SPAZI DI WELL-BEING

Studio sistematico del benessere (Well-being) all'interno di un ambiente di edilizia scolastico-universitaria.

Candidato: Leonardo Gerli
Relatore: Enrico Fabrizio

SPAZI DI WELL-BEING

Studio sistematico del benessere (Well-being) all'interno di un ambiente di edilizia scolastico-universitaria.

Politecnico di Torino

Laurea Magistrale in architettura Costruzione e Città

Autore: Lonardo Gerli
relatore Enrico Fabrizio
Settembre 2019

INDICE:

PARTE PRIMA:

1. ARCHITETTURA E WELLBEING 8-33
1.1 Introduzione
1.2 Dall'architettura romana al modernismo
1.3 Dal modernismo ai giorni d'oggi
1.4 Concettualizzazioni del Comfort
1.4.1. Il Comfort Termico
1.4.2 Il Comfort acustico
1.4.3. Il Comfort visivo
1.4.4. L'Indoor Air Quality (IAQ)

2. RELAZIONE TRA IEQ E PRODUTTIVITA' 34-43
2.1 Valore economico e produttività
2.2 Rassegna della letteratura
2.3 IEQ e ambienti scolastici

3. ARCHITETTURA E SALUTE, ARCHITETTURA E SOSTENIBILITÀ 44-53
3.1 Sick Building Syndrom SBS
3.2 Dalla salubrità degli ambienti chiusi all'architettura green

4. WELL BUILDING STANDARD 54-61
4.1 Introduzione
4.2 Stadi della certificazione
4.3 I principali concepts
4.3.1 Aria
4.3.2 Acqua
4.3.4 Nutrizione
4.3.5 Luce
4.3.6 Fitness
4.3.7 Comfort
4.3.8 Benessere psicofisico/Mente
4.3.9 Innovazione
4.4 Tipologie di progetti
4.4.1 Edifici nuovi ed esistenti
4.4.2 Nucleo centrale e involucro (Core e Shell)
4.4.3 Interno
4.5 Il punteggio, i livelli di Certificazione WELL e le tariffe

PARTE SECONDA:

5. APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO 62-145
5.1 Introduzione
5.2 Aria
5.2.1 Standard 01
5.2.2 Standard 02
5.2.3 Standard 04
5.2.4 Standard 06
5.2.5 Standard 011
5.3 Acqua
5.3.1 Standard 31
5.4 Alimentazione
5.4.1 Standard 36
5.4.2 Standard 41
5.5.1 Standard 53
5.5.2 Standard 54
5.5.3 Standard 56
5.5.4 Standard 58
5.6. Comfort
5.6.1 Standard 72
5.6.2 Standard 73
5.6.3 Standard 76
5.6.4 Standard 77
5.7. Mind
5.7.1 Standard 87
5.7.2 Standard 88

