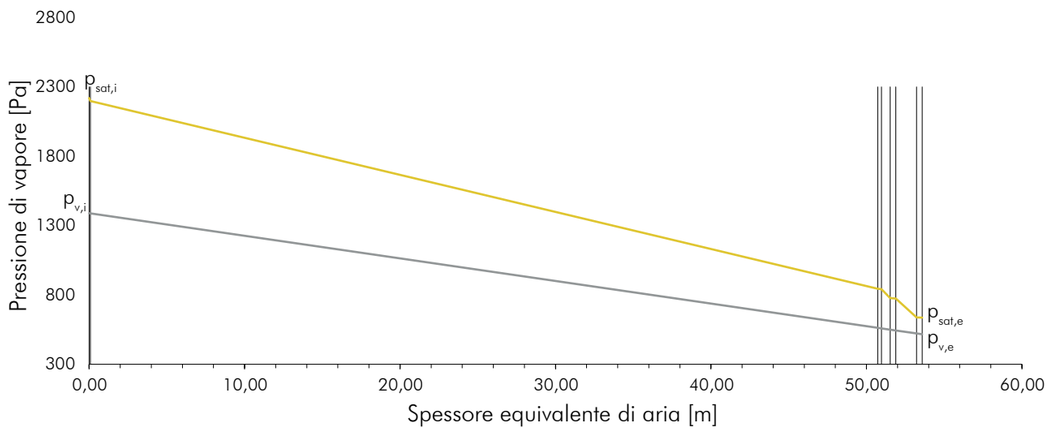




1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 8x15x30 cm
5. Giunto di malta
6. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
7. Intonaco

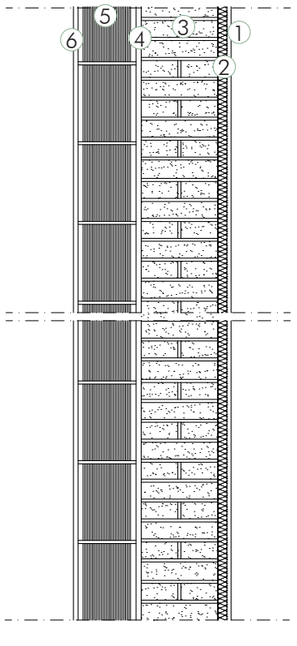
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	8	600	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,13		
							0,173	0,005

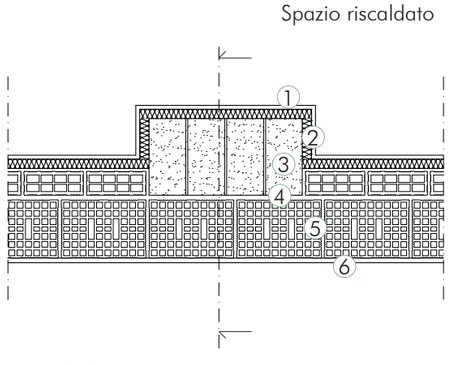
Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_E

Spazio non riscaldato Spazio riscaldato

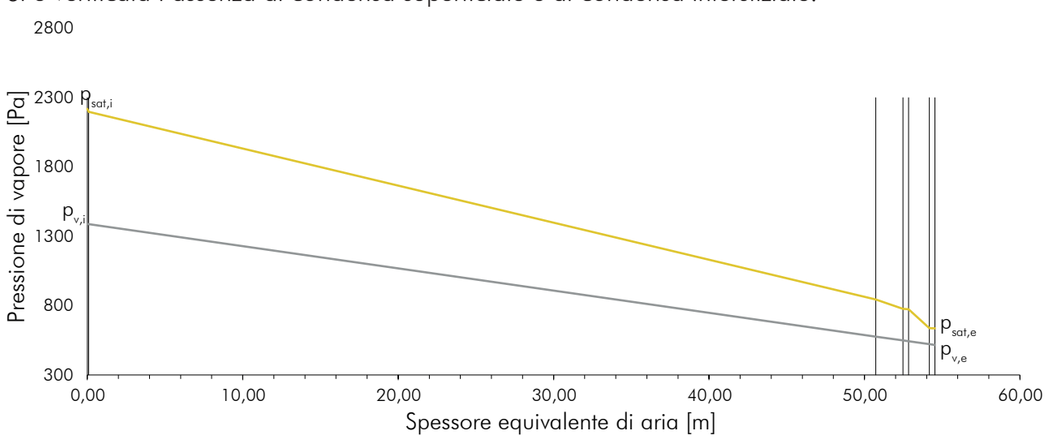




1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Pilastro in mattoni pieni 25x50 cm
4. Giunto di malta
5. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
6. Intonaco

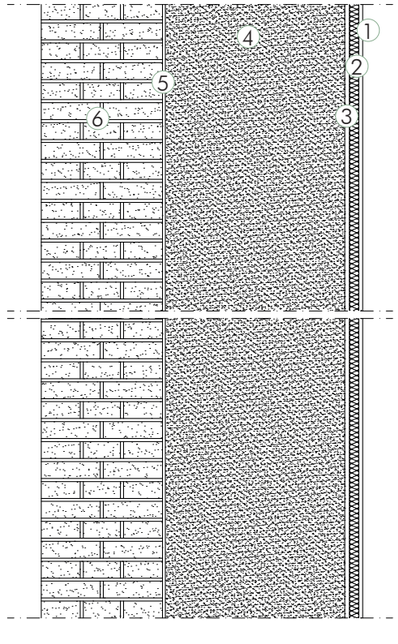
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Laterizio pieno	25	1800	7	840	0,72			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,13		
							0,173	0,001

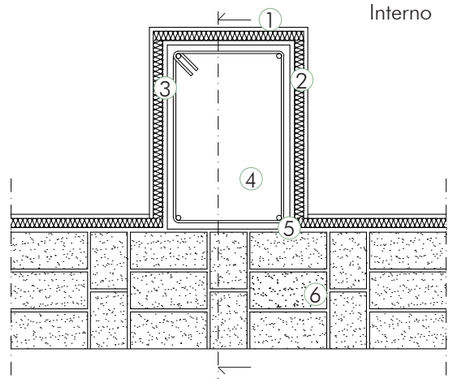
Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_F

Esterno Interno

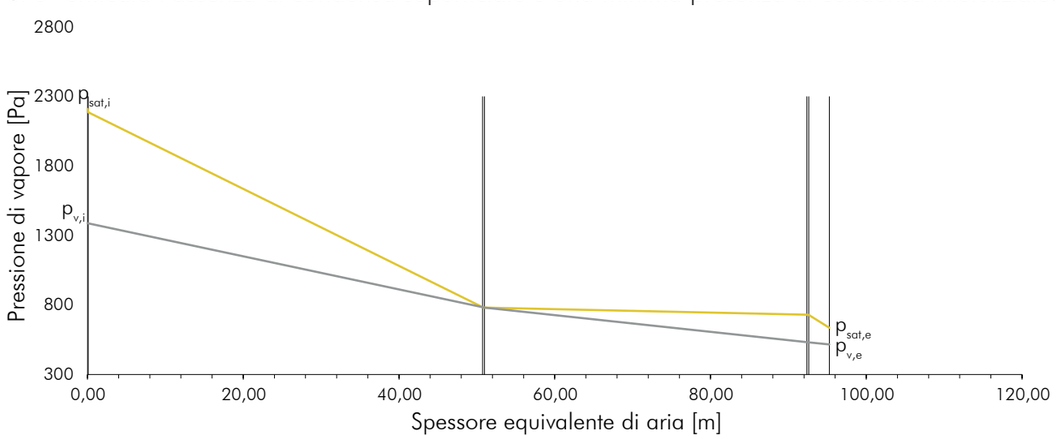




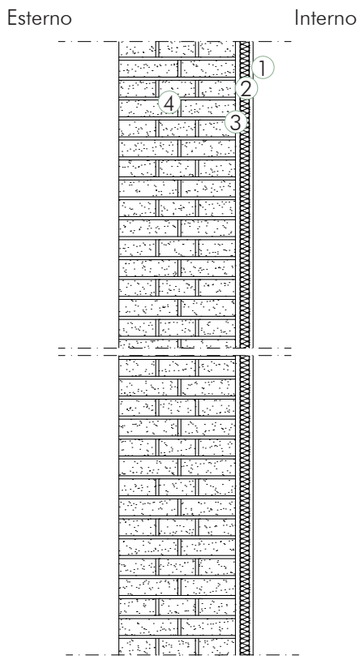
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Pilastro calcestruzzo armato 60x40 cm
5. Strato di malta
6. Mattoni pieni

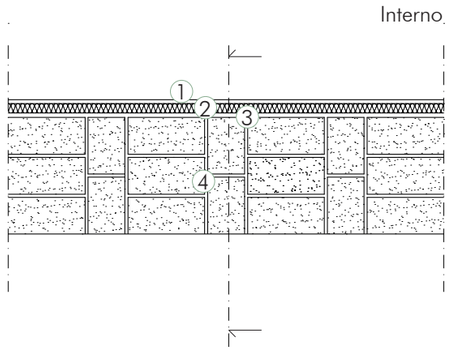
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	60	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,188	0,000

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e una minima presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_G

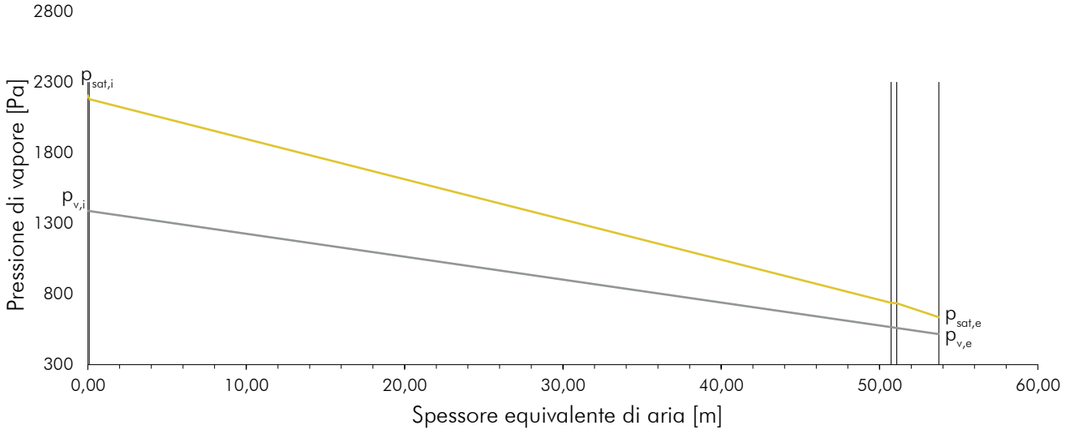




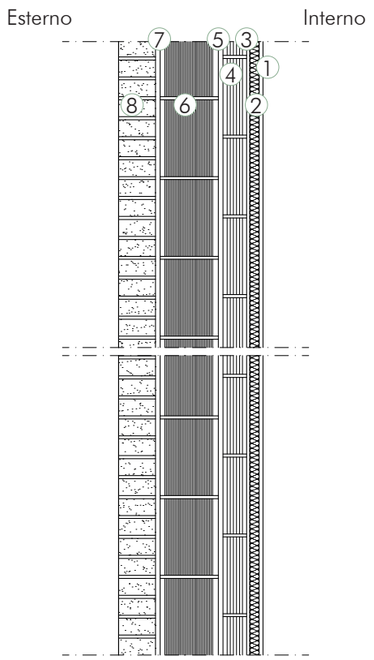
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Mattoni pieni

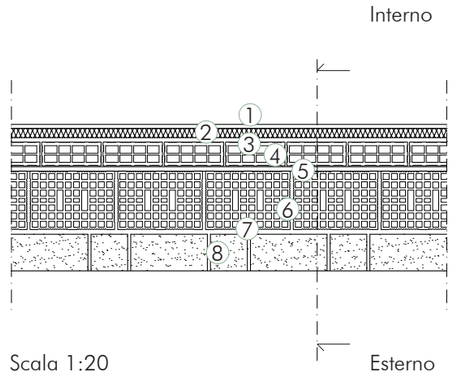
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,198	0,010

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_H

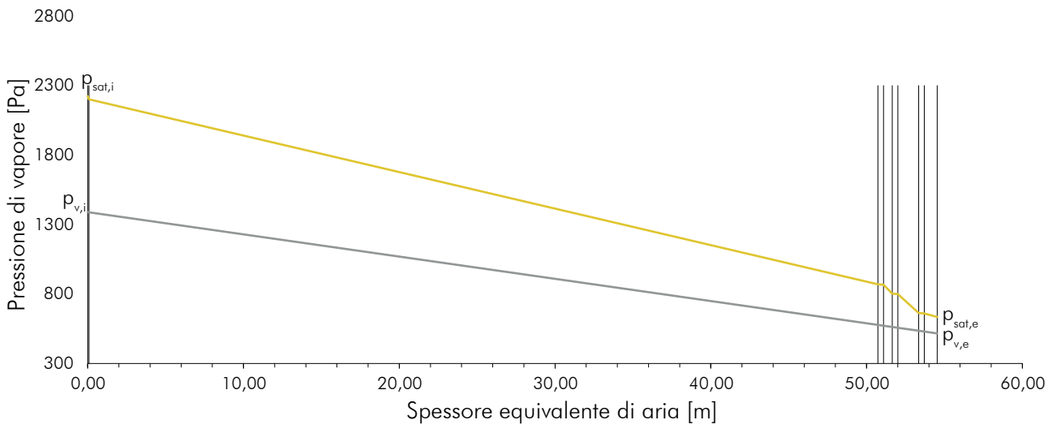




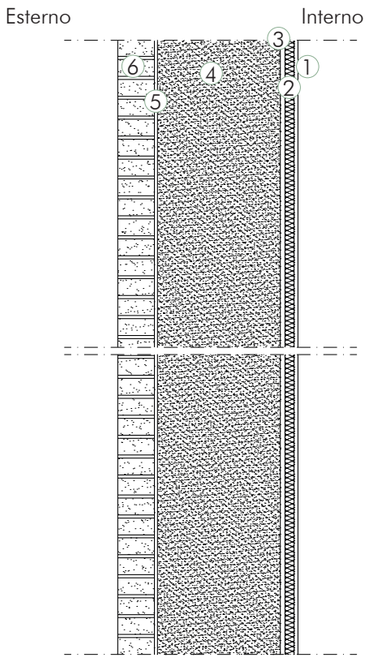
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 8x15x30 cm
5. Giunto di malta
6. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
7. Giunto di malta
8. Mattoni pieni

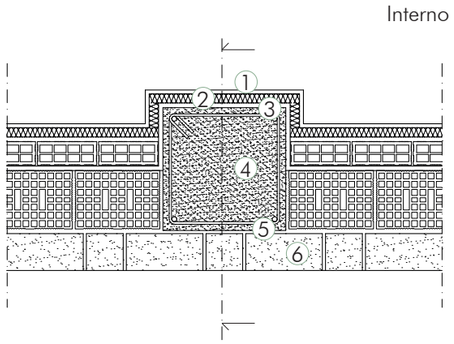
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	8	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	600	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,171	0,004

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_I

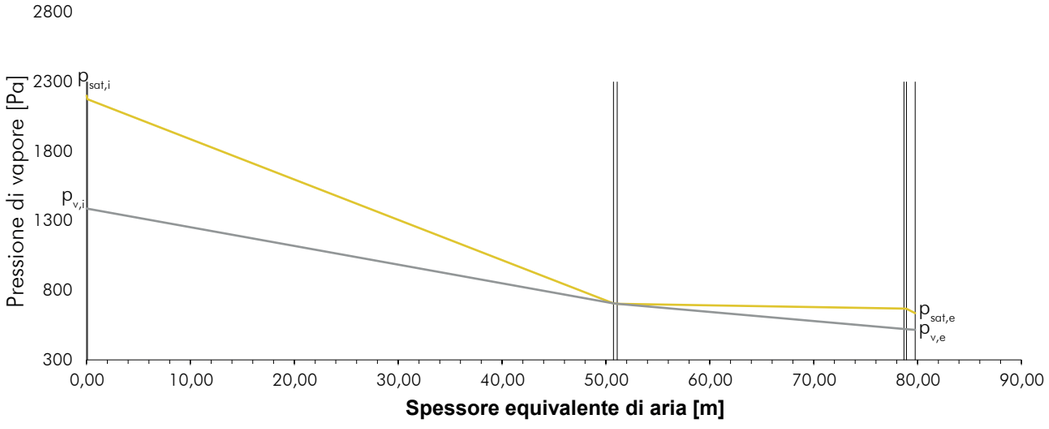




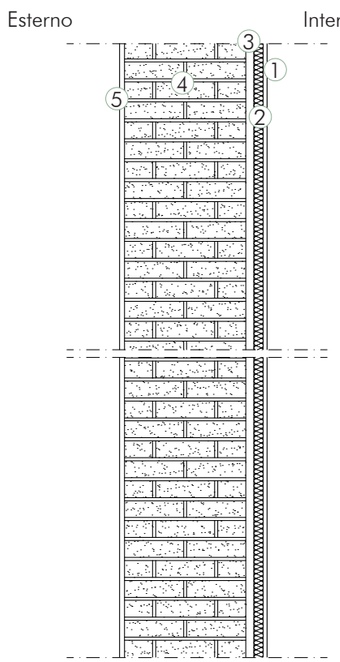
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Pilastro in calcestruzzo armato 40x40 cm
5. Strato di malta
6. Mattoni pieni

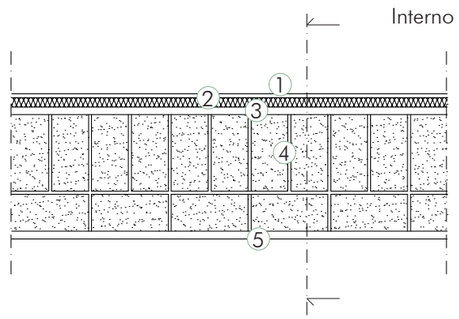
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	40	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	12	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,205	0,006

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e una minima presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_J

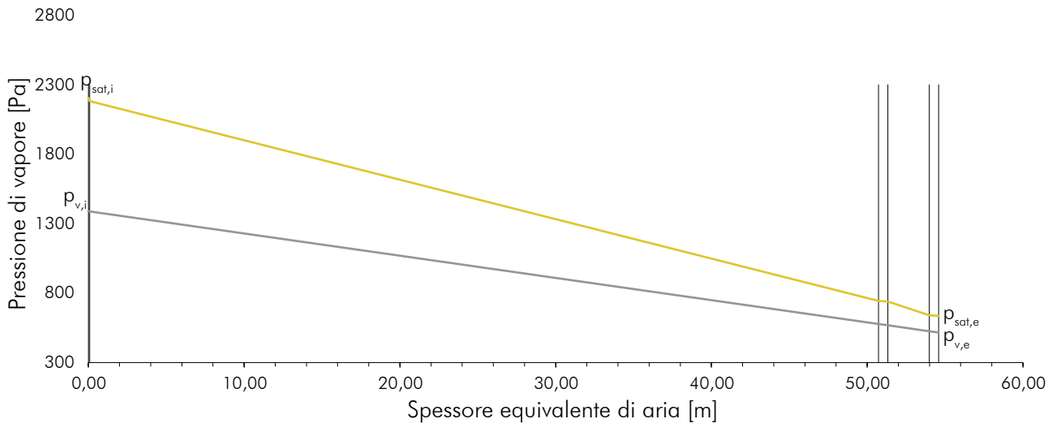




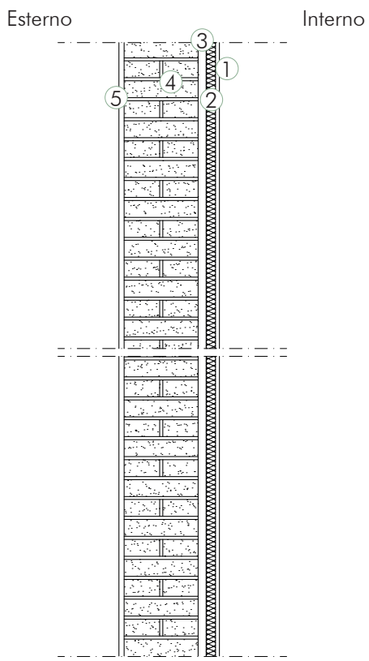
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Mattoni pieni
5. Intonaco

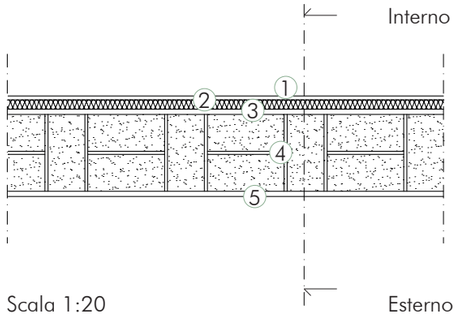
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	2,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Intonaco calce-cemento	2,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,197	0,007

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_K



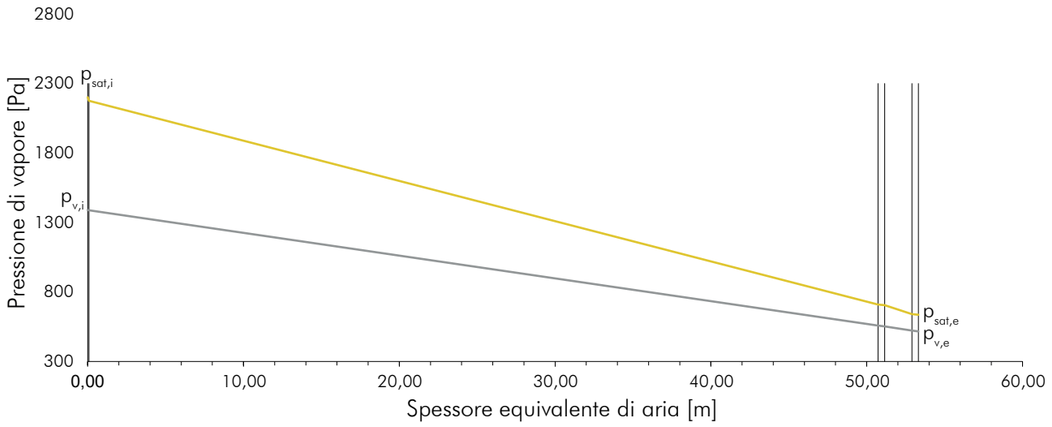


Scala 1:20

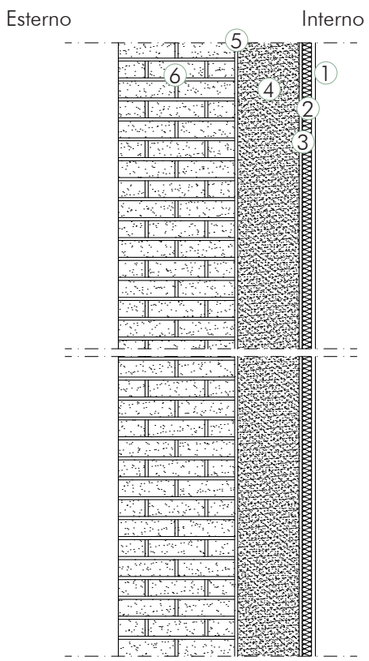
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Mattoni pieni
5. Intonaco

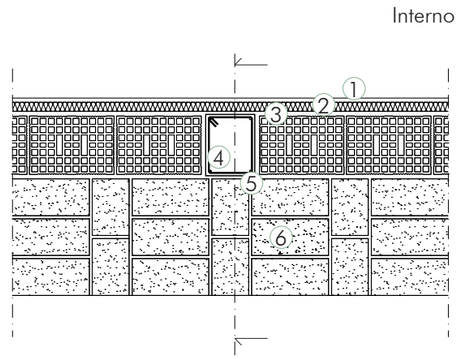
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1,75	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	25	1800	7	840	0,72			
Intonaco calce-cemento	1,75	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,205	0,026

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_L



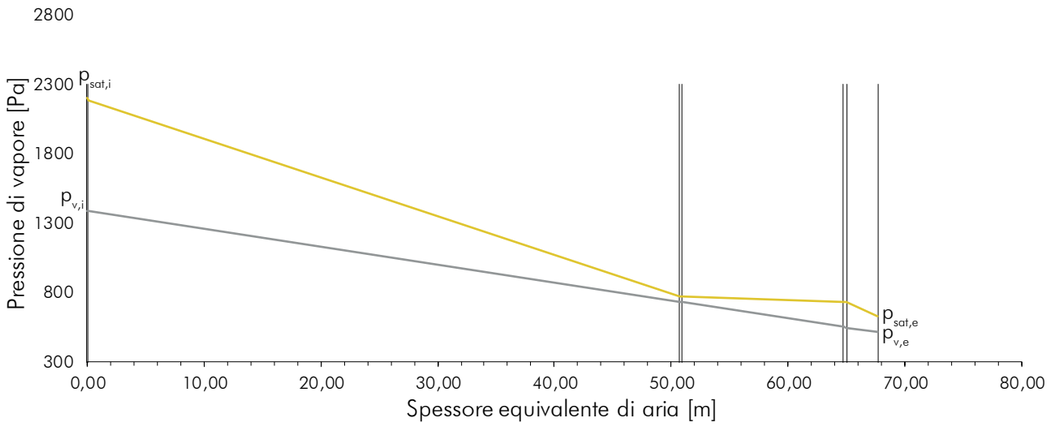


Scala 1:20

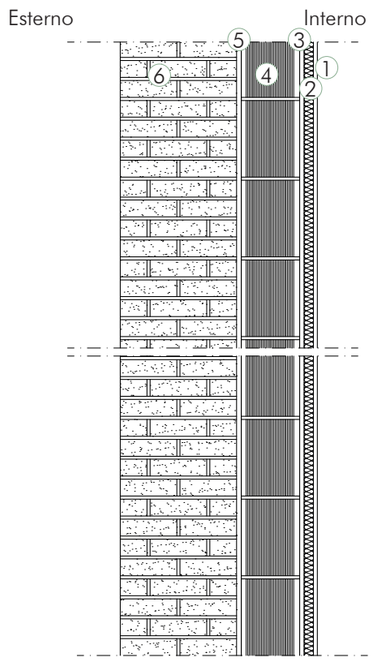
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Pilastro in calcestruzzo armato 20x20 cm
5. Strato di malta
6. Mattoni pieni

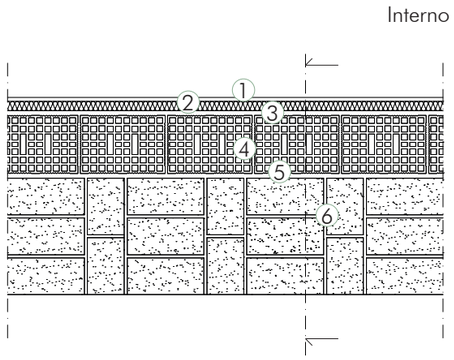
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Calcestruzzo armato	20	2400	69	880	2,3			
Malta calce-cemento	1	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,195	0,002

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_M

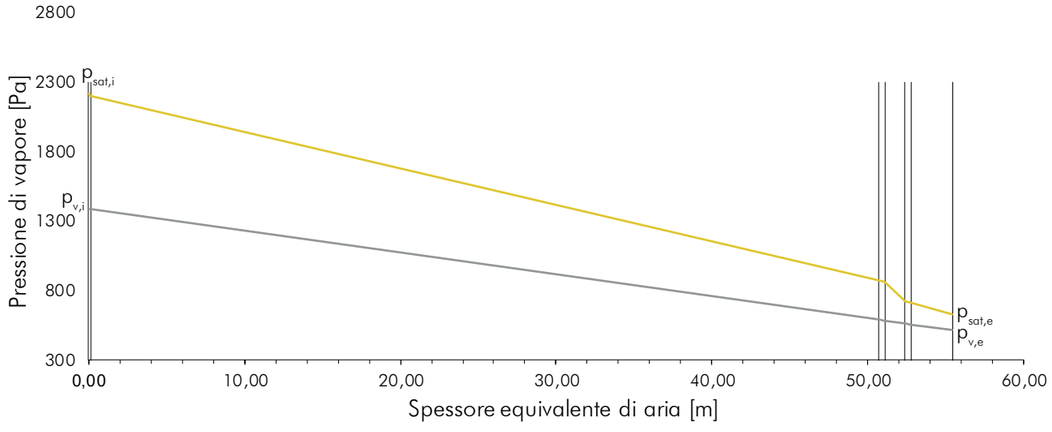




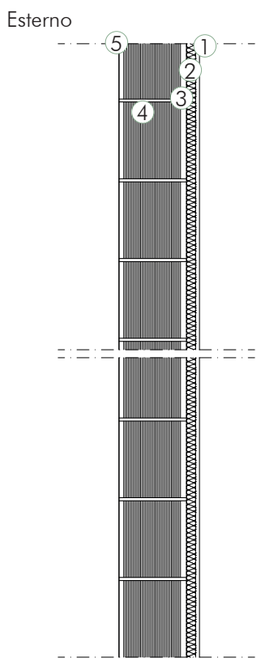
1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
5. Strato di malta
6. Mattoni pieni

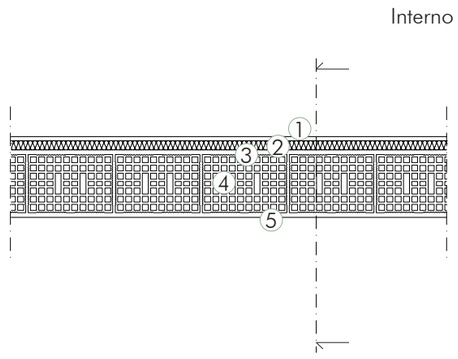
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Malta calce-cemento	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio pieno	38	1800	7	840	0,72			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,171	0,001

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA_N

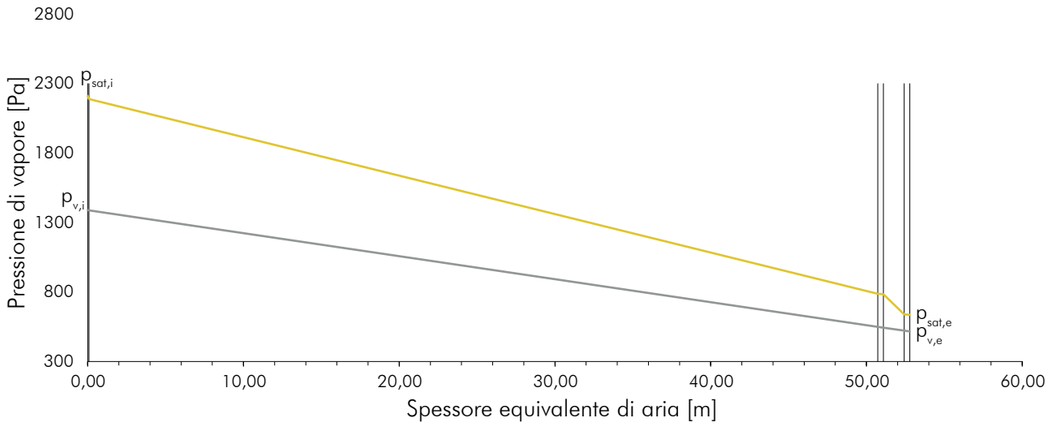




1. Lastra di gesso
2. Isolante sottovuoto VIP
3. Intonaco
4. Blocco in laterizio forato 19x20x30 cm
5. Intonaco

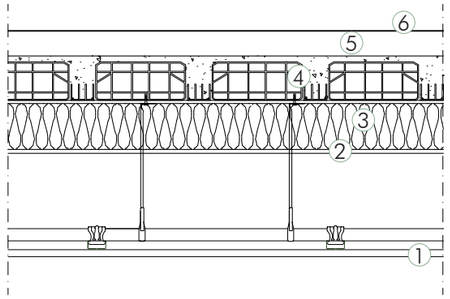
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,13		
Lastra di gesso	1	900	8,7	1090	0,21			
VIP	3	400	1688	1000	0,007			
Intonaco calce-cem	1,5	1800	24	840	0,9			
Laterizio forato	19	1700	7	840	0,238			
Intonaco calce-cem	1,5	1800	24	840	0,9			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,187	0,015

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA SOLAIO_S1

Esterno



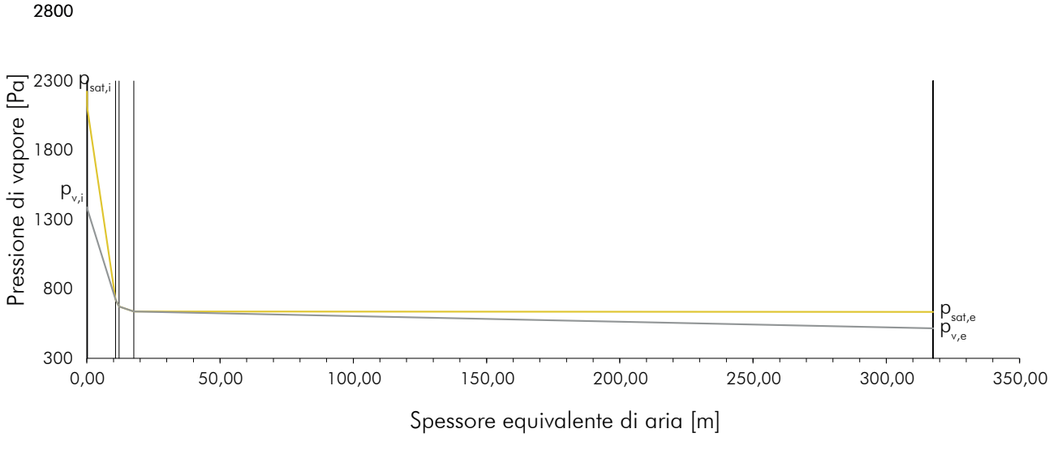
Scala 1:20

Interno

1. Controsoffitto
2. Lastra di gesso
3. Isolante EPS con grafite
4. Solaio STALP in laterocemento
5. Massetto in calcestruzzo
6. Manto impermeabilizzante

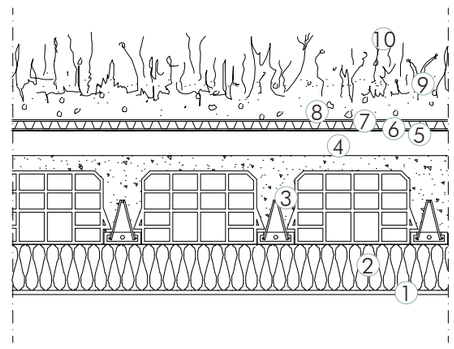
STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,10		
Controsoffitto	1,5	900	8,7	1090	0,21			
Aria	25	1,3	1	1000		0,15		
Lastra di gesso	1,5	900	9	1090	0,21			
EPS + grafite	15	20	70	1450	0,031			
Laterocemento	14,5	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Impermeabilizzante	0,3	833	100000	1200	0,2			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,172	0,028

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e una minima presenza di condensa interstiziale.



STRATIGRAFIA SOLAIO_S2

Esterno



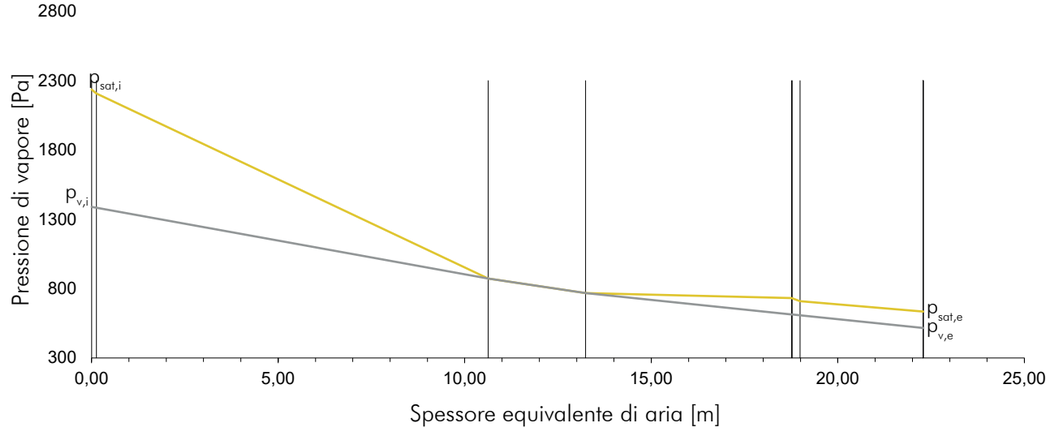
Scala 1:20

Interno

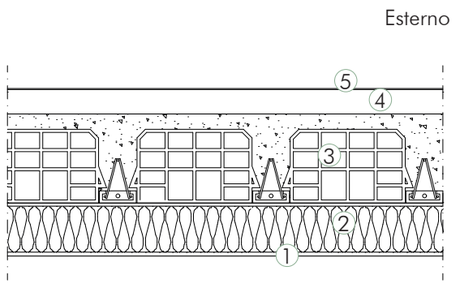
1. Lastra di gesso
2. Isolante EPS con grafite
3. Solaio in laterocemento
4. Massetto in calcestruzzo
5. Membrana impermeabilizzante sintetica antiradice PVC HarpoPlan ZD UV
6. Feltro di protezione e accumulo MediPro MP 300
7. Strato di accumulo, drenaggio e aerazione MediDrain MD 25
8. Telo filtrante MediFilter MF 1
9. Substrato HARPO per inverdimenti estensivi
10. Vegetazione estensivo a sedum/perenni

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,10		
Lastra di gesso	1,5	900	9	1090	0,21			
EPS + grafite	15	20	70	1450	0,031			
Laterocemento	29	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Antiradice PVC	0,2	1400	11	1300	0,16			
Accumulo e drenaggio	2,5	900	8	1925	0,18			
Veg e sustrato HARPO	15	500	22	1800	0,28			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,152	0,001

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e una minima presenza di condensa interstiziale.



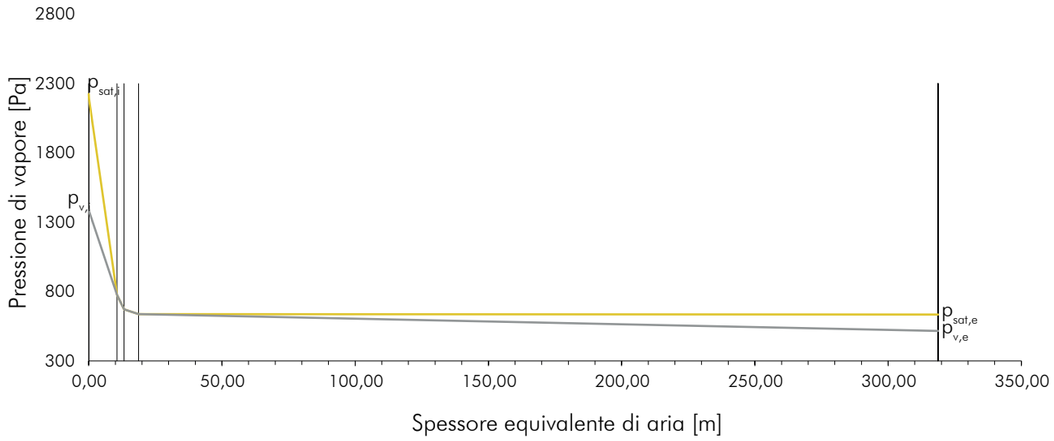
STRATIGRAFIA SOLAIO_S3



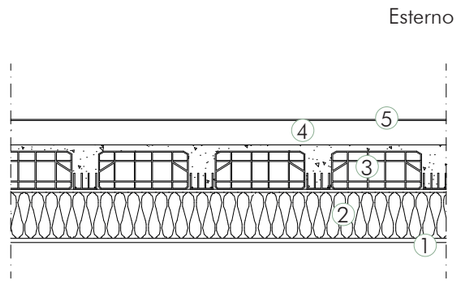
1. Lastra in gesso
2. Isolante EPS con grafite
3. Solaio in laterocemento
4. Massetto in calcestruzzo
5. Manto impermeabilizzante

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,10		
Lastra di gesso	1,5	900	9	1090	0,21			
EPS + grafite	15	20	70	1450	0,031			
Laterocemento	29	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Impermeabilizzante	0,3	833	100000	1200	0,2			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,169	0,008

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e una minima presenza di condensa interstiziale.



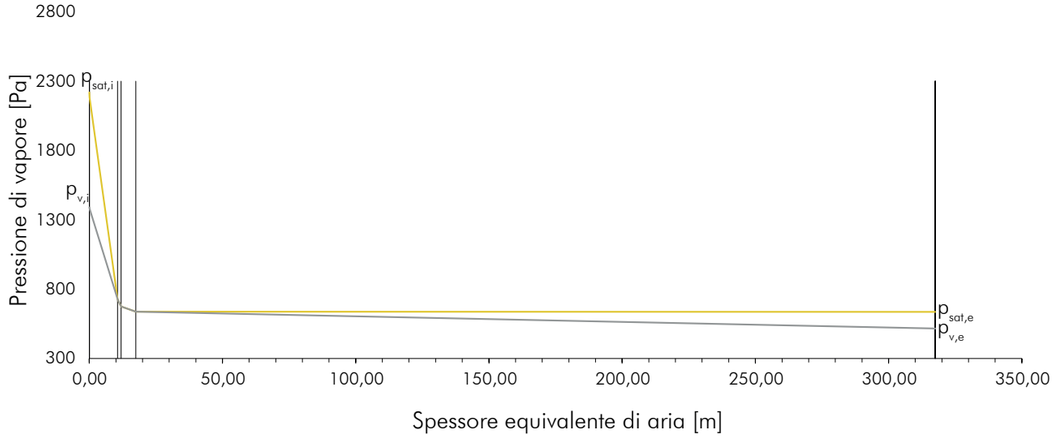
STRATIGRAFIA SOLAIO_S4

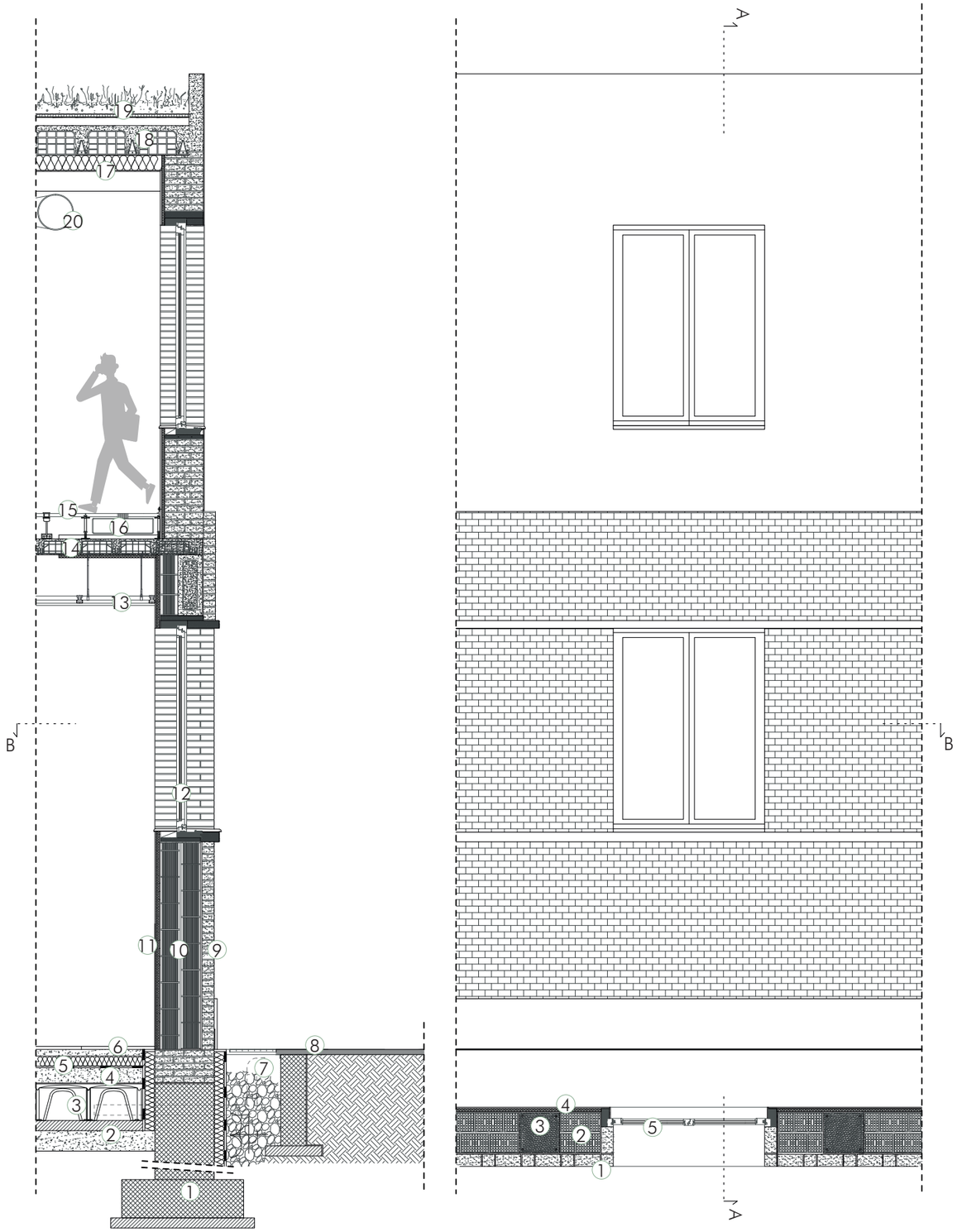


1. Lastra di gesso
2. Isolante EPS con grafite
3. Solaio STALP in laterocemento
4. Massetto in calcestruzzo
5. Manto impermeabilizzante

STRATIGRAFIA (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/mK]	R [m²KW]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
Strato liminare interno						0,10		
Lastra di gesso	1,5	900	9	1090	0,21			
EPS + grafite	15	20	70	1450	0,031			
Laterocemento	14,5	1280	9	880	0,46			
Massetto	8	1100	69	880	0,35			
Impermeabilizzante	0,3	833	100000	1200	0,2			
Strato liminare esterno						0,04		
							0,178	0,031

Si è verificata l'assenza di condensa superficiale e una minima presenza di condensa interstiziale.