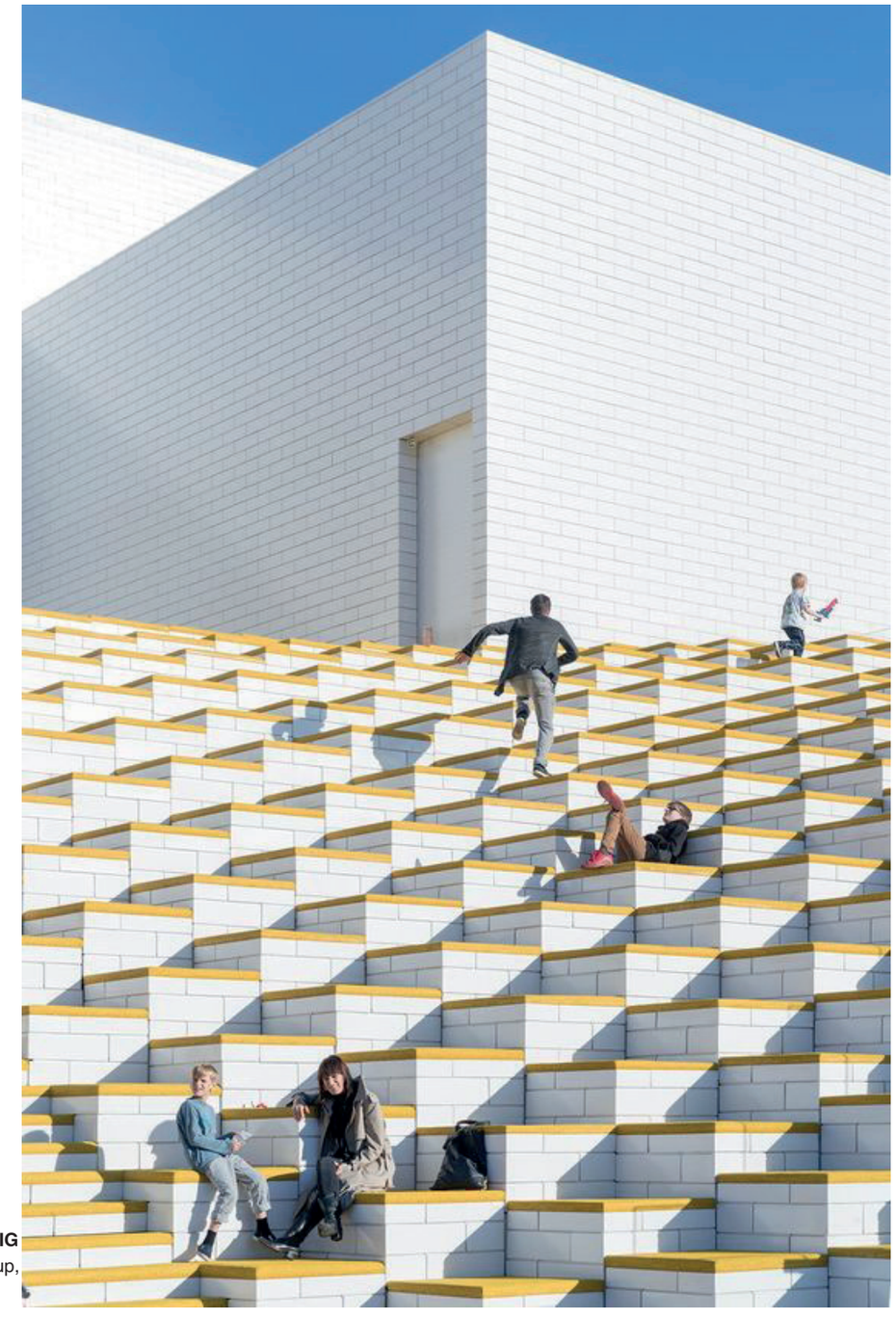
6. CONCLUSIONI 146-165

BIBLIOGRAFIA
SITOGRAFIA

INTRODUZIONE:

La definizione di benessere (da ben – essere = “stare bene” o “esistere bene”) è: “uno stato che coinvolge tutti gli aspetti dell’essere umano, e caratterizza la qualità della vita di ogni singola persona all’interno di una comunità o di un ambiente fisico. Il benessere consiste quindi nel miglior equilibrio possibile tra il piano biologico, il piano psichico ed il piano sociale dell’individuo; Tale condizione di benessere è di natura dinamica”. La misura in cui l’ambiente costruito contribuisce alla determinazione di tale stato è sostanziale. Infatti nell’ormai inoltrato XXI secolo è dato per scontato che la quasi totalità della vita di un essere umano è spesa all’interno di uno spazio costruito e la domanda in cui questo partecipi al condizionamento della sua salute psico-fisica ed emotiva sta assumendo un peso di grande interesse all’interno del dibattito architettonico e non solo. Da una progressiva sensibilizzazione sul tema si è passati al catalizzare l’attenzione della moderna pratica del costruire coinvolgendo anche altri campi di ricerca scientifica in molti paesi d’Europa, ma soprattutto oltreoceano, in America. Dunque la nuova tendenza dell’edilizia sostenibile si sta spostando dalla prerogativa “green” a quella di soddisfare i canoni del “well-being”. La domanda da porsi non è più se è giusto o no che nel nuovo millennio si pensi all’architettura come uno strumento per incrementare il benessere dell’uomo; se è giusto che l’architettura si plasmi e prenda forma pensando a qual è la migliore condizione di chi vi si muove al suo interno, bensì come fa e quali strumenti ha a disposizione per garantire ciò. Questa tesi si pone l’obbiettivo di indagare sul tema in questione, concentrandosi sui progressi della normalizzazione bioedilizia in questo campo, che si esplicitano con il WELL Building standard v.1 della Well Building Institute (WBI) lanciato nel 2014. La struttura di questa tesi è dunque divisa in cinque sezioni tematiche. Nella prima parte si intende indagare sulle ragioni e sulle modalità con cui, con il tempo e nelle sue diverse accezioni, l’architettura è diventata funzione e strumento a supporto del Well-being . Nella seconda parte si esamina la relazione che vi è tra il benessere nella sua declinazione di comfort e la produttività di luoghi di lavoro. Successivamente si analizzano nel dettaglio i requisiti del benessere ambientale disposti dal protocollo WELL. Se ne analizza la struttura e i procedimenti richiesti dal sistema di certificazione. Infine nella ultima sezione di questa ricerca di tesi si tenta la simulazione di un’applicazione attuativa del WELL ad un progetto esistente all’interno di un edilizia universitaria, il complesso delle aule P del Politecnico di Torino.

1.



Iwann Baan
LEGO House – BIG
Bjarke Ingels Group,
2017

1.1 Introduzione

È possibile leggere la storia dell'abitare il luogo costruito per mezzo di un'esegesi volta a rivelare come l'edificio come oggetto architettonico sia stato sin dal principio correlato all'idea di tutela e appagamento dei bisogni fondamentali dell'uomo, in quanto organismo vivente dalle facoltà senso-percettive e motorie nonché intellettive, affettive e sociali. Questa immaginifica linea del tempo comincia con quella che Quatrèmere de Quincy definisce come archetipo universale, la caverna, nella sua espressione concettuale di "tana", luogo di protezione per la salvezza. Il primo bene infatti da tutelare per l'uomo primitivo era la sua stessa vita, messa in pericolo da un mondo esterno incerto e inesplorato. La funzione biunivoca abitazione-vita può essere ampliata ed estesa per i successivi secoli della storia dell'umanità con le dovute evoluzioni, che hanno permesso di approfondire ed accrescere quelle variabili relative la qualità della stessa vita. La metafora dell'architettura come contenitore di vita, che protegge al suo interno il corpo umano, contenitore anch'esso di anima e spirito, subisce con il tempo progressive modifiche. Nel corso dei secoli l'architettura impara ad interagire direttamente con il contenuto al suo interno imparando a conoscerne le esigenze e i bisogni fondamentali. Passando dalla metafora modernista di architettura come macchina per il sostentamento del corpo umano si arriva alla metafora contemporanea di architettura come sistema sostenibile aperto che lavora in funzione del well-being dell'uomo.

1.2 Dall'architettura romana al modernismo

La prima ricerca in questo senso è da ricondurre all''architettura romana. L'abitazione nell'antica Roma è pensata per poter essere il risultato migliore per il vivere dell'uomo (più comunemente il patrizio) al suo interno. La domus infatti è uno schema architettonico più complesso che si fa scudo di tutti i crismi tecnici e conoscenze al tempo note per rendere il suo ambiente il più comodo e accogliente possibile al suo padrone ed i suoi ospiti. Il primo a teorizzare e raccogliere tali insegnamenti in un trattato è Vitruvio. L'architetto trattatista romano introduce quello che è un requisito allora fondamentale per il fabbricato, ed il primo concetto importante nel verso che questa ricerca ha intenzione di intraprendere, ovvero La "Salùbritas". L'architettura ed il sistema urbano hanno il dovere di rispondere a norme per rendere agevole, salutare e bene organizzata la vita quotidiana. Così distillando l'esperienza fino ad allora accumulata, Vitruvio nel VI libro del De Architettura ne suggerisce alcune buone pratiche. Prima fra tutte è l'importanza del sito, della luce, dei venti e delle acque; una casa non era un oggetto da imporre al paesaggio piuttosto lavorava con esso. Occorreva che la casa non fosse fredda e umida d'inverno e calda d'estate. Di conseguenza a seconda della funzione delle camere e della loro fruizione esse devono avere un determinato posizione: *"I triclini dunque d'inverno e i bagni riguardino verso ponente. Ciò perché vi bisogna lume la sera, e oltracciò il sole che va a tramontare, manda giusto dirimpetto i suoi raggi, e col suo calore rende più tiepido l'aspetto*