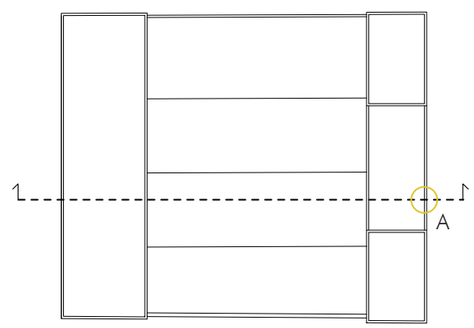


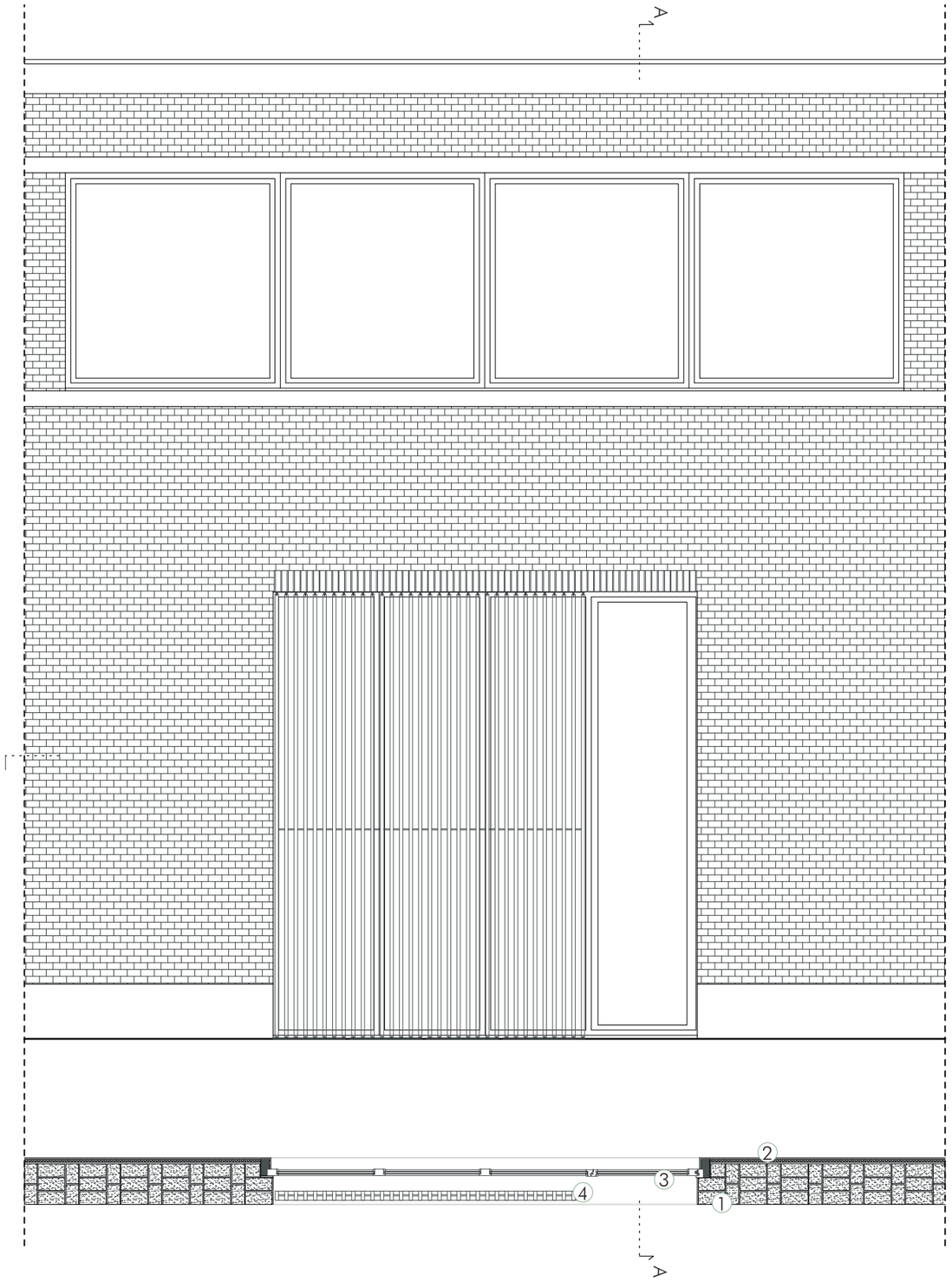
LEGENDA SEZIONE AA:

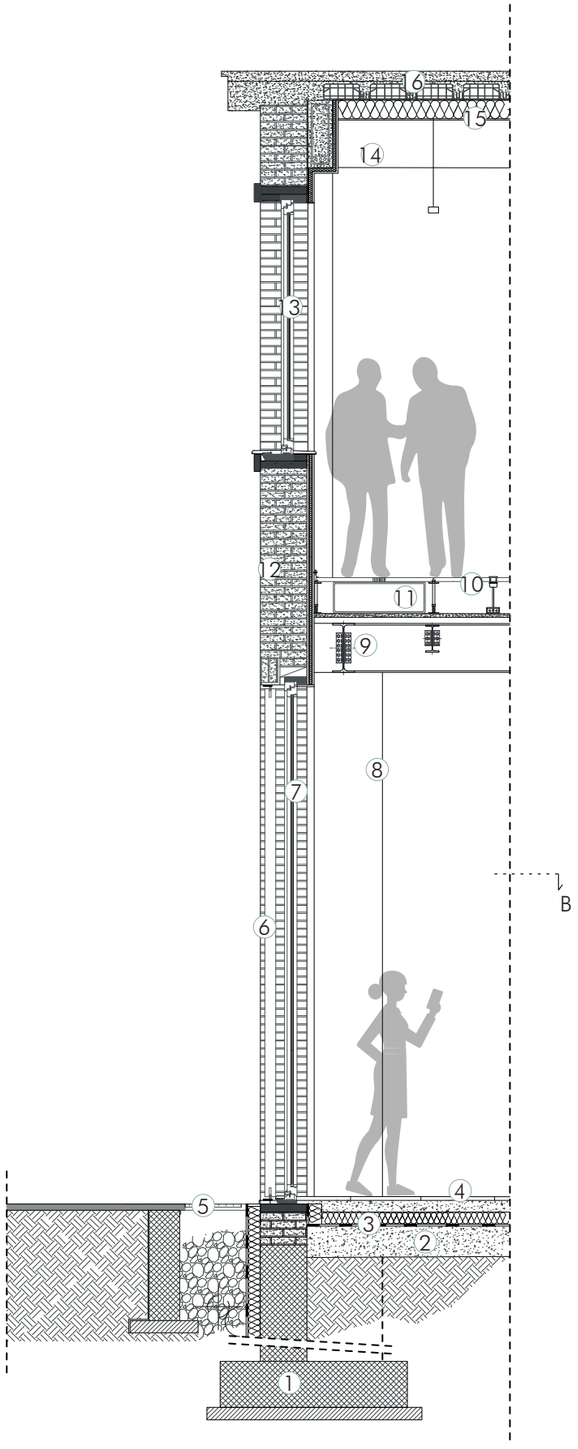
1. Fondazione esistente plinto in C.A.
2. Massetto in calcestruzzo
3. IGLOO h. 40 cm
4. Massetto di livellamento in calcestruzzo
5.Isolante XPS e guaina impermeabilizzante
6. Pavimentazione interna in gres porcellanato
7. Tubo aereazione
8. Pavimentazione esterna
9. Facciata in mattoni pieni esistente
10. Mattoni forati esistenti
11. Isolante VIP
12. Serramento doppia anta con doppio vetro e telaio tipo NULL
13. Controsoffitto
14. Solaio STALP in laterocemento esistente
15. Pavimentazione galleggiante con pannelli in parquet
16. Canale di estrazione dell'aria 15x60 cm
17. Isolante EPS con grafite e lastra di finitura in gesso
18. Solaio esistente in laterocemento
19. Tetto a giardino (vedi stratigrafia nel dettaglio S2)
20. Canale di mandata d. 35 cm

LEGENDA SEZIONE BB:

1. Facciata in mattoni pieni esistente
2. Mattoni forati esistenti
3. Pilastro esistente in C.A.
4. Isolante VIP
5. Serramento doppia anta con doppio vetro e telaio tipo NULL





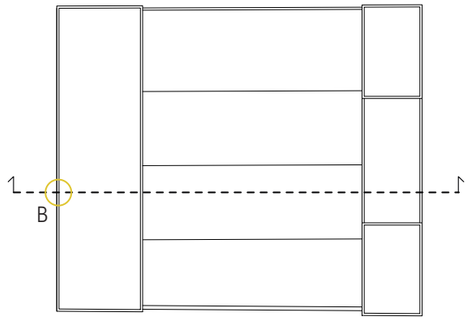


LEGENDA SEZIONE AA:

1. Fondazione esistente plinto in C.A.
2. Massetto in calcestruzzo
3. Isolante XPS e guaina impermeabilizzante
4. Massetto di livellamento in calcestruzzo e pavimentazione interna in gres porcellanato
5. Pavimentazione esterna
6. Schermatura solare in listelli di legno
7. Serramento a 3 ante fisse e 1 mobile con telaio di tipo NULL
8. Pilastro in C.A. esistente
9. Solaio di nuova costruzione in travi in acciaio IPE40 e IPE20 e lamiera grecata
10. Pavimentazione galleggiante con pannelli in parquet
11. Canale di estrazione dell'aria 25x75 cm
12. Muratura in mattoni pieni esistente
13. Serramento a 4 ante tipo vasistas con telaio tipo NULL
14. Trave in C.A. esistente
15. Isolante EPS con grafite e finitura in lastra di gesso
16. Solaio STALP in laterocemento esistente

LEGENDA SEZIONE BB:

1. Muratura in mattoni pieni esistente
2. Isolante VIP
3. Serramento a 3 ante fisse e 1 mobile con telaio di tipo NULL
4. Schermatura solare in listelli di legno



IL FABBISOGNO ENERGETICO

La normativa UNI TS 11300-1 *"Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale"* permette di stabilire il fabbisogno energetico per il riscaldamento e il raffrescamento. Tramite questa procedura è possibile definire la prestazione energetica secondo due indici, $EP_{h,nd}$ e $EP_{c,nd}$, che determinano l'energia consumata in un anno per riscaldare o raffrescare un metro quadro di superficie dell'edificio oggetto di studio.

Si tratta di un metodo di calcolo **semi-stazionario**, che tiene conto delle condizioni sia interne che esterne. È importante infatti definire anzitutto le caratteristiche del luogo in cui si trova l'edificio.

Nel caso del VOV102 ci troviamo a Torino nella zona climatica E, come definito in precedenza, avente 2617 Gradi Giorno.

In secondo luogo è importante definire le caratteristiche geometriche dell'edificio e le condizioni interne:

- 2826 m^2 di superficie lorda;
- 2669 m^2 di superficie utile di pavimento;
- 12690 m^3 di volume lordo;
- 11498 m^3 di volume netto;
- 623 m^2 di superficie disperdente trasparente;
- 5258 m^2 di superficie disperdente opaca;
- 0,41 m^{-1} rapporto di forma S/V;
- temperatura interna invernale di set-point 20°C;
- temperatura interna estiva di set-point 26°C.

Il calcolo della norma UNI TS 11300-1 si basa sul bilancio energetico invernale ed estivo, considerando sia le dispersioni termiche e di ventilazione, che gli apporti interni e solari.

Il bilancio termico invernale si calcola con la seguente formula:

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$$

Il bilancio termico estivo attraverso la seguente:

$$Q_{C,nd} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$

Si considerano perciò le caratteristiche di orientamento, angoli di inclinazione e azimutali e le caratteristiche termofisiche calcolate e approfondite nei paragrafi precedenti, quali trasmittanza termica, trasmittanza di energia solare, fattori di esposizione e fattori di riduzione per ombreggiatura.

Gli indici di prestazione termica

Per poter definire la prestazione termica per la climatizzazione invernale ed estiva gli indici di prestazione termica utile per il riscaldamento $EP_{h,nd}$ e di prestazione termica utile per il raffrescamento $EP_{c,nd}$, devono essere confrontati con gli stessi indici benchmark, o definito "edificio di riferimento"[1], ottenuti stabilendo i valori minimi di legge (senza considerare i ponti termici, poiché già considerati nel valore di trasmittanza), a parità di proprietà geometriche dell'edificio:

- $EP_{h,nd} < EP_{h,nd,benchmark}$
- $EP_{c,nd} < EP_{c,nd,benchmark}$

Altri parametri da verificare per legge: l'area solare equivalente estiva e il coefficiente medio globale di scambio termico

Il D.M. dei Requisiti Minimi del 26 giugno 2015 stabilisce ulteriori prescrizioni da rispettare al fine di guidare la progettazione verso una bassa richiesta energetica.

Innanzitutto, per poter limitare la richiesta energetica estiva, è fondamentale stabilire l'area solare equivalente estiva, la quale corrisponde *"alla sommatoria delle aree equivalenti estive di ogni componente vetrato k"*[2] , la quale deve essere rapportata alla superficie utile: $A_{sol,est}/A_{sup\ utile} \leq 0{,}040$.

Un altro parametro da verificare è il coefficiente medio globale di scambio termico H'_T e si tratta del rapporto tra $H_{tr,adj}$ (coefficiente di scambio termico globale dell'involucro) e A_k (superficie dell'involucro del k-esimo componente)[3]. Il valore da rispettare per zona climatica E e rapporto di forma S/V compreso tra 0,7 e 0,4 è 0,55.

Tutti questi valori sono sempre calcolati tramite la norma UNI TS 11300-1.

Ponti termici

Nel caso specifico del progetto sviluppato sono stati utilizzati i risultati ottenuti dai calcoli descritti nei paragrafi precedenti per involucro opaco, involucro trasparente, schermature e fattori di ombreggiamento. Per quanto riguarda i ponti termici invece, la trasmittanza termica lineica è stata stabilita consultando il *Catalogue des ponts termiques* (catalogo svizzero), considerando i valori dei casi più vicini a quelli del progetto. Il primo caso di ponte termico considerato è l'interruzione dell'isolante interno sul solaio interpiano, il quale risvolta per circa 1 metro con l'obiettivo di attenuarne l'impatto. Il secondo caso invece è l'interruzione dell'isolante interno sulla copertura a shed, causata delle travi. Per il primo caso sono stati considerati i valori 0,48 W/mK (per valori di trasmittanza termica di pareti e solaio di copertura pari a 0,15 W/m^2K) e 0,51 W/mK (per valori di trasmittanza termica di pareti e solaio di copertura pari a 0,2 W/m^2K). Per il secondo caso il valore considerato è pari a 0,48 W/mK.

[1] D.M. Requisiti Minimi 26 giugno 2015 – Appendice A, Allegato 1 Cap. 3

[2] Ibidem

[3] Ibidem.

Ventilazione

Il tipo di ventilazione trattato nel calcolo è quello meccanico. Il fattore di efficienza della regolazione dell'impianto di ventilazione meccanica FCve è stato stabilito, secondo il prospetto 11 della norma UNI TS 11300-1, pari a 0,8. La portata di aria di progetto $q_{ve,des}$ [m^3/s] è stata stabilita seguendo la norma UNI 10339 (calcolo approfondito nel capitolo successivo), la quale definisce una portata di aria esterna per persona secondo la destinazione d'uso, definendo al tempo stesso un indice di affollamento, sempre per destinazione d'uso, in modo tale da prevedere il numero di persone presenti in un dato ambiente.

Altri parametri definiti al fine del calcolo sono la classe di schermatura, l'esposizione al vento e la permeabilità dell'involucro. Per quanto riguarda il primo concetto, la classe di schermatura scelta è quella definita come "Periferia"; per il secondo sono state considerate più facciate esposte; per il terzo e ultimo parametro, vista l'elevata prestazione del serramento scelto, è stata considerata una bassa permeabilità dell'involucro.

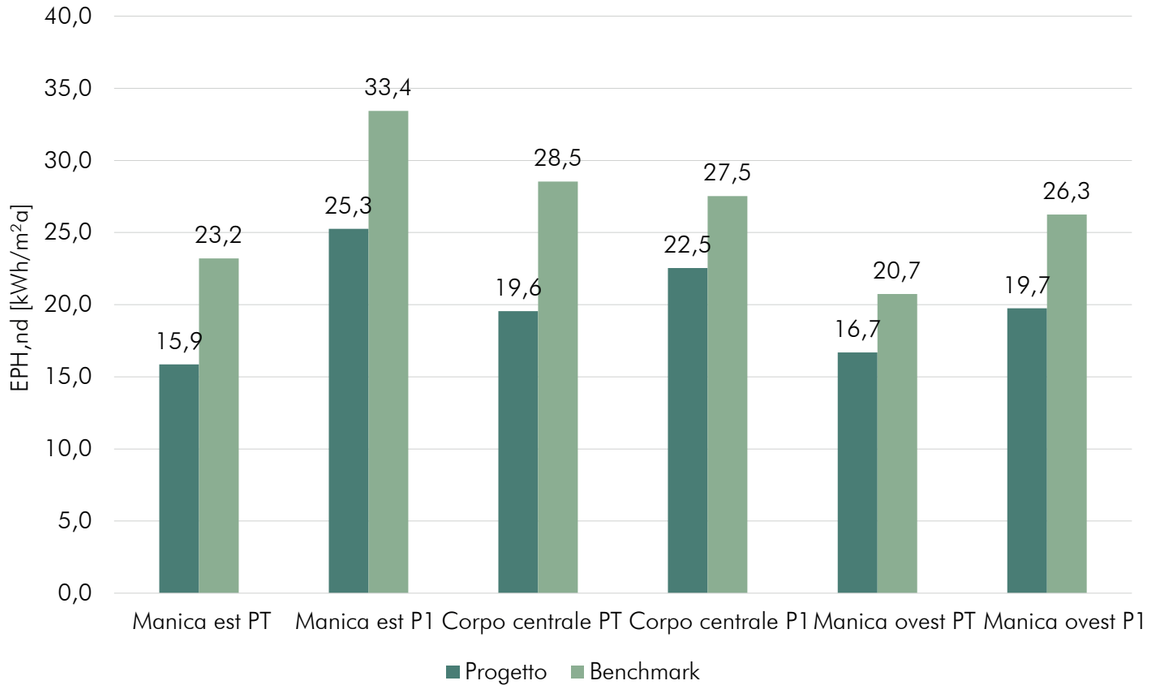
Risultati

Il calcolo è stato svolto suddividendo l'edificio in tre sezioni principali: manica est, zona soppalcata del corpo centrale e manica ovest. Per ognuno di questi ambienti sono stati suddivisi per il calcolo anche per piani, quindi piano terra e primo piano.

Il primo grafico riporta un prospetto dei valori degli indici $EP_{h,nd}$ e $EP_{c,nd}$ ottenuti per ogni ambiente considerato e paragonati con i valori degli indici di benchmark. Notiamo che la zona che incide meno sul fabbisogno invernale dell'edificio è il piano terra della manica est, mentre quello che incide di più è il piano primo della stessa manica. In merito al fabbisogno estivo invece quello che incide meno è sempre il piano terra della manica est, mentre il piano primo della manica ovest è quella che incide maggiormente, seguito dal corpo centrale a tutt'altezza (fig. 8).

Le considerazioni successive con i relativi risultati sono state effettuate secondo una visione di insieme dell'edificio. Il secondo grafico riporta il fabbisogno espresso in kWh suddiviso per mese, osservando che in estate la quantità di energia richiesta supera quella necessaria nei mesi invernali.

Il paragone dello stesso grafico con i risultati ottenuti imponendo i valori di benchmark, fa emergere immediatamente come i valori imposti e i risultati ottenuti siano inferiori ai limiti di legge, potendo affermare che l'edificio ha delle



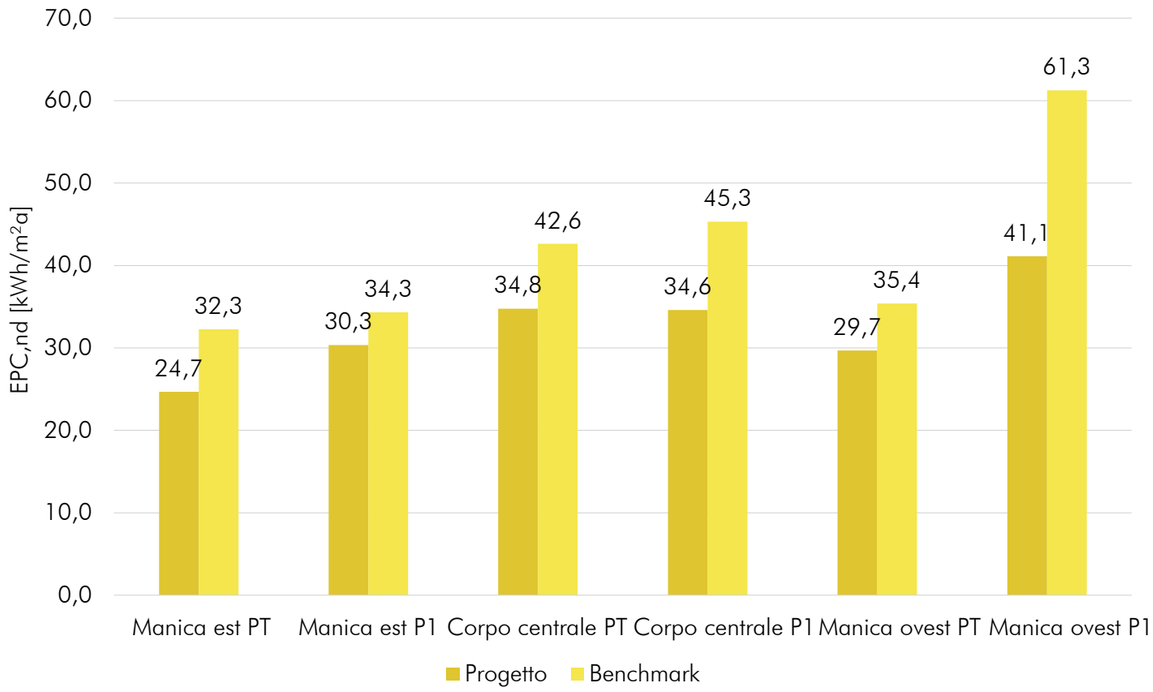
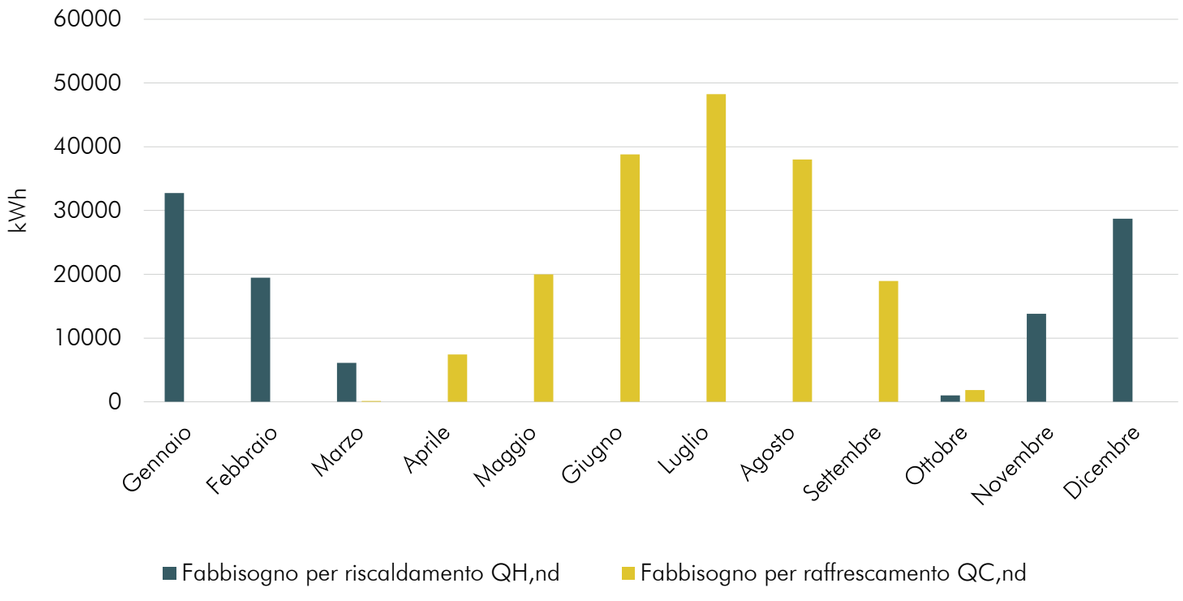


Fig. 8 : Istogramma con valori per le sei zone affiancate ai benchmark.



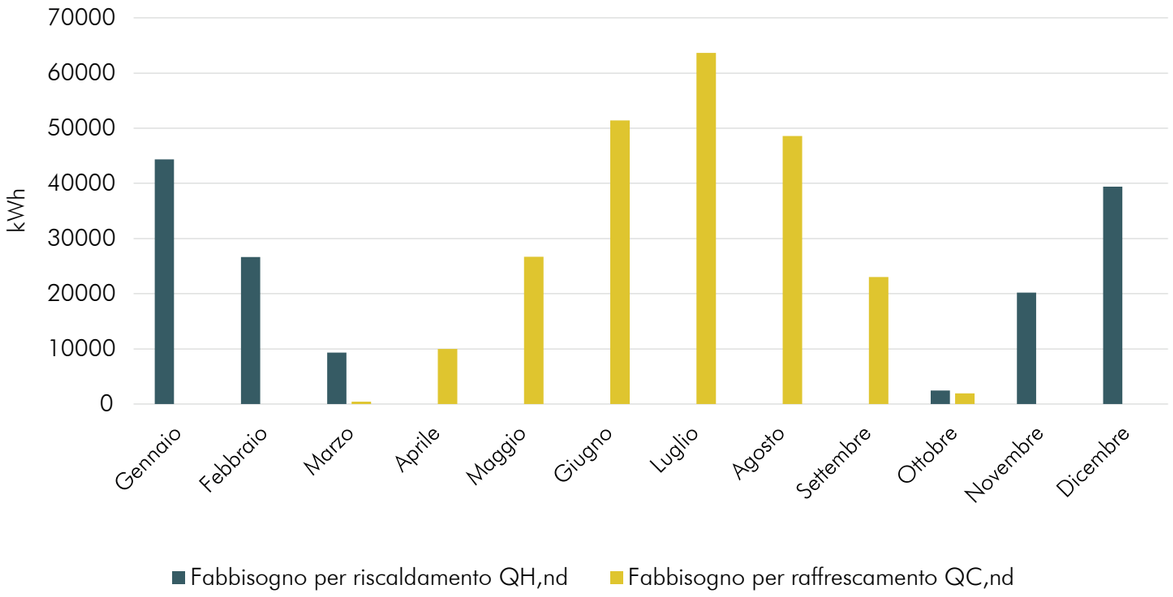


Fig. 9 (a sinistra): Istogramma con valori totali del bilancio energetico Qh e Qc diviso per mese

Fig. 10: Diagrammi a torta con l'incidenza delle dispersioni nel calcolo del fabbisogno invernale (a sinistra) e l'incidenza degli apporti nel calcolo del fabbisogno estivo (a sinistra).

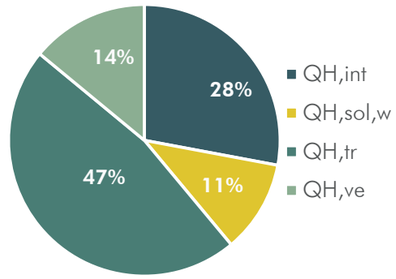
Fig. 11: Tabella riassuntiva di paragone tra i risultati ottenuti e i requisiti di legge.

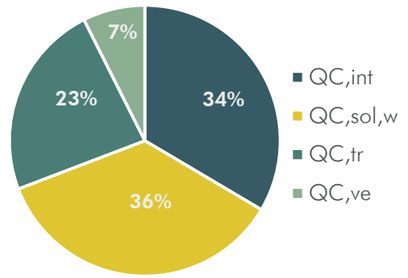
buone prestazioni energetiche (fig. 9).

In relazione alle voci di bilancio è possibile notare dai diagrammi a torta (fig.10), che la dispersione per trasmissione è la voce che incide maggiormente nel bilancio per il calcolo del fabbisogno invernale, anche se, grazie agli apporti interni è possibile controbilanciarla in buona parte. Nel bilancio per il fabbisogno estivo invece gli apporti influiscono per più di due terzi.

In conclusione è possibile affermare che i parametri e i requisiti di legge sono stati ampiamente rispettati, come riportato nelle tabelle (fig. 11).

Figura 10 e 11





EPH,nd [kWh/m²a]		EPC,nd [kWh/m²a]	
Progetto	Benchmark	Progetto	Benchmark
19,65	26,92	33,48	39,22

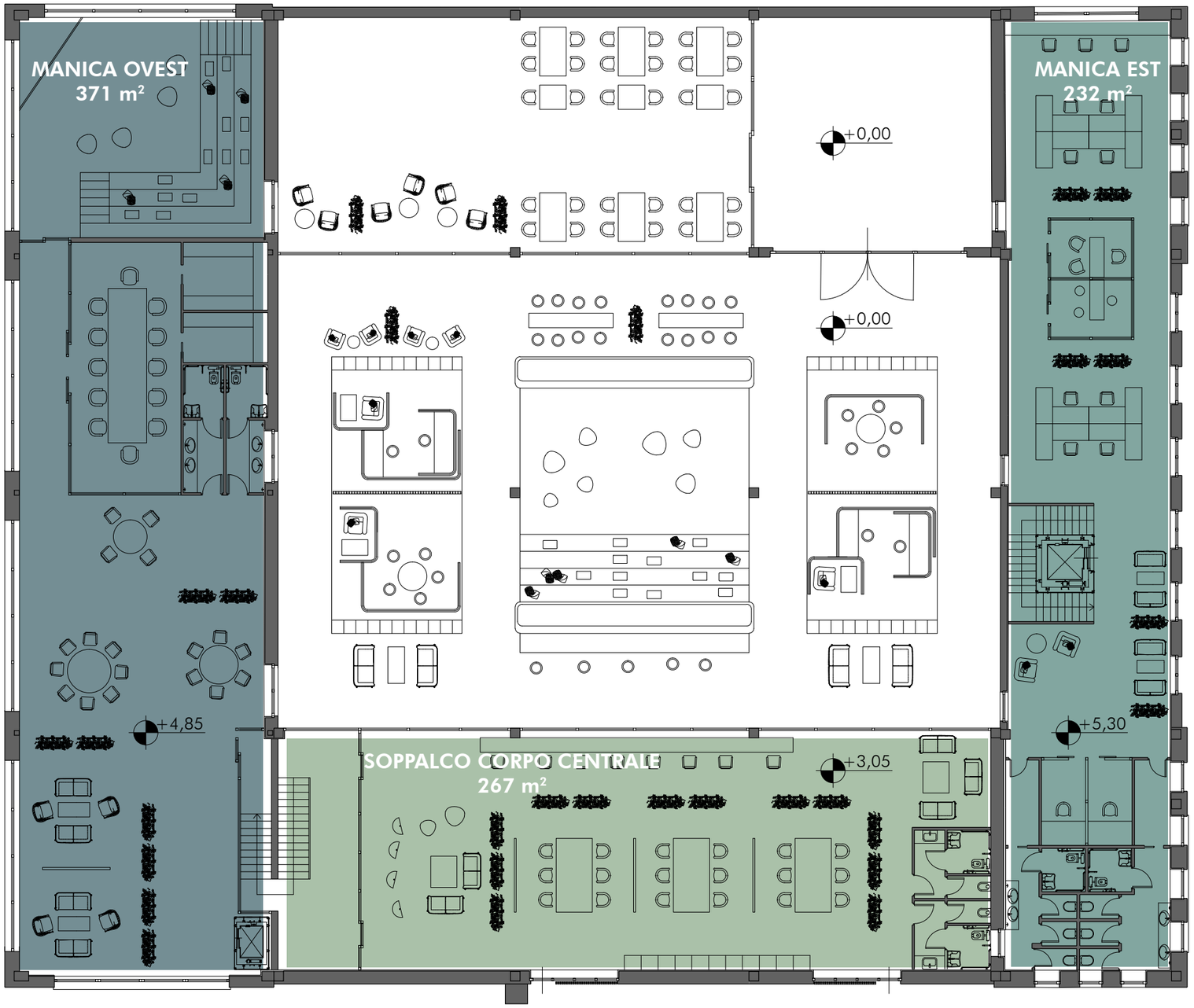
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$		H'_T [W/m²K]	
Progetto	Limite di legge	Progetto	Limite di legge
0,04	≥ 0,04	0,31	≥ 0,55

IL CALCOLO IMPIANTISTICO

Il dimensionamento impiantistico del progetto dell'ex CNMA è stato eseguito per il piano primo, interamente dedicato al piano uffici. Si sono tenuti in considerazione come zone termiche i tre ambienti creati dalle due maniche laterali e dal piano soppalcato a sud del corpo centrale (i calcoli sono riassunti nelle tabelle dalla 5 alla 8 in appendice).

Il carico termico invernale di progetto (sensibile)

Il carico termico invernale esprime la potenza massima richiesta all'impianto per bilanciare il carico termico disperdente. Si divide in quota sensibile e quota latente. La quota sensibile è data dagli apporti solari e da quelli degli occupanti, e dalle dispersioni termiche per trasmissione e di infiltrazione, e questo carico si ritiene essere globalmente uscente. Per il calcolo del carico termico invernale si progetto sensibile è stata utilizzata la norma UNI EN 12831, la quale fornisce un metodo di calcolo che considera il caso statisticamente più svantaggioso, per cui soltanto le dispersioni termiche, e di conseguenza nessun tipo di apporto, e la temperatura esterna statisticamente più svantaggiosa. Il calcolo messo a punto da questa norma è valido per edifici con altezza



interna inferiore ai 5 m, assumendo che siano in regime termico stazionario. La norma stabilisce inoltre, a seconda del tipo di locale, una temperatura interna di progetto, calcolata seguendo la norma EN ISO 7730 e i valori di PMV e PPD.

Le condizioni termoigrometriche interne di progetto stabilite sono T_i=20°C e U.R.$_i$=50%, mentre quelle esterne della città di Torino sono T_e=-8°C e U.R.$_e$=80%.

Il carico termico sensibile di progetto è quindi dato da tre componenti: **potenza dispersa per trasmissione, potenza dispersa per infiltrazione e potenza di ripresa.**

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{Rh,i}\ [W]$$

Dispersione termiche per trasmissione

Per il calcolo della dispersione termica per trasmissione è stato effettuato il prodotto tra la somma dei coefficienti di dispersione termica di progetto, espressi in W/K, e la differenza delle temperature di progetto interna ed esterna:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ig} + H_{T,ii}) \cdot (T_i - T_e)\ [W]$$

dove:

- $H_{T,ie}$ indica il coefficiente di dispersione termica per trasmissione da uno spazio interno riscaldato allo spazio esterno.
- $H_{T,iue}$ indica il coefficiente di dispersione termica per trasmissione da uno spazio interno riscaldato verso l'esterno attraverso uno spazio non riscaldato.
- $H_{T,ig}$ indica il coefficiente di dispersione termica per trasmissione dallo spazio interno riscaldato verso il terreno.
- $H_{T,ij}$ indica il coefficiente di dispersione termica per trasmissione da uno spazio interno riscaldato ad uno spazio interno riscaldato a una temperatura significativamente diversa.

Per quanto riguarda il progetto in questione è stato considerato solamente il coefficiente di dispersione termica $H_{T,ie}$, calcolato con la seguente formula:

$$H_{T,ie} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \times e_k + \Sigma_i \Psi_i \cdot l_i \cdot e_i\ [W/K]$$

dove e_k ed e_i sono fattori di correzione per l'esposizione, forniti dalla norma UNI EN 12831. Per quanto riguarda i valori di trasmittanza termica dell'involucro opaco e trasparente e i valori di trasmittanza termica lineica, sono stati calcolati secondo quanto spiegato nei capitoli precedenti.

Dispersioni termiche per infiltrazione

Per calcolare la dispersione termica per infiltrazione invece è stato moltiplicato il coefficiente di dispersione per ventilazione di progetto, espresso in W/K, e la differenza delle temperature di progetto interna ed esterna.

$$\Phi_{V,i} = H_{v,i} \cdot (T_i - T_e)\ [W]$$

Dove $H_{v,i}$ è il coefficiente di dispersione termica per ventilazione, calcolato con la seguente formula:

$$H_{v,i} = V_{inf,i} \cdot \rho \cdot Cp\ [W/K]$$

Con $V_{inf,i}$ si intende il flusso d'aria che si immette in ambiente attraverso le fessure e le giunzioni dell'involucro dell'edificio, calcolato con la seguente formula:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n50 \cdot e_i \cdot \varepsilon_i\ [m^3/h]$$

dove quindi n50 [h^{-1}] sta ad indicare i numeri di ricambi d'aria che si ottengono per differenza di pressione, e dipende dal tipo di costruzione e dalla qualità del serramento, in questo caso il valore considerato è uguale a 2. Il coefficiente ei invece dipende dalla tipologia di schermatura e dalla quantità di aperture presenti, in questo caso il valore considerato è 0,03. Invece εi è un fattore di correzione che tiene conto dell'altezza del locale riscaldato sopra al livello del terreno e il valore considerato è uguale a 1.

Potenza di ripresa

La potenza di ripresa è la potenza richiesta all'impianto per riportare la temperatura alla temperatura interna di progetto, dopo un periodo di inattività, in un determinato tempo. Di fatto quindi sta a indicare un sovradimensionamento dell'impianto per ripristinare, nel minor tempo possibile, la temperatura interna richiesta. La formula data per calcolare questa potenza è a seguente:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}\ [W]$$

dove il fattore di ripresa f_{RH} è dato dalla norma UNI EN 12831 la quale lo differenzia in base al residenziale e non residenziale. Nel caso dell'edificio in questione è stata considerata una durata di periodo di ripresa di 2 ore e un calo della temperatura di 2 K, considerando quindi fRH = 11 W/m^2.

Carico Termico di Progetto $\Phi_{HL,i}$

La quota sensibile del carico termico invernale di progetto sarà quindi data dalla somma delle tre potenze precedentemente calcolate e analizzate. La potenza che è risultata influire maggiormente sul

carico termico invernale di progetto è la dispersione per trasmissione.

Tra i tre ambienti analizzati quello che risulta con un carico termico di progetto maggiore per unità di superficie è la manica est, viceversa il minore per unità di superficie risulta essere il soppalco del corpo centrale. È bene precisare che però i valori si discostano di poco l'uno dall'altro (fig. 12 e 13).

Il carico termico invernale di Progetto (latente)

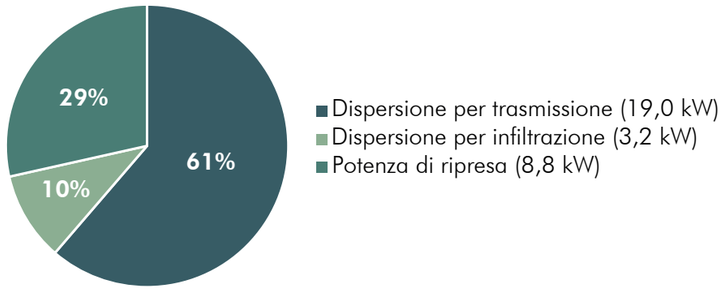
La quota latente del carico termico invernale di progetto è data dalla parte latente derivante dagli occupanti, dall'infiltrazione e dagli apparecchi. Questo carico è globalmente entrante.

$$\Phi_{Ti,l} = \Phi_{occ+app,l} - \Phi_{inf,l}\ [W]$$

Carico latente degli occupanti

La potenza latente degli occupanti pari a 40 W è stata definita in base

Figura 12 e 13



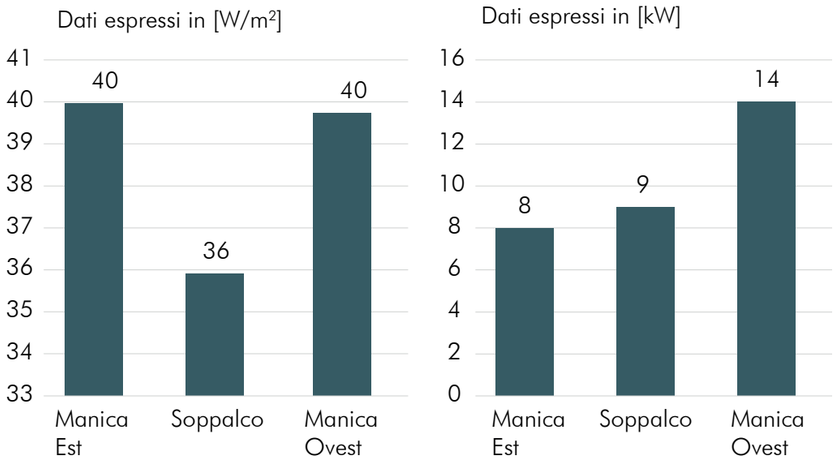


Fig. 12: Diagramma a torta con incidenza delle diverse dispersioni

Fig. 13: Istogrammi con valori di carico termico invernale in W/m² e kW per le tre zone termiche.

all'attività svolta dall'utente all'interno di un ambiente, considerato a una temperatura di 20°C.

Carico latente per infiltrazione

La dispersione termica per infiltrazione, oltre che la quota sensibile, comprende anche una quota latente la quale si calcola attraverso la seguente formula:

$$\Phi_{inf,l} = V_{inf,i} \cdot \rho \cdot (x_i - x_e) \cdot \Delta_{hvs}\ [W]$$

dove x_i e x_e sono stati ricavati dal diagramma ASHRAE (fig. 14 nella pagina successiva) e le condizioni esterne sono state ricavate tramite i dati climatici della città di Torino specificati inizialmente. Con Δ_{hvs} è stata invece intesa l'entalpia specifica del vapore surriscaldato, pari a 2500 kJ/kg.