nelle ore vespertine. Le stanze da dormire e le librerie devono guardare il levante; poiché l'uso delle medesime richiede lume di mattina… triclini di primavera e di autunno riguardino il levante... Gli estivi poi verso il settentrione, perché questo aspetto essendo opposto al corso del sole, riesce sempre fresco, e di uso salubre e piacevole." (Da Vitruvio, De Architectura, libro VI). Gli insegnamenti di Vitruvio sono pochi ma essenziali: bisogna sfruttare a proprio vantaggio le caratteristiche del luogo, costruire le città in modo che siano protette dai venti e gli edifici tenendo conto delle diversità climatiche, "Così con l'arte si ripara al danno che farebbe da sé la natura". L'attenzione dedicata alla localizzazione e all'orientamento degli edifici è purtroppo una regola del tutto ignorata a partire dalla seconda metà del XX secolo, con devastanti conseguenze dal punto di vista energetico.[1] Ovviamente queste accortezze sono riferibili solo all'edilizia dei ceti più abbienti. Diversa era la situazione nelle insulae, la cui vivibilità non godeva degli stessi attributi, e la salute di chi le abitava poteva essere seriamente compromessa. Per questo motivo la quasi totalità della loro vita si consumava all'esterno, nelle strade, all'interno della Vita Publica Urbis, ricca di spettacoli, giochi, eventi. Era dunque importante che i luoghi pubblici esterni garantissero condizioni di salubritas altrettanto buone- se non di più- di quelle delle case, come nelle terme. A livello urbano era fondamentale che la direzione delle strade e dei vicoli seguisse "i giusti aspetti del cielo.", per scongiurare il rischio di incorrere nello stesso errore presente a Mitilene nell'isola di Lesbo, "l*a quale è fabbricata con magnificenza e bellezza, ma non è situata con giudizio. Quando soffia l'Austro, la gente si ammala: quando Maestro, tossono: colla Tramontana si ristabiliscono: ma nei vicoli e nelle strade non si può resistere per la veemenza del freddo.*" (Da Vitruvio, De Architectura, libro VI). L'impianto urbano dunque doveva seguire un rigorosamente definito layout di griglia stradale, formato da cardini, assi stradali nord-sud, e i perpendicolari decumani, assi stradali est-ovest. Questo tipo di struttura a reticolo con gli assi orientati in modo da permettere che le case avessero una facciata esposta a sud, fu comune in tutta l'epoca ellenistica; essa infatti presentava non solo il vantaggio di poter controllare più facilmente il drenaggio delle acque piovane e di poter realizzare sistemi di raccolta dei rifiuti e degli escrementi in appositi condotti che in molti casi erano coperti, ma anche quello di ottenere una migliore salubritas nelle abitazioni, in inverno e in estate grazie all'esposizione al sole della facciata.

I progressi ottenuti dall'edilizia romana subirono un arresto se non addirittura un regresso nel corso del Medioevo; vi è una sorta di retrocessione in quella che è la condizione di igiene, o meglio "Salute ambientale" che si respirava nella città, nell'abitazione e durante la vita quotidiana. Le città non erano più progettate secondo le norme classiche, e la loro formazione ed espansione fu affidata al caso. Le esigenze di difesa portarono a raggruppare le costruzioni entro le mura di fortificazione, e le strade erano quasi sempre strette e tortuose, rendendo difficile- se non impossibile- la realizzazione di collettori fognari. Le abitazioni erano molto povere, umide e buie, senza vetri, con al centro un focolare che affumicava l'ambiente ma che rappresentava l'unica fonte di calore e fievole luce di notte. Il focolare era infatti l'oggetto più importante della casa che contribuiva

Karl Friedrich Schinkel
Pegasus above the City,
1837

unicamente alla vivibilità dell'ambiente. L'acqua era un bene raro e prezioso: si attingeva solo da pozzi e sorgenti locali o si trasportava faticosamente in otri o botti riempite nel corso d'acqua più vicino. Mancavano i servizi igienici come del resto durante gran parte della storia dell'umanità fino a tempi recenti. Le immondizie ed escrementi venivano gettati per le strade, in fogne o a cielo aperto. Difatti il vero pericolo che terrorizzava la vita dell'uomo medievale era la Peste e la tubercolosi. Ecco qui che il fallimentare sistema di architettura come contenitore chiuso di vita mostra tutte le sue inesattezze e pericolosità rivelandosi a volte fabbricatore di morte.

La storia dell'architettura e, del progressivo miglioramento di questa nel conferire

condizioni di benessere al suo interno, può sembrare una serie di reazioni alle ondate di isteria, malessere e crisi sanitarie affrontate dalle nostre città e dai suoi edifici.[2]
Questa chiave di lettura si alterna a quella più canonica portata avanti da illustri studiosi e storici dell'architettura, quali Frateili o Butera, che associa la storia evolutiva del comfort architettonico a quella dell'impiantistica e l'innovazione tecnologica[3]. Ad esempio innovazioni come il camino sconvolsero totalmente la qualità dell'indoor environment. Questo in principio a causa del forte tiraggio, provocava una corrente d'aria fredda che rendeva l'ambiente meno confortevole. Per migliorare l'efficienza del riscaldamento radiante proveniente dai grandi camini medievali le pareti si riempirono di arazzi e tendaggi, che illuminati e scaldati dalla fiamma assumevano subito una temperatura più alta di quella che avrebbero assunto i muri, migliorando il comfort termico. Ed ecco che il design si rivela strumento valido e funzionale per manovrare la condizione di soddisfazione climatica dell'ambiente. Queste condizioni erano però ugualmente rasenti le soglie della fattibilità. La situazione cambiò radicalmente con quella che Butera definisce la più importante innovazione tecnologica della vita domestica da quando l'uomo è uscito dalle caverne, e che segnò una prima e un dopo nel modo di vivere lo spazio costruito: il vetro alla finestra. È in questo momento storico che possiamo ricondurre il pricipio del concetto di "qualità ambientale" (fondamentale nel percorso di questa ricerca), intesa come quell'insieme di proprietà e caratteristiche dell'ambiente costruito che soddisfano le esigenze di comfort. la casa non è più l'antro buio e freddo in cui ci si rifugia la notte o quando fuori piove e tira vento, ma un luogo piacevole, luminoso e caldo in cui è bello soggiornare (Butera 2007). Questo porta a un'inevitabile trasferimento delle attività e del tempo di vita quotidiana dall'esterno all'interno dell'ambiente costruito, che diventa il centro privilegiato della vita familiare e della vita di relazione. Nasce il concetto di privacy; la facilità e comodità di poter riscaldare ed illuminare una stanza consente di non trovarsi tutti ammassati in una sola stanza, quella con il fuoco, ma si possono differenziare le funzioni in diversi ambienti.
Il degrado urbano medievale continuò, in molte città europee, fino alle soglie del XIX secolo. A partire dal XIX secolo è registrabile un notevole miglioramento del tenore di vita e di salute garantita dall'ambiente urbano e domestico. Il rapido diffondersi delle strutture sanitarie urbane di base, la rete dell'acqua potabile e la rete fognaria, è il risultato di due fattori convergenti: In primis l'evoluzione della scienza medica che mette definitivamente in chiaro il rapporto tra igiene e malattie infettive, e in secondo luogo il completamento del processo dall'esterno urbano all'interno della casa della vita familiare e di relazione, almeno per quanto riguarda le classi più agiate. I grandi investimenti nelle reti di distribuzione dell'acqua e nei sistemi fognari hanno cambiato nel corso del XIX secolo, la qualità della vita sia a scala urbana che domestica. Sono stati soddisfatti bisogni basilari, quali l'igiene e quindi la salute, ma anche altri attinenti più al comfort, come la qualità olfattiva dell'aria, la pulizia delle strade, la disponibilità di acqua nelle abitazioni ecc. La via è ormai tracciata, e nello stesso periodo si inizia a intervenire su altri tipi di comfort domestico, quello termico e quello luminoso, il cui livello ancora basso necessitava di radicali innovazioni, e la cui storia ha avuto un principio comune, per poi continuare di pari passo per molti decenni.
La storia del comfort luminoso può essere presa da esempio per una riflessione su come i progressi in campo della tecnologia architettonica siano sempre andati di pari passo con le volontà di ricercare la soluzione più sostenibilmente adeguata al soddisfacimento delle necessità dell'uomo. Infatti nella prima parte del XIX secolo l'illuminazione era affidata quasi esclusivamente alle lampade a olio e alle candele di cera o, più spesso, di sego. L'olio per le lampade era prevalentemente d'origine vegetale in Francia e Italia, mentre nei paesi anglosassoni si usava l'olio di balena, per l'esattezza di capodoglio. Successivamente toccò la fase dell'illuminazione a petrolio, anch'essa discutibile sotto il profilo della sostenibilità, poi ancora quella a gas, con conseguenti vere e proprie battaglie dei campi di industria produttrici. L' ultima fondamentale innovazione che ha trasformato la vita umana fuori e dentro l'ambiente costruito è stata quella della lampada ad arco di Edison e la moderna elettricità. Questa ha portato ad un'altra fase per la storia dell'umanità che ha permesso alla disciplina architettonica di trasformare radicalmente il concetto stesso di qualità della vita umana (raggiungendo livelli di comfort prima impensabili).
"Dunque da questa sintetica esposizione si intende non solo dimostrare come le innovazioni tecnico-scientifiche hanno aperto la strada ad alcune applicazioni impiantistiche dell'architettura, ma come il significato del termine comfort sia divenuto nel tempo uno strumento ideologizzato e finalizzato a perseguire un riscatto e una rappresentatività dello stato sociale, che ha influenzato le mode e i costumi, i caratteri distributivi e organizzativi dell'edificio e le tendenze architettoniche."[4]