Carico Termico di Progetto Φ_{LAT}

Considerando quindi che la quota latente degli occupanti è un apporto, mentre la quota dell'infiltrazione è una dispersione, la quota latente del carico termico invernale di progetto sarà data dalla sottrazione delle due potenze precedentemente calcolate e analizzate. La quota degli occupanti incide maggiormente rispetto alla dispersione (fig. 15).

Carico termico estivo di progetto (sensibile)

Il carico termico estivo esprime la potenza massima richiesta all'impianto per bilanciare il carico termico. Anch'esso si divide in quota sensibile e quota latente. La quota sensibile è data dagli apporti solari, degli occupanti, di infiltrazione e per trasmissione, e questo carico si ritiene essere globalmente entrante. Per determinare il carico termico estivo sensibile sono stati utilizzati i carichi di refrigerazione espressi in [W/m³] i quali dipendono dalla percentuale della superficie vetrata

Figura 15

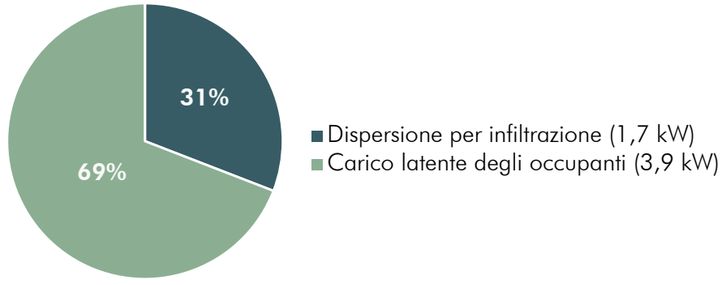


Fig. 15: Diagramma a torta con incidenza delle dispersioni per infiltrazione e del carico latente degli occupanti.

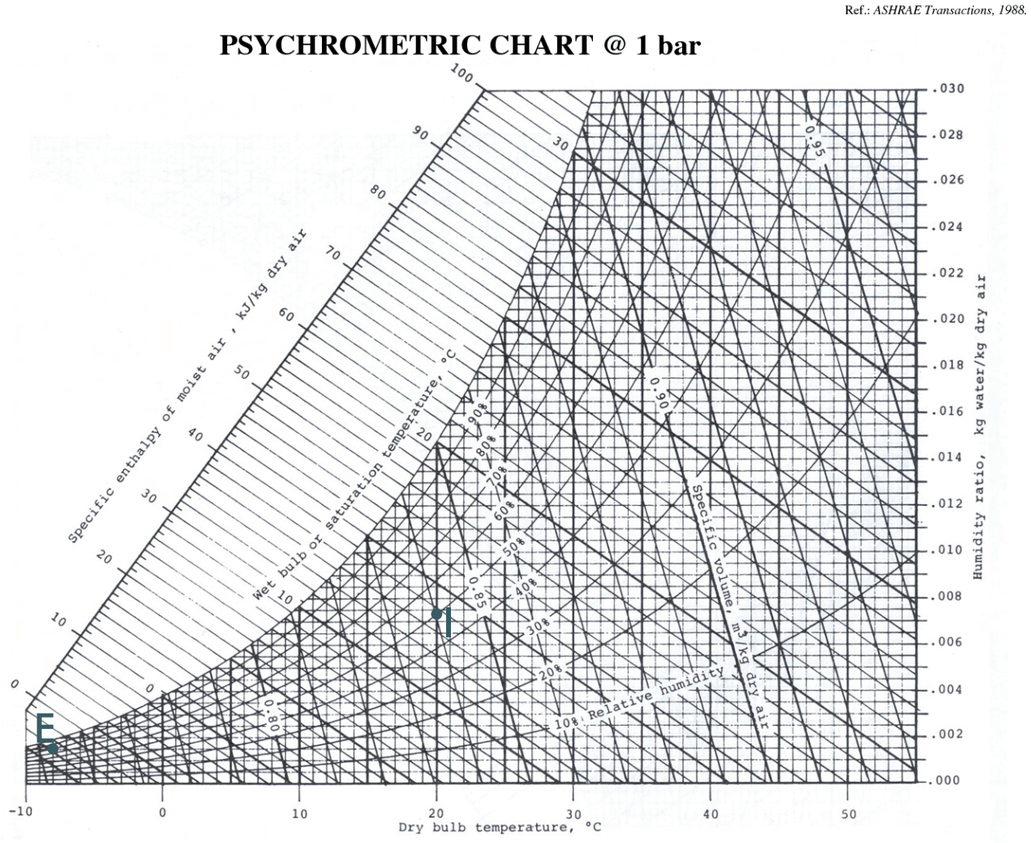


Fig. 14: Diagramma psicrometrico con le condizioni termoigrometriche esterne E e interne I, invernali.

in ambiente, dall'altezza della zona termica e dall'esposizione.

$\Phi_{Te,s}$ = (Carico Refrigerazione) · V_i [W]

Tra i tre ambienti analizzati quello che risulta con un carico termico di progetto maggiore per unità di superficie è la manica ovest, viceversa il minore per unità di superficie risulta essere la manica est (fig. 16) A differenza dei carichi invernali i valori si discostano notevolmente l'uno dall'altro. Il fatto che la manica ovest necessita di maggiore raffrescamento, porterà ad avere impianti con una maggiore potenza rispetto alle altre due zone termiche considerate.

Carico termico estivo di progetto (latente)

La quota latente del carico termico estivo di progetto è data dalla parte latente degli apporti degli occupanti, dall'infiltrazione e dagli apparecchi. Questo carico è globalmente entrante.

$$\Phi_{Ti,l} = \Phi_{occ+app,l} + \Phi_{inf,l}\ [W]$$

Carico latente degli occupanti

La potenza latente degli occupanti pari a 70 W è stata definita in base all'attività svolta dall'utente all'interno di un ambiente, considerato a una temperatura di 26°C.

Carico latente per infiltrazione

La quota latente per infiltrazione è stata calcolata attraverso la seguente formula:

$$\Phi_{inf,l} = V_{inf,i} \cdot \rho \cdot (x_e - x_i) \cdot \Delta_{hvs}\ [W]$$

dove x_i e x_e sono stati ricavati dal

Figura 16

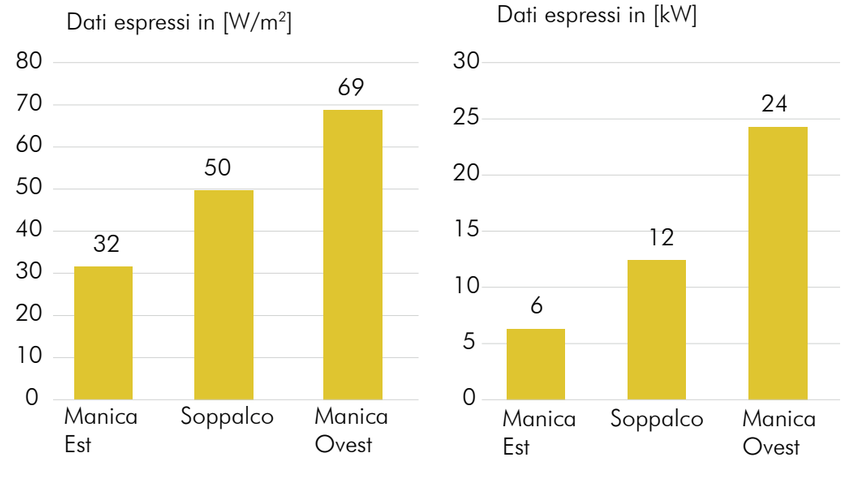


Fig. 16: Istogrammi con valori di carico termico estivo in W/m² e kW per le tre zone termiche.

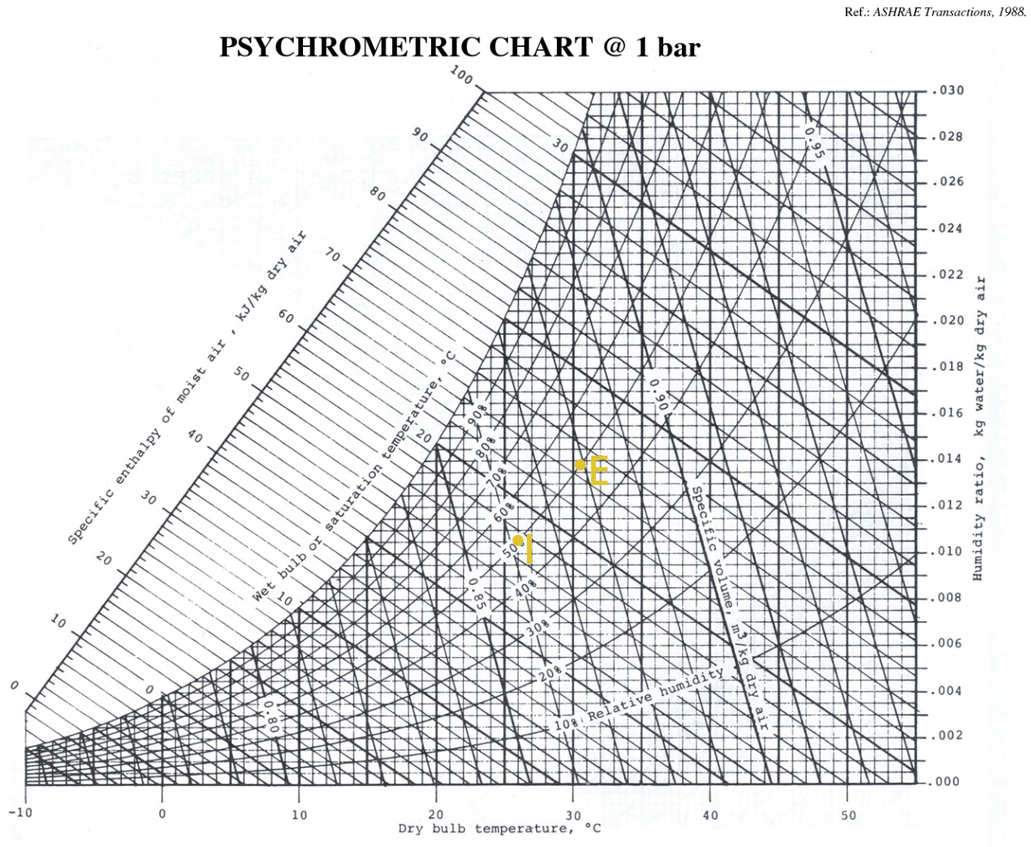


Fig. 17: Diagramma psicrometrico con le condizioni termoigrometriche esterne E e interne I, estive.

diagramma ASHRAE (fig. 17) e le condizioni esterne sono state ricavate tramite i dati climatici della città di Torino specificati inizialmente. Con Δ_{hvs} è stata invece intesa l'entalpia specifica del vapore surriscaldato, pari a 2500 kJ/kg.

Carico Termico di Progetto Φ_{LAT}

Considerando quindi la quota latente degli occupanti e la quota dell'infiltrazione entrambi come apporti, la quota latente del carico termico estiva di progetto sarà data dalla somma delle due potenze precedentemente calcolate e analizzate (fig. 18). In generale l'apporto degli occupanti influisce maggiormente.

Portata d'aria esterna

Per il controllo della qualità dell'ambiente interno si è fatto riferimento alla norma UNI 10339, che definisce un'immissione di aria esterna per ogni destinazione d'uso, in base al numero di persone o alla superficie o al volume dell'ambiente. Per determinare la portata d'aria da immettere in ambiente si è considerata quindi la destinazione d'uso a "edifici per uffici e assimilabili", arrivando ad avere una Q_{op} pari a 11x10-3 m^3/s per persona. La portata massica d'aria esterna ($\dot{m}_{ae}$) da immettere è stata calcolata moltiplicando la Q_{op} per il numero di occupanti presenti in ambiente e la densità dell'aria (ρ=1,225 kg/m^3).

$$\dot{m}_{ae} = Q_{op} \cdot n_{occ} \cdot \rho \ [kg/s]$$

Il numero di occupanti è stato definito secondo gli indici di affollamento forniti dalla norma UNI 10339. Nel caso di uffici open space l'indice di affollamento ns per ogni metro quadro di superficie è pari a 0,12. La portata d'aria ottenuta per gli ambienti ad ufficio è maggiore nella manica ovest, poiché può contenere il maggior numero di persone. Per la manica est il valore di portata d'aria esterna necessaria

Figura 18

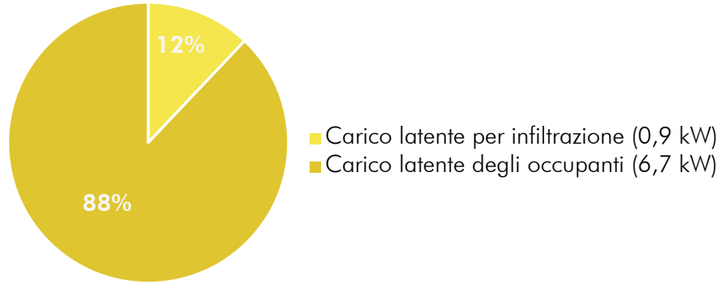


Fig. 18: Diagramma a torta con incidenza delle dispersioni per infiltrazione e del carico latente degli occupanti.

è pari a 0,32 kg/s (24 occupanti), per il soppalco della manica centrale è pari a 0,40 kg/s (30 occupanti) e infine per la manica 0,57 kg/s (42 occupanti).

Per quanto riguarda gli ambienti destinati a servizio igienico, la norma prevede un valore standard di estrazione sia per gli edifici residenziali che per gli edifici non residenziali. In questo caso specifico il valore utilizzato è stato 0,0022 vol/s.

Bilancio di massa di vapore in ambiente in condizioni invernali e in condizioni estive

Il bilancio di massa di vapore permette di determinare le condizioni di titolo x_s dell'aria di immissione (supply) in ambiente. Il bilancio viene espresso attraverso la seguente:

$$\dot{m}_{aexs} + \dot{m}_{v,netta} = \dot{m}_{aexi} \rightarrow x_s = x_i - (\dot{m}_{v,netta}/\dot{m}_{ae}) \; [kg_v/kg_a]$$

dove in condizioni invernali:

$$\dot{m}_{v,netta} = \dot{m}_{v,occ} - \dot{m}_{v,inf} \; [kg/s]$$

mentre in condizioni estive:

$$\dot{m}_{v,netta} = \dot{m}_{v,occ} + \dot{m}_{v,inf} \; [kg/s]$$

La portata massica di vapore è globalmente entrante sia d'inverno che d'estate (fig. 19).

Schema d'impianto

Con lo schema d'impianto riportato in seguito si vogliono indicare i sistemi tecnologici scelti e utilizzati per il funzionamento di riscaldamento e raffrescamento all'interno dell'edificio in questione.

Partendo dalla possibilità di usufruire del teleriscaldamento presente in tutta Mirafiori e in buona parte della città di Torino, si è deciso di utilizzarlo in modo da alimentare, in situazione invernale, attraverso uno scambiatore di calore, i terminali idronici e le batterie dell'unità di trattamento dell'aria di pre e post riscaldamento. Inoltre è prevista una pompa di calore invertibile che servirà in estate per alimentare i terminali idronici per il raffrescamento e la batteria di raffreddamento dell'unità di trattamento dell'aria. I terminali idronici previsti nel progetto sono le travi fredde attive per la manica est e la manica ovest, mentre per il soppalco del corpo centrale, a causa della conformità geometrica, la

Figura 19

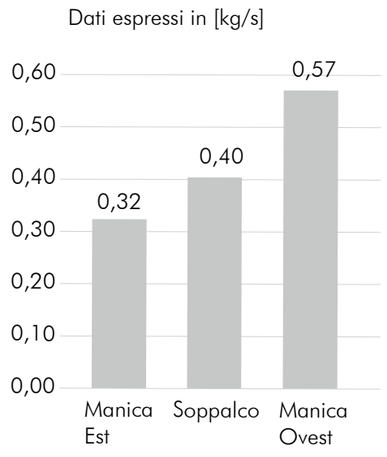


Fig. 19: Istogramma rappresentativo della portata d'aria esterna per zona termica.

scelta è ricaduta sui ventilconvettori.

Si prevede inoltre l'installazione di pannelli fotovoltaici sulla copertura a shed.

Unità di Trattamento dell'Aria (UTA)

La UTA, utilizzata per il controllo della qualità dell'aria dell'ambiente interno, sia in inverno che in estate non contribuisce a bilanciare i carichi sensibili, ma bilancia i carichi latenti dell'ambiente, quindi l'aria immessa ha la stessa temperatura dell'aria ambiente, mentre viene posta un'umidità specifica pari a quella calcolata precedentemente attraverso i bilanci di massa di vapore.

$$\Phi_{UTA,S} = \dot{m}_{ae} \, C_p \, (T_s - T_i) \; [W] \rightarrow T_s = T_i \rightarrow \Phi_{UTA,S} = 0 \; W \; (Inverno)$$

$$\Phi_{UTA,S} = \dot{m}_{ae} \, C_p \, (T_i - T_s) \; [W] \rightarrow T_s = T_i \rightarrow \Phi_{UTA,S} = 0 \; W \; (Estate)$$

Quindi il carico termico di progetto sensibile verrà bilanciato interamente dal terminale idronico.

Il carico latente è invece dato da

$$\Phi_{UTA,l} = \dot{m}_{ae} \, (x_i - x_s) \, \Delta_{hvs} \; [W]$$

In inverno:

- Manica est: $x_s = 0{,}0064 \; kg_v/kg_a \rightarrow \Phi_{UTA,L} = 0{,}62$ kW
- Soppalco corpo centrale: $x_s = 0{,}0066 \; kg_v/kg_a \rightarrow \Phi_{UTA,L} = 0{,}64$ kW
- Manica ovest: $x_s = 0{,}0066 \; kg_v/kg_a \rightarrow \Phi_{UTA,L} = 0{,}92$ kW

In estate:

- Manica est: $x_s = 0{,}0082 \; kg_v/kg_a \rightarrow \Phi_{UTA,L} = 1{,}84$ kW
- Soppalco corpo centrale: $x_s = 0{,}0081 \; kg_v/kg_a \rightarrow \Phi_{UTA,L} = 2{,}38$ kW
- Manica ovest: $x_s = 0{,}0081 \; kg_v/kg_a \rightarrow \Phi_{UTA,L} = 3{,}36$ kW

Per il dimensionamento dell'UTA è stato utilizzato il valore della portata volumetrica dell'aria esterna ($\dot{V}$) da immettere in ambiente [m^3/h].

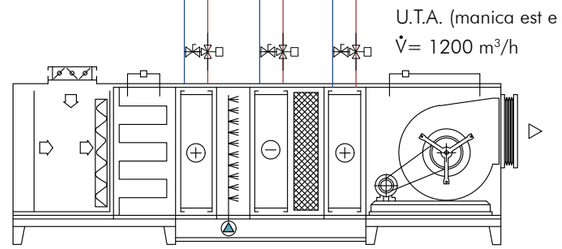
Si è scelto di disporre di un'U.T.A. per ognuna dei tre ambienti considerati e con i valori di portata volumetrica calcolata è stata dimensionata l'unità di trattamento dell'aria. La capacità necessaria della U.T.A. della manica est è 950 m^3/h, per il soppalco è 1188 m^3/h, mentre per la manica ovest è 1678 m^3/h. La collocazione delle U.T.A. della manica est e del soppalco è sulla copertura della manica est, mentre per l'altra manica sulla copertura della stessa.

Dimensionamento batterie di scambio termico

Per il dimensionamento delle batterie di pre riscaldamento e post riscaldamento attive in stagione invernale nell'unità di trattamento dell'aria, ci si affida

LEGENDA:

- Valvola a tre vie motorizzata
- Valvola di taratura
- Valvola di non ritorno (il senso della freccia indica il verso del fluido)
- Elettropompa
- Valvola a due vie
- Valvola di by pass differenziale
- Termometro
- Valvola di intercettazione
- Mandata
- Ritorno
- Collettore
- Interruttore



U.T.A. (manica est e soppalco)
$\dot{V}$= 1200 m³/h

U.T.A. (manica ovest)
$\dot{V}$= 1700 m³/h

ZONA TERMICA

UTENZE

Travi fredde attive (manica est)
Potenza frigorifera= 1,25 kW
Potenza termica= 1,49 kW

Ventilconvettore (soppalco)
Potenza frigorifera= 1,97 kW
Potenza termica= 1,96 kW

Travi fredde attive (manica ovest)
Potenza frigorifera= 1,00 kW
Potenza termica= 2,02 kW

Gruppo di distribuzione diretta

Scambiatore di calore

Teleriscaldamento

Pompa di calore
49,6 kW (manica est + soppalco)
42,1 kW (manica ovest)

Quadro generale

Contatore impianto

RETE ELETTRICA

Contatore bidirezionale

Inverter

Sezionatore

Fotovoltaico
Potenza 400 W

alle trasformazioni dell'aria umida. È stata considerata una condizione climatica esterna, come specificato precedentemente, pari a -8°C e con 80% di umidità relativa, mentre si vuole mantenere una condizione di comfort termico interno pari a 20°C con un'umidità relativa pari a 50%. Quindi la temperatura di immissione (T_s) sarà pari alla temperatura interna (T_i) in quanto l'unità di trattamento aria non bilancia il carico sensibile e si è posto il titolo pari a quella di supply calcolata precedentemente.
La trasformazione comporta una fase di pre riscaldamento dalle condizioni del punto E fino al punto A lungo le isotitolo, successivamente vi è la fase di umidificazione, che si avrà muovendosi lungo le isoentalpiche fino ad arrivare alla curva di saturazione, formando il punto B, e infine la fase di post riscaldamento dal punto B fino al punto S, muovendosi lungo la isotitolo. Per ognuna delle U.T.A. è stato eseguita la trasformazione sul diagramma psicrometrico. Per quanto riguarda la manica ovest e il soppalco, dato che precedentemente sono state ottenuti gli stessi titolo, ci si è affidato allo stesso (fig. 20 e 21).
Una volta individuati i punti sul diagramma psicrometrico, si fa riferimento ai bilanci di energia (fig.22).

Per la fase di preriscaldamento:

$$\dot{m}_{ae}\, h_e + Q_{pre} = \dot{m}_{ae}\, h_a$$

$$Q_{pre} = \dot{m}_{ae}(h_a - h_e)$$

Per la fase di post riscaldamento:

$$\dot{m}_{ae}\, h_b + Qpost = \dot{m}_{ae}\, h_s$$

$$Q_{post} = \dot{m}_{ae}(h_s - h_b)$$

Per il dimensionamento delle batterie di raffreddamento e post riscaldamento attive in stagione estiva nell'unità di trattamento dell'aria, ci si affida nuovamente alle trasformazioni dell'aria umida. Si considerata in questo caso una condizione climatica esterna, come specificato precedentemente, pari a 30,5°C e con 50% di umidità relativa, mentre si vuole mantenere una condizione di comfort termico interno pari a 26°C con un'umidità relativa pari a 50%. Quindi la temperatura di immissione (T_s) sarà pari alla temperatura interna (T_i), in quanto l'unità di trattamento aria non bilancia il carico sensibile e si è posto il titolo pari a quella di supply calcolata precedentemente.
La trasformazione comporta una fase di Raffreddamento dalle condizioni del punto E fino al punto A' lungo le isotitolo, successivamente ci sarà una fase di deumidificazione, muovendosi lungo la isoentalpica fino alla curva di saturazione, formando il punto A, e infine la fase di post riscaldamento dal punto A fino al punto S, muovendosi nuovamente lungo la isotitolo (fig. 23 e 24).
Per ognuna delle U.T.A. è stato eseguita la trasformazione sul

Ref.: *ASHRAE Transactions, 1988.*

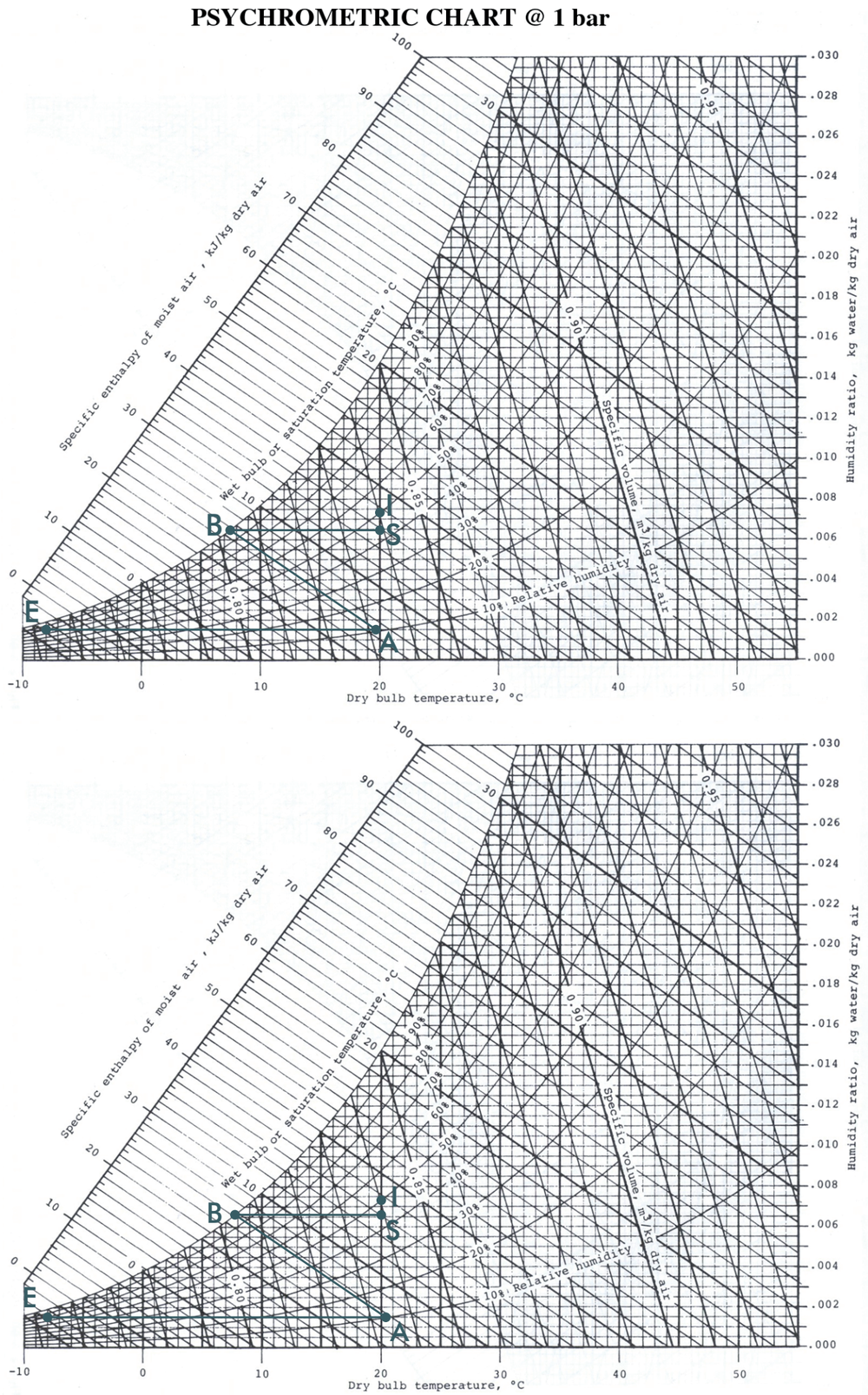


Fig. 20 (in alto a desta): Diagramma psicrometrico con trasformazione dell'aria umida, considerando la zona termica della manica est, in condizioni invernali.
Fig. 21: (in basso a destra) Diagramma psicrometrico con trasformazione dell'aria umida, considerando la zona termica della manica ovest e del soppalco, in condizioni invernali.

diagramma psicrometrico. Per quanto riguarda la manica ovest e il soppalco, dato che precedentemente sono state ottenuti gli stessi titolo, ci si è affidato allo stesso.
Una volta individuati i punti sul diagramma psicrometrico, si fa riferimento ai bilanci di energia (fig.25).

Per la fase di raffreddamento:

$$\dot{m}_{ae}\, h_e + Q_{raff} = \dot{m}_{ae}\, h_a$$
$$Q_{raff} = \dot{m}_{ae}\,(h_e - h_a)$$

Per la fase di post riscaldamento:

$$\dot{m}_{ae}\, h_a + Q_{post} = \dot{m}_{ae}\, h_s$$
$$Q_{post} = \dot{m}_{ae}(h_s - h_a)$$

Figura 22

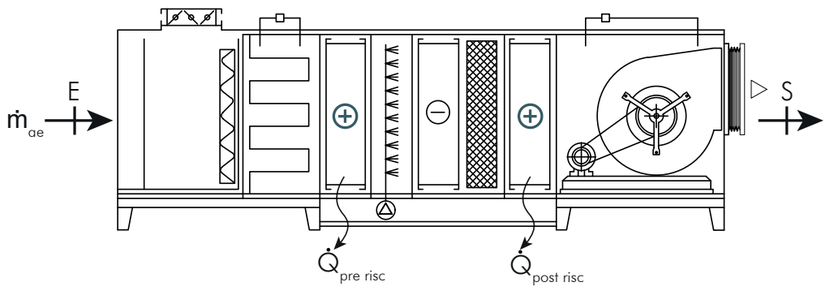
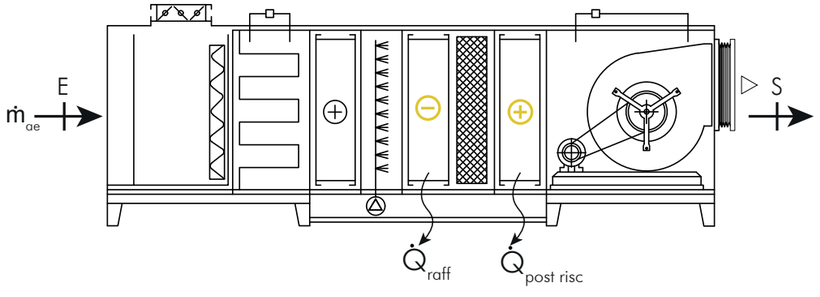


Figura 25



Dimensionamento canali

I canali necessari al trasferimento dell'aria dall'UTA all'ambiente interno si dividono in principali, secondari e terziari e la loro dimensione varia a seconda della portata volumetrica dell'aria e dalla velocità a cui l'aria viene trasportata al loro interno. La velocità stabilita per il dimensionamento dei canali principali e secondari è 3 m/s, mentre per i terziari scende a 2 m/s. Il canale principale trasporta la portata d'aria necessaria per l'ambiente open space e per i servizi igienici ed è il collegamento diretto con l'unità trattamento aria.

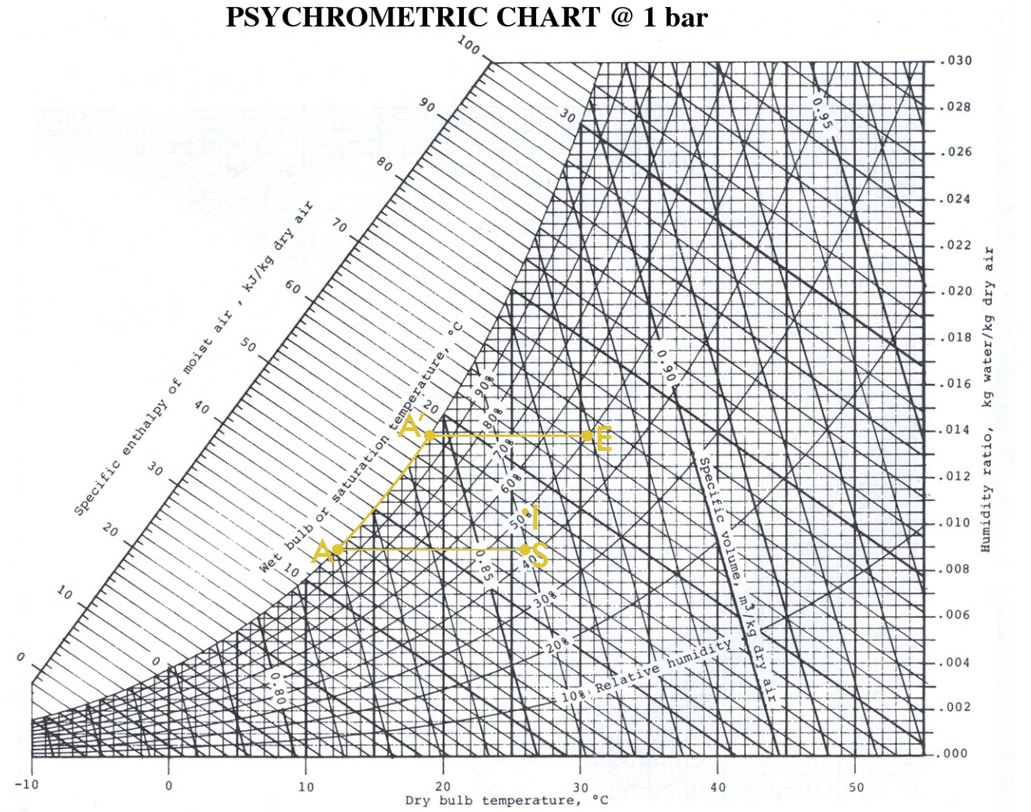
Fig 22: Disegno del funzionamento delle batteria dell'UTA, in condizioni invernali.

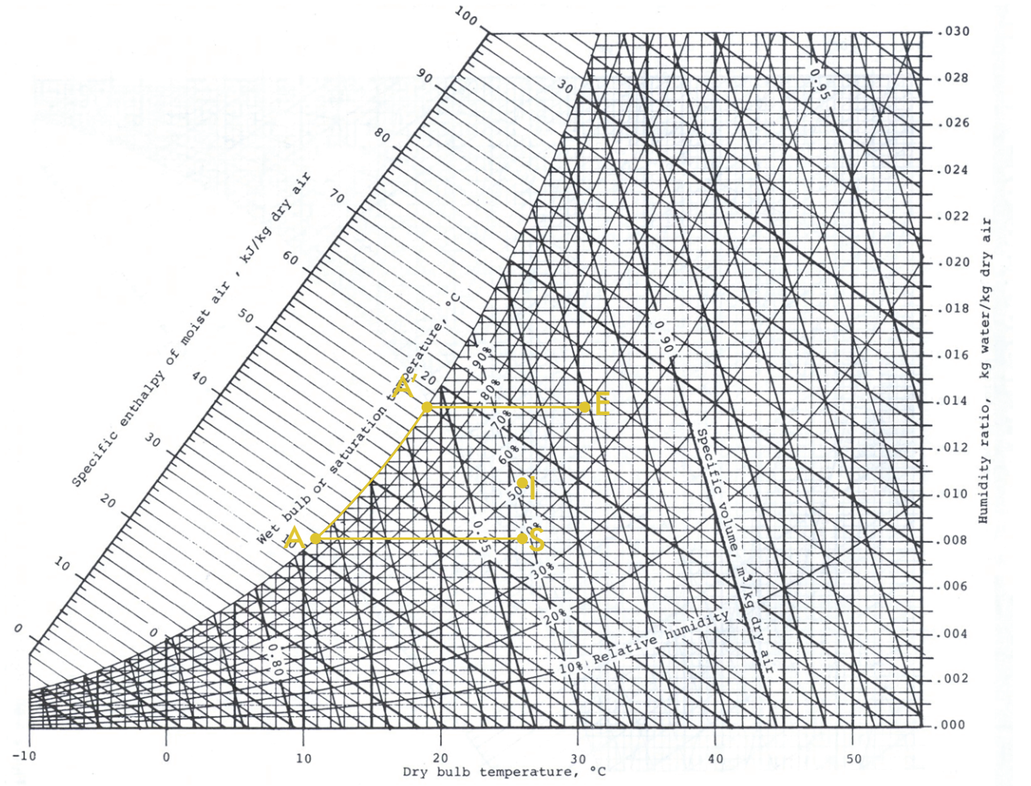
Fig. 23: (pagina successiva in alto) Diagramma psicrometrico con trasformazione dell'aria umida, considerando la zona termica della manica est, in condizioni estive.

Fig. 24: (pagina successiva in basso) Diagramma psicrometrico con trasformazione dell'aria umida, considerando la zona termica della manica ovest e del soppalco, in condizioni estive.

Fig. 25: Disegno del funzionamento delle batteria dell'UTA, in condizioni estive.

Ref.: *ASHRAE Transactions, 1988.*





Da esso si diramano i canali che portano ai due ambienti citati prima. Per quanto riguarda il canale open space delle maniche est e ovest, il canale secondario corre su tutta la lunghezza e da cui si diramano i canali terziari, ai quali sono collegate le travi fredde attive, che fungono sia da terminale idronico che da diffusore di aria primaria. Come già accennato, diversa è la soluzione per il soppalco della manica centrale e la scelta per la diffusione di aria di mandata è ricaduta sul canale microforato.

I canali secondari della manica est hanno un diametro di 355 mm, quelli della manica ovest 450 mm, mentre i canali terziari hanno un diametro di 100 mm. Per quanto riguarda il canale microforato del soppalco del corpo centrale il diametro è pari a 400 mm.

Per quanto riguarda la ripresa nelle maniche est e ovest è stato previsto il passaggio dei canali nel pavimento galleggiante, ad eccezione dei locali di servizio igienico. La ripresa dell'aria esausta nell'ambiente ad ufficio avviene tramite griglie di ripresa a pavimento di dimensione 300x100 mm. I canali hanno sezione rettangolare e hanno dimensione 150x600 mm nella manica est e 250x750 mm nella manica ovest.

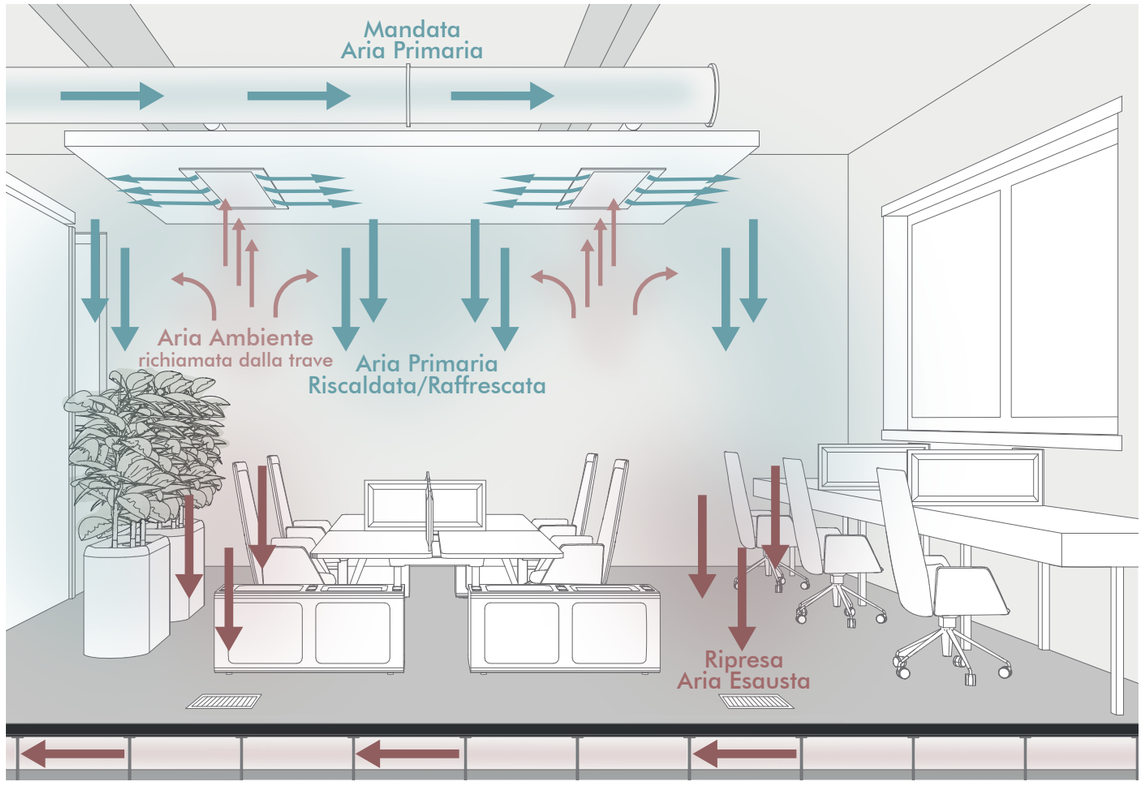


Fig. 26: Schema del flusso dell'aria di mandata e ripresa della manica est e ovest, con funzionamento della trave fredda.

Travi fredde attive

Il terminale idronico scelto per le due maniche laterali è la trave fredda attiva, tipo LINDAB, alimentata in inverno dal teleriscaldamento e in estate dalla pompa di calore. La scelta è stata dettata principalmente dalla ricerca della flessibilità, ma ciò ha portato ad ulteriori vantaggi. Innanzitutto l'installazione a soffitto permette di non diminuire superficie utile e di non andare a restringere ulteriormente degli spazi già di per sé stretti e lunghi. Inoltre le travi fredde funzionano sia da terminale aeraulico che idronico. Gestiscono direttamente il carico sensibile dell'ambiente, ma permettono l'immissione di aria primaria la quale, grazie all'impianto aeraulico, gestisce il carico latente. Fondandosi sul principio di induzione, l'aria primaria proveniente dall'unità trattamento aria che esce dagli ugelli, richiama l'aria ambiente, la quale attraverso le batterie di scambio termico, si raffredda o si riscalda.

Il dimensionamento di questo terminale aria-acqua ha tenuto conto della portata d'aria, del carico termico sensibile invernale e estivo. Nella manica est sono state posizionate 8 travi di 2 metri di lunghezza, ognuna avente potenza termica pari a 1,2 W e potenza frigorifera pari a 1,5 W. Nella manica ovest invece sono stati posizionati 20 travi fredde di lunghezza pari a 1,8 m, con potenza termica pari a 1 W e potenza frigorifera pari a 2 W.

Ventilconvettori

Nell'ambiente del soppalco della zona centrale è stato necessario scegliere un altro tipo di terminale ad acqua, ovvero il ventilconvettore, che permette sia il riscaldamento che il raffrescamento e, come la trave fredda attiva, viene alimentata in inverno dal teleriscaldamento e in estate dalla pompa di calore. Il numero di ventilconvettore posizionati è pari a 7 e sono stati collocati solamente sul lato della parete esterna a sud poiché sul lato opposto è presente la vetrata che affaccia sullo spazio centrale a tutt'altezza. Il terminale è stato dimensionato tenendo conto del carico sensibile invernale ed estivo necessario e ogni terminale ha potenza termica pari a 1,96 W e potenza frigorifera di 1,97 W.

Pompa di calore

La pompa di calore nell'impianto in analisi serve per alimentare in estate la batteria di raffreddamento delle UTA, le travi fredde attive e i ventilconvettori. Sono state dimensionate due pompe di calore: una per alimentare le batterie di raffreddamento delle due UTA e i terminali, rispettivamente della manica est e del soppalco del corpo centrale, l'altra per alimentare la

batteria dell'unità trattamento aria e le travi fredde della manica ovest. La prima ha una potenza frigorifera pari a 49,6 kW, mentre la seconda di 42,1 kW.

Fotovoltaico

Per questo progetto è prevista inoltre l'installazione di pannelli fotovoltaici. Per il dimensionamento e il calcolo della potenza elettrico è stato fatto riferimento all'Allegato 3 (Art. 11, comma 1) del D.Lgs. 28/2011. *"Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula: P = 1/K * S"*

Con S si intende la superficie in m^2, mentre K è un coefficiente (m^2/kW) che dal 2017 assume il valore di 50.