BIbliografia:

1 Butera F.M. , "Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia", Edizioni Ambiente, 2007. pp. 24-30

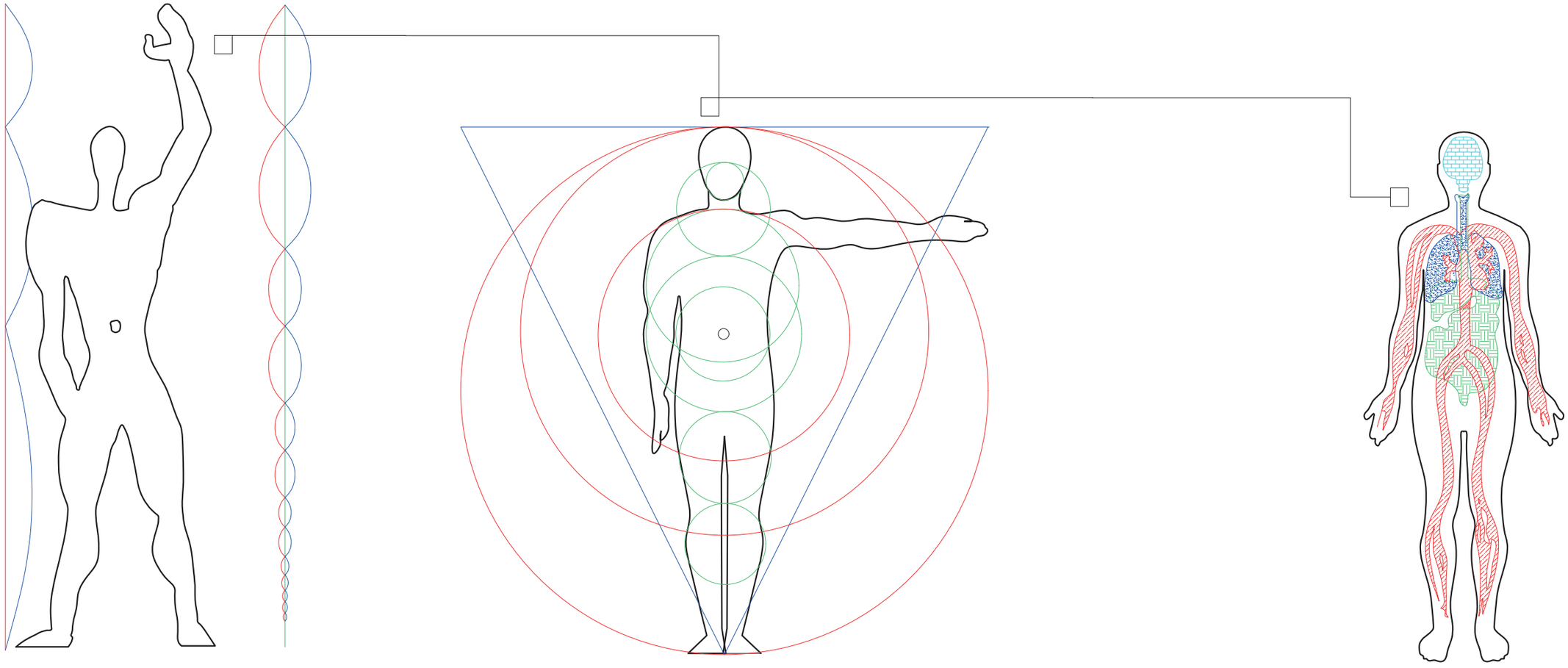
2 Heathcote E.,"The Architecture of health: How buildings are designed for wellbeing" in Financial Times