Il risultato è che la potenza richiesta in questo progetto è di 56,5 kW e il numero di pannelli necessari è pari a 142 con una potenza di 0,4 kW.

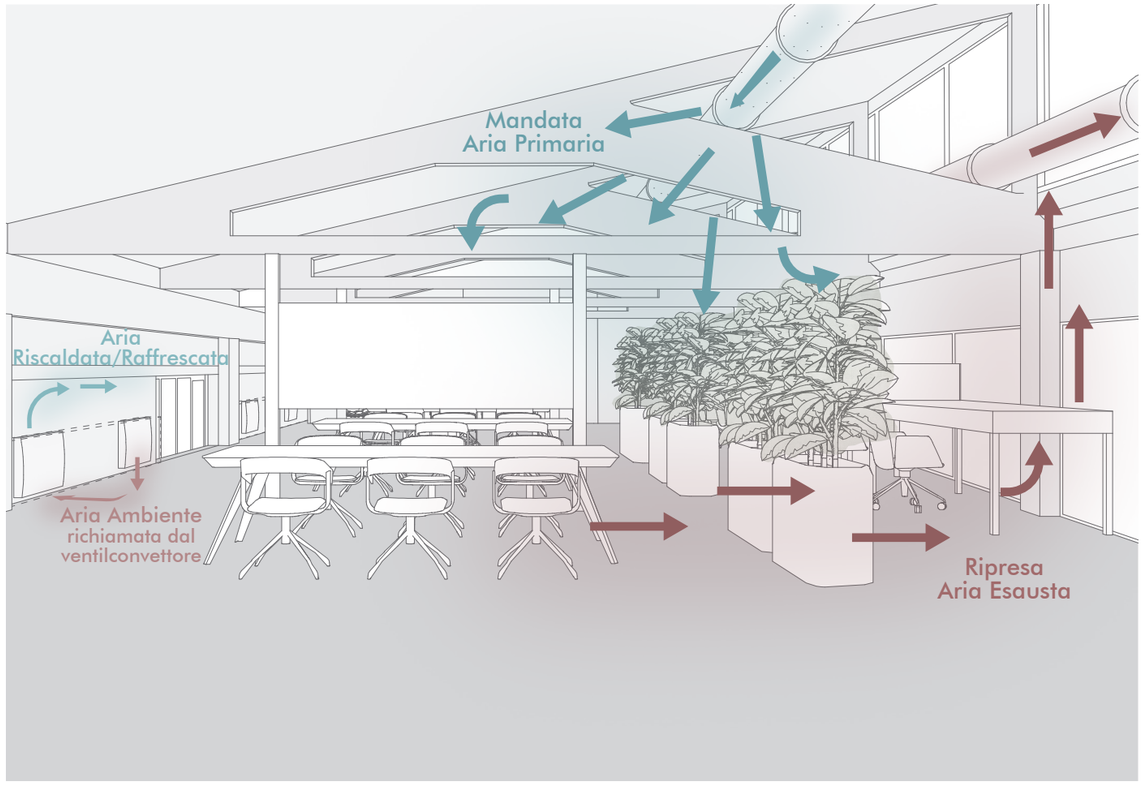


Fig. 27: Schema del flusso dell'aria di mandata e ripresa del soppalco del corpo centrale (manica sud), con funzionamento del ventilconvettore.

Travi fredde attive
Ø250
250x750
Ø450
Ø100
Travi fredde attive
Ø100
Ø355
150x600
Ø355
Ø400
Ø400
Ø200
Ø180
Ø280
Ventilconvettori
Canale di ripresa
Canale di mandata
0 1 5 m

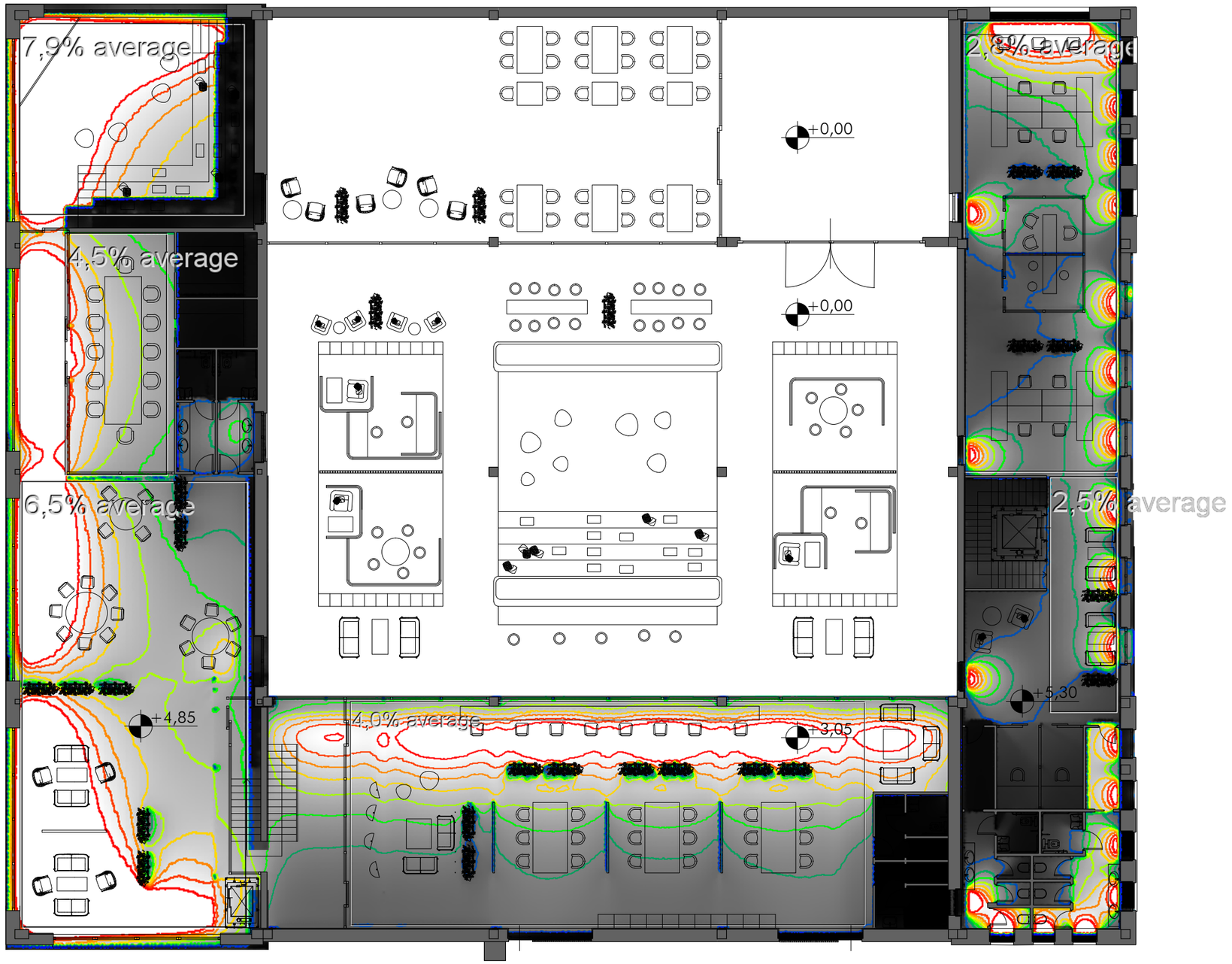
L'ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI

La luce naturale

Per il calcolo della luce naturale si è proceduto con la verifica del Fattore Medio di Luce Diurna FLDm, utilizzando il software VELUX, e sono stati considerati il piano primo della manica est e ovest e il soppalco presente nella parte a sud del corpo centrale. Per procedere con il calcolo tramite software devono essere assegnati i materiali, localizzare e orientare l'edificio in questione e infine impostare la superficie di calcolo orizzontale a 85 cm dal pavimento, considerata come altezza del piano di lavoro. Il software fornirà l'output richiesto e nel caso del VOV102 è possibile notare delle notevoli differenze tra gli ambienti considerati, anche se tutti rispettano il limite imposto dal D.M. 5 luglio 1975, il quale stabilisce che nei locali con destinazione d'uso a ufficio deve essere garantito un fattore medio di luce diurna maggiore dell'1%.

La manica est è risultato essere l'ambiente meno illuminato, questo dovuto al fatto che sono presenti la maggior parte delle aperture collocate sul lato est e alcune caratterizzate da un notevole incasso dovuta alla parete massiva. Il valore di FLDm supera abbondantemente il 2%.

Il soppalco presente nella manica

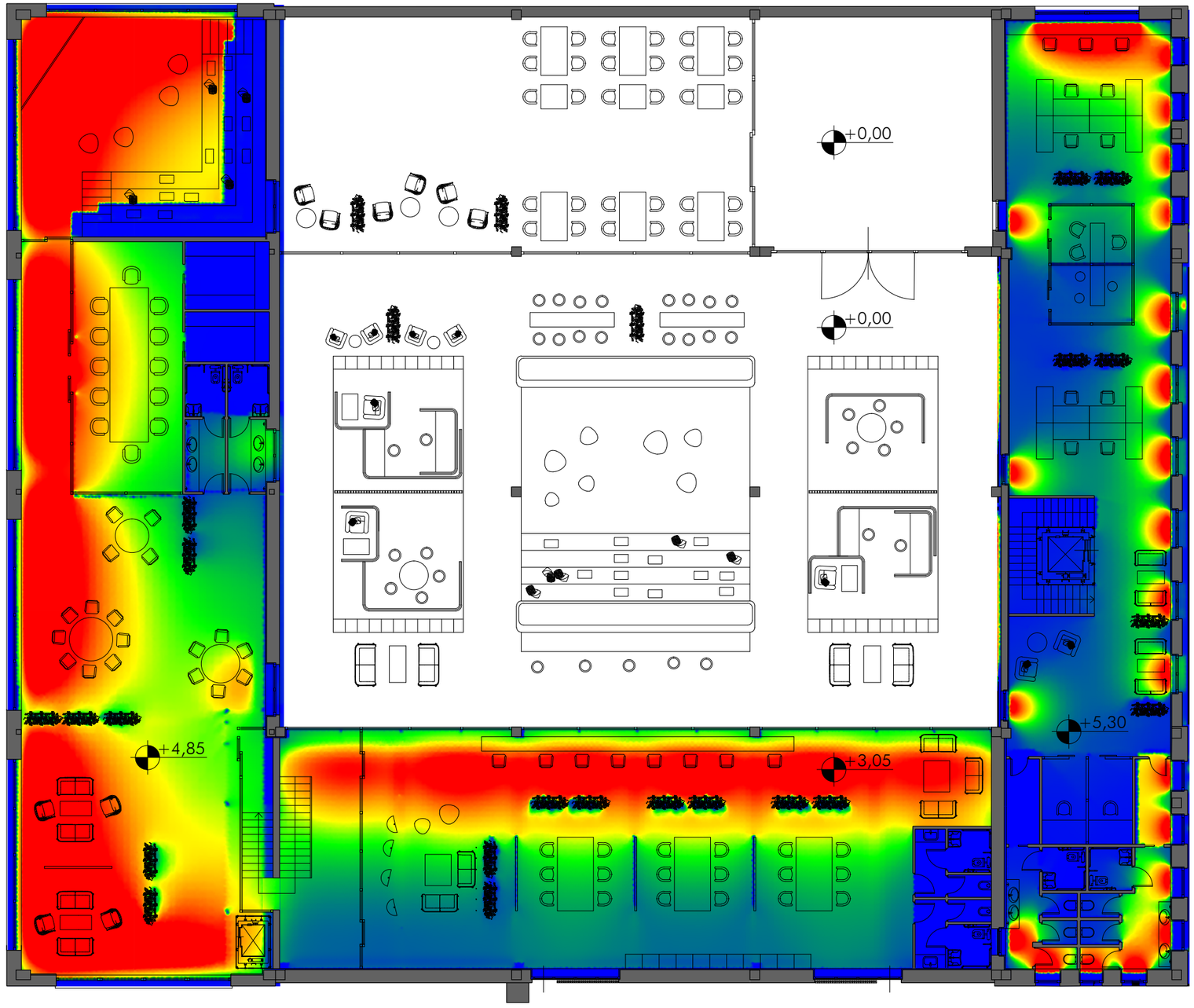


centrale risulta essere illuminato maggiormente nella parte nord dell'ambiente, dovuto alla presenza delle aperture della copertura a shed che corre per tutta la lunghezza. In più la medesima zona riceve, pur avendo una bassa incidenza, della luce riflessa nello spazio centrale, data la presenza della vetrata che divide l'ambiente dall'area centrale a tutt'altezza. La zona opposta dell'ambiente, è diviso dall'ambiente esterno dalla facciata sud dell'edificio che presenta poca superficie vetrata al piano del soppalco, poiché le aperture trasparenti sono maggiormente concentrate al primo piano. Il valore di FLDm arriva a toccare il 4% e risulta maggiore della manica est.

Il primo piano della manica ovest invece presenta una maggior superficie trasparente, rispetto agli altri ambienti, poiché si caratterizza per le lunghe finestre a nastro. Questo fa sì che tutto il piano risulta notevolmente illuminato. Il valore di FLDm nella zona di lavoro supera il 6%, mentre la sala riunioni supera il 4% e la sala conferenza arriva quasi all'8%.

Per garantire che la norma sia verificata però bisogna procedere con il calcolo manuale, affidandosi alla seguente formula:

$FLDm = (Af \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \psi) / [Atot\ (1-r_m)]$



La manica est è stata suddivisa in due zone, la prima costituirebbe la parte a nord dell'ascensore, in cui si concentrano le postazioni e le sale riunioni informali, mentre la seconda è la zona relax frontale all'ascensore. Nel caso della prima zona analizzata della manica est (area uffici e sale riunioni informali) sono stati considerati i seguenti dati per i componenti finestrati:

MANICA EST (zona nord)						
	A_w[m^2]	A_g [m^2]	n°	t	ψ	ε
N	8,85	7,09	1	0,76	1	0,5
E	2,21	1,58	4	0,76	0,65	0,5
E	3,04	2,08	3	0,76	0,91	0,5
O	1,56	1,05	2	0,76	0,75	0,47

I fattori finestra ε sono stati tutti considerati con valore pari a 0,5 (caso di finestre verticali senza ostruzione), ad eccezione di quelle che affacciano sugli shed del corpo centrale, poiché la manica opposta costituisce un'ostruzione. Il valore del fattore finestra è stato calcolato con la seguente formula:

$$\varepsilon = (1 - \text{sen } \gamma) / 2$$

I fattori di riduzione del fattore finestra ψ sono stati calcolati tramite grafico.
Le riflessioni delle superfici che compongono l'ambiente sono stati considerati i seguenti valori:

- pareti e soffitto bianchi ρ = 0,8
- pareti dalla sfumatura verde-turchese ρ = 0,3
- pareti vetrate interne ρ = 0,07
- pavimento in legno ρ = 0,3
- componente finestrato ρ = 0,13

Il valore di FLDm calcolato risulta essere leggermente maggiore rispetto al risultato ottenuto sul software VELUX: 2,9%.

Nel caso della seconda zona analizzata della manica est (area relax) sono stati considerati invece i seguenti dati per i componenti finestrati:

MANICA EST (area relax)						
	A_w[m^2]	A_g [m^2]	n°	t	ψ	ε
E	3,04	2,08	3	0,76	1	0,91
O	1,56	1,05	1	0,76	0,65	0,5

Il valore del fattore finestra ε a est è stato considerato pari a 0,5 (come finestra verticale senza ostruzione), mentre a ovest, poiché si affaccia sullo shed del corpo centrale, la manica opposta è stata considerata come un'ostruzione.

I fattori di riduzione del fattore finestra ψ sono stati calcolati tramite grafico.

Le riflessioni delle superfici che compongono l'ambiente sono stati considerati i seguenti valori:

- pareti e soffitto bianchi ρ = 0,8
- pareti dalla sfumatura verde-turchese ρ = 0,3
- pareti vetrate interne ρ = 0,07
- pavimento in legno ρ = 0,3
- componente finestrato ρ = 0,13

Il valore di FLDm calcolato risulta essere leggermente maggiore rispetto al risultato ottenuto sul software VELUX: 2,6%.

Per quanto riguarda il soppalco del corpo centrale sono stati considerati i seguenti dati per i componenti finestrati:

MANICA SUD (soppalco)						
	A_w[m^2]	A_g [m^2]	n°	t	ψ	ε
N	46,96	35,60	1	0,76	1	0,44
S	4,10	3,49	2	0,76	0,82	0,5

Il valore del fattore finestra ε a sud è stato considerato pari a 0,5 (come finestra verticale senza ostruzione), mentre a nord lo shed antistante è stato considerato come un'ostruzione. I fattori di riduzione del fattore finestra ψ sono stati calcolati tramite grafico.
Le riflessioni delle superfici che compongono l'ambiente sono stati considerati i seguenti valori:

- pareti e soffitto bianchi ρ = 0,8
- pareti vetrate interne ρ = 0,07
- pavimento in legno ρ = 0,3
- componente finestrato ρ = 0,13

Il valore di FLDm calcolato risulta essere leggermente maggiore rispetto al risultato ottenuto sul software VELUX: 4,2%.

La manica ovest è stata suddivisa in tre zone: sala conferenze, sala riunioni, zona uffici open space. Nel primo caso sono stati considerati i seguenti dati:

MANICA OVEST (sala conferenze)						
	A_w[m^2]	A_g [m^2]	n°	t	ψ	ε
N	16,22	12,95	1	0,76	1	0,5
O	16,22	12,95	1	0,76	1	0,5
E	2,72	1,86	1	0,76	0,88	0,47

Il valore del fattore finestra ε è stato considerato pari a 0,5 (come finestra verticale senza ostruzione), ad eccezione di quella che affaccia sugli shed del corpo centrale, poiché la manica opposta costituisce un'ostruzione.

I fattori di riduzione del fattore finestra ψ sono stati calcolati tramite grafico.

Le riflessioni delle superfici che compongono l'ambiente sono stati considerati i seguenti valori:

- pareti e soffitto bianchi ρ = 0,8
- pavimento in legno ρ = 0,3
- componente finestrato ρ = 0,13

Il valore di FLDm calcolato risulta essere uguale al risultato ottenuto sul software VELUX: 7,9%.

Nel secondo caso (sala riunioni) è stato considerato il seguente componente finestrato:

MANICA OVEST (area riunioni)						
	A_w[m^2]	A_g [m^2]	n°	t	ψ	ε
O	16,22	12,95	1	0,76	1	0,5

Il valore del fattore finestra ε è stato considerato pari a 0,5 (come finestra verticale senza ostruzione).

I fattori di riduzione del fattore finestra ψ sono stati calcolati tramite grafico.

Le riflessioni delle superfici che compongono l'ambiente sono stati considerati i seguenti valori:

- pareti e soffitto bianchi ρ = 0,8
- pareti vetrate interne ρ = 0,07
- pavimento in legno ρ = 0,3

- componente finestrato ρ = 0,13

Il valore di FLDm calcolato risulta essere leggermente maggiore rispetto al risultato ottenuto sul software VELUX: 4,7%.

Nel terzo e ultimo caso (zona postazioni) sono stati considerati i seguenti dati per i componenti finestrati:

MANICA OVEST (open space)						
	A_w [m²]	A_g [m²]	n°	t	ψ	ε
S	16,22	12,95	1	0,76	1	0,5
O	16,22	12,95	2	0,76	1	0,5
E	2,72	1,86	1	0,76	0,88	0,47

Il valore del fattore finestra ε è stato considerato pari a 0,5 (come finestra verticale senza ostruzione), ad eccezione di quella che affaccia sugli shed del corpo centrale, poiché la manica opposta costituisce un'ostruzione.

I fattori di riduzione del fattore finestra ψ sono stati calcolati tramite grafico.

Le riflessioni delle superfici che compongono l'ambiente sono stati considerati i seguenti valori:

- pareti e soffitto bianchi ρ = 0,8
- schermatura in legno su parete trasparente della sala riunioni ρ = 0,3
- pavimento in legno ρ = 0,3
- componente finestrato ρ = 0,13

Il valore di FLDm calcolato risulta essere leggermente maggiore rispetto al risultato ottenuto sul software VELUX: 6,6%.

Luce artificiale

Per una corretta illuminazione durante tutte le ore del giorno, a supporto della luce naturale e del corretto funzionamento del ritmo circadiano, sono stati effettuati i calcoli riferiti alla luce artificiale, per verificare e garantire l'illuminamento medio di 500 lx (Em) sulle superfici di lavoro previsto dalla normativa.

Il software utilizzato è DIALUX, il quale serve per la progettazione e il calcolo della luce artificiale in ambienti interni ed esterni. I calcoli per quanto riguarda il VOV102 sono stati effettuati nelle tre maniche per uffici al primo piano, sia sulle superfici di lavoro, sia negli ambienti nel loro insieme. La strategia utilizzata è stata quella di posizionare gli apparecchi in modo tale da garantire un illuminamento medio adeguato non solo nelle singole postazioni e nelle sale riunioni, ma in tutto l'open space, non rinunciando però ad alcuni dei pilastri della progettazione degli smart office: la flessibilità e il benessere dell'individuo.

Per l'illuminazione generale delle tre maniche infatti gli apparecchi scelti sono legati da un sistema di *Bluetooth Low Energy* attraverso il quale il dipendente potrà gestire la luce (*smart light control*) o inviare informazioni (*smart service*) dal proprio smartphone o attraverso *touch panel* installati in loco. Per gli apparecchi da tavolo per le postazioni invece sono stati scelti apparecchi dimmerabili, in modo da garantire un adeguato illuminamento ma con un'intensità regolabile dall'individuo.

Nella manica est e ovest, data la presenza dei controsoffitti ad isola, l'illuminazione generale è stata affidata a delle strisce LED *neutral white* integrate ai controsoffitti e a sospensione, con flusso luminoso pari a 2700 lm, un'efficienza luminosa di 124,6 lm/W e temperatura di colore pari a 4000 K (fig.26). Gli apparecchi sono stati posizionati secondo una cadenza regolare, mantenendo quindi la caratteristica di flessibilità degli ambienti.

Per l'illuminazione localizzata nelle *acoustic room* della manica est, oltre che l'illuminazione generale è stato posizionato un apparecchio da terra, dimmerabile, con un flusso luminoso di 1693 lm e una temperatura di colore di 3000 K (fig.27), regolabile sia in altezza che sul piano orizzontale; per le aree relax è stata scelto un altro apparecchio da terra con un flusso luminoso emesso di 1392 lm e una temperatura di colore un po' più calda, pari a 2900 K, per aumentare una sensazione di tranquillità e rilassamento (fig. 28); per le scrivanie dell'open space invece è stata utilizzato un apparecchio da tavolo (fig. 29) con un flusso luminoso di 804 lm e temperatura di colore di 3000 K.

Figura 26

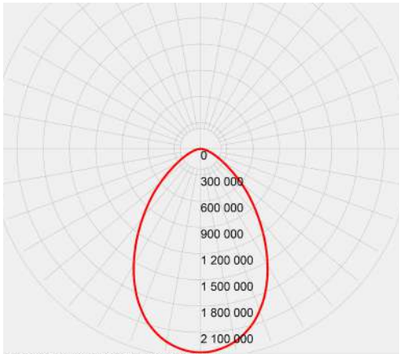


Figura 27

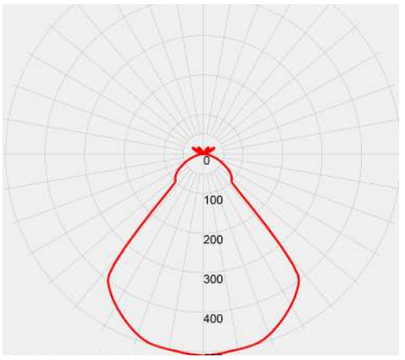


Figura 28

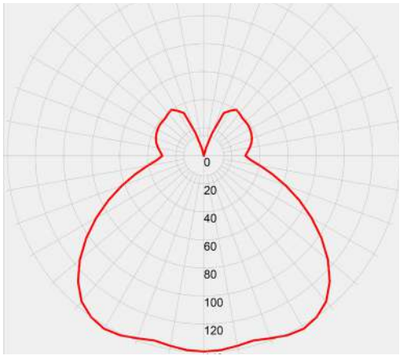


Figura 26: foto e curva fotometrica dell'apparecchio per l'illuminazione generale delle maniche ovest ed est.
Figura 27: foto e curva fotometrica dell'apparecchio da terra per le acoustic room
Figura 28: foto e curva fotometrica dell'apparecchio da terra per le aree relax.

Nella manica ovest il calcolo con DIALUX è stato effettuato sulla superficie di lavoro della sala riunioni, nei tavoli dell'open space e nell'area relax. Nel primo caso l'illuminamento medio è risultato essere pari a 602 lx, soddisfacendo quindi i requisiti minimi di legge. Nelle superfici di lavoro nell'open space in tutti e tre i tavoli l'illuminamento medio supera i 500 lx, con 607 lx il tavolo più vicino all'ingresso, 649 lx quello più vicino alla facciata esterna e 522 lx quello vicino alla sala riunioni. Sui tavoli dell'area relax invece è garantito un illuminamento medio pari a 600 lx.

Nella manica est il calcolo è stato effettuato nelle postazioni delle acoustic room, nelle postazioni open space e nell'area relax. In tutti e tre i casi l'illuminamento medio viene verificato rispettivamente con 600 lx, 610 lx e 520 lx.

Nella manica sud invece, non essendo presenti controsoffitti a causa della copertura a shed, l'illuminazione generale è stata affidata a due tipologie diverse di apparecchi: sopra i tavoli è stato ipotizzato un apparecchio a sospensione con flusso luminoso di 722 lm e temperatura di colore di 4000 K (fig. 30), ad un'altezza di 220 cm. Questo apparecchio è posizionato tra uno shed e l'altro, con cadenza regolare in modo da illuminare sia i tavoli di lavoro che i percorsi. Attaccato invece alla trave dello shed sono stati inseriti dei semplici binari, regolabili orizzontalmente e verticalmente, con flusso luminoso di 2500 lm e una temperatura di colore di 4000 K (fig. 31). Grazie alla possibilità di orientamento, i binari contribuiscono all'illuminazione dei tavoli, dei percorsi e delle lavagne interattive poste sotto gli shed. Per le postazioni di lavoro lungo il muro è stato invece scelto l'apparecchio da tavolo come nelle altre maniche.

In questa manica il calcolo del'illuminamento medio sul piano di lavoro con DIALUX è stato effettuato sul tavolo posizionato tra gli shed, sulla postazione singola e nell'area relax. Nel primo caso l'illuminamento medio risulta essere 550 lx, nel secondo caso è di 510 lx, nel terzo caso invece 600 lx.

Figura 29

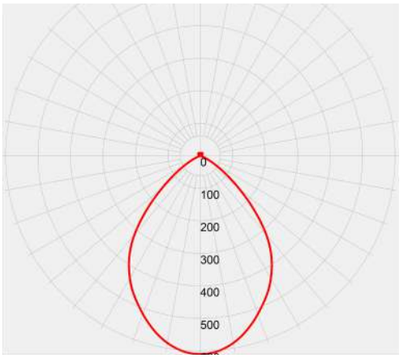


Figura 30

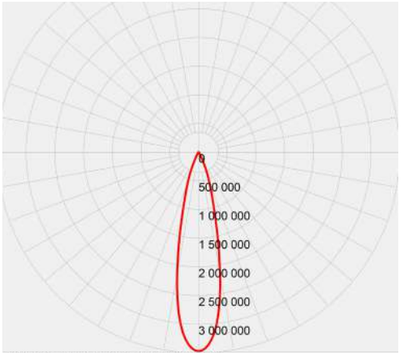


Figura 31

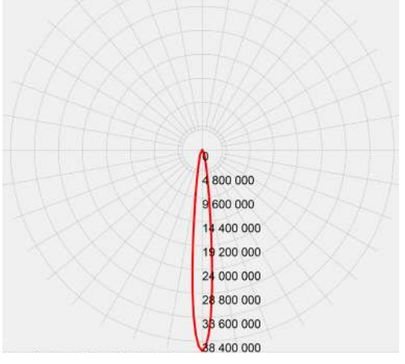
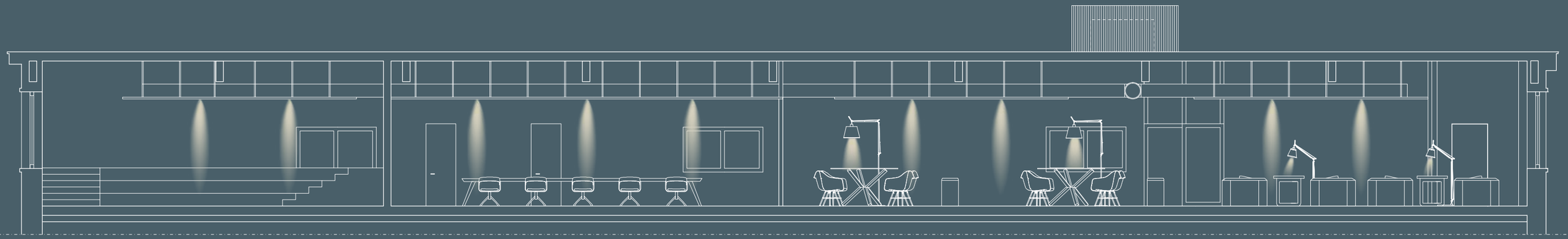


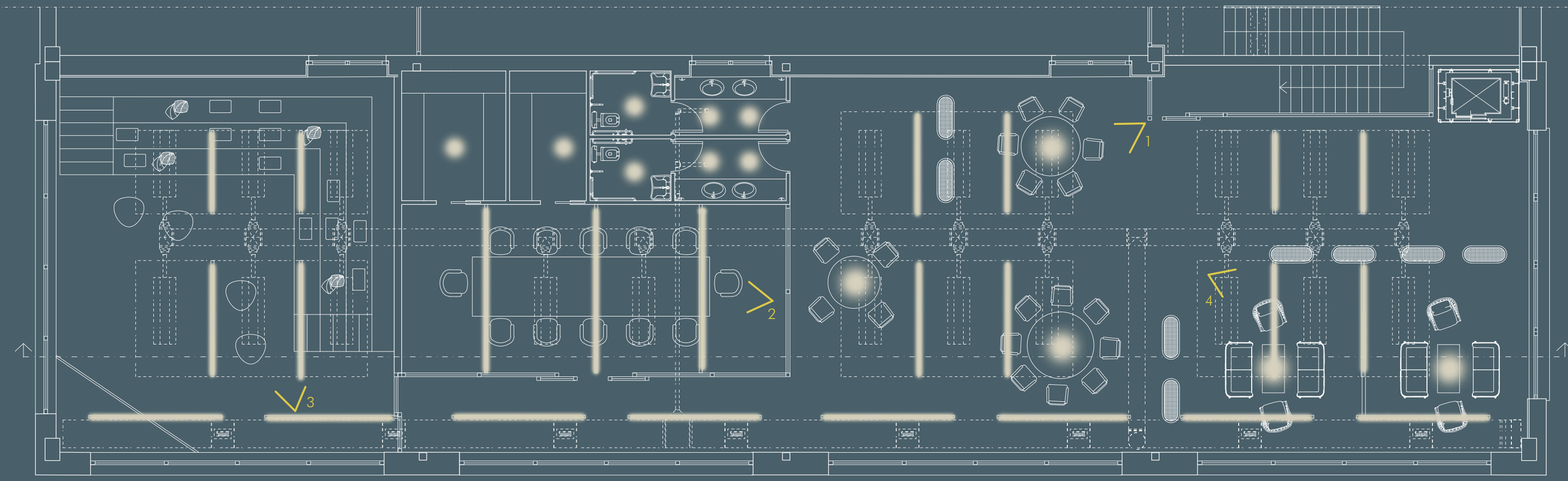
Figura 29: foto e curva fotometrica dell'apparecchio da tavolo per le postazioni singole

Figura 30: foto e curva fotometrica dell'apparecchio a sospensione utilizzato nella manica sud

Figura 31: foto e curva fotometrica dei binari utilizzati nella manica sud.

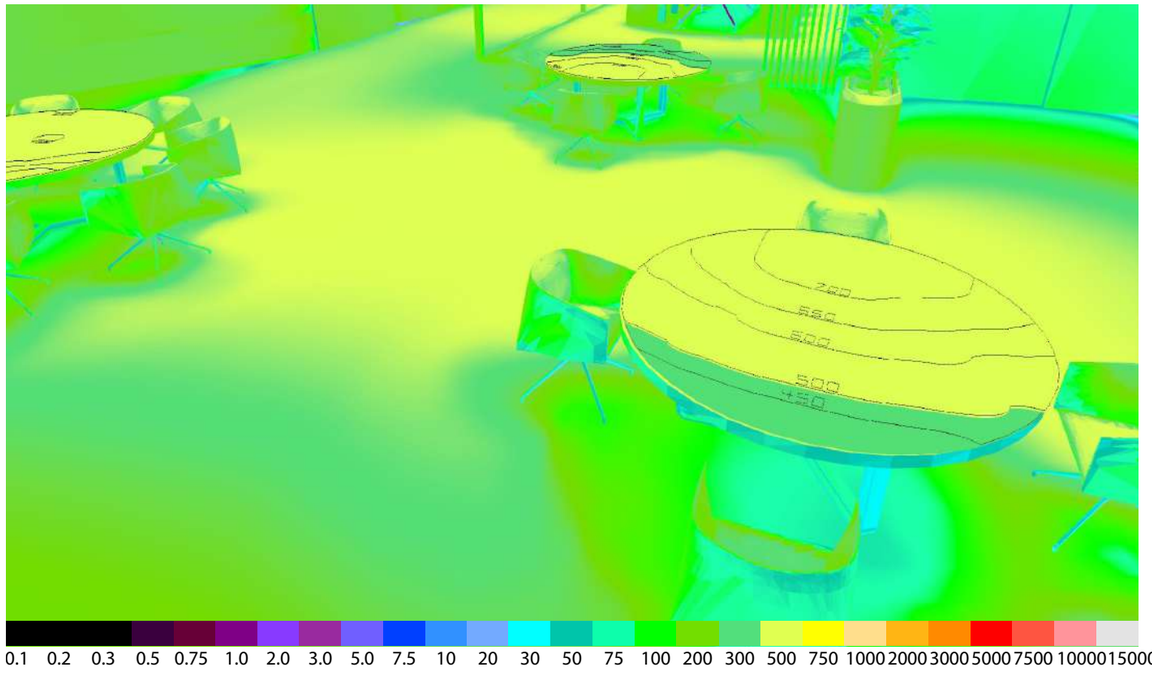
MANICA OVEST



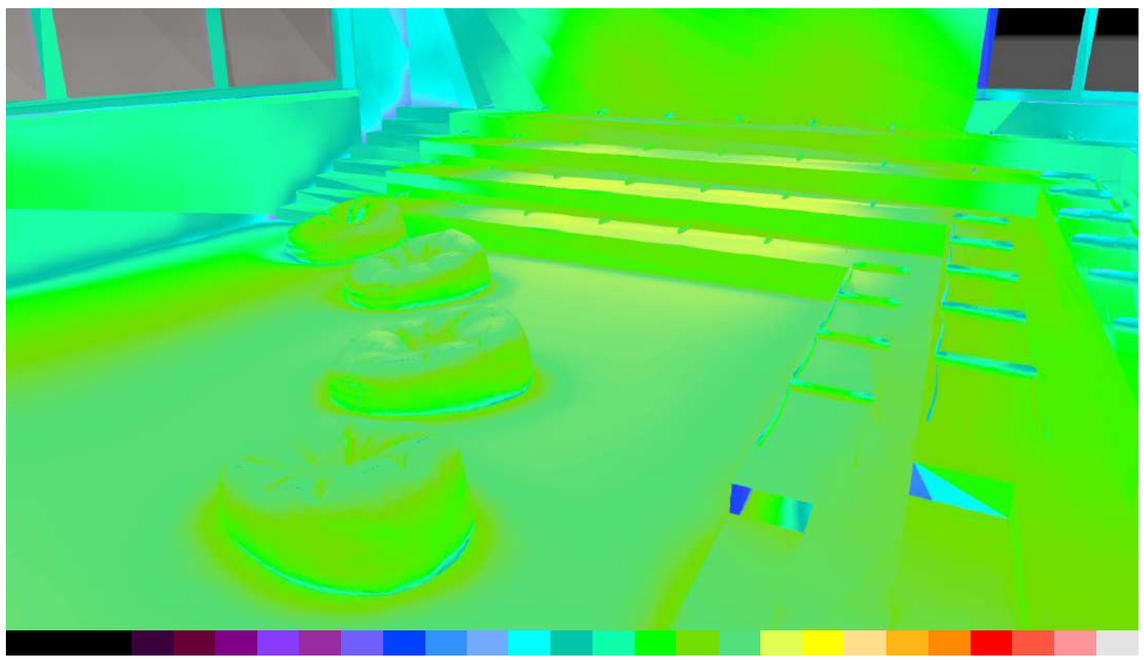


0 1 3m

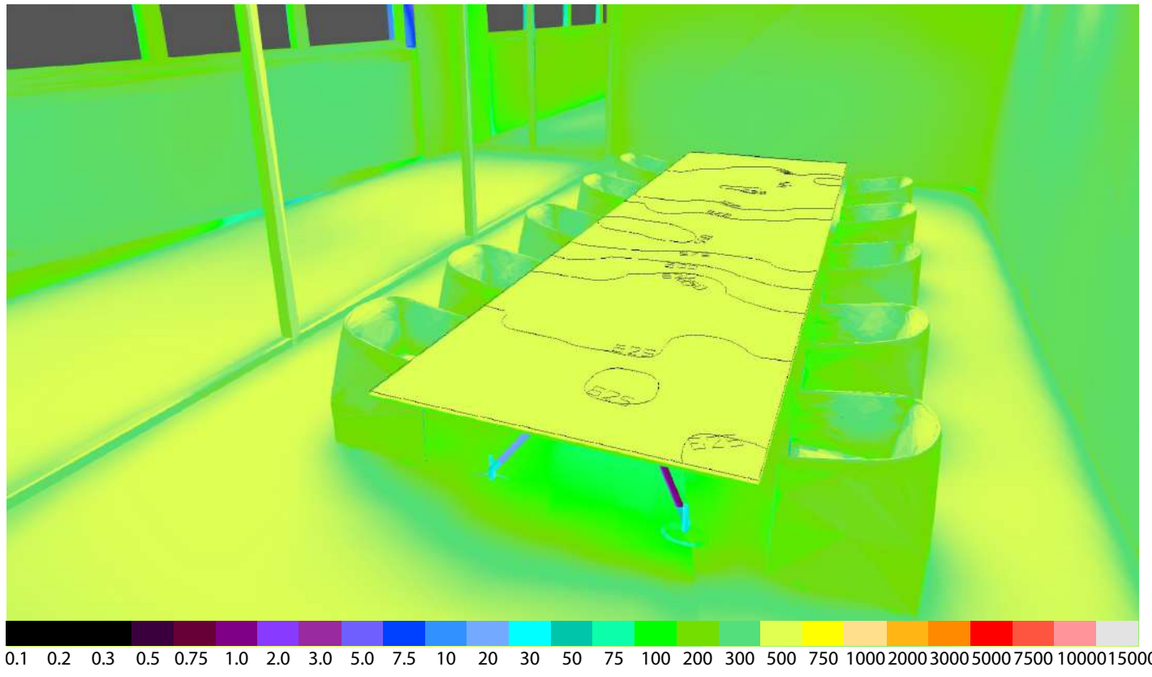
Cono ottico 1



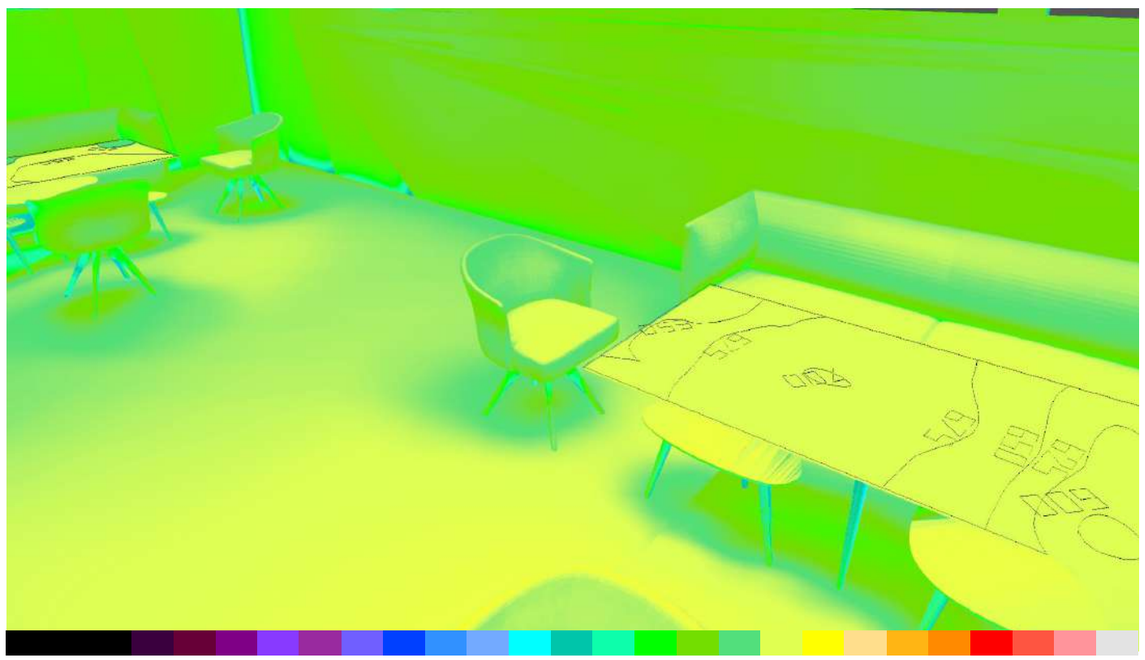
Cono ottico 2



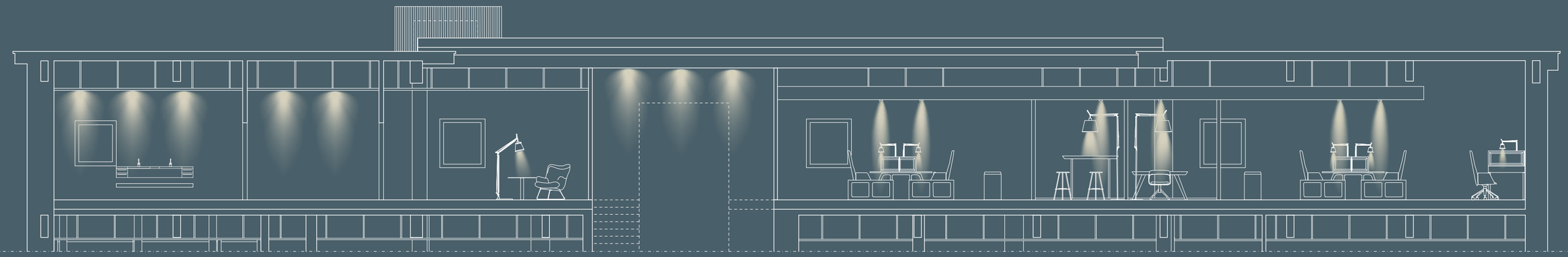
Cono ottico 3



Cono ottico 4



MANICA EST



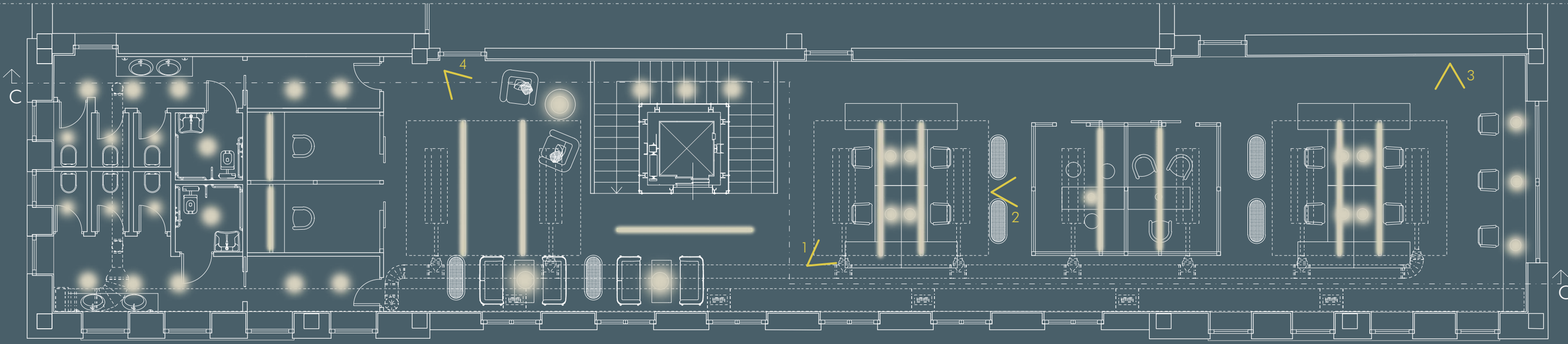


Figura 1

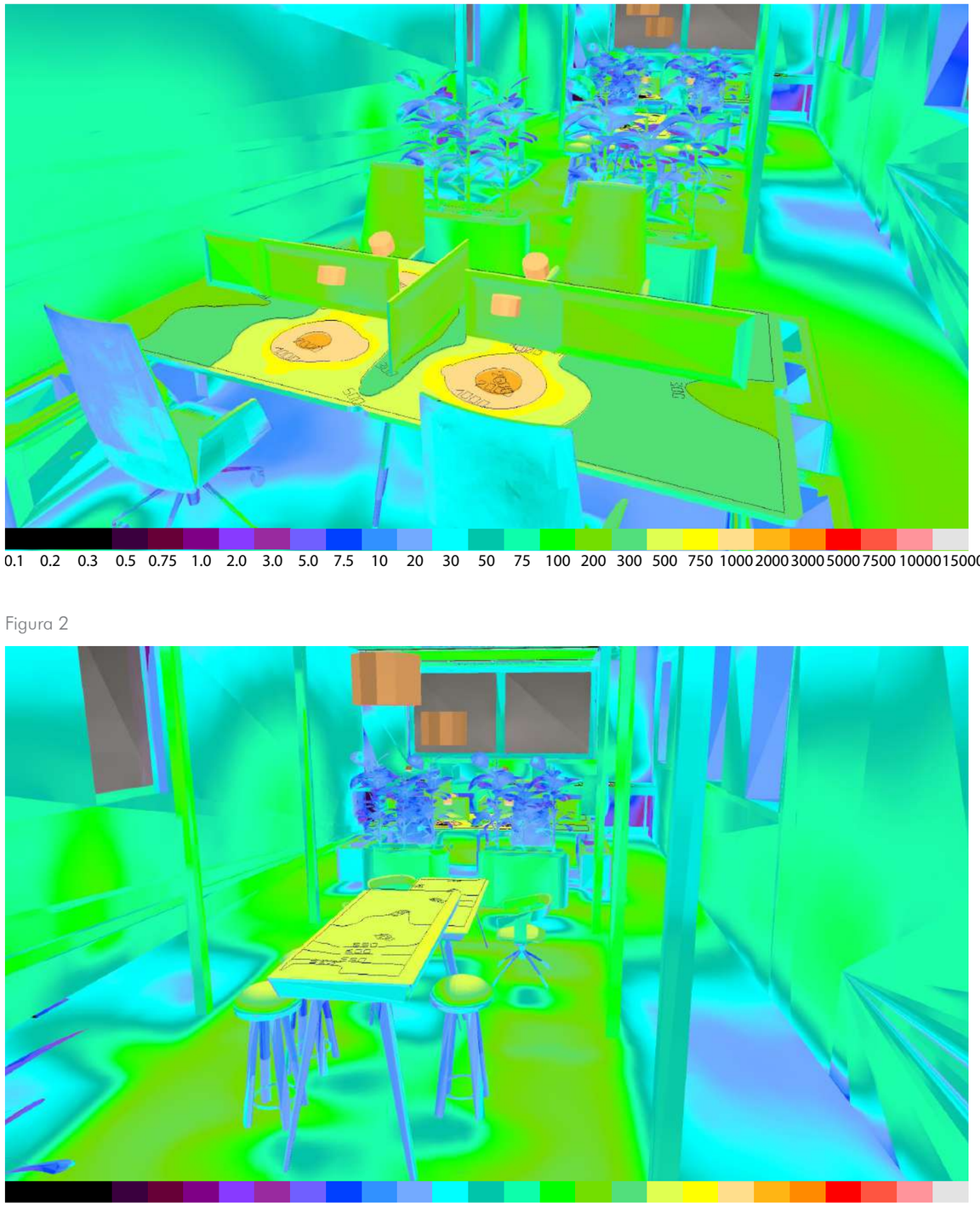


Figura 2

Figura 1

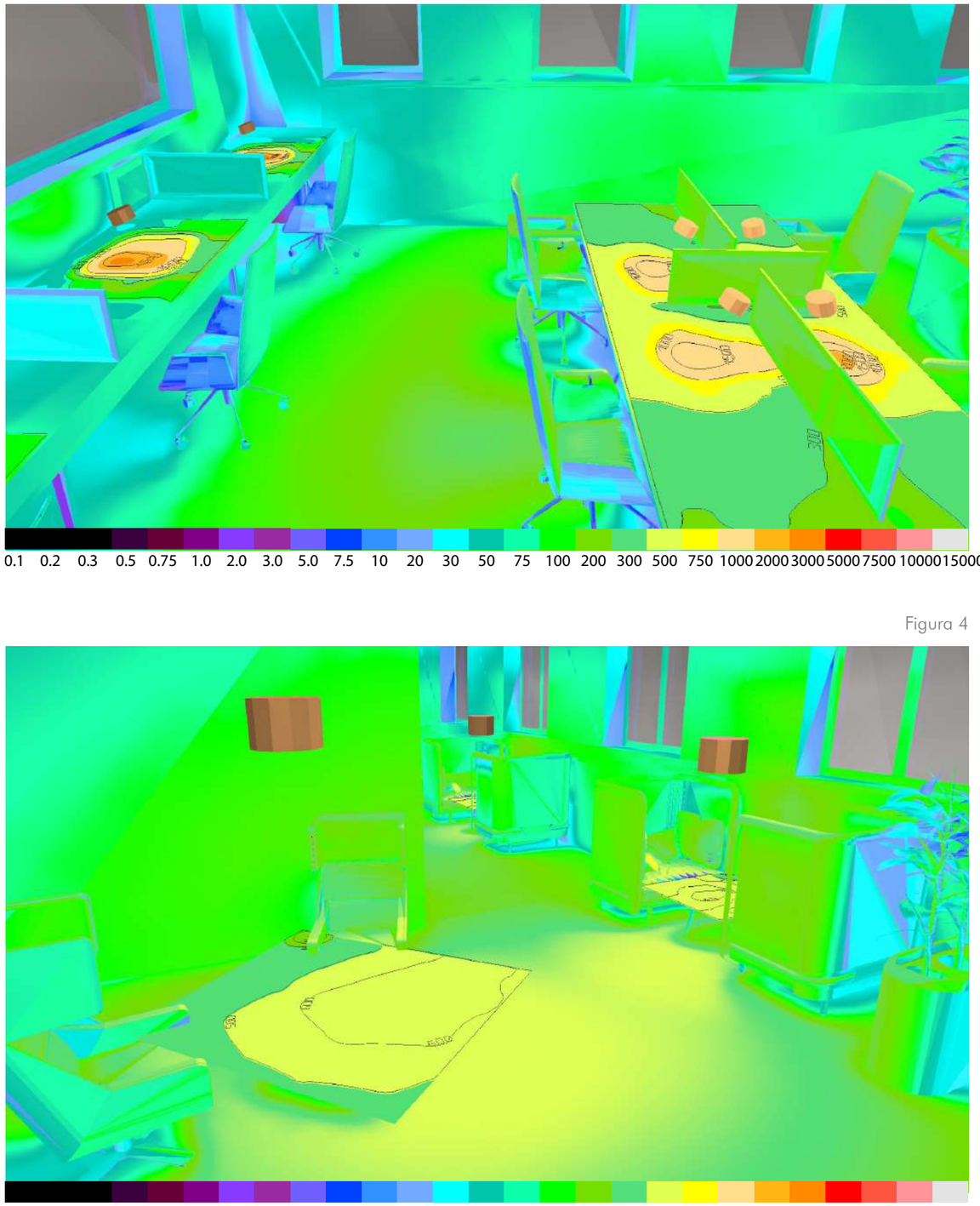
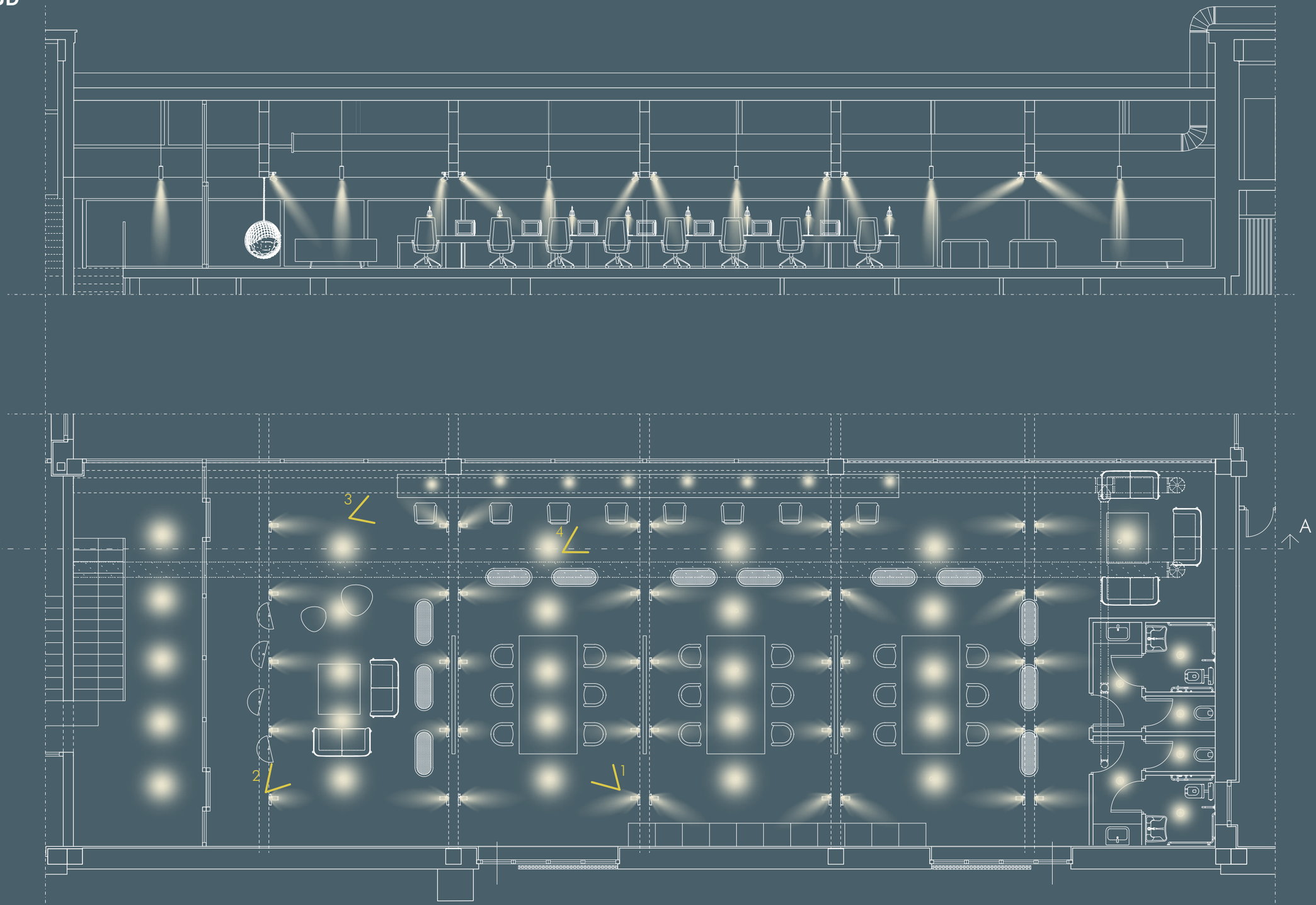
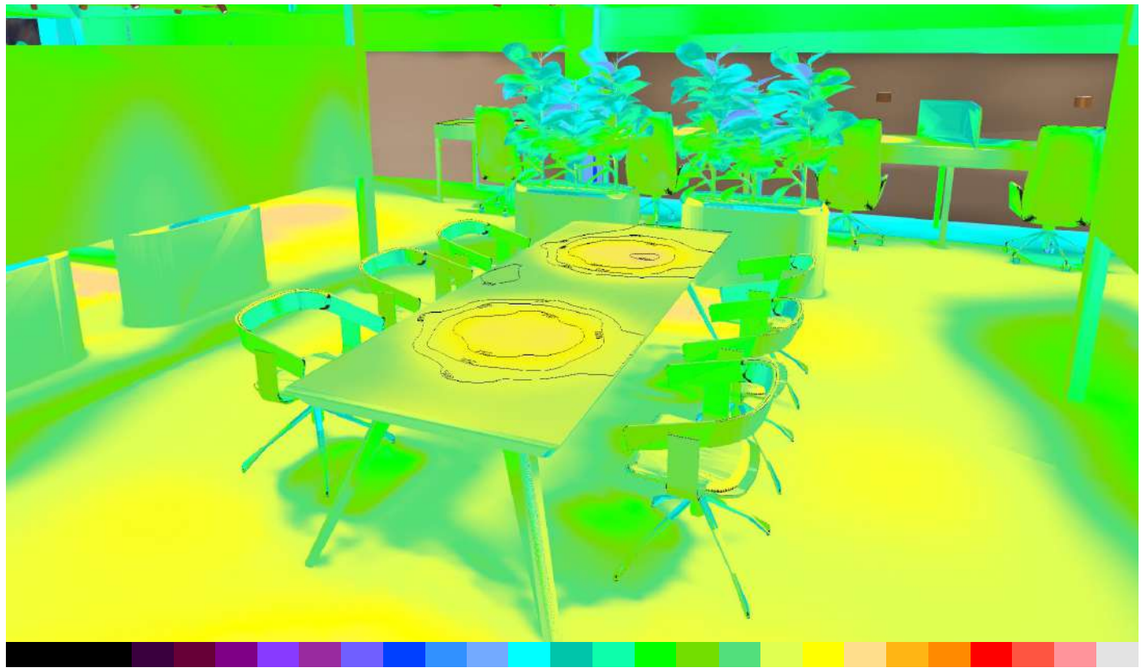


Figura 4

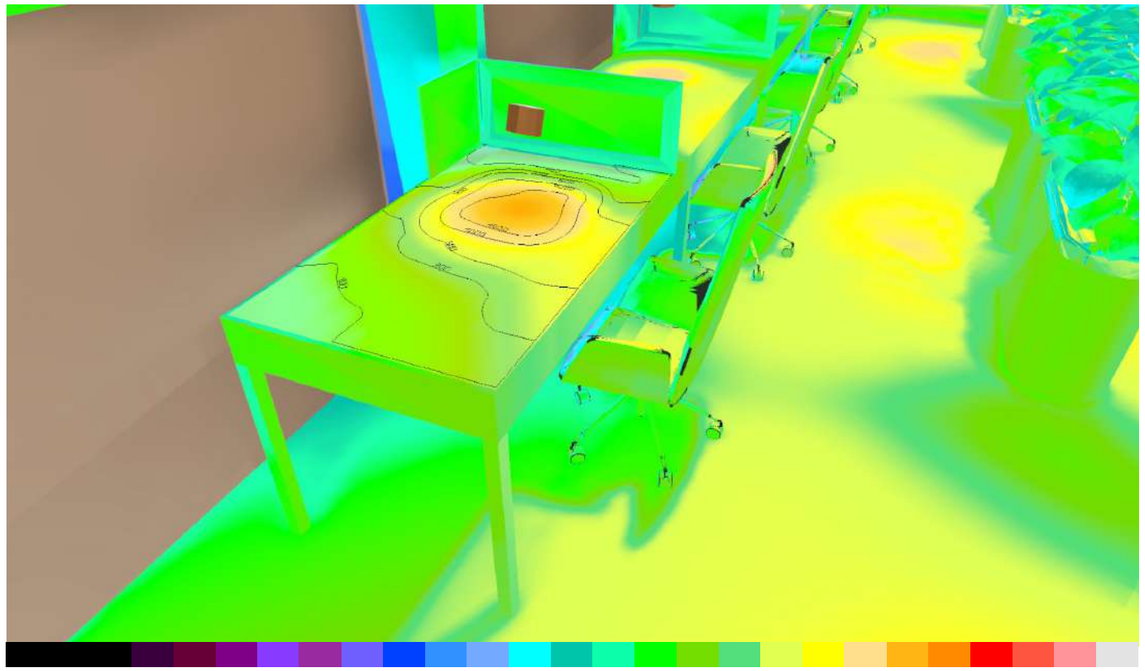
MANICA SUD



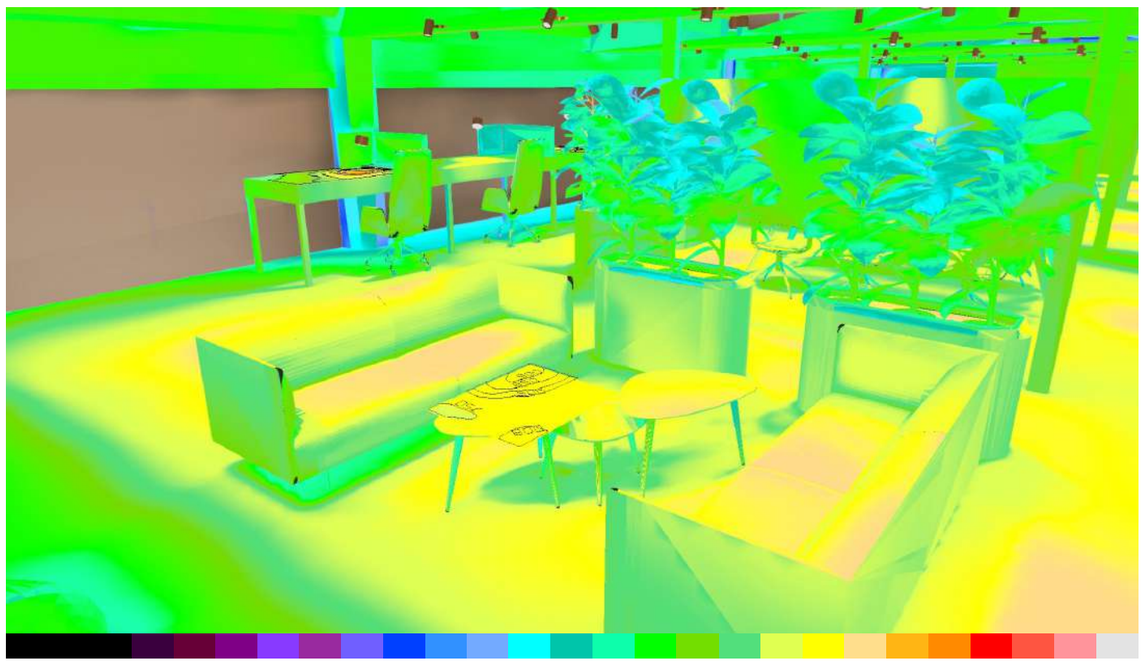
Cono ottico 1



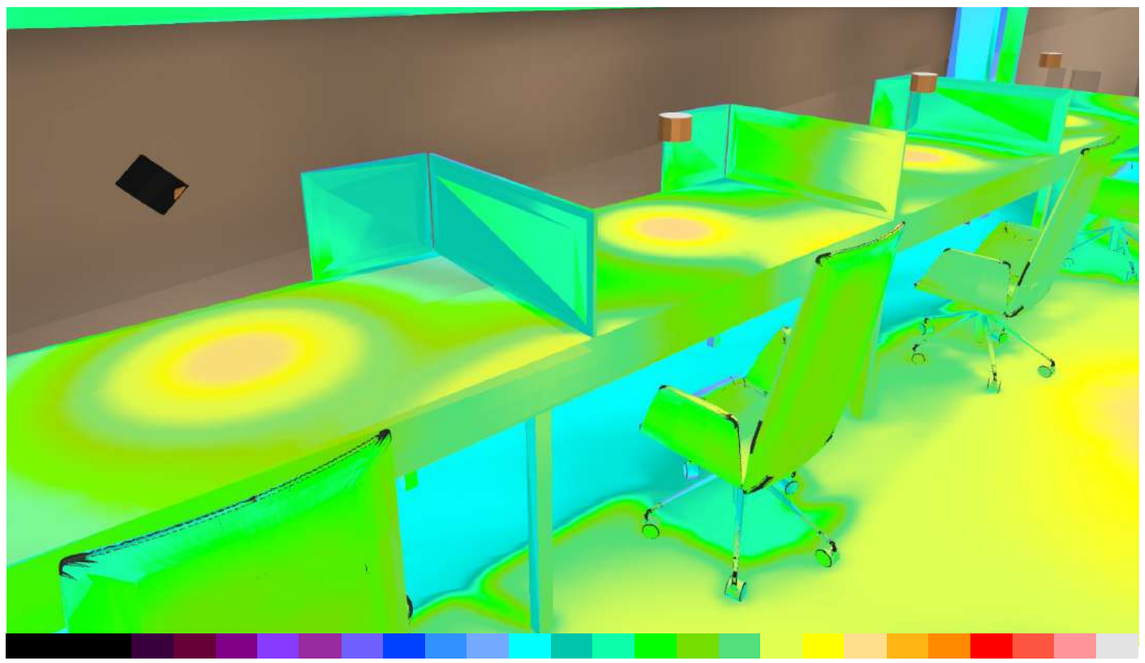
Cono ottico 3



Cono ottico 2



Cono ottico 4



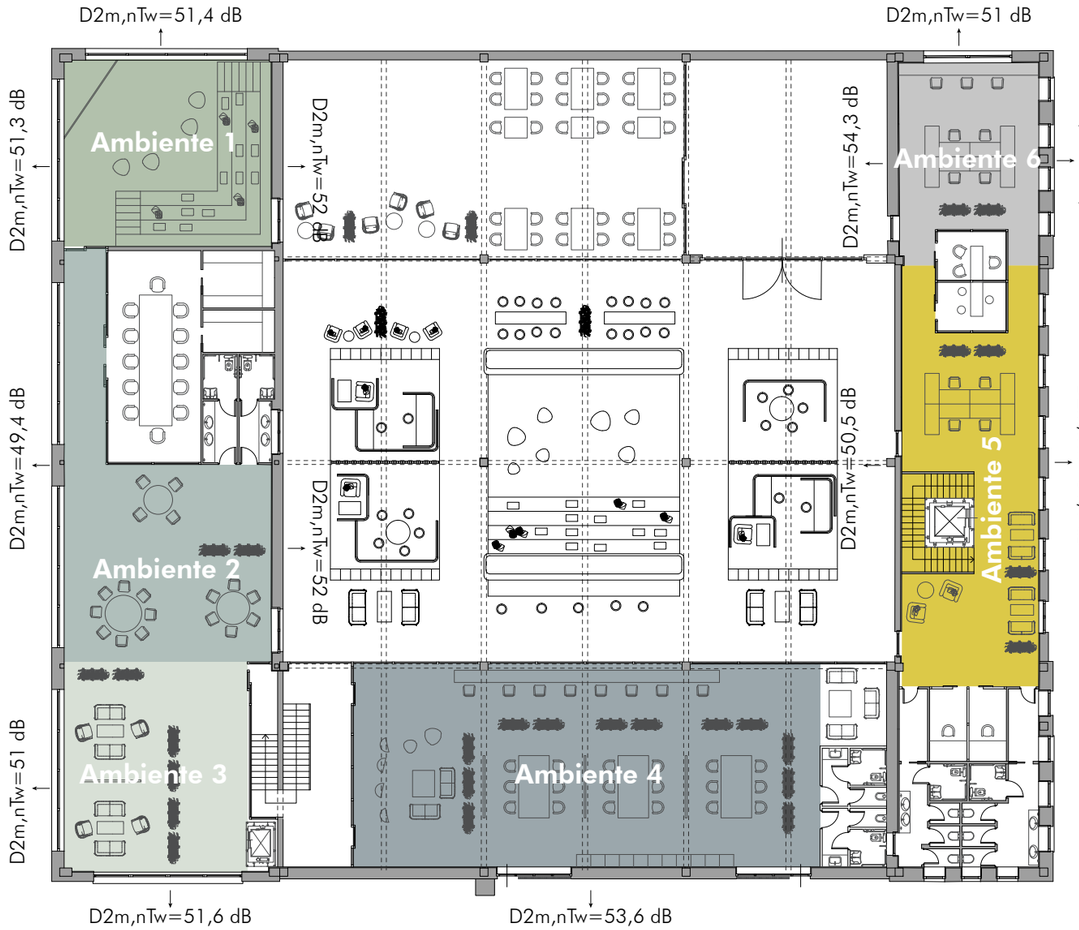
L'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Per la verifica di isolamento acustico è stato effettuato il calcolo della nuova stratigrafia di facciata, paragonandola a quella esistente. Questa analisi è stata eseguita considerando il primo piano delle maniche est, ovest e il soppalco a sud del corpo centrale. La verifica dell'isolamento acustico di facciata si è ottenuta tramite l'utilizzo del software ECHO, il quale segue i requisiti minimi imposti dal DPCM 5-12-1997 – "Requisiti acustici passivi degli edifici", che definisce quali devono essere le prestazioni degli edifici nell'ambito acustico.

I dati input da inserire nel software sono le stratigrafie che definiscono la zona considerata e la sua superficie, i tipi di serramento con la relativa superficie e il volume di tale ambiente. L'output restituito è il valore in dB dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, che nel caso di edifici per uffici deve essere maggiore di 42 dB.

Data la scarsa presenza di pareti divisorie, poiché uffici open space, e data la conformità di tali ambienti, i quali si presentano perlopiù strette e lunghe, si è proceduto a una divisione in ambienti, in cui si vuole verificare che le postazioni di lavoro non siano disturbate da rumori esterni, specialmente per la presenza del mercato coperto a nord del VOV 102.

I calcoli eseguiti (fig. 32) dimostrano come i valori imposti dalla normativa di riferimento siano verificati anche nella situazione attuale, calcolato al primo piano della manica est, con un serramento con Rw pari a 35 dB. Questi risultati vengono ampliamente migliorati con l'installazione dei nuovi serramenti con un Rw pari a 43 dB (tabelle 9 e 10 in appendice).



Pianta del piano primo per riferimento ambienti di calcolo

L'ARREDO SMART

Come già analizzato nei capitoli precedenti, la componente dell'arredo nello smart office assume un ruolo significativo. Diventa il vero protagonista degli spazi e ne permette la personalizzazione, la multifunzionalità e la flessibilità. Insieme a questi concetti, anche la tecnologia diventa strumento indispensabile per il comfort dell'utente. Sono molte le aziende che negli ultimi anni, osservando costantemente l'evoluzione nel mondo del lavoro, le richieste e le nuove esigenze, propongono prodotti sempre più innovativi e smart. Arredi che diventano personalizzabili, flessibili e adattabili a qualsiasi ambiente e che rispondono a qualsiasi esigenza dell'utente.

Nel progetto le tre maniche al primo piano sono concepite in modo totalmente differente, per offrire più soluzioni al lavoratore. La disposizione dell'arredo e la scelta di quest'ultimo tiene in considerazione soprattutto la configurazione spaziale dell'ambiente, sfruttando in modo più efficacie lo spazio cercando di esaltarne i pregi. In ogni manica inoltre sono presenti, oltre che ai servizi igienici, delle zone relax per offrire all'utente la possibilità di rilassarsi o di conversare senza allontanarsi troppo dalla propria postazione di lavoro.

Manica est

La disposizione dell'arredo nella manica Est, con una profondità di 40 m e una larghezza di 7 m circa, cerca di sfruttare al meglio lo spazio evitando la percezione di un ambiente troppo stretto e profondo. La scala e l'ascensore fungono da separatori tra la zona relax e la zona di lavoro. Si è optato per una postazione di lavoro la quale configurazione nasce della combinazione di tre elementi: backbones, scrivanie e accessori. Il backbone costituisce l'elemento contenitore, espositore e supporto per gli accessori con cablaggio integrato. Anche la seduta costituisce un elemento molto importante, non solo deve essere ergonomica ma anche funzionale all'utente. Sono state scelte infatti delle sedie che tramite un meccanismo *"responsive"* permettono di adeguare automaticamente la postura in base al peso dell'utilizzatore.

Per garantire la privacy tra i lavoratori e anche per ridurre l'impatto acustico in uno spazio di lavoro aperto, tra le scrivanie si è scelto di posizionare il sistema tipo *Multy panel*[4]. Ovvero un pannello che tramite un semplice sistema di aggancio, permette di configurare la separazione adattandosi alle diverse misure e forme del piano di lavoro; testato rispetto all'isolamento acustico ottenendo un abbattimento del rumore di 20 dB.

Inoltre per assicurare la riservatezza delle riunioni o dei colloqui in un ambiente dinamico di lavoro come l'open space, senza recare disturbo agli altri lavoratori, al centro della manica vi sono due acoustic room. Consistono in delle vere e proprie scatole protette acusticamente. Nello specifico sono composte da pareti vetrate con doppio vetro e con pochi elementi di giunzione che rendono la stanza acusticamente ben isolata dal resto dell'ambiente.

Oltre alle due *acoustic room*, dalla parte opposta della scala sono stati posizionati due phone booth all'interno di una piccola zona relax. Questi permettono di conversare al telefono senza disturbare gli altri utenti garantendo la riservatezza delle conversazioni. Nella zona relax sono presenti poltrone e divani in tessuto altamente fonoassorbenti che permettono di isolarsi e di rilassarsi abbattendo il più possibile il rumore di fondo.

Manica sud

La manica a sud avendo come soffitto la copertura inclinata a shed e quindi nel punto più basso un'altezza di 2,20 m si è optato per non chiudere ulteriormente lo spazio con microambienti. Infatti è pensata per i lavori di gruppo con tavoli da lavoro da 6 persone e con lavagne elettroniche interattive che permettono di svolgere un'attività di lavoro in gruppo e di connettersi eventualmente in remoto con altri soggetti.

Per il tavolo da lavoro si è scelto un prodotto con gambe costituite da due elementi cilindrici telescopici con al loro interno un meccanismo elettrico, il quale permette un'agevole regolazione dell'altezza del piano. In questo modo è possibile scegliere di lavorare in piedi oppure da seduti. L'elettrificazione del tavolo è sotto il piano orizzontale ed è dotato di porta oggetti con ingresso usb per la ricarica dei dispositivi mobili e pc portatile. Le sedute sono state ipotizzate flessibili e adattabili a qualsiasi tipo di attività, sia dinamiche che statiche. Lo schienale è imbottito e la rende comoda e fonoassorbente. Inoltre si adatta perfettamente al design del tavolo, entrambi con finitura in legno che restituisce una percezione di naturalezza e comfort visivo. Sono presenti, oltre che alle postazioni di lavoro di gruppo, anche alcune singole. A dividere queste due attività lavorative e fare in modo che nessuna disturbi l'altra, sono stati posizionati dei vasi divisori, colorati, interamente imbottiti di materiale fonoassorbente: esternamente in tessuto e internamente in schiuma ad alta densità. Le piante al loro interno aiutano ad aumentare la concentrazione e la creatività delle persone, contribuendo anche a purificare l'aria dell'ambiente. Quindi tale elemento è pensato

[4] https://www.tecnospa.com/it/prodotti/work/multy-panel

proprio per assorbire il rumore eccessivo, cercando di creare ambienti più sani dove le persone possano prosperare.

Manica ovest

La manica ovest, con una profondità di 40 m e una larghezza di 10 m circa, si configura spazialmente molto più ampia e illuminata rispetto alle altre due. Per questo si è scelto di destinarla per le sale riunioni e meeting per gruppi numerosi di persone. Si è destinato a nord, per le riunioni più informali, uno spazio dotato di gradonate in legno come seduta e uno schermo con proiettore all'angolo. Per le riunioni più formali invece si è dedicato uno spazio racchiuso da vetrate con doppio vetro per garantire l'isolamento acustico dal resto della manica. Al suo interno vi è un grande tavolo, con sedute dalla forma avvolgente, confortevoli soprattutto per le riunioni. La stanza è inoltre dotata di uno schermo con la possibilità di connettersi in remoto e di svolgere riunioni a distanza.

Nel resto della manica sono presenti tavoli rotondi che permettono di lavorare in team e una piccola zona relax all'ingresso della manica.

Colori e materiali

Di notevole importanza in un ambiente di lavoro è l'utilizzo del colore. Vi è un'interazione dell'onda elettromagnetica luce/colore con il sistema psicofisico dell'essere umano. Per questo, con la progettazione degli spazi interni e degli arredi, si è tenuto in considerazione questo aspetto. Colore, sentimento e attività fisiologica sono in stretta relazione fra loro, ed è fondamentale valutare le possibili ripercussioni sullo stato di salute degli utenti. In generale i colori accesi come il rosso, il giallo o l'arancione attivano sia la mente che il corpo e trasmettono energia. Mentre i colori come il blu, l'azzurro o il verde tendono a rilassare. All'interno del progetto sono stati utilizzati, sia attraverso l'architettura che attraverso l'arredo, le tonalità di verde salvia e del giallo. Quest'ultimo perché aiutasse a stimolare, aumentare la concentrazione e la socievolezza, all'estroversione e a essere più ambiziosi. E' ampiamente utilizzato nelle zone di studio e di ricerca. Insieme a questo colore si è voluto abbinare il verde che, oltre a richiamare il mondo vegetale, favorisce la calma, la distensione e la riflessione. E' il colore della speranza e dell'equilibrio; abbassa la pressione sanguigna, stimola l'ipofisi, esercita un'azione disinfettante antibatterica. Il verde richiama anche le numerose piante utilizzate all'interno dell'edificio per dividere gli spazi e non solo. Infatti le piante trasmettono all'essere umano una sensazione di benessere che ha radici ben profonde nella nostra evoluzione. Stare a contatto con i vegetali aiuta a regolare il battito cardiaco, ad attenuare l'aggressività, ad alzare le difese immunitarie e a stimolare le capacità cognitive. Diversi studi scientifici[5] hanno dimostrato che stare a contatto con le piante aiuta a ridurre lo stress. Come materiale è stato utilizzato anche molto il legno, sempre per richiamare i colori della natura. Esternamente come listellatura per le schermature solari verso sud e ovest e i cassoni contenitivi degli orti; mentre internamente sia nell'arredo che nel pavimento nelle zone degli uffici. Utilizzando questi colori e questi materiali si è voluto richiamare molto il contesto naturale esterno dell'edificio, ovvero il Parco Colonnetti. Vi è un continuo richiamo alla natura, che vuole essere il fil rouge di tutto il progetto.

GIALLO
- Stimolante
- Energico
- Brioso
- Estroverso
- Ambizioso

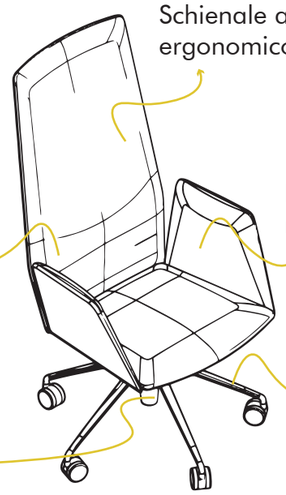
VERDE
- Rilassante
- Calmante
- Distensivo
- Riflessivo

PIANTE DA INTERNO
- Anti-stress
- Attenuano l'aggressività
- Calmanti
- Regolano il battito cardiaco

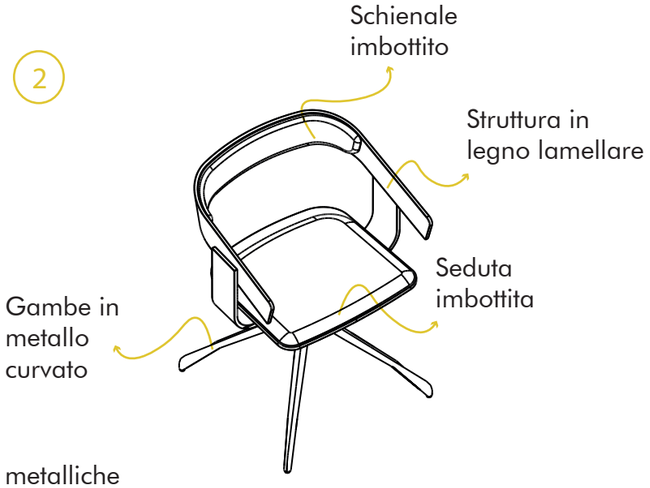
LEGNO
-Sensazione di calore
- Richiamo alla natura
- Rilassante

[5] Ad esempio Marco Nieri, bioricercatore ed autore, insieme a Marco Mencagli, agronomo, affermano questo nel libro di 'La terapia segreta degli alberi' (Sperling&Kupfer, 2017).