3 Frateili E. Cocito A., "Architettura e Comfort, il linguaggio tecnico degli impianti, CittàStudi (1991). pp.12-24

4 Frescaroli L. Recensione al libro "Enzo frateili, architettura e comfort. il linguaggio architettonico degli impianti" in AIS/Desig (rivista), numero 9 Novembre 2017

1.3 Dal modernismo ai giorni d'oggi

Con l'inizio del XX secolo comincia a prende forma una concettualizzazione della relazione stabile tra architettura e well-being, definito non più solo soddisfazione dei singoli elementi di comfort per le funzioni domestiche e o lavorative ma si accompagna con le necessità psichiche dell'individuo. Tale relazione si arricchisce e si articola con le grandi innovazioni tecnico scientifiche di inizio novecento.
"Il Movimento Moderno era una sorta di risveglio di quegli ideali classici di una città sana. Una reazione viscerale ai bassifondi, al confino, al miasma e alle tenebre senza alberi del centro denso della città. I primi modernisti crearono un'architettura di precisione clinica, luce e aria, in cui l'interno si fondeva in un esterno incorniciato da alberi e vegetazione. La salute era al centro del progetto. Un parallelo curioso si è evoluto tra l'architettura della clinica e quella domestica, un feticismo dell'igiene che ha portato ad alcuni dei monumenti chiave del



Trasformazione dell'architettura antropocentrica
Disegno- elaborazione personale

primo modernismo adottando l'estetica delle piastrelle bianche, dello smalto bianco, del cromo e del vetro dell'ospedale"[5] . Con una sola parola il Sanatorio. Che rimane ancora oggi il più esplicito esempio del binomio architettura- benessere e il primo vero tentativo riuscito di well-being design.
I primi a sperimentare questo campo sono i secessionisti viennesi, forti dei progressi della medicina e scienza psicanalitica in atto nella capitale austriaca. In particolare Josef Hoffmann con il Sanatorio Purkersdorf, costruito nel 1904-05 per lenire con lunghe degenze le allora nuove malattie psichiatriche, come la nevrosi e l'isteria, che colpivano le classi più agiate della società viennese. Un altro esempio realizzato qualche anno dopo è la cappella per l'ospedale Steinhof disegnata e realizzata da Otto Wagner fuori Vienna.
Senza dubbio alcuno questo filone dell'architettura razionalista raggiunge l'apice nel 1933 con il Sanatorio di Paimio, dell'architetto naturalista Alvar Aalto. Nato per curare i pazienti affetti da tubercolosi, il sanatorio si è caricato nel tempo di un'estetica e significato istituzionalmente riconoscibili. L'incubatore bianco immerso nei boschi finlandesi rappresenta un punto focale nella presa di coscienza storica nella pratica architettonica dell'effetto che il design progettuale ha sulla condizione di vita, salute e umore di chi vive l'edificio. Alvar Aalto progetta il fabbricato dall'esterno fino ad ogni dettaglio dell'interno con la stessa logica rigorosamente funzionalista e una grammatica architettonica personale, più attenta ai bisogni psicologici dell'uomo. La vista panoramica e l'illuminazione radiale che si godeva in ogni camera erano studiate allo stesso modo del fascino asettico di rigore e precisione clinici dell'indoor design.
La corretta areazione interna permessa dai serramenti era prevista così come la congenialità di ogni particolare d'arredo. Quest'ultimi rimangono ancora insuperati in termini di comodità ergonomica, come la sedia in compensato piegato (Poltrona 41) e il lavandino attentamente inclinato in modo tale da ammortizzare quasi totalmente il rumore dell'acqua che scorre. È interessante dunque chiedersi quale fosse il forte impatto fisico che potesse evocare questo esuberante design su un paziente tubercolotico di campagna che si accingeva a percorrere quel pavimento giallo brillante.