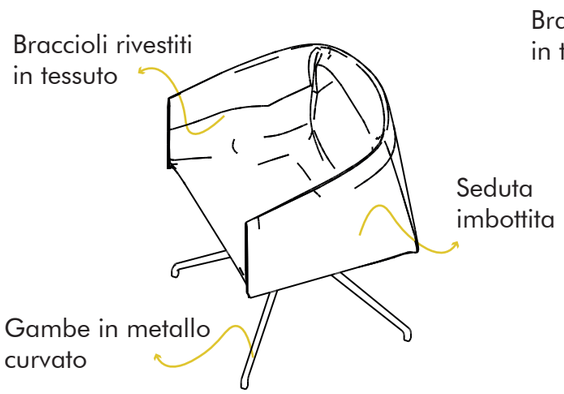
1

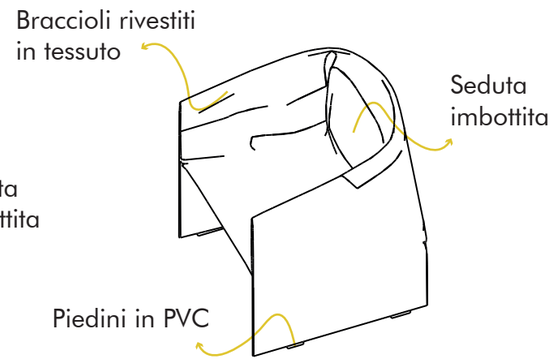


2

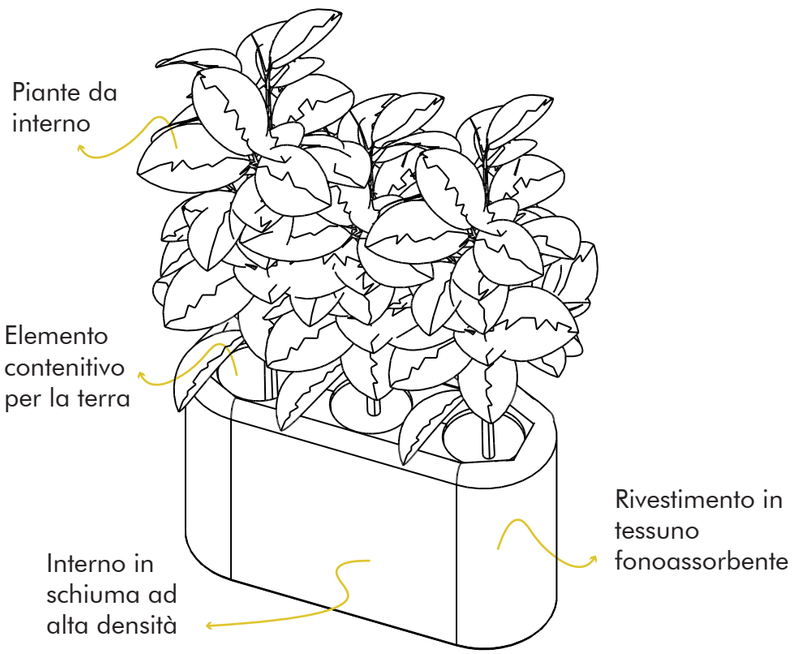


3 2 versioni: seduta con gambe metalliche
seduta su piedini

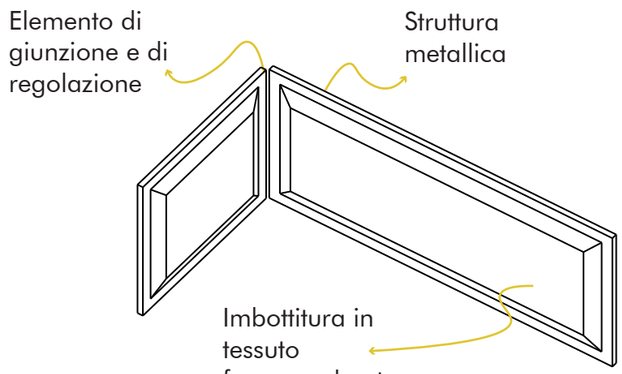




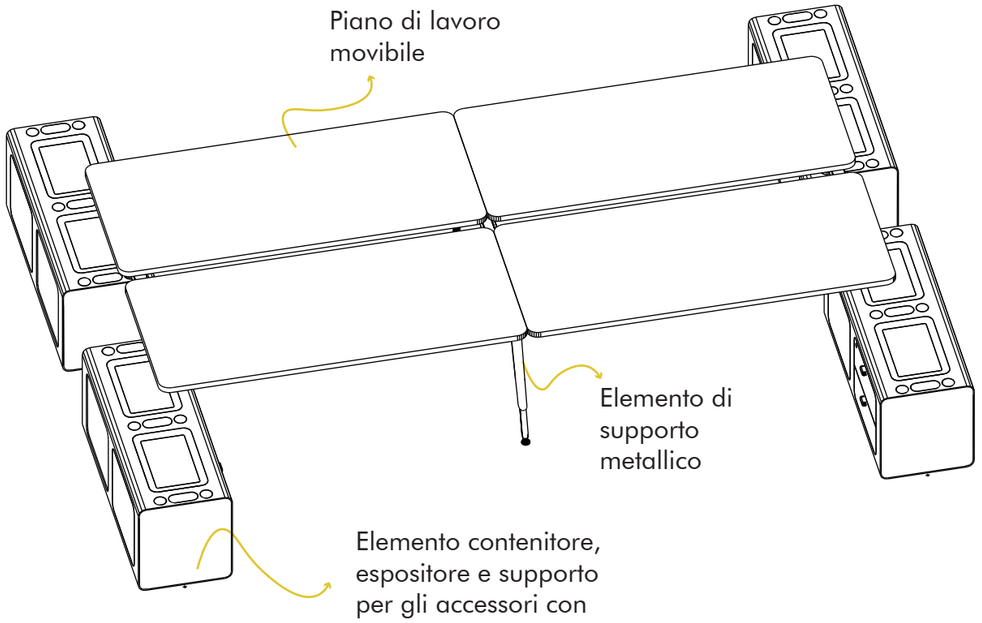
4



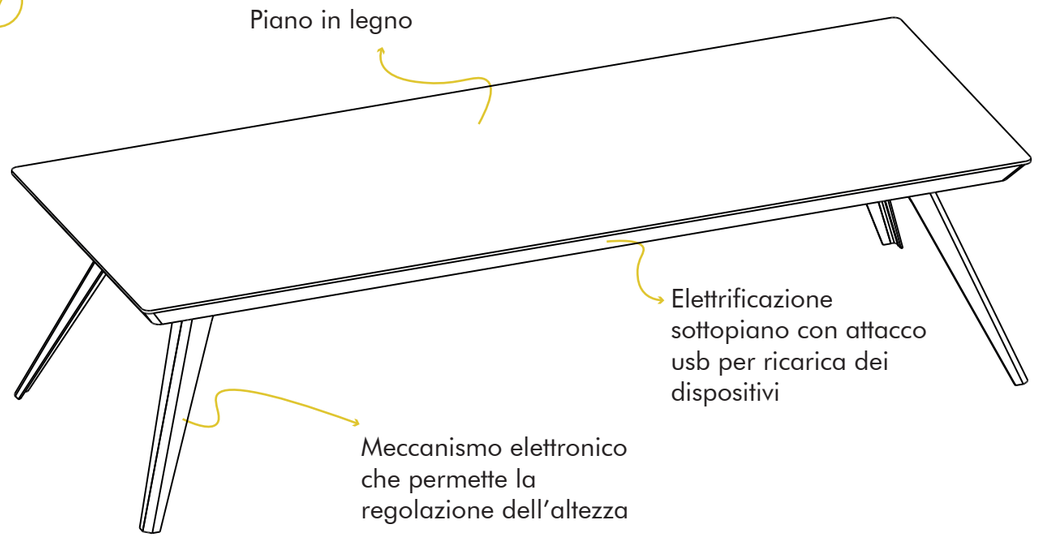
5



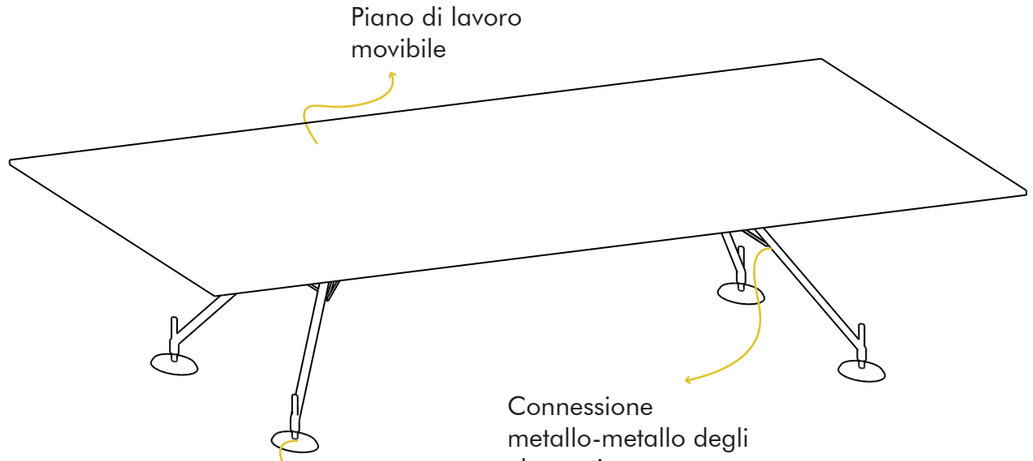
6


Piano di lavoro
movibile
Elemento di
supporto
metallico
Elemento contenitore,
espositore e supporto
per gli accessori con
cablaggio integrato

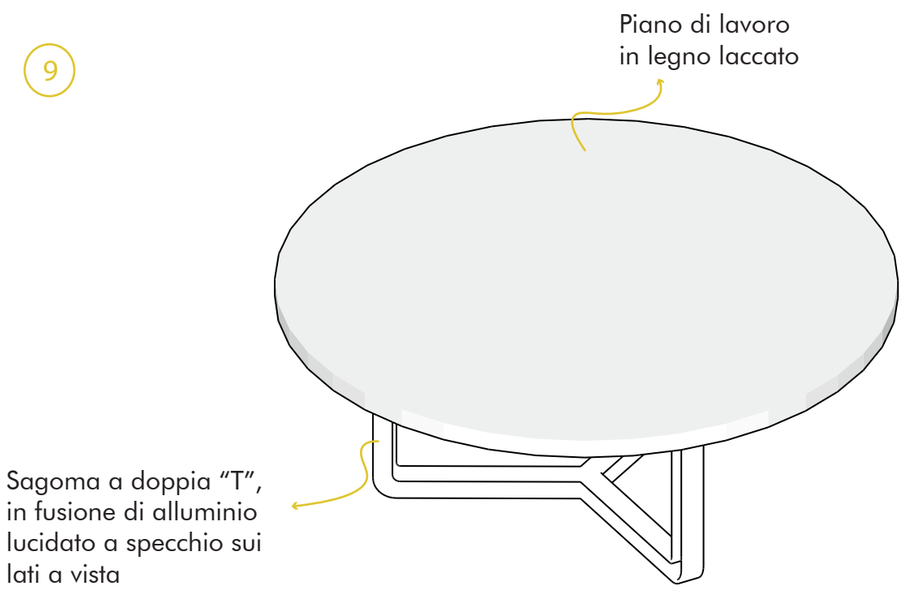
7


Piano in legno
Elettrificazione
sottopiano con attacco
usb per ricarica dei
dispositivi
Meccanismo elettronico
che permette la
regolazione dell’altezza

8


Piano di lavoro
movibile
Struttura tubolare
in metallo
di gambe, piedi e
supporti
Connessione
metallo-metallo degli
elementi per una
maggiore durata e
rottamazione totale

9


Piano di lavoro
in legno laccato
Sagoma a doppia “T”,
in fusione di alluminio
lucidato a specchio sui
lati a vista

MANICA EST

1

2

4

5

6

7

MANICA SUD

MANICA OVEST

3

8

4

9

3

08

L'ACB

L'ANALISI COSTI-BENEFICI (ACB)

Quando si ha a che fare con la realizzazione di un progetto, privato o pubblico che sia, è fondamentale definirne la sua fattibilità e la validità dell'investimento. Nel caso dell'investimento di natura privata la sua validità è data dalla redditività monetaria che il soggetto finanziatore trarrà dalla realizzazione del progetto, per questo si parla di **analisi costi-ricavi (ACR)** o più in generale di **Discountend Cash Flow Analysis (DCFA)**. Per l'investimento di natura pubblica invece, la sua validità non è data dal ritorno economico che la pubblica amministrazione si aspetta di avere dalla realizzazione del progetto, ma è data dai benefici economico-sociali, che la collettività trarrà dalla realizzazione dello stesso. In questo caso quindi viene effettuata **l'analisi costi-benefici (ACB)**. Nelle valutazioni preventive di fattibilità sono quindi considerate entrambe le analisi monetarie, ma è chiaro che, in base alla natura dell'investimento (privato o pubblico), cambiano i beneficiari che sono nel primo caso i finanziatori o gli imprenditori del progetto, nel secondo invece è la collettività. Un'altra importante differenza da considerare è anche l'orizzonte temporale, che risulta essere più limitato nel caso dell'investimento privato (finalizzato alla vendita), mentre molto più lungo quando si tratta di interventi pubblici, che nascono dall'esigenza di erogare servizi.

La definizione

L'analisi costi-benefici "costituisce un complesso di regole destinate a guidare le scelte pubbliche tra ipotesi alternative di investimento."[1] Precedentemente era considerata obbligatoria come approfondimento progettuale nel primo livello di progettazione per progetti con importi superiori al milione di euro e con determinate caratteristiche di sostenibilità economica e sociale, per gli interventi con importi minori viene invece effettuata l'analisi costi-efficacia. Attualmente invece è prevista come approfondimento del DOCFAP nel caso di opere di importo superiore a 15M€

L'ACB è considerata un'analisi monetaria, basata sull'attualizzazione dei flussi di cassa, che risulta essere valida quando i benefici generati dal progetto pubblico superano i costi da sostenere per la sua completa realizzazione. L'ACB si basa sostanzialmente sull'economia del benessere, ovvero una disciplina che studia i fenomeni sociali cercando delle soluzioni che tendono a migliorare l'ambiente sociale. Affiancando al benessere sociale la realizzazione di un progetto pubblico, l'amministrazione può stabilire se il benessere aumenterà con o senza progetto. Si ha quindi un approccio in cui si cerca di capire cosa effettivamente succede nella situazione attuale, senza progetto, e cosa succederà invece con l'intervento effettuato.

L'analisi può essere condotta *ex-ante* oppure *ex-post*; nella maggior parte dei casi viene eseguita ex-ante, in modo da fornire, in anticipo, un riscontro su quanto sia conveniente, per la collettività, la realizzazione del progetto. L'analisi può presentare tre diversi risultati:

- Esito positivo, in cui i benefici sono maggiori dei costi e, di conseguenza, sarà possibile stanziare i fondi per portare a termine il progetto;
- Esito incerto, in cui i benefici ammontano approssimativamente ai costi e per cui sarà necessario un ripensamento del progetto originale nella ricerca di maggiori benefici o riduzione dei costi;
- Esito negativo, in cui i benefici sono minori dei costi e, di conseguenza, sarà maggiormente conveniente, in presenza di un'alternativa, stanziare i fondi su un altro progetto.

Quando invece viene svolta *ex-post* ha la funzionalità di valutare se le scelte attuate nel progetto hanno portato a risultati vantaggiosi per la società, definendo quindi la sostenibilità o l'insostenibilità del progetto, per eventualmente correggerlo.

L'ACB in pratica

L'analisi costi-benefici si sviluppa partendo da un **inquadramento generale** dove viene analizzato l'intervento e definito l'orizzonte temporale. Una seconda fase è invece **l'individuazione degli effetti dell'intervento**, con l'individuazione dei soggetti portatori di interesse, successivamente si effettua un'**analisi della domanda e dell'offerta**. Vengono poi **analizzati e quantificati i costi e i benefici**, che verranno poi attualizzati, e ottenuti i risultati si valuterà la **convenienza economica dell'investimento**.

Per quanto riguarda l'analisi dei costi e benefici, si dividono in tre tipologie: diretti, indiretti e intangibili. I **costi diretti** si riferiscono alle spese necessarie alla realizzazione del bene, come per esempio costruzione e manutenzione, i **costi indiretti** sono invece quei costi che la realizzazione del progetto ha generato per la collettività. I **benefici diretti** sono incrementi di valore o riduzione di costi generati dalla realizzazione del bene, i **benefici indiretti** invece si riferiscono all'aumento di reddito procurato dal processo di realizzazione del bene. In sintesi quindi i costi e benefici diretti sono costi e guadagni

[1] F. NUTI, *L'analisi costi-benefici*, Il Mulino, Bologna 1987.

generati direttamente dalla gestione del bene, i costi e benefici indiretti sono le spese e i guadagni che ricadono sulla società e proprio per questo vengono anche chiamati rispettivamente esternalità negative ed esternalità positive. I **costi e benefici intangibili** sono invece quelli che possiamo individuare e descrivere ma non riusciamo a monetizzarli.

Per il calcolo dei costi e benefici diretti viene effettuata **un'analisi finanziaria**, prendendo in considerazione quindi solo i flussi di cassa in entrata e in uscita riferiti alla diretta realizzazione del progetto. Secondo le linee guida europee[2] l'analisi finanziaria deve essere svolta secondo alcuni step:

1. **Definizione dei costi totali di investimento e loro ripartizione negli anni**, dove quindi vengono indicati i costi di costruzione, le spese tecniche, le spese di pubblicità.
2. **Calcolo dei ricavi e dei costi operativi totali**, ovvero vengono considerati i costi per esempio della manutenzione, noleggio di macchinari per le lavorazioni, l'energia, e i ricavi dovuti alla vendita o affitto di beni e servizi.
3. **Definizione delle fonti di finanziamento**, che possono essere contributi dell'Unione Europea, contributi pubblici nazionali, contributi del promotore del progetto o contributi privati nel caso del PPP (Partenariato Pubblico Privato).
4. I tre step precedenti consentono di valutare la **redditività finanziaria** attraverso il calcolo del Valore Attuale Netto finanziario (VAN) e il Tasso Interno di Rendimento finanziario (TIR), questi confrontano i costi con le entrate e definiscono se i ricavi generati possano ripagare l'investimento. Nel dettaglio il VAN rappresenta la sommatoria dell'attualizzazione dei flussi cassa e l'investimento risulta accettabile se VAN>0

$$VAN = \Sigma\ [Ft \times (1+i)\text{-}t]$$

mentre il TIR è il saggio d'interesse determinato dal rendimento del capitale investito, rende equivalenti i flussi positivi e negativi dell'intervento.

L'investimento è considerato sostenibile quando i flussi di cassa risultano positivi in tutti i periodi. Inoltre, alla fine della durata temporale, viene assegnato alle strutture del progetto un valore residuo (Vres), che consiste nel costo di costruzione deprezzato:

$$Vres = [1 - Duratainv / Vitaecon] \times Crealizz + Varea$$

Il coefficiente di deprezzamento (D) invece si calcola basandosi sulla durata economica del bene (A):

$$D = [(A+20)2/140] - 2,86$$

Per il calcolo delle esternalità, positive o negative che siano, viene effettuata **l'analisi economico-sociale**. Come già anticipato quindi si può dedurre che quest'analisi, riferendosi ai costi e benefici indiretti, non sia riferita alle spese e il guadagno del soggetto finanziatore, ma è riferita all'impatto economico che il progetto ha sul benessere della collettività. La difficoltà in questo step dell'analisi costi-benefici è quindi quella di dover monetizzare anche alcune variabili che non sono facili da monetizzare o non hanno un vero e proprio prezzo di mercato.

Per definire l'analisi economico-sociale conclusa è necessario calcolare gli indicatori di performance economica, che si riferiscono però sia all'analisi economica che quella finanziaria:

- Il **VANe**, ovvero il Valore Attuale Netto Economico;
- Il **TIRe**, cioè il Tasso Interno di Rendimento Economico;
- Il **Pay Back Period (PBP)** che consente di individuare il numero di periodi necessari affinché i flussi positivi generati eguaglino i flussi negativi iniziali;
- Il **Rapporto Benefici-Costi Attualizzati (RBCA)** che rappresenta invece il rapporto tra la sommatoria attualizzata dei benefici e la sommatoria attualizzata dei costi.

Un ultimo step da eseguire successivamente all'analisi finanziaria ed economico-sociale è **la valutazione del rischio**, ovvero lo studio basato sulle variabili che potrebbero far cambiare il risultato della stima. In primo luogo bisogna effettuare l'analisi della sensibilità, cioè l'impatto che queste variabili possono avere sugli indicatori calcolati (VAN e TIR). È consigliato scegliere le variabili più critiche che danno luogo ad una variazione dell'1% del TIR e del 5% del VAN. Una volta calcolate le variabili critiche bisognerà verificare la probabilità che queste si verifichino, attraverso la distribuzione delle probabilità, con il successivo calcolo dei nuovi valori degli indicatori.

L'ACB APPLICATA AL PROGETTO

Come spiegato precedentemente l'analisi ACB è utile a capire la fattibilità finanziaria, economica e sociale della realizzazione di un'opera pubblica. In questo caso specifico si vuole valutare la sostenibilità dell'investimento per la realizzazione degli smart office all'interno del VOV 102. L'analisi è quindi stata effettuata partendo dalla monetizzazione di tutti i costi, diretti e

[2] COMMISSIONE EUROPEA, *Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento: Strumento di valutazione economica per la politica di coesione, 2014-2020, Ufficio pubblicazioni dell'Unione europea*, 2014.

indiretti, ripartiti poi per tutta la durata dell'investimento. Successivamente sono stati monetizzati i benefici, anch'essi diretti e indiretti, e suddivisi per l'arco temporale considerato. Da questi due dati è stato calcolato il flusso di cassa, quindi la differenza, periodo per periodo, tra la monetizzazione dei benefici e quella dei costi; ed infine i quattro indicatori precedentemente citati: valore attuale netto (VANe), il tasso interno di rendimento (TIRe), il rapporto benefici e costi attualizzati (RBCA) e il pay back period (PBP). Come arco temporale dell'analisi, è stato preso come riferimento 20 anni, considerandone uno di progettazione, due di costruzione e 17 di esercizio (i calcoli sono stati riassunti nelle tabelle in appendice).

Monetizzazione dei costi diretti e delle esternalità negative

Per i costi diretti sono stati considerati i costi necessari alla relizzazione dell'opera, le spese teniche, la sistemazione dell'area esterna e le spese dovute ai mancati guadagni in fase di costruzione.

Per la realizzazione dell'opera sono stati considerati i costi di demolizione degli spazi esistenti e alla costruzione delle nuove partizioni verticali e orizzontali, corpi scala e serramenti, e sono stati ricavati dal prezziario della regione Piemonte[3]. Quelli per la sistemazione della superficie territoriale esterna e della costruzione della copertura mercatale sono invece stati calcolati tramite stima parametrica di lavorazioni simili in base al DEI. Sono state poi considerate anche le spese più tecniche, tra cui le spese di gestione, calcolate anch'esse a livello parametrico al m^2 tramite il DEI, la manutenzione ordinaria e straordinaria, considerando rispettivamente lo 0,3% annuo sulla sommatoria del costo di costruzione e il 3% ogni 10 anni, le spese di assicurazione annuali e le spese di progettazione. Un ultimo costo diretto che è stato considerato è invece la diminuzione del guadagno nel periodo di costruzione per quanto riguarda l'area mercatale, in quanto è stato ipotizzato che, durante il periodo di cantiere, il mercato non potendo essere svolto in quell'area potesse semplicemente essere spostato in un'altra zona, preventivando però una diminuzione della quota d'affitto delle postazioni dovuta allo spostamento.

Come costo indiretto, sempre riferito allo svolgimento del mercato è stata stimata anche la diminuzione di guadagno che i venditori ambulanti possono riscontrare spostando la loro postazione in un'altra zona, diminuzione che potrebbe essere dovuta per esempio alla clientela residente nelle zone limitrofe del VOV102 che piuttosto che spostarsi per comprare dallo stesso venditore deciderà di rifornirsi in un altro negozio più vicino. Questo calcolo è stato effettuato partendo da un guadagno medio annuo di 15000€[4] per un venditore ambulante che svolge il suo lavoro 300 giorni l'anno. Considerando che il mercato del VOV102 viene svolto solo due giorni alla settimana, è stata ipotizzato un guadagno annuo di 5000€ per 100 giorni lavorativi e considerata una riduzione di questo dell'1%. Sempre riferito ai costi indiretti è stato ipotizzato che, essendo presente all'interno dell'edificio un nuovo bar, aperto non solo ai dipendenti ma anche ai cittadini, questo avrebbe potuto essere causa di una diminuzione di fatturato per i bar esistenti situati vicino all'edificio di progetto. In questo caso sono stati presi come riferimento i due edifici residenziali più vicini al WOW102, alti dieci piani l'uno e con al piano terra tre bar. Sono stati considerati quindi circa 250 appartamenti in totale, abitati in media da famiglie di quattro persone. Secondo i dati riportati dal censimento dell'ISTAT del 2011[5] circa il 90% della popolazione di Mirafiori Sud ha un'età maggiore di 15 anni, e circa il 67%[6] di questi consuma pasti fuori casa almeno due volte a settimana. In questo caso la perdita verificatasi è stata stimata ipotizzando un guadagno netto mensile per un singolo bar pari a 2250€ considerando una frequenza di circa 200 persone al giorno. Inserendo negli smart office del VOV102 circa 150 postazioni è stato stimato l'aumento di guadagno considerando una nuova clientela di 50 persone per bar, arrivando ad un guadagno mensile di 2810€ per bar. L'inserimento del nuovo bar all'interno del VOV102 fa si che questo sia un probabile mancato guadagno di circa 560€ al mese a bar. I costi indiretti che invece risultano essere più incidenti sono quelli relativi all'ambiente: il costo dell'inquinamento atmosferico (CIA) e il costo del cambiamento climatico (CCC). Per il costo dell'inquinamento atmosferico si vogliono intendere quei costi che ricadono sulla collettività attraverso l'emissione di sostanze inquinanti dovuta alla circolazione dei veicoli. Per questo calcolo si è deciso di considerare solo la circolazione di autovetture suddivise per Euro, acquisiti dalla consultazione del parco veicolare circolante della provincia di Torino[7] . Questi dati, non essendo possibile effettuare un sopralluogo, sono stati poi rapportati alla popolazione di Mirafiori Sud e successivamente ad una porzione limitata circostante il VOV102. Il costo dell'inquinamento atmosferico è stato poi calcolato tramite la formula

$CIA_i = n°veicoli \cdot costo\ emissione\ inquinanti \cdot n°passeggeri\ per\ auto \cdot km\ percorsi$

[3] http://www.sistemapiemonte.it/cms/privati/territorio/servizi/929-consultazione-prezzario-regionale-opere-pubbliche/3554-prezzario-2020

[4] https://iltuosalario.it/carriera/italia-professioni-e-stipendi/italia-venditori-su-bancarelle-e-mercati#:~:text=Lo%20stipendio%20minimo%20e%20massimo,40%20%E2%82%AC%20al%20mese%20%2D%202021.

[5] Censimento dell'ISTAT (2011), Ufficio statistica della Regione Piemonte

[6] FEDERAZIONE ITALIANA PUBBLICI ESERCIZI, *Ristorazione: rapporto annuale 2019, Confcommercio imprese per l'Italia,* 2019

[7] ACI, Open Parco Veicoli.

Di cui il costo delle emissioni inquinanti [€/pkm] è stato ricavato dalle linee guida europee. Per il calcolo invece del costo del cambiamento di climatico è stato utilizzato lo stesso campo veicolare circolante, ma considerando il costo delle emissioni di CO_2 equivalenti [€/pkm], anch'essi ricavati dalle linee guida europee. L'utilizzo della CO_2 equivalente permette di considerare non solo le emissioni di anidride carbonica, ma anche quelle di N_2O e CH_4 emessi dai veicoli su strada.

CCC_i=n°veicoli · costo emissione di CO_2 equivalenti · n°passeggeri per auto · km percorsi

In entrambi i casi per il km considerato è sembrato opportuno riferirsi al tratto di strada direttamente davanti al VOV, della lunghezza di 1 km.

Tutti questi costi, diretti e indiretti, sono stati ripartiti nei 20 anni di riferimento (fig. 1). I costi di progettazione e realizzazione vengono sostenuti nei primi tre anni insieme ad una parte delle spese tecniche come per esempio i progettisti; manutenzione, assicurazione e gestione invece vengono ripartiti nei successivi 17 anni insieme ai costi indiretti. Nel periodo di 20 anni considerato, i costi diretti risultano essere nettamente maggiori rispetto a quelli indiretti (fig. 2).

Monetizzazione dei benefici diretti e delle esternalità positive

Per quanto riguarda i benefici invece, sia diretti che indiretti, la loro distribuzione negli anni parte dall'anno successivo alla realizzazione del progetto, sviluppandosi quindi negli anni di esercizio (fig. 3). Come benefici diretti sono stati considerati gli affitti al m^2 ricavati dalle diverse attività inserite all'interno dell'edificio: locale bar e locale per lavorazione e vendita del miele, valori ricavati dall'osservatorio del mercato immobiliare (OMI)[8]. Per le postazioni dell'area mercatale invece, attraverso un'indagine online, sono stati trovati annunci di postazioni in affitto giornalmente, a Torino, a circa 60€. Come principale beneficio diretto si considera l'affitto degli uffici, che è stato stimato in due scenari diversi: il primo, risultato meno conveniente, considera l'affitto di tutti gli spazi adibiti a smart office ad un'unica impresa, facendo quindi riferimento ad un affitto al m^2 ricavato dall'OMI in base al prezzo d'affitto al m^2 degli uffici a Mirafiori Sud. Il secondo scenario invece ipotizza l'affitto delle singole postazioni o delle sale riunioni. L'affitto delle postazioni e delle sale sono stati stimate attraverso un'indagine di mercato di attività simili presenti a Torino, come per esempio Toolbox.

Come esternalità positive generate dal progetto invece sono state considerate sia l'aumento di valore di mercato degli immobili circostanti il VOV che l'aumento di guadagno che coloro che usufruiscono degli smart office possono portare alle attività già esistenti nell'area. Per l'aumento del valore di mercato degli immobili circostanti è stato considerato un valore di 1750,00 €/m^2, secondo i prezzi dell'osservatorio del mercato immobiliare, facendo poi riferimento a 250 appartamenti di circa 90 m^2 l'uno[9] . Per l'aumento del valore di mercato è stato considerato un 2% del valore totale del singolo immobile.

Il calcolo dell'aumento di guadagno delle attività circostanti l'ex CNMA è stato calcolato invece considerando le attività presenti in un raggio di 500 m. Per ognuna di queste attività è stato ipotizzato un guadagno mensile netto, sul guadagno annuale totale è stato poi considerato un aumento di guadagno del 2%.

Il calcolo degli indici di redditività secondo diversi scenari

Per comprendere meglio la fattibilità dell'investimento sono stati

Figura 2

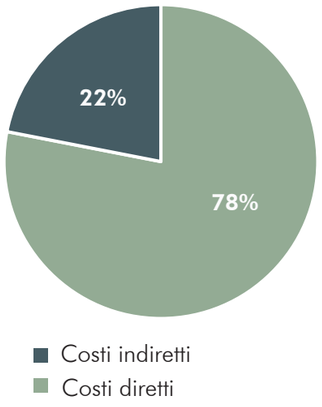


Fig. 1 : Schema di distribuzione dei costi diretti e indiretti nell'arco temporale di riferimento.
Fig 2: Grafico a torta per evidenziare l'incidenza dei costi diretti e indiretti nell'investimento.

[8] https://wwwt.agenziaentrate.gov.it/servizi/Consultazione/ricerca.htm
[9] Valore medio ricavato da ricerca di immobili in vendita a Mirafiori Sud.

Fig. 3: Schema di distribuzione dei benefici diretti e indiretti nell'arco temporale di riferimento.

Figura 1

Figura 3

eseguiti tre diversi scenari, due più ottimistici e uno più realistico. In tutti e tre i casi la variabile considerata è il prezzo dell'affitto degli smart office, si considerano invece sempre affittati il locale destinato a bar/ristorante e il locale per la vendita e lavorazione del miele.

Il primo scenario, come accennato precedentemente, vede gli smart office affittati tutto l'anno per tutta la durata del periodo di esercizio preso in esame per l'analisi, ad un prezzo al m^2 di 15€[10] . Questa è considerata una visione abbastanza ottimistica, ma nonostante questo, ai fini dell'investimento, la situazione riscontrata attraverso il calcolo degli indicatori di redditività risulta essere già una situazione limite. Infatti, ponendo il VANe = 0 per capire quale fosse il limite entro il quale l'investimento potesse essere considerato sostenibile (ma non economicamente vantaggioso), il prezzo al m^2 è risultato essere di 14,12€/m^2, prezzo non lontano da quello da noi scelto.

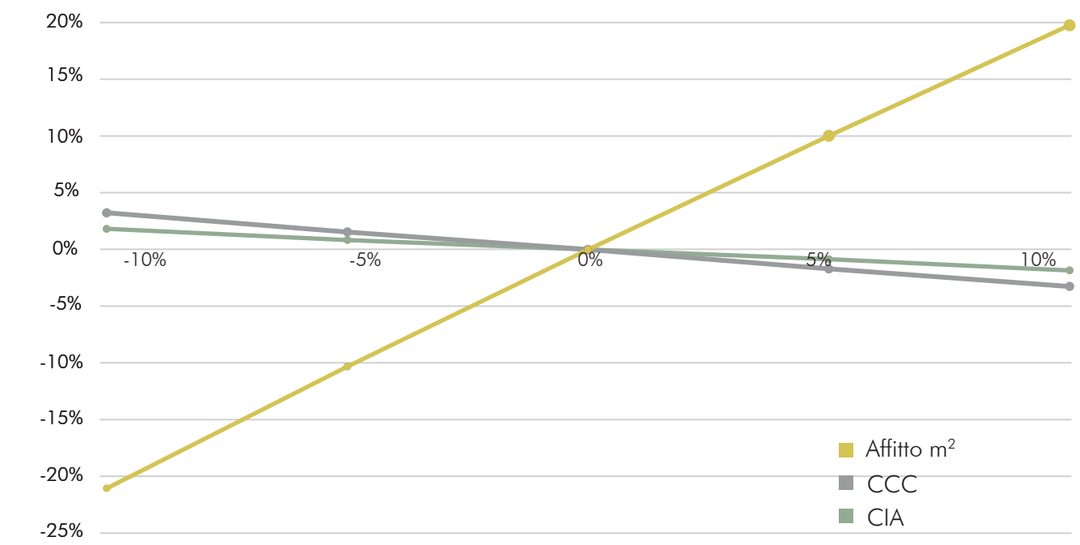
VANe	€ 149.377,69
TIRe	6,86%
RBCA	1,03
PBP	12,88

Per l'analisi della sensibilità (fig. 4) invece sono state considerate come variabili i costi causati dall'inquinamento atmosferico e dal cambiamento climatico, facendo variare del 5% e 10%, in positivo e in negativo, il numero di autovetture considerate. Per quanto riguarda i benefici invece si è tenuto conto solo dell'affitto al m^2. Come da nostre aspettative la variabile più influente è risultata essere l'affitto degli spazi.

[10] Secondo l'OMI l'affitto al m2 per uffici a Mirafiori Sud è di 8€/m^2 per spazi esistenti e in buono stato. Considerato che gli smart office del progetto sono di nuova costruzione abbiamo ritenuto coerente aumentare a 15€/m^2.

Fig. 4: Analisi della sensibilità scenario 1.

Figura 4



Per il secondo scenario invece l'affitto è stato ipotizzato a postazione, attraverso un'analisi di mercato di attività simili, come Toolbox e Regus. Anche in questo caso lo scenario è stato simulato come ottimistico, considerando, come nello scenario precedente, un affitto costante per tutto l'anno e per tutta la durata del periodo di esercizio. L'affitto medio a postazione, in base all'indagine effettuata, è risultato essere di 180€ al mese per le postazioni di lavoro, 160€ al giorno per le sale riunioni che possono ospitare più persone, quindi quella posizionata nella manica ovest, e 50€ al giorno per le acoustic room presenti nella manica est. Contrariamente allo scenario precedente i risultati ottenuti dall'analisi economico-sociale risultano essere nettamente maggiori.

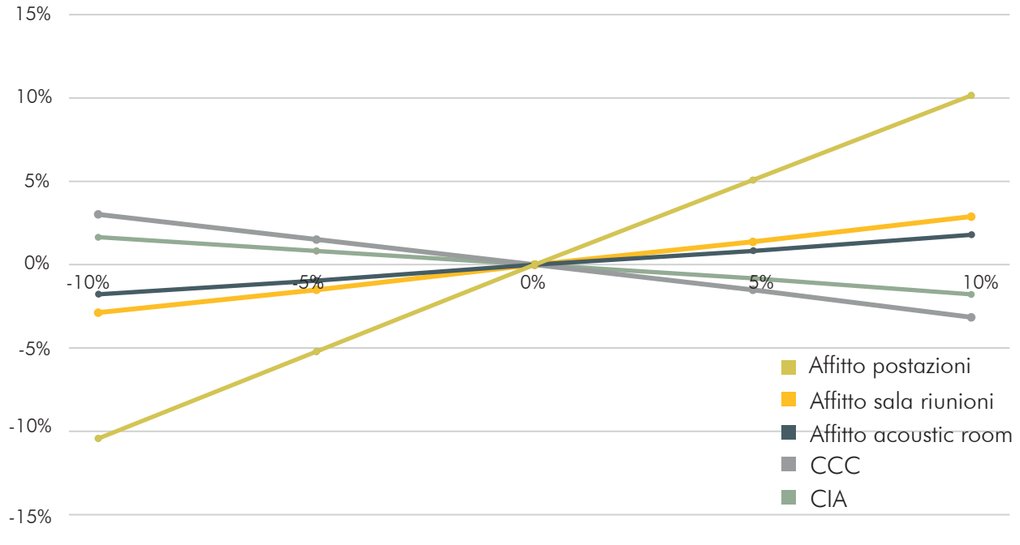
VANe	€ 1.101.890,94
TIRe	11,75%
RBCA	1,23
PBP	9,54

Ponendo nuovamente il VANe = 0 per verificare il limite di sostenibilità dell'investimento, facendo variare solamente il valore d'affitto a postazione, il risultato ottenuto è quello di 69,82€ a postazione, quindi quasi 1/3 rispetto al valore da noi usato.

L'analisi della sensibilità (fig. 5) è stata svolta considerando sempre i

Fig. 5: Analisi della sensibilità scenario 2.

Figura 5



costi dell'inquinamento atmosferico e del cambiamento climatico. Mentre per le variabili dei benefici sono stati utilizzati i prezzi delle postazioni, delle sale riunioni e delle acoustic room. Anche in questo caso, come da nostre aspettative, la variabile più influente è risultata essere l'affitto della singola postazione.

Considerato che il primo scenario con l'affitto al m^2 è risultato essere già una situazione limite, abbiamo provato a ipotizzare uno scenario più realistico con il prezzo d'affitto a postazione, mantenendo lo stesso prezzo ma facendo variare i mesi d'affitto, simulando quindi un affitto per 9 mesi l'anno, per tutta la durata del periodo di esercizio. Il risultato è stato quello di una situazione molto vicina al limite di sostenibilità economica ma pur sempre vantaggiosa.

VANe	€ 226.079,70
TIRe	7,29%
RBCA	1,05
PBP	11,16

Porre il VANe = 0 ha portato ad un valore di 150€ di affitto a postazione. Quindi abbiamo provato a variare i mesi d'affitto all'anno, arrivando alla conclusione per la quale l'investimento in questo scenario risulta essere sostenibile e vantaggioso a livello economico e sociale affittando a postazione almeno 9 mesi l'anno per 3 anni, e 8 mesi l'anno per 14 anni.

L'analisi della sensibilità (fig. 6) non ha dato risultati diversi dallo scenario precedente. Le variabili utilizzate sono rimaste le medesime, sia per i costi che per i benefici, e la variabile più influente è rimasta il prezzo d'affitto a postazione.

Figura 6

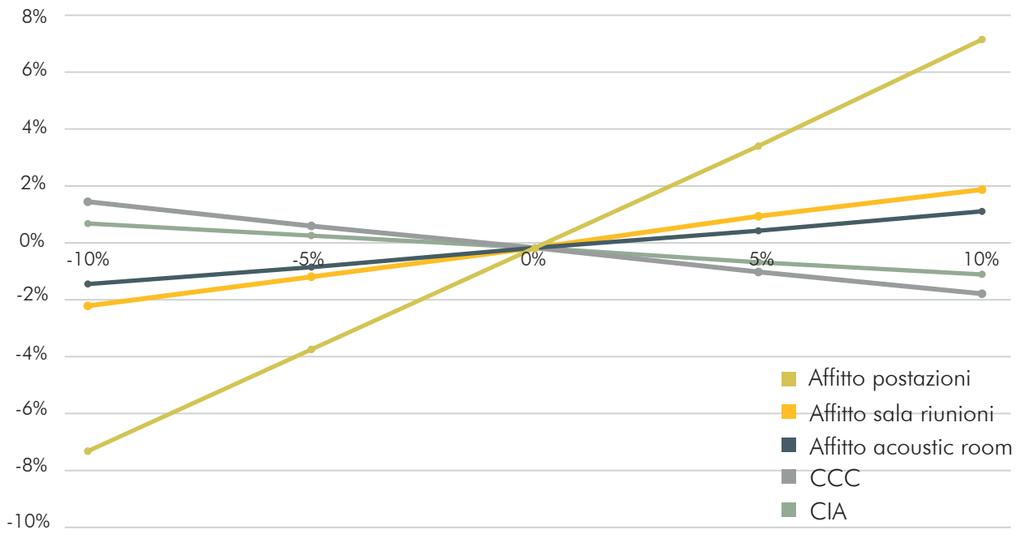


Fig. 6: Analisi della sensibilità scenario 3.

Considerazioni finali

Dai risultati dei tre differenti scenari (fig. 7), quello che può essere escluso a priori può essere lo scenario numero due, in quanto troppo ottimistico e meno realistico rispetto agli altri due. Il primo e terzo scenario risultano invece essere entrambi realistici, anche se in modalità differenti. Il primo scenario, abbiamo ipotizzato essere una soluzione utilizzabile in situazioni in cui per esempio lo spazio viene affittato a start-up o altre aziende estere che necessitino di uno spazio per uffici a lungo termine. In questo caso quindi lo smart office viene affittato al m^2 annualmente.

Il terzo scenario invece, rispecchiando comunque la filosofia dello *smart working*, consente a chiunque di lavorare non per forza nell'ufficio dell'azienda, ma anche in uno spazio che può essere più vicino a casa o semplicemente più comodo rispetto alle attività lavorative e quotidiane che devono essere svolte dal lavoratore, garantendogli quindi non solo flessibilità nello spazio di lavoro ma anche negli orari e nei luoghi.

Figura 7

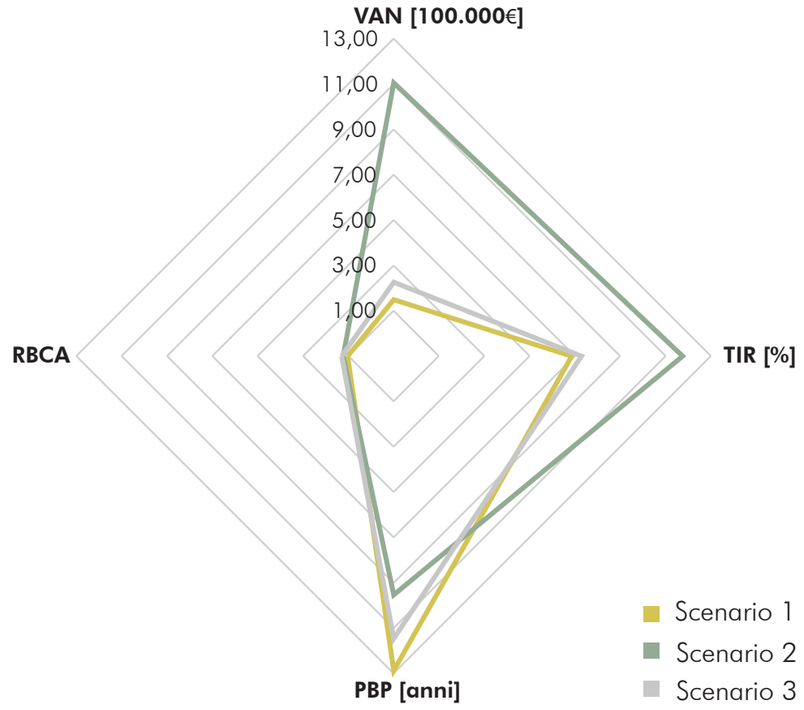


Fig. 7: Grafico radar riassuntivo degli indicatori di redditività ottenuti dall'analisi costi benefici.

CONCLUSIONI

Il lavoro svolto partiva dall'idea di voler analizzare le differenti fasi della progettazione del layout d'ufficio, fino ad arrivare all'età attuale, in cui il rapporto dipendente-datore di lavoro si basa sulla fiducia e sulla flessibilità, accompagnato da un layout spaziale che segua e comunichi gli stessi principi.

D'ora in poi bisognerebbe incoraggiare l'irruzione dell'emotività, della fantasia e dell'affettività nella sfera produttiva, assicurando una concreta parità di genere o rispetto sicuro delle diversità, una crescita culturale dei singoli e dell'intera comunità. Gli imprenditori e i manager inclini a rinchiudersi nelle loro aziende in interminabili overtime, vanno spinti a coniugare il lavoro con la vita, accompagnati a coltivare l'etica e l'estetica non meno della finanza e del marketing. In tutto questo processo storico la destrutturazione spazio-temporale del lavoro attraverso lo Smart Working rappresenta un passaggio inevitabile.

Il continuo progresso tecnologico lascerà sempre più spazio alle macchine e all'intelligenza artificiale dando la possibilità all'uomo di svolgere attività sempre più creative. Nell'organizzazione sarà necessario puntare sulla motivazione piuttosto che sul controllo, sull'autonomia piuttosto che sulla burocrazia, sul merito piuttosto che sull'orario, sulla leadership partecipativa piuttosto che su quella autoritaria, sull'emulazione solidale piuttosto che sulla competitività insensata.

Il lavoro di studio e di approfondimento di questa tesi, ha rappresentato in primis la volontà di comprendere i principali valori del lavoro agile e il tentativo di trasportarli nel progetto, unendoli ai temi della sostenibilità non solo ambientale ma anche economica e sociale, cercando di rispettare il luogo e la storia dell'edificio. Visto già i presupposti del comune di Torino di considerare l'ex CNMA come luogo di incontro tra natura e storia, poiché i sistemi NBS già presenti costituiscono un vero e proprio simbolo della biodiversità e della natura in una città sempre più inquinata, il progetto cerca di rispettare queste scelte e altresì di valorizzarle, proponendo questo nuovo modo di lavorare.

APPENDICE

Tabella 1

FACCIATA	PIANO	Ag [m]	Ug [W/m²K]	Af [m]	Uf [W/m²K]	Ψ [W/mK]	l [m]	Aw [m]	U [W/m²K]	$g_{gl,n}$	g_{gl+sh}	n°
NORD	T	12,95	1,00	3,27	0,59	0,06	19,94	16,22	0,99	0,50	-	4
	1	12,95	1,00	3,27	0,59	0,06	19,94	16,22	0,99	0,50	0,30	1
	T	7,09	1,00	1,76	0,59	0,06	12,74	8,85	1,00	0,51	-	1
	1	7,09	1,00	1,76	0,59	0,06	12,74	8,85	1,00	0,51	0,31	1
	T	53,52	1,00	2,31	0,59	0,06	63,19	55,83	1,05	0,50	-	4
EST	T	1,77	1,00	0,66	0,59	0,06	6,43	2,42	1,05	0,52	-	3
	1	1,77	1,00	0,66	0,59	0,06	6,43	2,42	1,05	0,52	0,32	4
	T	2,08	1,00	0,95	0,59	0,06	7,04	3,03	1,01	0,51	-	6
	1	2,08	1,00	0,95	0,59	0,06	7,04	3,03	1,01	0,51	0,31	6
	1	1,58	1,00	0,63	0,59	0,06	6,22	2,21	1,05	0,51	0,32	4
	1	1,86	1,00	0,86	0,59	0,06	6,78	2,72	1,02	0,51	0,31	3
SUD	T	7,04	1,00	1,69	0,59	0,06	11,87	8,73	1,00	0,53	0,24	2
	1	11,87	1,00	2,97	0,59	0,06	18,60	14,84	0,99	0,53	0,31	1
	T	0,99	1,00	0,49	0,59	0,06	4,92	1,48	1,06	0,53	-	4
	T/1	12,72	1,00	2,36	0,59	0,06	7,79	15,08	0,97	0,52	0,24	2
	T	0,80	1,00	0,46	0,59	0,06	4,60	1,26	1,07	0,53	-	4
	T	1,93	1,00	0,86	0,59	0,06	6,79	2,79	1,02	0,53	-	1
	T	1,46	1,00	0,64	0,59	0,06	6,20	2,10	1,05	0,53	0,24	2
	1	1,46	1,00	0,64	0,59	0,06	6,20	2,10	1,05	0,53	0,32	2
	T	3,40	1,00	0,76	0,59	0,06	9,35	4,17	1,06	0,53	0,24	1
	1	1,29	1,00	0,61	0,59	0,06	6,01	1,90	1,06	0,53	0,32	1
OVEST	T	14,28	1,00	2,47	0,59	0,06	16,38	16,75	1,00	0,51	0,26	4
	1	12,95	1,00	3,27	0,59	0,06	19,94	16,22	0,99	0,51	0,31	4
	1	1,05	1,00	0,51	0,59	0,06	5,00	1,56	1,06	0,52	0,32	4

Tabella 2

NORD PIANO TERRA
Aggetto orizzontale 60°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fhor,d	1,00
Fov	0,65	0,65	0,65	0,66	0,69	0,69	0,70	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	Fov,d	0,65
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,65	0,65	0,65	0,66	0,69	0,69	0,7	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	Fsb,oh,d	0,65

NORD PIANO PRIMO

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fhor,d	1,00
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fsb,oh,d	1,00

NORD PIANO PRIMO (parte centrale - shed)

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	Fhor,d	0,83
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	Fsb,oh,d	0,83

EST PIANO TERRA (parte centrale)

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fhor,d	1,00
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fsb,oh,d	1,00

EST PIANO TERRA (parti laterali)
Ostruzione 40°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	0,21	0,32	0,33	0,37	0,38	0,39	0,38	0,39	0,32	0,33	0,23	0,21	Fhor,d	0,38
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,21	0,32	0,33	0,37	0,38	0,39	0,38	0,39	0,32	0,33	0,23	0,21	Fsb,oh,d	0,38

Tabella 3

EST PIANO PRIMO (parte centrale)

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fhor,d	1,00
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fsb,oh,d	1,00

EST PIANO PRIMO (parti laterali)
Ostruzione 30°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	0,39	0,45	0,49	0,52	0,53	0,56	0,55	0,54	0,48	0,44	0,43	0,35	Fhor,d	0,52
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,39	0,45	0,49	0,52	0,53	0,56	0,55	0,54	0,48	0,44	0,43	0,35	Fsb,oh,d	0,52

EST PIANO PRIMO (affaccio copertura shed)
Aggetto verticale 60°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fhor,d	1,00
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	0,38	0,63	0,65	0,78	0,84	0,85	0,85	0,81	0,72	0,76	0,42	0,34	Ffin,d	0,80
Fsh,ob	0,38	0,63	0,65	0,78	0,84	0,85	0,85	0,81	0,72	0,76	0,42	0,34	Fsb,oh,d	0,80

SUD PIANO TERRA (parti laterali - manica est e ovest)
Ostruzione 40°
Aggetto verticale 60°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	0,04	0,14	0,49	0,75	0,65	0,60	0,65	0,73	0,83	0,06	0,04	0,03	Fhor,d	0,38
Fov	0,77	0,68	0,58	0,49	0,50	0,51	0,49	0,48	0,52	0,65	0,74	0,79	Fov,d	0,65
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,03	0,10	0,28	0,37	0,33	0,31	0,32	0,35	0,43	0,04	0,03	0,02	Fsb,oh,d	0,25

SUD PIANO TERRA (parte centrale)
Ostruzione 40°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	0,04	0,14	0,49	0,75	0,65	0,60	0,65	0,73	0,83	0,06	0,04	0,03	Fhor,d	0,38
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,04	0,14	0,49	0,75	0,65	0,60	0,65	0,73	0,83	0,06	0,04	0,03	Fsb,oh,d	0,38

Tabella 4

SUD PIANO PRIMO (parti laterali)
Ostruzione 30°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	0,05	0,40	0,87	0,81	0,73	0,69	0,73	0,79	0,87	0,64	0,09	0,04	Fhor,d	0,52
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,05	0,40	0,87	0,81	0,73	0,69	0,73	0,79	0,87	0,64	0,09	0,04	Fsb,oh,d	0,52

OVEST PIANO TERRA
Ostruzione 30°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	0,39	0,45	0,49	0,52	0,53	0,56	0,55	0,54	0,48	0,44	0,43	0,35	Fhor,d	0,52
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	0,39	0,45	0,49	0,52	0,53	0,56	0,55	0,54	0,48	0,44	0,43	0,35	Fsb,oh,d	0,52

OVEST PIANO PRIMO

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fhor,d	1,00
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ffin,d	1,00
Fsh,ob	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fsb,oh,d	1,00

OVEST PIANO PRIMO (affaccio copertura shed)
Aggetto verticale 60°

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre		
Fhor	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fhor,d	1,00
Fov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Fov,d	1,00
Ffin	0,38	0,63	0,65	0,78	0,84	0,85	0,85	0,81	0,72	0,76	0,42	0,34	Ffin,d	0,80
Fsh,ob	0,38	0,63	0,65	0,78	0,84	0,85	0,85	0,81	0,72	0,76	0,42	0,34	Fsb,oh,d	0,80

CARICO TERMICO INVERNALE DI PROGETTO (SENSIBILE)												
AMBIENTE	Ht,ie [W/K]	θi [°C]	θe [°C]	ϕT,i [W]	Hv,i,sens [W/K]	θi [K]	θe [K]	ϕV,i,sens [W]	ϕRH [W]	ϕHL,i [W]	Superficie [m²]	ϕHL,i [W/m²]
Uffici (manica est)	184,21	20	-8	5157,98	22,65	20	-8	634,28	2200,00	7992,26	200,00	39,96
Bagni (manica est)	40,06	20	-8	1121,77	3,56	20	-8	99,74	353,65	1575,17	32,15	48,99
Uffici (soppalco)	184,58	20	-8	5168,25	37,76	20	-8	1057,24	2750,00	8975,49	250,00	35,90
Bagni (soppalco)	6,98	20	-8	195,56	1,71	20	-8	47,93	191,18	434,67	17,38	25,01
Uffici (manica ovest)	309,82	20	-8	8675,01	52,39	20	-8	1466,83	3883,88	14025,72	353,08	39,72
Bagni (manica ovest)	14,34	20	-8	401,53	2,30	20	-8	64,35	192,50	658,38	17,50	37,62

CARICO TERMICO INVERNALE DI PROGETTO (LATENTE)							
AMBIENTE	ϕV,i,latente [W]	ϕocc,i,latente [W]	nocc	ϕocc,i,lat,tot [W]	ϕlatente,tot [W]	Superficie app [m²]	ϕlatente netto [W/m²]
Uffici (manica est)	374,965227	40	24	960,00	585,03	232,15	2,52
Uffici (soppalco)	564,563606	40	30	1200,00	635,44	267,38	2,38
Uffici (manica ovest)	782,185406	40	42	1694,78	912,60	370,58	2,46

CARICO TERMICO ESTIVO DI PROGETTO (SENSIBILE)										
AMBIENTE	AFFACCIO	Atot [m²]	Aw [m²]	Sup. vetrata %	n piano	Carichi di refrigerazione [W/m3]	Volume [m3]	ϕsensibile,e [W]	Superficie app [m²]	ϕsensibile netto [W/m²]
Uffici (manica est)	N	18,92	8,85	46,78%	1	8,14	552,00	4492,80		
	E	80,91	27,04	33,42%	1	11,43	552,00	6308,52		
	O	81,03	3,12	3,85%	1	2,46	552,00	1360,30		
								6308,52	200,00	31,54
Bagni (manica est)	E	13,93	4,84	34,77%	1	11,89	86,81	1032,27		
	S	18,82	6,10	32,43%	1	12,84	86,81	1114,83		
	O	13,94	1,56	11,19%	1	8,86	86,81	769,47		
								1114,83	32,15	34,68
Uffici (soppalco)	S	101,78	8,20	8,06%	1	4,76	920,10	4375,49		
	N	0,00	55,83	100,00%	1	13,50	920,10	12421,35		
								12421,35	250,00	49,69
Bagni (soppalco)	S	11,77	0,00	0,00%	1	5,90	41,71	246,10		
								246,10	17,38	14,16
Uffici (manica ovest)	N	36,49	16,22	44,45%	1	12,80	1276,56	16341,10		
	E	86,66	5,44	6,28%	1	5,40	1276,56	6893,43		
	S	31,30	14,84	47,43%	1	14,54	1276,56	18567,09		
	O	142,34	64,88	45,58%	1	19,02	1276,56	24282,88		
								24282,88	353,08	68,77
Bagni (manica ovest	E	19,49	2,72	13,96%	1	5,08	56,00	284,47		
								284,47	17,50	16,26

CARICO TERMICO ESTIVO DI PROGETTO (LATENTE)											
AMBIENTE	Vi [m3/s]	ρ [kg/m3]	xi [kgv/kga]	xe [kgv/kga]	Δhvs [J/kg]	ϕV,i,latente [W]	ϕocc,i,latente [W]	n° occ	ϕocc,i,lat,tot [W]	ϕlatente,tot [W]	Superficie app [m²]	ϕlatente netto [W/m²]
Uffici (manica est)	0,0184	1,225	0,011	0,014	2500000	185,96	70	24	1680,00	1865,96	200,00	9,33
Uffici (soppalco)	0,0307	1,225	0,011	0,014	2500000	309,96	70	30	2100,00	2409,96	250,00	9,64
Uffici (manica ovest)	0,0426	1,225	0,011	0,014	2500000	430,04	70	42	2965,87	3395,91	353,08	9,62

Tabella 6

BILANCIO DI MASSA DI VAPORE INVERNALE																		
AMBIENTE	ϕocc,latente [W]	hv [J/kg]	mv,occ [kg/s]	n°occ	mv,occ,tot [kg/s]	Vi [m³/s]	ρ [kg/m³]	xi [kgv/kga]	xe [kgv/kga]	mv,inf [kg/s]	mv,netta [kg/s]	estrazioni [vol/s]	volume [m³]	Qop [m³/s]	ρ [kg/m³]	mae [kg/s]	xi [kgv/kga]	xs [kgv/kga]
Uffici (manica est)	40	2534000	0,000016	24	0,000379	0,0184	1,225	0,0072	0,00145	0,000130	0,000249			0,011	1,225	0,323	0,0072	0,00643
Bagni (manica est)												0,002	86,81		1,225	0,234		
Uffici (soppalco)	40	2534000	0,000016	30	0,000474	0,0307	1,225	0,0072	0,00145	0,000216	0,000258			0,011	1,225	0,404	0,0072	0,00656
Bagni (soppalco)												0,002	41,71		1,225	0,112		
Uffici (manica ovest)	40	2534000	0,000016	42	0,000669	0,0426	1,225	0,0072	0,00145	0,000300	0,000369			0,011	1,225	0,571	0,0072	0,00655
Bagni (manica ovest)												0,002	56,00		1,225	0,151		

BILANCIO MASSA DI VAPORE ESTIVO																		
AMBIENTE	ϕocc,latente [W]	hv [J/kg]	mv,occ [kg/s]	n°occ	mv,occ,tot [kg/s]	Vi [m³/s]	ρ [kg/m³]	xi [kgv/kga]	xe [kgv/kga]	mv,inf [kg/s]	mv,netta [kg/s]	estrazioni [vol/s]	volume [m³]	Qop [m³/s]	ρ [kg/m³]	mae [kg/s]	xi [kgv/kga]	xs [kgv/kga]
Uffici (manica est)	70	2534000	0,000028	24	0,000663	0,0184	1,225	0,0105	0,0138	0,000074	0,000737			0,011	1,225	0,323	0,0105	0,00822
Bagni (manica est)												0,002	86,81		1,225	0,234		
Uffici (soppalco)	70	2534000	0,000028	30	0,000829	0,0307	1,225	0,0105	0,0138	0,000124	0,000953			0,011	1,225	0,404	0,0105	0,00814
Bagni (soppalco)												0,002	41,71		1,225	0,112		
Uffici (manica ovest)	70	2534000	0,000028	42	0,001170	0,0426	1,225	0,0105	0,0138	0,000172	0,001342			0,011	1,225	0,571	0,0105	0,00815
Bagni (manica ovest)												0,002	56,00		1,225	0,151		

CAPACITÀ UTA MANICA EST		
mae,tot [kg/s]	ρ [kg/m³]	V,UTA [m³/h]
0,32	1,225	950

CAPACITÀ UTA SOPPALCO		
mae,tot [kg/s]	ρ [kg/m³]	V,UTA [m³/h]
0,40	1,225	1188

CAPACITÀ UTA MANICA OVEST		
mae,tot [kg/s]	ρ [kg/m³]	V,UTA [m³/h]
0,57	1,225	1678

Tabella 7

INVERNO (manica est)												
S			B			A			E			
xs [kgv/kga]	hs [J/kg]	Ts [°C]	xb [kgv/kga]	hb [J/kg]	Tb [°C]	xa [kgv/kga]	ha [J/kg]	Ta [°C]	xe [kgv/kga]	he [J/kg]	Te [°C]	mae [kg/s]
0,0064	36100	20	0,00643	23800	9,2	0,00145	23800	23,8	0,00145	-4000	-8	0,32

BATTERIA PRE RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	ha [J/kg]	he [J/kg]	QPRE [W]
0,32	23800	-4000	8991

BATTERIA POST RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	hs [J/kg]	hb [J/kg]	QPOST [W]
0,32	36100	23800	3978

INVERNO (soppalco)												
S			B			A			E			
xs [kgv/kga]	hs [J/kg]	Ts [°C]	xb [kgv/kga]	hb [J/kg]	Tb [°C]	xa [kgv/kga]	ha [J/kg]	Ta [°C]	xe [kgv/kga]	he [J/kg]	Te [°C]	mae [kg/s]
0,0066	36800	20	0,00656	24100	9,2	0	24100	23,8	0	-4000	-8	0,40

BATTERIA PRE RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	ha [J/kg]	he [J/kg]	QPRE [W]
0,40	24100	-4000	11359

BATTERIA POST RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	hs [J/kg]	hb [J/kg]	QPOST [W]
0,40	36800	24100	5134

INVERNO (manica ovest)												
S			B			A			E			
xs [kgv/kga]	hs [J/kg]	Ts [°C]	xb [kgv/kga]	hb [J/kg]	Tb [°C]	xa [kgv/kga]	ha [J/kg]	Ta [°C]	xe [kgv/kga]	he [J/kg]	Te [°C]	mae [kg/s]
0,0066	36800	20,00	0,00655	24100	7,80	0,00	24100	20,50	0,00	-4000,00	-8,00	0,57

BATTERIA PRE RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	ha [J/kg]	he [J/kg]	QPRE [W]
0,57	24100	-4000	16043

BATTERIA POST RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	hs [J/kg]	hb [J/kg]	QPOST [W]
0,57	36800	24100	7251

Tabella 8

ESTATE (manica est)									
S			A			E			
xs [kgv/kga]	hs [J/kg]	Ts [°C]	xa [kgv/kga]	ha [J/kg]	Ta [°C]	xe [kgv/kga]	he [J/kg]	Te [°C]	mae [kg/s]
0,00822	48900	26	0,0082	34900	15	0,0138	65500	30,5	0,32

BATTERIA RAFFREDDAMENTO			
mae [kg/s]	he [J/kg]	ha [J/kg]	QRAFF [W]
0,32	65500	34900	9896,04

BATTERIA POST RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	hs [J/kg]	ha [J/kg]	QPOST [W]
0,32	48900	34900	4527,6

ESTATE (soppalco)									
S			A			E			
xs [kgv/kga]	hs [J/kg]	Ts [°C]	xa [kgv/kga]	ha [J/kg]	Ta [°C]	xe [kgv/kga]	he [J/kg]	Te [°C]	mae [kg/s]
0,00814	46800	26	0,0081	31500	15	0,0138	65500	30,5	0,40

BATTERIA RAFFREDDAMENTO			
mae [kg/s]	he [J/kg]	ha [J/kg]	QRAFF [W]
0,40	65500	31500	13745

BATTERIA POST RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	hs [J/kg]	ha [J/kg]	QPOST [W]
0,40	46800	31500	6185

ESTATE (manica ovest)									
S			A			E			
xs [kgv/kga]	hs [J/kg]	Ts [°C]	xa [kgv/kga]	ha [J/kg]	Ta [°C]	xe [kgv/kga]	he [J/kg]	Te [°C]	mae [kg/s]
0,00815	46800	26	0,0082	31500	11	0,0138	65500	30,5	0,57

BATTERIA RAFFREDDAMENTO			
mae [kg/s]	he [J/kg]	ha [J/kg]	QRAFF [W]
0,57	65500	31500	19412

BATTERIA POST RISCALDAMENTO			
mae [kg/s]	hs [J/kg]	ha [J/kg]	QPOST [W]
0,57	46800	31500	8735

DIMENSIONAMENTO POMPA DI CALORE (manica est+soppalco)							
Praff,est [W]	n° travi est	Ptot,est [kW]	Praff,sopp [W]	n° fancoil sopp	Ptot,sopp [kW]	QRAFF [kW]	Ptot [kW]
1249	8	10	1970	7	14	24	47,42

DIMENSIONAMENTO POMPA DI CALORE (manica ovest)				
Praff,ovest [W]	n° travi ovest	Ptot,ovest [kW]	QRAFF [kW]	Ptot [kW]
1009	20	20	19	39,59

Tabella 9

AMBIENTE 1				
V [m³] 338,14		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA NORD			
	Stratigrafia H	20,27	16,22	51,4
	FACCIATA EST			
	Stratigrafia O	14,02	2,72	52
	FACCIATA OVEST			
	Stratigrafia M	16,79	16,22	51,3

AMBIENTE 2				
V [m³] 355,85		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA EST			
	Stratigrafia O	14,94	2,72	52
	FACCIATA OVEST			
	Stratigrafia M	8,03	32,44	49,4

AMBIENTE 3				
V [m³] 319,83		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA OVEST			
	Stratigrafia M	19,83	16,22	51
	FACCIATA SUD			
	Stratigrafia H	16,84	14,84	51,6

AMBIENTE 4				
V [m³] 818,12		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA SUD			
	Stratigrafia C	105,98	8,2	53,6

Tabella 10

AMBIENTE 5				
V [m³] 374		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA EST			
	Stratigrafia J	34,88	18,18	51,1
	FACCIATA OVEST			
	Stratigrafia K	48,86	4,82	50,5

AMBIENTE 5 esistente				
V [m³] 374		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA EST			
	Stratigrafia J	34,88	18,18	43,3
	FACCIATA OVEST			
	Stratigrafia K	48,56	5,82	46,9

AMBIENTE 6				
V [m³] 183,63		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA EST			
	Stratigrafia C	18,98	8,84	50,9
	FACCIATA NORD			
	Stratigrafia A	9,92	8,84	51
	FACCIATA OVEST			
	Stratigrafia A	23,59	2,41	54,3

AMBIENTE 6 esistente				
V [m³] 183,63		A_{opaco} [m²]	$A_{serramenti}$ [m²]	D_{2mnTw} [dB]
	FACCIATA EST			
	Stratigrafia C	18,98	8,84	43,3
	FACCIATA NORD			
	Stratigrafia A	16,51	2,25	48,9
	FACCIATA OVEST			
	Stratigrafia A	19,97	6	44,9

Tabella 11

OPERE DA REALIZZARE - COSTI DIRETTI												
VOCI C. RISTRUTTURAZIONE	PARAMETRO					COSTO DI COSTRUZIONE						
	t	mq	mc	n	%	€/m	€/mq	€/mc	€ cad	€/t	€ TOT	
Rimozione serramenti	1,82	605,00					13,00			50,84	7.957,27 €	
Demolizione tramezzi	128,79	1.431,00	214,65				12,43			8,65	18.901,36 €	
Demolizone solaio	33,30	370,00	55,50				34,73			8,65	13.138,15 €	
Demolizione scale	5,10	42,50	8,50				36,36			8,65	1.589,42 €	
Realizzazione solaio attacco a terra (igloo)		260,00					59,77				15.540,20 €	
Costruzione nuovo solaio per P1		648,00					100,34				65.020,32 €	
Pulizia della facciata		1.000,00					31,03				31.030,00 €	
Isolamento VIP		1.001,00					147,00				147.147,00 €	
Isolamento EPS+grafite		1.833,32					10,00				18.333,20 €	
Realizzazione corpi scala		33,00					80,00				2.640,00 €	
Realizzazione ascensore											60.000,00 €	
Realizzazione nuova pavimentazione PT		1.738,00					50,00				86.900,00 €	
Realizzazone pavimentazione galleggiante P1		994,00					60,00				59.640,00 €	
Posa nuovi serramenti esterni opache				4,00					600,00		2.400,00 €	
Posa nuovi serramenti esterni trasparenti		605,00					700,00				423.500,00 €	
Divisori vetrati		410,00					400,00				164.000,00 €	
Posa nuovi serramenti interni				57,00					200,00		11.400,00 €	
Costruzione nuovi tramezzi		1.216,00					40,21				48.895,36 €	
Realizzazione controsoffitti		3.074,00					35,17				108.112,58 €	
Posa schermature		90,90					34,00				3.090,60 €	
Impianto elettrico		3.105,00					147,50				458.000,00 €	
Impianto idraulico		3.105,00					32,75				101.700,00 €	
Impianto HVAC		3.105,00					153,62				477.000,00 €	
Arredi ufficio											220.000,00 €	
Arredi spazio eventi											30.000,00 €	
AREA ESTERNA												
Smantellamento struttura mercato	12,60	840,00					10,00			50,89	9.041,21 €	
Realizzazione copertura mercatale		583,00					200,00				116.600,00 €	
Sistemazione area verde		5.957,00					35,00				208.495,00 €	
ALTRI COSTI DIRETTI												
Spese tecniche					9%						10.494,00 €	
Assicurazione					0,25%						291,50 €	annuo
Spese di gestione (bollette, pulizia….)		3.105,00					42,00				130.410,00 €	annuo
Spese di manutenzione ordinaria					0,30%						349,80 €	annuo
Spese di manutenzione straordinaria					3%						3.498,00 €	decennale

	€/postazione al giorno	N° postazioni	€/mese	€/anno	
Mancato incasso affitto mercato	55 €	30	6.600 €	79.200 €	
	40 €	30	4.800 €	57.600 €	21.600 €

COSTI INDIRETTI			
	guadagno netto annuo	minor incasso annuo a postazione	n° postazioni
Minor incasso degli ambulanti	5.000,00 €	50,00 €	30,00 €

COSTI INDIRETTI							
	guadagno mensile netto	n° persone tot	n° bar	n°persone che vanno al bar (67%)	n° persone/bar prima del VOV102	n° persone/bar dopo VOV102	mancato guadagno annuale a bar
Minor incasso dei bar	2.250 €	900	3	603	201	251	6.716,42 €

Tabella 12

Campo veicolare WOW				
Euro	BENZINA	GPL	GASOLIO	Totale
EURO 0	5	1	0	6
EURO 1	2	0	1	3
EURO 2	5	1	1	7
EURO 3	6	1	3	10
EURO 4	15	5	9	29
EURO 5	5	4	8	17
EURO 6	13	5	10	28

Costo emissioni inquinanti [€/pkm]			
Euro	BENZINA	GPL	GASOLIO
EURO 0	3,04	0,65	7,05
EURO 1	0,55	0,65	2,56
EURO 2	0,37	0,31	2,39
EURO 3	0,19	0,19	1,90
EURO 4	0,17	0,17	1,70
EURO 5	0,13	0,15	1,04
EURO 6	0,14	0,15	0,86

Costo emissioni CO_2 equivalenti [€/pkm]			
Euro	BENZINA	GPL	GASOLIO
EURO 0	1,80	1,03	1,29
EURO 1	1,29	1,03	1,29
EURO 2	1,25	1,03	1,33
EURO 3	1,26	1,03	1,31
EURO 4	1,29	1,03	1,31
EURO 5	1,29	0,98	1,31
EURO 6	1,29	0,98	1,31

COSTO INQUINAMENTO ATMOSFERICO (€)			
Euro	BENZINA	GPL	GASOLIO
EURO 0	15	1	0
EURO 1	1	0	3
EURO 2	2	0	2
EURO 3	1	0	6
EURO 4	3	1	15
EURO 5	1	1	8
EURO 6	2	1	9
TOTALE	24	3	43

25.743,45€

COSTO CAMBIAMENTO CLIMATICO (€)			
Euro	BENZINA	GPL	GASOLIO
EURO 0	9	1	0
EURO 1	3	0	1
EURO 2	6	1	1
EURO 3	8	1	4
EURO 4	19	5	12
EURO 5	6	4	10
EURO 6	17	5	13
TOTALE	68	17	42

46.333,10 €

Tabella 13

BENEFICI DIRETTI	PARAMETRO						AFFITTO al mese						
	m	mq	mc	postazione	sale riunioni	sale conferenze	€/m	€/mq	€/mc	€ postaz	€ sale riunioni al giorno	€ sale conferenze al giorno	€ TOT
Spazio centrale PT		597,96						15,00					8.969,40
				40						180,00			7.200,00
Manica est		351,51						15,00					5.272,65
				11						180,00			1.980,00
					2						50,00		3.000,00
Manica ovest P1		399,71						15,00					5.995,65
				18						180,00			3.240,00
					1						160,00		4.800,00
						1						280,00	8.400,00
Soppalco spazio centrale P1		267						15,00					4.010,70
				26						180,00			4.680,00
Spazio ad ufficio TOTALE (mq e postaz+sale)		1.616,56						15,00					24.248,40
				95						180,00			33.300,00
Bar/ristorante		413,93						14,00					5.795,02
Laboratorio Miele		261,14						12,00					3.133,68
Mercato coperto				30						220,00			6.600,00

BENEFICI INDIRETTI	€
Incremento valore immobiliare dei beni vicini	787.500,0 €
Incremento delle attività commerciali vicine	22.310,40 €

Tabella 14

COSTI-BENEFICI **SCENARIO 1**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costi	46.366,84	1.402.301,41	1.736.437,62	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	221.855,71	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65
Costi del cambiamento climatico	0,00	0,00	0,00	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10
Costi inquinamento atmosferico	0,00	0,00	0,00	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45
Minor incasso dei bar vicini	0,00	0,00	0,00	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25
Mancato incasso dei fruttivendoli	0,00	1.500,00	1.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale costi	46.366,84	1.403.801,41	1.737.937,62	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	314.081,51	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45
Totale costi attualizzati	43.742,30	1.249.378,25	1.459.205,94	187.570,51	176.953,31	166.937,09	157.487,82	148.573,41	140.163,60	132.229,81	124.745,10	117.684,06	111.022,70	138.918,56	98.809,81	93.216,80	87.940,38	82.962,62	78.266,62	73.836,43
Benefici	0,00	0,00	0,00	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20	477.325,20
Incremento valore immobiliare dei beni circostanti	0,00	0,00	0,00	787.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Incremento delle attività commerciali vicine	0,00	0,00	0,00	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40
Totale benefici	0,00	0,00	0,00	1.287.135,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60	499.635,60
Totale benefici attualizzati	0,00	0,00	0,00	1.019.531,95	373.356,79	352.223,38	332.286,21	313.477,56	295.733,54	278.993,91	263.201,80	248.303,59	234.248,67	220.989,31	208.480,48	196.679,70	185.546,88	175.044,23	165.136,07	155.788,74
Valore residuo																				454.394,57
Flussi di cassa	-46.366,84	-1.403.801,41	-1.737.937,62	1.050.332,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	185.554,09	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15	262.832,15
Flussi di cassa attualizzati	-43.742,30	-1.249.378,25	-1.459.205,94	831.961,44	196.403,47	185.286,30	174.798,39	164.904,14	155.569,95	146.764,10	138.456,70	130.619,53	123.225,97	82.070,75	109.670,67	103.462,90	97.606,51	92.081,61	86.869,45	81.952,31
Flussi di cassa cumulativi	-43.742,30	-1.447.543,71	-3.185.481,33	-2.135.149,17	-1.872.317,02	-1.609.484,87	-1.346.652,72	-1.083.820,57	-820.988,42	-558.156,27	-295.324,12	-32.491,96	230.340,19	415.894,27	678.726,43	941.558,58	1.204.390,73	1.467.222,88	1.730.055,03	1.992.887,18
Anni FC cumulativi < 0	12,00																			
Esattezza anno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	2,24	2,58	3,58	4,58	5,58	6,58	7,58
Anni parziali FC cumulativi < 0	0,88																			

saggio di sconto	6%	VANe	€ 149.377,69	VAN > 0		
		TIRe	6,86%	TIR > i		
		RBCA	1,03		€ 4.869.645,11	€ 5.019.022,8
		PBP	12,88			

COSTI-BENEFICI **SCENARIO 2**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costi diretti	46.366,84	1.402.301,41	1.736.437,62	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	221.855,71	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65
Costo cambiamento climatico	0,00	0,00	0,00	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10
Costo inquinamento atmosferico	0,00	0,00	0,00	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45
Minor incasso dei bar vicini	0,00	0,00	0,00	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25
mancato incasso dei fruttivendoli	0,00	1.500,00	1.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale costi	46.366,84	1.403.801,41	1.737.937,62	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	314.081,51	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45
Totale costi attualizzati	43.742,30	1.249.378,25	1.459.205,94	187.570,51	176.953,31	166.937,09	157.487,82	148.573,41	140.163,60	132.229,81	124.745,10	117.684,06	111.022,70	138.918,56	98.809,81	93.216,80	87.940,38	82.962,62	78.266,62	73.836,43
Benefici diretti	0,00	0,00	0,00	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40	585.944,40
Incremento valore immobiliare dei beni circostanti	0,00	0,00	0,00	787.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Incremento delle attività commerciali vicine	0,00	0,00	0,00	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40
Totale benefici	0,00	0,00	0,00	1.395.754,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80	608.254,80
Totale benefici attualizzati	0,00	0,00	0,00	1.105.568,53	454.523,37	428.795,63	404.524,18	381.626,59	360.025,08	339.646,30	320.421,04	302.284,00	285.173,59	269.031,68	253.803,48	239.437,24	225.884,19	213.098,29	201.036,13	189.656,72
Valore residuo																				454.394,57
Flussi di cassa attualizzati	-46.366,84	-1.403.801,41	-1.737.937,62	1.158.951,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	294.173,29	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35	371.451,35
Flussi di cassa cumulativi	-46.366,84	-1.450.168,24	-3.188.105,86	-2.029.154,51	-1.657.703,16	-1.286.251,81	-914.800,46	-543.349,11	-171.897,76	199.553,60	571.004,95	942.456,30	1.313.907,65	1.608.080,94	1.979.532,29	2.350.983,64	2.722.434,99	3.093.886,34	3.465.337,69	3.836.789,04
Anni FC cumulativi < 0	9,00																			
Esattezza anno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54	1,54	2,54	3,54	5,47	5,33	6,33	7,33	8,33	9,33	10,33
Anni parziali FC cumulativi < 0	0,54																			

saggio di sconto	6%	VANe	€ 1.104.890,94	VAN > 0		
		TIRe	11,75%	TIR > i		
		RBCA	1,23		€ 4.869.645,11	€ 5.974.536,05
		PBP	9,54			

COSTI-BENEFICI **SCENARIO 3**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costi diretti	46.366,84	1.402.301,41	1.736.437,62	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	221.855,71	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65	144.577,65
Costo cambiamento climatico	0,00	0,00	0,00	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10	46.333,10
costo inquinamento atmosferico	0,00	0,00	0,00	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45	25.743,45
Minor incasso dei bar vicini	0,00	0,00	0,00	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25	20.149,25
mancato incasso dei fruttivendoli	0,00	1.500,00	1.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale costi	46.366,84	1.403.801,41	1.737.937,62	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	314.081,51	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45
Totale costi attualizzati	46.366,84	1.403.801,41	1.737.937,62	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	314.081,51	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45	236.803,45
Benefici diretti	0,00	0,00	0,00	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40	486.044,40
Incremento valore immobiliare dei beni circostanti	0,00	0,00	0,00	787.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Incremento delle attività commerciali vicine	0,00	0,00	0,00	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40	22.310,40
Totale benefici	0,00	0,00	0,00	1.295.854,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80
Totale benefici attualizzati	0,00	0,00	0,00	1.295.854,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80	508.354,80
Valore residuo																				99.617,27
Flussi di cassa attualizzati	-46.366,84	-1.403.801,41	-1.737.937,62	1.059.051,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	194.273,29	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35	271.551,35
Flussi di cassa cumulativi	-46.366,84	-1.450.168,24	-3.188.105,86	-2.129.054,51	-1.857.503,16	-1.585.951,81	-1.314.400,46	-1.042.849,11	-771.297,76	-499.746,40	-228.195,05	43.356,30	314.907,65	509.180,94	780.732,29	1.052.283,64	1.323.834,99	1.595.386,34	1.866.937,69	2.138.489,04
Anni FC cumulativi < 0	11,00																			
Esattezza anno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	1,16	2,62	2,88	3,88	4,88	5,88	6,88	7,88
Anni parziali FC cumulativi < 0	0,16																			

saggio di sconto	6%	VANe	€ 226.079,70	VAN > 0		
		TIRe	7,29%	TIR > i		
		RBCA	1,05		€ 4.869.645,11	€ 5.095.724,81
		PBP	11,16			

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

CAPITOLO 1

ARTICOLI E SAGGI

DARIO VILLA, *Smart Working: Istruzioni per l'uso. Che cosa cambia con le nuove modalità di lavoro*, Trivioquadrivio Edizioni, Milano, 2017

STEPHEN M.R. COVEY, *The Speed of Trust*, con Rebecca R. Merril, 2006

LOREDANA BOSSI, *Linee Guida Sicurezza Smart Working*, 2020

KOEN LUKAS HARTOG, ANDREA SOLIMENE, GIOVANNI TUFANI, *The Smart Working Book. L'età del lavoro agile è arrivata. Finalmente!*, Seedable, 2015

ANDY LAKE, *Smart Flexibility: Moving Smart and Flexible Working from Theory to Practice*, Gower Publishing, Ltd., 2013

GUY CLAPPERTON, PHILIP VANHOUTTE, *Il manifesto dello Smarter Working*, ESTE, 2014.

DANIEL H. PINK, *Drive*, Riverhead Books, 2009

HR: Getting smart about agile working, CIPD Research Report November 2014

A cura di METHODOS, DEGW, P4, *Smart Working: cambiano le coordinate. Nuovi strumenti per orientarsi*, con la collaborazione dell'Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, allegato al n. 9.2015 di Harward Business Review Italia

FIORELLA CRESPI, *Lo Smart Working in Italia: la diffusione del fenomeno*, Osservatorio SW febbraio 2020

Lo Smart Working oltre la flessibilità: lo scenario di diffusione in Italia, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019

Gli Smart Worker in Italia, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019

COPERNICO, *Smart Working: 4 aziende a cui ispirarsi*, in collaborazione con P4I, 2020

A cura dell'area SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO, *Indicazioni per la gestione degli aspetti di salute e sicurezza legati al "Lavoro Agile/ SmartWorking"*, Dispensa 01/2015 ASSOLOMBARDA

A cura di Redazione The Plan, *Estel Group Activity Based Working l'Ufficio Contemporaneo*, The Plan, 09.2017

Gli smart worker in Italia, Osservatorio Smart Working, Ricerca 2019.

Lo Smart Working oltre la flessibilità: Lo scenario di diffusione in Italia, Osservatorio Smart Working, Ricerca 2019.

New ways of working: Il punto sullo smart working in Europa, Osservatorio Smart Working, Ricerca 2017.

Eurofound and the International Labour Office (2017), *Working anytime, anywhere: The effects on the world of work, Publications Office of the European Union, Luxembourg, and the International Labour Office, Geneva*.

Il lavoro agile secondo il Comune di Genova, Osservatorio Smart Working, Business Case 2017.

TESI CONSULTATE

BOTTERO MARTA, AMBROSINI GUSTAVO, CALLEGARI GIULIO, Valuing the impact of social housing renovation programs: an application of the Social Return On Investment (SROI), in Appraisal: from theory to practice, Berlin, 2017

SARA CRISTANI, *Smart Working e nuovi spazi di lavoro: l'impatto dell'Activity-Based Working*, Tesi di laurea, Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, 2018

MARCELLO RICCIO, *Smart Working*, Tesi di Laurea, LUISS, 2018

EMANUELE PAGGI, DAVIDE PERRELLA, *Lo Smart Working in Italia: profili individuabili e benefici conseguibili*, Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, 2014

GIOVANNI LORENZETTO, *Il Physical Layout aziendale, leva strategica dello Smart Working*, Tesi di Laurea, LUISS, 2017

VALERIO SALOMONI, *L'evoluzione del mondo lavorativo: lo Smart Working*, Tesi di Laurea, LUISS, 2018

SITOGRAFIA

https://www.spremutedigitali.com/smart-working-definizione-quella-vera/

https://quifinanza.it/lavoro/telelavoro-smart-working-differenza/100640/

https://whatis.techtarget.com/definition/clean-desk-policy-CDP#:~:text=A%20clean%20desk%20policy%20(CDP,the%20end%20of%20the%20day.

https://www.lawpilots.com/it-it/clean-desk-policy/

https://www.cwi.it/mobile-wireless/gestione-dispositivi-mobili-mdm

https://www.oracle.com/it/cloud/what-is-cloud-computing/

https://www.criticalcase.com/it/blog/cose-il-cloud-computing.html

https://www.cybersecurity360.it/soluzioni-aziendali/vpn-cose-come-funziona-e-a-cosa-serve-una-virtual-private-network/

https://www.vmware.com/it/topics/glossary/content/virtual-desktop-infrastructure-vdi.html

https://www.digital4.biz/hr/professioni-digitali/guida-alle-digital-soft-skills-le-competenze-di-base-di-cui-non-si-puo-piu-fare-a-meno/

http://www.cittadinanzadigitale.eu/blog/2015/07/10/cose-digcomp-competenzedigitali-post1/

http://www.forum-ucc.it/notizie/978-osservatorio-smart-working

http://www.forum-ucc.it/notizie/978-osservatorio-smart-working

https://www.eurofound.europa.eu/it/surveys/european-company-survey-2013

www.inail.it

VIDEO E ATTI CONVEGNO

https://www.osservatori.net/it/prodotti/formato/video/smart-working-definizione-benefici

https://www.osservatori.net/it/prodotti/formato/video/tecnologie-strumenti-smart-working-video

https://www.osservatori.net/it/prodotti/formato/video/smart-office-efficienza-lavoro

https://www.osservatori.net/it/eventi/on-demand/convegni/smart-working-scopriamo-le-carte-1

NORMATIVA TECNICA

Legge n. 81, 14 giugno 2017, *Misure per la tutela del lavoro autonomo non imprenditoriale e misure volte a favorire l'articolazione flessibile nei tempi e nei luoghi del lavoro subordinato.*

Legge n.124, 7 agosto 2015, *Deleghe al Governo in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche.*

Circolare INAIL n. 48, 2 novembre 2017.

Direttiva n.3, 26 giugno 2017, *Direttiva del presidente del consiglio dei ministri recante indirizzi attuativi del comma 1 e 2 dell'articolo 14 della legge 124/2015 e le linee guida per l'organizzazione del lavoro indirizzate a promuovere la conciliazione dei tempi di vita privata e di lavoro dei lavoratori.*

Legge n. 145, 30 dicembre 2018, *Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2019 e bilancio pluriennale per il triennio 2019-2021.*

Risoluzione del Parlamento Europeo, 13 settembre 2016, *Creazione di condizioni del mercato del lavoro favorevoli all'equilibrio tra vita privata e vita professionale.*

Decreto legge n.6, 23 febbraio 2020, *Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19.*

D.P.C.M., 1 marzo 2020, *Ulteriori disposizioni attuative del decreto-legge 23 febbraio 2020, n. 6, recante misure urgenti in materia di contenimento e gestione.*

D.P.C.M., 4 marzo 2020, *Ulteriori disposizioni attuative D.L.23-2-2020, n.6 COVID-19.*

D.P.C.M., 11 marzo 2020, *Ulteriori disposizioni attuative del decreto-legge 23 febbraio 2020, n. 6, recante misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19, applicabili sull'intero territorio nazionale.*

Decreto Legge n.18, 17 marzo 2020, *Misure di potenziamento del Servizio sanitario nazionale e di sostegno economico per famiglie, lavoratori e imprese connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19.*

Direttiva n.2, 12 marzo 2020, *indicazioni in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19 nelle pubbliche amministrazioni di cui all'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165.*

RIFERIMENTI GRAFICI

Fig.1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4: *Gli Smart Worker in Italia*, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019

Fig.5: EWCS 2015

Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12, Fig.13, Fig. 14, Fig. 16, Fig. 17, Fig. 18, Fig. 19, Fig. 20: Osservatori digital innovation – Politecnico di Milano

Fig. 15: Ministero per la Pubblica Amministrazione

CAPITOLO 2

ARTICOLI E SAGGI

Sullivan, Louis H. *The tall office building artistically considered*. Lippincott's Magazine,1896

Ripensare gli spazi per lo Smart Working, Osservatorio Smart Working, 2018

L'evoluzione degli spazi per un lavoro smart: trend ed esperienze concrete, Osservatorio Smart Working,17 Marzo 2020

La città dell'uomo, Domus, Novembre 2016

The future of building "Centraal Beheer" Herman Hertzberger, July 2016

TESI CONSULTATE

Kotlyarov Anton, History of Office, Tesi di laurea, Politecnico di Milano. 2015

Mauricio Cárdenas Laverde, Progettazione consapevole dell'ambiente di lavoro, Dottorato di ricerca, Politecnico di Milano. 2001

SITOGRAFIA

https://www.theplan.it/architettura/activity-based-working

http://taylor2.se/wp-content/uploads/2011/09/Activity-based-working11.pdf

https://www.digital4.biz/hr/hr-transformation/le-sei-leve-progettuali-per-creare-uno-smart-office/

https://lookup.london/inside-lloyds-of-london/

https://www.digital4.biz/hr/hr-transformation/le-sei-leve-progettuali-per-creare-uno-smart-office/

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig.1: Roger H. Clark e Michael Pause. *Precedents in Architecture: Analytic Diagrams, Formative Ideas, and Partis*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985. p114.

Fig.2: https://www.scjohnson.com

Fig.3: http://www.ilnuovocantiere.it/le-prestazioni-energetiche-del-larking-building-di-wright-simbolo-ancora-oggi-dinnovazione/

Fig.4: https://medium.com/interact-software/b%C3%BCrolandschaft-how-the-way-we-work-has-shaped-the-office-e360a53f25e1

Fig.5: https://www.ahh.nl/index.php/en/projects2/12-utiliteitsbouw/85-centraal-beheer-offices-apeldoorn

Fig.6: https://www.hermanmiller.com/products/workspaces/workstations/action-office-system/design-story/

Fig.7: https://www.claimsjournal.com

Fig.8: https://nielstorp.no/project/sas-headquarters/

CAPITOLO 3

ARTICOLI E SAGGI

ERIKA SEGHETTI, *Come sarà l'ufficio del futuro?*, AiCARR Journal, n.10 Maggio-Giugno 2019, pp. 32-36.

COMFORT TERMICO

ARTICOLI E SAGGI

COORDINAMENTO TECNICO PER LA SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO DELLE REGIONI E DELLE PROVINCIE AUTONOME, in collaborazione con ISPESL, *Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro*, Linee Guida, 2006

INAIL Dipartimento di Medicina del Lavoro, *Microclima e luoghi di lavoro*, 2011

INAIL, *Conoscere il rischio - Comfort termico*, 2019

AA. VV., Comfort Ambientale - I parametri fisici del comfort ambientale e gli indicatori, GreenJobs Formazione e Orientamento e Politecnico di Milano.

TESI CONSULTATE

MAURICIO CÁRDENAS LAVERDE, *La Progettazione Consapevole Dell'ambiente Di Lavoro, Dottorato di Ricerca in Arredamento e Architettura degli Interni Ciclo XII*, Politecnico di Milano e Università Federico II di Napoli, Milano 2001

FULVIA DI MAIO, *Dalla scrivania alla chaise longue - L'architettura dello spazio ufficio verso una progettazione sostenibile*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, 2018

GABRIEL SORIN FOTACHE, *Qualità dell'ambiente interno e comportamento energetico di un edificio adibito ad uffici, Tesi di Laurea*, Politecnico di Torino, 2019

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: PROF. CARLO ISETTI, *Benessere Termoigrometrico*, Corso di Fisica Tecnica Ambientale, a.a. 2011/2012, Università di Genova

Dispense: PROF. ANTONIO CARBONARI, *Comfort termico*, Corso di Tecnica del Controllo Ambientale, a.a. 2009/2010, Università IUAV di Venezia

Dispense: PROF. ANGELO FARINA, *Comfort Termoigrometrico - Metodo ASHRAE,* Corso di Fisica Tecnica Ambientale, a.a. 2000/2001, Università di Parma

Dispense: PROF. ANGELO FARINA, *Comfort termoigrometrico – metodo di Fanger*, Corso di Fisica Tecnica Ambientale, a.a. 2000/2001, Università di Parma

Dispense: PROF. FABIO SCIURPI, *Risparmio energetico degli edifici - Comfort termoigrometrico*, Università degli Studi di Firenze

Dispense: PROF. FEDERICO ROSSI, *Benessere Termoigrometrico*, Università degli Studi di Perugia

SITOGRAFIA

http://www.curarelacasa.it/comfort-termico-nelle-nostre-abitazioni/

https://www.teknoring.com/wikitecnica/impianti/benessere-termoigrometrico/

http://biblus.acca.it/focus/benessere-termoigrometrico-e-comfort-termico/

https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prevenzione-e-sicurezza/conoscere-il-rischio/ergonomia/comfort-termico.

https://www.mygreenbuildings.org/2009/12/29/indici-di-comfort-termico-fanger-pmv-modello-adattivo-e-diagramma-bioclimatico-di-givoni.html#:~:text=Il%20Modello%20di%20Fanger%20vede,temperatura%20(Ta)

https://www.mygreenbuildings.org/wp-content/uploads/2009/12/Modelli-di-Comfort-Termico-PMV-e-Adattivo.pdf

http://www.aipe.biz/wp-content/themes/twentyseventeen/assets/pdf/saad/11_cap_8_Comfort_termico.pdf

https://www.humanitas.it/sintomi/brividi

RIFERIMENTI GRAFICI

Fig. 1: UNI EN ISO 8996:2005 – *Ergonomia dell'ambiente termico – Determinazione del metabolismo energetico*

Fig. 2: UNI EN ISO 9920:2009 – *Ergonomia dell'ambiente termico – Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporative dell'abbigliamento*

Fig. 3: Dispense prof. Carlo Isetti, *Benessere Termoigrometrico*, Corso di Fisica Tecnica Ambientale, a.a. 2011/2012, Università di Genova

Fig. 4: UNI EN ISO 7730 - *Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale*.

Fig. 5: UNI EN ISO 7730:2006 – *Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale*.

Fig. 6: UNI EN ISO 7730 Appendice A

SOSTENIBILITÀ ED EFFICIENZA ENERGETICA

ARTICOLI E SAGGI

CONSIGLIA MOCERINO, *TOP OFFICE, Tecnologie intelligenti di riqualificazione*. Gangemi Editore International, 2017

MATEUS V. BAVARESCO, SIMONA D'OCA, ENEDIR GHISI, ANNA LAURA PISELLO, *Assessing underlying effects on the choices of adaptive behaviours in offices through an interdisciplinary framework*, Energy Built vol. 181, 15 Agosto 2020.

BENEDETTA PIOPPI, CRISTINA PISELLI, CHIARA CRISANTI E ANNA LAURA PISELLO, *Human centric green building design: the energy saving potential of occupants' behavior enhancement in the office environment*, Journal of Building Performance Simulation, vol. 13 n. 6, 1 Settembre 2020, pp. 621-644.

VALENTINA FABI, RUNE VINTHER ANDERSEN, STEFANO P. CORGNATI, BJARNE W. OLESEN, *Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models*, Building and Environment, vol. 58, 2012.

SIMONA D'OCA, ANNA LAURA PISELLO, MARILENA DE SIMONE, VERENA M. BARTHELMES, TIANZHEN HONG, STEFANO P. CORGNATI, *Human-building interaction at work: Findings from an*

interdisciplinary cross-country survey in Italy, Building and Environment, vol. 132, 2018, pp. 147-159.

International Energy Agency IEA, Annex 53: Total energy use in buildings - Analysis and evaluation methods, progetto EBC, 2008-2013.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY IEA, *Annex 66: Definition and Simulation of Occupant Behavior in Buildings*, progetto EBC, 2014-2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY IEA, *Annex 79: Occupant behaviour-centric building design and operation*, progetto EBC, 2018-2023 (in corso).

MARYAM GHOLAMZADEHMIR, CLAUDIO DEL PERO, SIMONE BUFFA, ROBERTO FEDRIZZI, NICCOLÒ ASTE, *Adaptive-predictive control strategy for HVAC systems in smart buildings – A review*, Sustainable Cities and Society, vol. 63, 2020.

OMAR OSAMA, *Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection*, Alexandria Engineering Journal, vol. 57 n. 4, dicembre 2018, pp. 2903-2910.

TESI CONSULTATE

GREGORIO ROBERTAZZI, *Sistemi HVAC: tipologie impiantistiche e criteri progettuali. Analisi dello stato dell'arte*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, 2019.

GIULIA SCHIARI, *Valutazione dell'influenza del comportamento dell'occupante sui consumi energetici degli edifici attraverso modelli di simulazione alla scala del distretto*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, 2019.

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: PROF. ALFONSO CAPOZZOLI, Tipologie Impiantistiche, Corso di Atelier finale di Progettazione (Tecniche del Controllo Ambientale), a.a. 2019/2020, Politecnico di Torino

Dispense: PROF. ELISA MORETTI, *Impianti di Climatizzazione e Impianti di Climatizzazione e Condizionamento - Classificazione degli Impianti di Condizionamento*, Corso di Impianti Tecnici per l'Edilizia, Università degli Studi di Perugia

SITOGRAFIA

https://www.ingenio-web.it/27095-la-progettazione-degli-impianti-hvac-per-gli-uffici

https://www.ingenio-web.it/6478-rendere-energeticamente-efficiente-un-edificio-industriale-attraverso-lottimizzazione-dei-sistemi-hvac

https://www.ingenio-web.it/19035-leffetto-degli-occupanti-analizzato-attraverso-lasimulazione-dinamica

https://www.nextville.it/approfondimenti/31.

https://www.certifico.com/newsletter/archive/view/listid-65-impianti/mailid-25526-efficienza-energetica-edifici-quadro-normativo-2018

https://www.certifico.com/impianti/impianti/legislazione-impianti/268-impianti-termici/5079-direttiva-2010-31-ue

https://www.teknoring.com/news/efficienza-energetica/breve-storia-della-normativa-sullefficienza-energetica-degli-edifici/

Attestato di Prestazione Energetica APE: normativa e casi in cui è obbligatorio, MuffaWay, 2018 http://www.muffaway.it/?articolo=61

https://mondoimpiantimeccanici.wordpress.com/2018/08/02/climatizzazione-negli-uffici-open-space-la-corretta-logica-di-regolazione-per-avere-comfort-e-risparmio-energetico/

http://biblus.acca.it/focus/attestato-prestazione-energetica-ape/#Dpr_n_592009

https://www.infobuild.it/norme-tecniche/impianti-di-climatizzazione/

https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-feb-17_it

https://www.ingenio-web.it/21307-il-peso-del-comportamento-delloccupante-in-edifici-ad-energia-quasi-zero-il-caso-studio-della-cortau-house

https://www.ingenio-web.it/21170-rebound-effect-il-comportamento-delloccupante-e-limpatto-sul-risparmio-energetico-stimato

https://www.tibicon.net/glossario/t/teoria-sociocognitiva-albert-bandura/

https://www.istitutobeck.com/beck-news/quanto-le-intenzioni-non-bastano-la-teoria-del-comportamento-pianificato

https://www.stateofmind.it/2016/12/teoria-del-comportamento-pianificato-biologico/

https://www.studiotrevisani.it/teoria-del-comportamento-pianificato/

https://www.stateofmind.it/2016/12/teoria-del-comportamento-pianificato-biologico/

https://www.energyup.tech/smart-building/smart-building-cosa-sono-applicazioni-ed-esempi-di-edifici-intelligenti/

https://www.immobilgreen.it/news/caratteristiche-green/smart-building-definizioni-e-concetti-chiave/#Gli_impianti_di_uno_smart_building

https://www.ingenio-web.it/11836-innovazione-efficienza-e-smart-building-le-chiavi-per-la-ripresa-italiana

https://www.som.polimi.it/event/smart-building-report-060220/

https://blog.grupponazca.com/building-management-system-cose-e-perche-e-indispensabile

https://www.lumi4innovation.it/smart-building-cose-esempi-e-vantaggi-delledificio-intelligente/

https://www.edilvi.it/category/blog/building-automation/

https://www.opensourcedworkplace.com/glossary/what-is-a-building-automation-system-bas-

https://www.futurasmartgrid.it/building-management-system/

https://www.mygreenbuildings.org/2012/12/19/domotica-in-casa-e-building-automation-bacs-risparmiare-energia.html

https://blog.idrotermicacoop.it/guida-efficientamento-energetico-uni-en-15232/

https://www.som.polimi.it/en/research/research-lines/heart-holistic-energy-and-architectural-retrofit-toolkit/

https://www.ingenio-web.it/20499-riqualificare-energeticamente-un-edificio-con-un-toolkit-domotico-multifunzionale-ict-bacs-hvac-bipv

LEGGI E NORMATIVE

L. 10/1991

Direttiva 2002/29/CE

D.Lgs. 192/2005

Direttiva 2010/31/UE

Direttiva 2012/27/UE

Direttiva (UE) 2018/844

Norma UNI EN ISO 7730 - *Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale*.

Norma UNI TS 11300

UNI EN ISO 8996:2005 – *Ergonomia dell'ambiente termico – Determinazione del metabolismo energetico*

UNI EN ISO 9920:2009 – *Ergonomia dell'ambiente termico – Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporative dell'abbigliamento*.

UNI EN 15232-1:2017 - Prestazione energetica degli edifici - Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici.

Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

RIFERIMENTI GRAFICI

Fig. 7: International Energy Agency IEA, *Annex 53: Total energy use in buildings - Analysis and evaluation methods*, progetto EBC, 2008-2013.

Fig. 8: International Energy Agency IEA, *Annex 66: Definition and Simulation of Occupant Behavior in Buildings*, progetto EBC, 2014-2017.

Fig. 9: SIMONA D'OCA, ANNA LAURA PISELLO, MARILENA DE SIMONE, VERENA M. BARTHELMES, TIANZHEN HONG, STEFANO P. CORGNATI, Human-building interaction at work: Findings from an interdisciplinary cross-country survey in Italy, Building and Environment, vol. 132, 2018

IL COMFORT VISIVO

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: ANNA PELLEGRINO, *"Comfort visivo"* Atelier architettura degli Interni, a.a. 2017/2018, Politecnico di Torino.

Dispense: ANNA PELLEGRINO, *"Illuminazione ambienti interni"* Atelier architettura degli Interni, a.a. 2017/2018, Politecnico di Torino.

Dispense: ANNA PELLEGRINO, *"Impianti di illuminazione"* Atelier architettura degli Interni, a.a. 2017/2018, Politecnico di Torino.

Dispense: VALERIO R.M. LO VERSO, *"Luce naturale e artificiale per il comfort ambientale e i risparmi*

energetici" Atelier II progetto sostenibile di architettura B, a.a. 2018/2019, Politecnico di Torino.

Dispense: CRISTINA CARLETTI, "*Benessere visivo e illuminotecnico",* 2016, Dipartimento TAeD Università di Firenze

Dispense: STEFANO PAOLO CORGNATI, *"Fondamenti di illuminotecnica" (????)* Fisica tecnica ambientale, a.a. 2016/2017, Politecnico di Torino.

TESI CONSULTATE

MARIO GIOMPAPA, *Un nuovo volto per la scuola Drovetti di Torino. Il ruolo della luce naturale per il comfort visivo e il riasparmio energetico*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, a.a. 2019/2020, rel. Anna Pellegrino.

MARTINA MORUCCI, *Analisi illuminotecnica (luce naturale e artificiale) di un complesso scolastico: Istituto Albe Steiner di Torino*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, a.a. 2018/2019, rel. Anna Pellegrino.

SIMONA GHEZZI, *La progettazione dell'illuminazione naturale. Confronto tra metodi semplificati e modelli*, Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, a.a. 2008/2009, rel. Alessandro Rogora.

NORME TECNICHE

UNI 12464-1:2011_Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1

UNI 1038:1994_Illuminazione di interni con luce artificiale

UNI 1530:1997_Sistemi di lavoro e illuminazione

UNI EN 15193-1:2017_ Prestazione energetica degli edifici - requisiti energetici per l'illluminazione

Decreto Ministeriale 9/0472008 n. 81_ Testo Unico sulla Sicurezza nei Luoghi di Lavoro - Allegato IV - Requisiti dei luoghi di lavoro

SITOGRAFIA

https://www.puntosicuro.it/sicurezza-sul-lavoro-C-1/tipologie-di-rischio-C-5/luoghi-di-lavoro-C-48/l-illuminazione-naturale-artificiale-degli-ambienti-di-lavoro-AR-15080/

https://www.inail.it/cs/internet/docs/ambiente-di-lavoro.pdf?section=attivita

https://blog.vikingop.it/luce-ufficio-deve-illuminazione-nei-luoghi-lavoro

https://blog.vikingop.it/evitare-mali-da-ufficio

https://blog.vikingop.it/come-illuminare-al-meglio-lufficio

http://www.unipd-org.it/rls/PericoliRischi/Pericoli/Illuminazione/Allegato%20illuminamento.html

https://www.infinitymotion.com/notizie/la-luce-naturale-sul-posto-di-lavoro

https://www.lumi4innovation.it/human-centric-lighting-illuminazione-smart-al-servizio-delluomo/

https://www.lightingeurope.org/

ARTICOLI E SAGGI

WALERCZYK STAN, *Human Centric Lighting*. Fairmont Press, 2014

IL COMFORT ACUSTICO

ATTI DI CONVEGNO

Associazione Italiana di Acustica, 44° Convegno Nazionale "*Problematiche acustiche negli uffici open plan*" di Sara Delle Macchie, Simone Secchi, Gianfranco Cellai, Pavia, 7-9 giugno 2017.

Associazione Italiana di Acustica, 39° Convegno Nazionale "*Il rumore negli uffici*" di Massimiliano Masullo, Luigi Maffei, Roma, 4-6 luglio 2012.

MANUALE TECNICO-PRATICO

Manuale tecnico-pratico, *"Assorbimento acustico. Metodi di miglioramento delle prestazioni acustiche degli edifici", a cura di Luciano Mattevi, spacialista in acustica.*

SITOGRAFIA

www.ecophon.it

https://www.fonolab.it

https://www.expoclima.net/special/151/isolamento_acustico_degli_edifici_normativa_di_riferimento_materiali_e_utili_accorgimenti/isolamento_acustico_degli_edifici__la_normativa_di_riferimento_sull_inquinamento_acustico.htm

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: CRISTINA BECCHIO e CORGNATI STEFANO PAOLO, *"il suono come fenomeno fisico e percettivo",* Corso di Fisica Tecnica ambientale, a.a. 2016/2017, Politecnico di Torino.

Dispense: CRISTINA BECCHIO e CORGNATI STEFANO PAOLO, *"il suono negli ambienti confinati",* Corso di Fisica Tecnica ambientale, a.a. 2016/2017, Politecnico di Torino.

Dispense: CRISTINA BECCHIO e CORGNATI STEFANO PAOLO, *"il fonoassorbimento"*, Corso di Fisica Tecnica ambientale, a.a. 2016/2017, Politecnico di Torino.

Dispense: CRISTINA BECCHIO e CORGNATI STEFANO PAOLO, *"il fonoisolamento"*, Corso di Fisica Tecnica ambientale, a.a. 2016/2017, Politecnico di Torino.

Dispense: MICHELE MORELLI, *"Acustica architettonica"*, Corso di Fisica Tecnica, a.a. 2002/2003, Università degli Studi di Parma.

TESI CONSULTATE

Jessica Romagnoli, L'ufficio liquido, Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Milano. 2010/2011

Fulvia Di Maio, Dalla scrivania alla chaise longue, Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino. 2017/2018

NORMATIVA TECNICA

Legge 26/10/1995 n° 447, *Legge quadro sull'inquinamento acustico.*

D.P.C.M. 5/12/1997, Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

D.M. 18/12/1975, Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica.

RIFERIMENTI GRAFICI E FOTOGRAFICI

Fig. 17: https://www.teknoring.com/wikitecnica/tecnologia/comfort-acustico/

Fig. 18: Dispense: CRISTINA BECCHIO e CORGNATI STEFANO PAOLO, *"il suono negli ambienti confinati"*, Corso di Fisica Tecnica ambientale, a.a. 2016/2017, Politecnico di Torino.

Fig. 19: https://www.expoclima.net/special/151/isolamento_acustico_degli_edifici_normativa_di_riferimento_materiali_e_utili_accorgimenti/isolamento_acustico_degli_edifici__la_normativa_di_riferimento_sull_inquinamento_acustico.htm

Fig. 20: www.ociomagazine.it
Fig. 21: www.fonolab.it
Fig. 22: www.ecophon.it
Fig. 23: www.forumprogetti.it
Fig. 24: www.lombardini22.it
Fig. 25: www.ocio.lombardini22.com

Fig. 26: CRISTINA BECCHIO e CORGNATI STEFANO PAOLO, *"il fonoisolamento"*, Corso di Fisica Tecnica ambientale, a.a. 2016/2017, Politecnico di Torino.

LA PSICOACUSTICA

ARTICOLI E SAGGI

Oseland, N.A. and Hodsman, P. (2017a), "Psychoacoustics: resolving noise distractions in the workplace", in Hedge, A. (Ed.), Ergonomics Design for Healthy and Productive Workplaces, Taylor and Francis, Abingdon, pp. 73-102.

Yuanyuan Zhang, Dayi Ou, Shengxian Kang, "The effects of masking sound and signal-to-noise ratio on work performance in Chinese open-plan offices", School of Architecture, Huaqiao University, Xiamen 361021, PR China, 2020.

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 27: httpswww.softdb.comsound-maskingwho-needs-sound-masking.

Fig. 28: httpswww.ibswebsite.comtechnology-blogfive-reasons-your-office-needs-sound-masking.

LE CERTIFICAZIONI ENERGETICHE: LEED E WELL

ARTICOLI E SAGGI

Guide to Sustainable Building Certifications, The Dreyer Foundation, 2018.

LEED v4 for Building Design AND Construction, USGBC, 2019.

The WELL Building Standard v1 with Q1 2019 addenda, International WELL Building Institute and Delos Living, 2019.

TESI CONSULTATE

LEONARDO GERLI, *Spazi di Well-Being - Studio sistematico del benessere (Well-being) all'interno di un ambiente di edilizia scolastico-universitaria*, Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, 2019.

SITOGRAFIA

https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/existing-buildings

https://www.green.it/protocollo-leed-in-italia/

https://www.gbcitalia.org/web/guest/leed

https://www.certificazioneleed.com/edifici/

https://www.habitech.it/Area-

press/La-Certificazione-WELL-cos-e-e-come-funziona

RIFERIMENTI GRAFICI

Fig. 16: KASPER GULDAGER JENSEN and HARPA BIRGISDOTTIR, *A guide to sustainable building certifications*, 2018

Fig. 17: KASPER GULDAGER JENSEN and HARPA BIRGISDOTTIR, *A guide to sustainable building certifications*, 2018

CAPITOLO 4

ALLIANZ

ARTICOLI E SAGGI

Lo Smart Working in Allianz, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019

D. Cattaneo, *MAC9 – Nuova Sede Zurich*, Arketipo, 16 giugno 2009

SITOGRAFIA

https://www.arketipomagazine.it/mac9-nuova-sede-zurich/

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://www.milanolocation.it/en/location/view/1228/Tre-Torri-3-20145-Milano/Tower47

Fig. 2: https://wow-webmagazine.com/it/torre-allianz-video-intervista-con-andrea-maffei

Fig. 3: http://www.degw.it/progetti/allianz-milano

Fig. 4: http://www.degw.it/progetti/allianz-milano

Fig. 5: http://www.degw.it/progetti/allianz-milano

Fig. 6: http://www.degw.it/progetti/allianz-milano

Fig. 7: http://www.degw.it/progetti/allianz-milano

ASSIMOCO

ARTICOLI E SAGGI

Lo Smart Working in Assimoco, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2018

Redazione Anter, *Aziende certificate BCorp, cosa sono?*, AnterItalia, 18 luglio 2018

SITOGRAFIA

https://anteritalia.org/aziende-certificate-bcorp-cosa-sono/

https://www.ordinearchitetti.mi.it/it/mappe/milanochecambia/edificio/56-centro-leoni/24-p-r-u-ex-om-pompeo-leoni

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://www.centroleoni.com/it/posizione/area.php

Fig. da 2 a 7: https://www.centroleoni.com/it/centro/gallery.php

CRÉDIT AGRICOLE

ARTICOLI E SAGGI

Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, *Lo Smart Working in Crédit Agricole*, Ricerca 2019

SITOGRAFIA

https://www.platformarchitecture.it/it/green-life/

https://www.arketipomagazine.it/green-life-credit-agricole-a-parma-frigerio-design-group-e-politecnica/

https://www.floornature.it/degw-di-lombardini-22-le-village-credit-agricole-milano-14761/

http://www.degw.it/progetti/le-village

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://www.arketipomagazine.it/green-life-credit-agricole-a-parma-frigerio-design-group-e-politecnica/

Fig. 2: https://www.frigeriodesign.it/projects/headquarter-green-life-credit-agricole-italia-parma/

Fig. 3: https://www.frigeriodesign.it/projects/headquarter-green-life-credit-agricole-italia-parma/

Fig. 4: https://www.arketipomagazine.it/green-life-credit-agricole-a-parma-frigerio-design-group-e-politecnica/

Fig. 5: https://www.frigeriodesign.it/projects/headquarter-green-life-credit-agricole-italia-parma/

Fig. 6: https://www.frigeriodesign.it/projects/headquarter-green-life-credit-agricole-italia-parma/

Fig. 7: https://www.frigeriodesign.it/projects/headquarter-green-life-credit-agricole-italia-parma/

ELECTROLUX

ARTICOLI E SAGGI

Lo Smart Working in Electrolux: uno strumento per l'empowerment del personale, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2017

SITOGRAFIA

http://www.degw.it/progetti/electrolux-innovation-factory

https://www.archilovers.com/projects/239336/electrolux-innovation-factory.html

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: http://www.degw.it/progetti/electrolux-innovation-factory

Fig. 2: https://www.archilovers.com/projects/239336/electrolux-innovation-factory.html

Fig. 3 a 6: http://www.degw.it/progetti/electrolux-innovation-factory

Fig. 7: https://www.archilovers.com/projects/239336/electrolux-innovation-factory.html

MICROSOFT

SITOGRAFIA

http://www.degw.it/progetti/microsoft-house

https://www.theplan.it/award-2017-officebusiness/microsoft-house-1

https://www.soiel.it/news/dettaglio/microsoft-house-virtuale-diventa-reale/

https://www.corrierecomunicazioni.it/digital-economy/microsoft-italia-nuova-sede-all-insegna-dello-smart-working/

https://www.digital4.biz/executive/eventi-e-strategie/apre-a-milano-la-microsoft-house-l-ad-purassanta-un-luogo-aperto-a-tutti-dove-si-respira/

https://news.microsoft.com/it-it/lasocieta/

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://www.thismarketerslife.it/digital/microsoft-quando-innovazione-si-fa-standard/attachment/microsoft-house-microsoft-italia/

Fig. da 2 a 4: http://www.degw.it/progetti/microsoft-house

Fig. 5: https://www.theplan.it/award-2017-officebusiness/microsoft-house-1

Fig. 6: https://www.theplan.it/award-2017-officebusiness/microsoft-house-1

Fig. 7: http://www.degw.it/progetti/microsoft-house

BAYER

ARTICOLI E SAGGI

Smart WOW: lo Smart Working in Bayer, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019

SITOGRAFIA

http://www.degw.it/progetti/bayer

https://www.archiviogigigho.com/sede_bayer.html

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://it.notizie.yahoo.com/bayer-italia-raccolta-fondi-dei-172317275.html

Fig. 2 a 7: http://www.degw.it/progetti/bayer

CAMEO

ARTICOLI E SAGGI

Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, *Il nuovo campus aziendale Cameo,* Ricerca 2017

SITOGRAFIA

https://www.cameo.it/it-it/storiacameo#m057-anchorwallpaper-anchor-173299

https://www.teknoring.com/news/progettazione/office-design-la-nuova-sede-cameo-certificata-leed-gold/

https://www.archilovers.com/projects/220509/campus-cameo.html#info

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://divisare.com/projects/374919-ackermann-raff-guido-antonelli-cameo-spa

Fig. 2: https://trends.archiexpo.it/true-design-srl/project-105491-256326.html

Fig. 3: https://divisare.com/projects/374919-ackermann-raff-guido-antonelli-cameo-spa

Fig. 4: https://trends.archiexpo.it/true-design-srl/project-105491-256326.html

Fig. 5: https://www.teknoring.com/news/progettazione/office-design-la-nuova-sede-cameo-certificata-leed-gold/

Fig. 6: https://www.teknoring.com/news/progettazione/office-design-la-nuova-sede-cameo-certificata-leed-gold/

Fig. 7: https://divisare.com/projects/374919-ackermann-raff-guido-antonelli-cameo-spa

HEINEKEN

ARTICOLI E SAGGI

Lo Smart Working in Heineken: migliorare la produttività attraverso il telelavoro, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2012

SITOGRAFIA

http://www.rivistadesignarchitettura.com/j/it/gallery/111-gallery-2015/interios-2015/1163-nuova-sede-heinekendoc-it3

http://www.degw.it/progetti/gruppo-heineken-italia

http://www.degw.it/progetti/heineken

https://www.theplan.it/architettura/heineken-headquarters

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: http://buromilan.com/en/project/edison-business-centre-in-sesto-san-giovanni-milan-italy/

Fig. 2: http://www.degw.it/progetti/gruppo-heineken-italia

Fig. 3: http://www.rivistadesignarchitettura.com/j/it/gallery/111-gallery-2015/interios-2015/1163-nuova-sede-heinekendoc-it3

Fig. 4: http://www.degw.it/progetti/gruppo-heineken-italia

Fig. 5: http://www.degw.it/progetti/gruppo-heineken-italia

Fig. 6: http://www.rivistadesignarchitettura.com/j/it/gallery/111-gallery-2015/interios-2015/1163-nuova-sede-heinekendoc-it3

Fig. 7: http://www.degw.it/progetti/gruppo-heineken-italia

MAIRE TECNIMONT

ARTICOLI E SAGGI

Maire Tecnimont - Be Adaptive! - Think Tank, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2018

SITOGRAFIA

https://www.arketipomagazine.it/maire-tecnimont-uffici-torre-b-a-milano-progetto-cmr/

https://www.mairetecnimont.com/it/gruppo/chi-siamo

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://www.dearmilano.it/grattacieli-di-milano/torri-maire-tecnimont-e-unicredit-tower-milano-2/

Fig. 2: https://www.digital4.biz/hr/page/8/

Fig. 3: https://www.industriequattropuntozero.it/2019/12/16/digitale-un-podcast-racconta-la-nuova-chimica/maire-tecnimont-hall_22/

Fig. 4: https://www.ticozzi.it/installazioni/maire-tecnimont/

Fig. 5: https://www.pfzarredamenti.it/portfolio_page/tecnimont-marie-milano/

Fig. 6: https://www.pfzarredamenti.it/portfolio_page/tecnimont-marie-milano/

Fig. 7: https://www.ilsole24ore.com/art/addio-vecchio-ufficio-scrivanie-condivise-tutti-e-produttivita-misurata-anche-lo-spazio--AEIrW9VE

SKY ITALIA

ARTICOLI E SAGGI

Open Working: lo Smart Working in Sky Italia, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2019

SITOGRAFIA

https://www.archiportale.com/pagina_non_trovata.asp?404;http://www.archiportale.com:80/news/2016/07/case-interni/lo-smart-working-by-degw-per-sky-italia-a-milano-santa-giulia_53228_53.html

https://www.arketipomagazine.it/nuovo-building-sky-italia-a-milano-degw/

http://www.degw.it/progetti/sky-offices-building-3

https://www.teknoring.com/news/design/sky-italia-si-affida-a-degw-per-il-nuovo-building-3/

https://www.matrix4design.com/it/architettura/degw-il-nuovo-intervento-per-sky-italia/

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 1: https://momentidicalcio.com/2020/04/03/sky-e-dazn-se-il-calcio-non-riparte-via-ai-maxi-sconti-agli-abbonati/

Fig. 2: http://www.degw.it/progetti/sky-offices-building-3

Fig. 3: http://www.degw.it/progetti/sky-offices-building-3

Fig. 4: http://www.degw.it/progetti/sky-offices-building-3

Fig. 5: https://www.arketipomagazine.it/nuovo-building-sky-italia-a-milano-degw/

Fig. 6: http://www.degw.it/progetti/sky-offices-building-3

Fig. 7: http://www.degw.it/progetti/sky-offices-building-3

ZURICH INSURANCE GROUP

ARTICOLI E SAGGI

Zurich: da flessibilità e lavoro per obiettivi a benessere e sostenibilità, Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano, Ricerca 2017

SITOGRAFIA

https://www.arketipomagazine.it/mac9-nuova-sede-zurich/

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig.1: https://www.bmsprogetti.it/it/progetti/zurich-headquarter/

Fig.2: https://www.arketipomagazine.it/mac9-nuova-sede-zurich/

Fig.3: https://www.arketipomagazine.it/mac9-nuova-sede-zurich/

Fig.4: https://www.arketipomagazine.it/mac9-nuova-sede-zurich/

Fig.5: https://www.aziendabanca.it/notizie/zurich-nuova-sede-smart-working-milano

Fig.6: https://www.arketipomagazine.it/mac9-nuova-sede-zurich/

Fig.7: https://www.arketipomagazine.it/mac9-nuova-sede-zurich/

CAPITOLO 5

TORINO SECONDO IL RAPPORTO ROTA 2019

ARTICOLI E SAGGI

Centro Einaudi, Ventesimo Rapporto "Giorgio Rota" su Torino, 2019

Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (DESI), relazione sull'Italia per il 2018

SITOGRAFIA

http://www.comune.torino.it/ambiente/smart_city/index.shtml

www.torinosiprogetta.it

https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/il-consumo-di-suolo/i-dati-sul-consumo-di-suolo

TORINO È SMART

ARTICOLI E SAGGI

World Capital real estate group, Report Mercato Uffici 2019

Ufficio Analisi e Ricerche di Mercato IPI, Report investimenti Italia e Report uffici Roma e Milano del secondo trimestre 2020

Prelios, il mercato degli investimenti immobiliari in Italia, Report 2019

SITOGRAFIA

https://www.cbre.it/it-it/about-cbre/news/cbre-oltre-12-miliardi-di-investimenti--nuovo-record-per-il-real-estate

MIRAFIORI SUD

ARTICOLI E SAGGI

C. OLMO (a cura di), *Mirafiori 1936-1962*, Allemandi, Torino 1997

G. BERTA, *Mirafiori. La fabbrica delle fabbriche*, Il Mulino, Bologna 1998

V. BONADÉ BOTTINO, *Memorie di un borghese del Novecento*, Bompiani, Milano 2001

D. BIGAZZI, *La grande fabbrica. Organizzazione industriale e modello americano alla Fiat dal Lingotto a Mirafiori*, Feltrinelli, Milano 2000

AA.VV., *Mirafiori Sud in numeri - Raccolta e elaborazione dati per MiraForum 2018 il Forum Territoriale di Mirafiori Sud*, Planet Idea, 2018

M. MAGGI, *Mirafiori 2015, così il quartiere operaio di Torino riprende vita*, L'Espresso, Torino 2015

SITOGRAFIA

http://suburbiataurinorum.blogspot.com/2014/03/mirafiori-sud-lungo-i-muri-della-grande.html

http:/www.quartieri.torino.it/mirafioriSud/storia.asp

http://www.museotorino.it/view/s/8b84ccfedf9f4f1bb8cc1c39c26c523b

http://www.museotorino.it/view/s/34adb5ff863146dcaba18f5eaa4344dd

http://www.museotorino.it/view/s/5431e6fb4be949bfb79fc973c6576165

http://www.museotorino.it/view/s/62c55ea36d3a46bfb41eef64813d411f

http://www.casanelparco.it/info/il-progetto/

https://fondazionemirafiori.it/mirafiori-sud

https://fondazionemirafiori.it/attivita-della-fondazione-mirafiori

https://fondazionemirafiori.it/nascita

https://fondazionemirafiori.it/mission

http://www.comune.torino.it/statistica/dati/demog.htm

http://www.comune.torino.it/circ2_/storiadeiquartieri/quartieri/mirafiorisud.htm

http://www.comune.torino.it/circ10_/storiadimirafiori/#cartina

http://www.torinonuovaeconomia.it/ptm_statodifatto.php

https://kallipolis.net/progetti/mira-up/

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig.1:https://atlas.landscapefor.eu/content/uploads/media/224/2017-02-15-castello-di-miraflores.jpg

Fig.2:https://www.guidatorino.com/wp-content/uploads/2017/08/bela-rosin-torino.jpg

Fig.3:https://mole24.it/wp-content/uploads/2015/05/inaugurazMiraf1.jpg

Fig.4:https://mole24.it/wp-content/uploads/2015/05/fiatmirafiori.jpg

Fig.5:https://www.icis.it/wp-content/uploads/2017/12/centro-design-22-1600x900.jpg

PARCO COLONETTI

SITOGRAFIA

http://www.atlanteditorino.it/approfondimenti/mirafiori.html

http://www.comune.torino.it/circ10/altrerisorse/parcocolonnetti/

http://www.museotorino.it/view/s/4779d53cee8d4386aa742105ed57a527

http://www.ima.to.cnr.it/Italiano/storia.htm

http://www.comune.torino.it/circ10_/ecomuseo/archivio/mirafiori_in_volo2007/mostra/catalogomostra.pdf

http://www.casanelparco.it/wp-content/uploads/2017/03/CNP-2013-WEB.pdf

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig.1: Piano dimostrativo della città e territorio di Torino, 1833, A.S.C.T.

Fig.2: Carta topografica dei contorni di Torino, disegno del Cav. A. Rabbini, 1867. A.S.C.T. Tipi e Disegni 64.8.5

Fig.3: Pianta della città di Torino, 1952. A.S.C.T. Tipi e Disegni 64.7.3

Fig.4: EUT Circoscrizione 10

Fig.5: Ricostruzione mappale a cura di Aldo Ratto. Mostra a cura di EUT Circoscrizione 10

Fig. 6: https://atlas.landscapefor.eu/category/parco-urbano/poi/15901-parco-colonnetti/

Fig.7:http://www.vicini.to.it/vicini/2019/01/fondazione-mirafiori-cerca-volontari/

Fig.8: Fotografia di nostra produzione

Fig.9: Tavola 16a di piano del piano regolatore generale di Torino.

CAPITOLO 6

L'EX CNMA

SITOGRAFIA

http://www.ortialti.com/2018/09/01/progireg-nature-for-urban-regeneration-with-and-for-citizens/

https://www.italiachecambia.org/2020/05/torino-vecchia-fabbrica-trasforma-orto-urbano-api/

https://www.italiachecambia.org/2018/03/orto-sul-tetto-esperienza-ortialti-torino/

https://www.italiachecambia.org/mappa/ortialti/

http://www.museotorino.it/view/s/

http://www.treccani.it/enciclopedia/vittorio-bonade-bottino_(Dizionario-Biografico)

https://www.lastampa.it/torino/quartieri/mirafiori-sud/2020/02/29/news/a-mirafiori-la-vecchia-fabbrica-diventa-casa-delle-api-1.38532347

LEGGI E NORMATIVE

UNI EN ISO 13786 - *Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo*

UNI EN ISO 13788 - *Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo*

VIDEO

https://www.youtube.com/watch?v=8HyvgzykI0A

CAPITOLO 7

L'INVOLUCRO

LEGGI E NORMATIVE

UNI EN ISO 10077-1:2018 - *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità*

D.M. Requisiti Minimi 26 giugno 2015 – *Appendice A, Allegato 1 Cap. 3*

UNI TS 11300-1 - *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*

RIFERIMENTI FOTOGRAFICI

Fig. 21: Free Standing Timber Screens, Sculptform https://sculptform.com/products/free-standing-timber-screens/

Fig.21: Soloroll - Tende a rullo da interni, Griesser https://www.griesser.it/it/prodotti/tende-di-facciata/tende-a-rullo-da-interni/soloroll

SITOGRAFIA

www.vacunanex.it/prodotti.html

https://www.ediltermika.biz/prodotto/vacunanex-lo-isolante-sottile

http://www.vacuum-panels.co.uk

https://www.impresedili.it/isolamento-termico-e-nanotecnologie-pannelli-vacunanex-di-nuova-generazione.html

https://www.ingegneri.cc/isolamento-termoacustico-i-pannelli-isolanti-sottovuoto.html/

https://www.agc-yourglass.com/configurator/it

https://sculptform.com/free-standing-screens-tech-info/

https://www.griesser.it/it/prodotti/tende-di-facciata/tende-a-rullo-da-interni/soloroll

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: VALENTINA SERRA, *"Involucro Opaco"*, Atelier II Progetto Sostenibile di Architettura Fisica dell'edificio, a.a. 2018/2019, Politecnico di Torino

Dispense: VALENTINA SERRA, *"Prestazione energetica e soluzioni tecniche per l'involucro trasparente"*, Atelier II Progetto Sostenibile di Architettura Fisica dell'edificio, a.a. 2018/2019, Politecnico di Torino

FABBISOGNO ENERGETICO

LEGGI E NORMATIVE

D.M. Requisiti Minimi 26 giugno 2015 – *Appendice A, Allegato 1 Cap. 3*

UNI TS 11300-1 - *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: VALENTINA SERRA, *"Il fabbisogno di energia per la climatizzazione"*, Atelier II Progetto Sostenibile di Architettura Fisica dell'edificio, a.a. 2018/2019, Politecnico di Torino

IL CALCOLO IMPIANTISTICO

LEGGI E NORMATIVE

UNI EN 12831 - *Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti*

UNI 10339 - *Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*

D.Lgs. 28/2011 - *Allegato 3, Art. 11, comma 1*

SITOGRAFIA

https://www.daikin.it/it_it/home.html

https://www.viessmann.it/

http://www.lindab.com/

https://sunpower.maxeon.com/it/prodotti-pannelli-fotovoltaicipannelli-maxeon

https://www.galletti.com/terminali-idronici

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: ALFONSO CAPOZZOLI, *Il carico termico invernale di progetto*, Corso di Atelier finale di Progettazione B (Modulo di Tecniche del controllo ambientale), a.a. 2019/2020, Politecnico di Torino

Dispense: ALFONSO CAPOZZOLI, *"UNI 10339 Impianti aeraulici a fini di benessere"*, Corso di Atelier finale di Progettazione B (Modulo di Tecniche del controllo ambientale), a.a. 2019/2020, Politecnico di Torino

L'ILLUMINAZIONE

LEGGI E NORMATIVE

D.M. 5 luglio 1975

L'SIOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

NORMATIVA TECNICA

DPCM 5-12-1997 – *Requisiti acustici passivi degli edifici*

CAPITOLO 8

L'ANALISI COSTI-BENEFICI

LEGGI E NORMATIVE

COMMISSIONE EUROPEA, *Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento: Strumento di valutazione economica per la politica di coesione, 2014-2020*, Ufficio pubblicazioni dell'Unione europea, 2014.

MATERIALE DIDATTICO

Dispense: MANUELA REBAUDENGO, *"Analisi costi-benefici"*, Corso di Valutazione della sostenibilità economica, a.a. 2019/2020, Politecnico di Torino.

Dispense: MANUELA REBAUDENGO, *"Analisi costi-benefici. Stima dei costi e dei benefici in alcune applicazioni"*, Corso di Valutazione della sostenibilità economica, a.a. 2019/2020, Politecnico di Torino.

SITOGRAFIA

https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2018-11/linee_guida_regionalisdf.pdf

RINGRAZIAMENTI

Desideriamo ringraziare prima di tutto i professori Gustavo Ambrosini, Valentina Serra e Manuela Rebaudengo. I vostri insegnamenti durante questi anni sono stati preziosi, come prezioso è stato il vostro sostegno nella costruzione di questo elaborato. Vi saremo sempre grate.

Un ringraziamento da parte nostra va all'ingegnere Laura Ribotta e l'architetto Alessandra Aires per averci aiutato a reperire i materiali necessari alla produzione della tesi e per le importanti informazioni.

Infine ci teniamo a ringraziare anche l'architetto Andrè Clos per i suoi prestigiosi consigli sullo studio del progetto impiantistico.

Senza il vostro aiuto e sostegno questo elaborato non avrebbe lo stesso valore. Grazie.

Denise Ricucci
Paola Robba
Francesca Sismondini

Un ringraziamento speciale va ai miei genitori, mamma Maria e papà Franco, e mio fratello Antonio, che hanno sempre creduto in me e mi hanno sempre incoraggiata, sostenuta e sopportata, soprattutto nei momenti più duri. Grazie per avermi resa la persona che sono, per avermi insegnato la tenacia, la perseveranza e la determinazione. Senza di loro tutto questo non sarebbe stato possibile.

Ringrazio Francesca e Paola, le mie complici e le mie compagne di avventura, dalle quali ho imparato tanto e con le quali ho condiviso risate, soddisfazioni, delusioni e notti in bianco. Grazie per ogni piccolo e grande traguardo raggiunto insieme, per avermi affiancata in questo percorso e per averlo reso speciale.

Ringrazio tutte le mie amiche e amici per avermi sempre supportata e sopportata, per avermi sempre ascoltata e spronata a dare il meglio.

Nessun traguardo si raggiunge da soli e non diventa veramente importante senza qualcuno con cui condividerlo.

Denise Ricucci

Grazie a tutti i miei amici più cari, che in maniera diversa mi sono stati e mi sono continuamente vicini.

Grazie alle mie compagne di avventura universitaria, Denise e Francesca, per la pazienza dimostrata nel sopportarmi e per avermi addolcita nei momenti più difficili, per aver condiviso momenti sia belli sia complicati e che non dimenticherò mai. Siete e sarete sempre più che semplici amiche.

Grazie ad Alessandro che, oltre all'attenzione e al supporto morale, è stato al mio fianco durante questo percorso sostenendomi ogni giorno.

Un grazie speciale alla mia Famiglia, a Giulia e Marco per esserci sempre e per dimostrarmi ogni giorno cosa e quanto sia importante l'amore tra fratelli. Grazie a mamma Gabriella per avermi insegnato a essere sempre costante e per essersi sempre dedicata a me e alla nostra famiglia. Grazie a papà Renzo per avermi trasmesso la determinazione, l'umiltà e il senso di disciplina. Senza di voi non sarei la persona che sono adesso.

L'ultimo ringraziamento lo intendo dedicare a Elisa, la mia piccola nipotina che in modo incondizionato, ha saputo regalarmi ogni giorno immensa gioia. A te dedico questo lavoro di tesi.

Paola Robba

Il più grande ringraziamento va ai miei genitori. Grazie a mio papà Luciano, per avermi sempre aiutato in qualsiasi momento di difficoltà, per i preziosi consigli e per avemi fatto amare il mondo dell'architettura. Grazie a mia mamma Giuliana, la mia roccia, il mio uragano, il mio esempio. Mamma, sorella e amica. Grazie per l'amore che entrambi mi avete dato, senza di voi nessuno dei miei sogni si sarebbe mai potuto realizzare.

Ringrazio la mia bellissima grande famiglia che con cura e protezione mi è sempre stata accanto.

Grazie, dal profondo del mio cuore, a Denise e Paola. Avete reso questi cinque anni memorabili. Questo progetto di tesi svolto insieme a voi è stato il coronamento di un bellissimo ma duro percorso iniziato insieme dal primo giorno. Qualsiasi cosa ci riservi il futuro, vicine o lontane, voi sarete sempre nel mio cuore.

Grazie alle mie amiche per essermi state affianco sempre.

Grazie Alberto, che nella tempesta della mia vita mi permetti di ripararmi sotto il tuo ombrello giallo.

Questo capitolo della mia vita si conclude ed è stato incredibile, soprattutto grazie a voi.

Francesca Sismondini