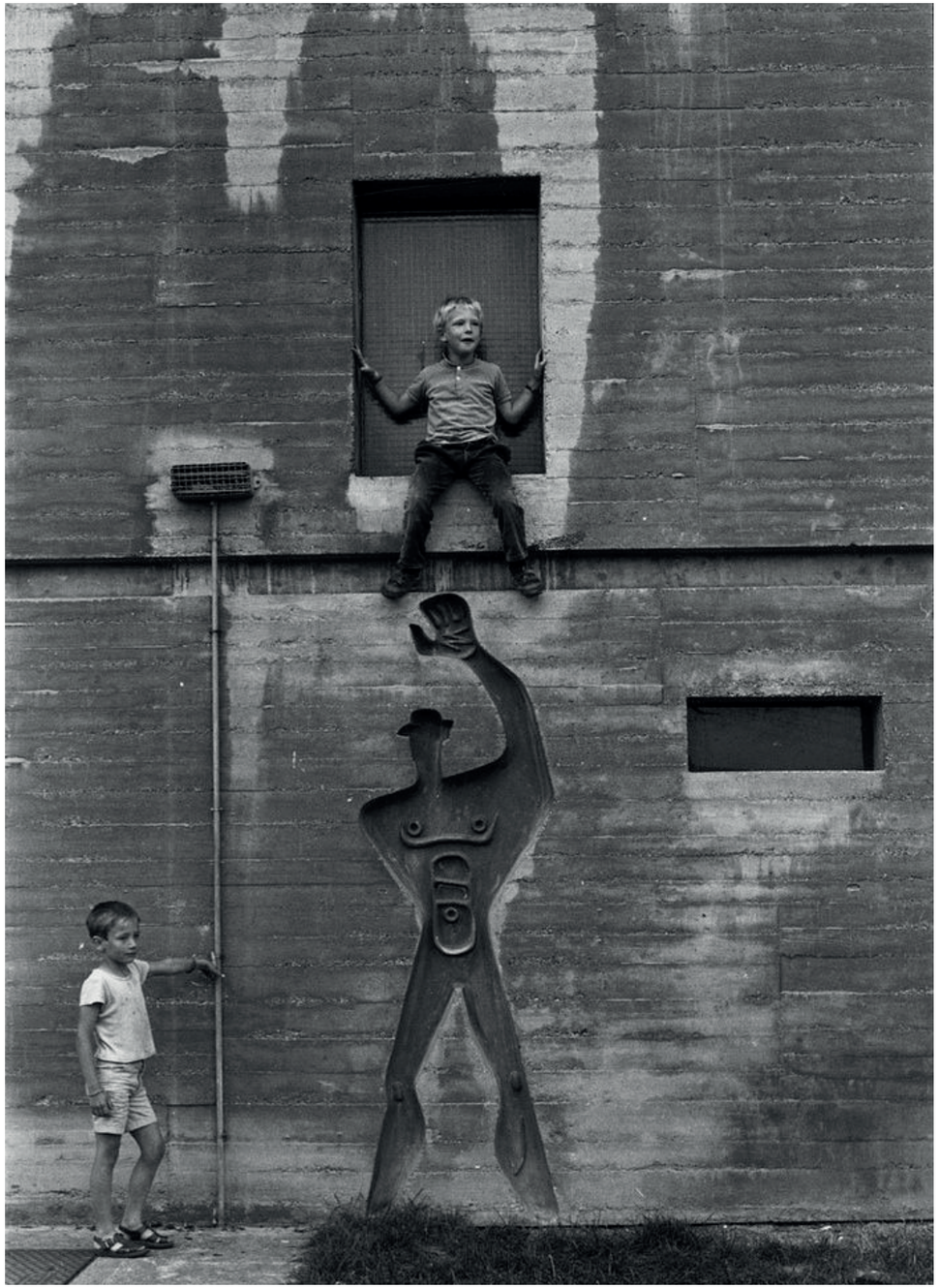
Sanatorio di Paimio, sedute nella stanza di lettura
foto di Gustav Welin, Alvar Aalto Museum ,1933

La direzione di medicalizzazione dell'architettura col tempo trova applicazioni anche nelle strutture private. la "Lovell Health House" (1929) di Richard Neutra incarna perfettamente questi primi tentativi. L'emigrante architetto austriaco, che esporta gli avanguardistici progressi della psicanalisi Freudiana nella nuova capitale mondiale del caos e della cultura, Los Angeles, articolò un particolare tipo di architettura terapeutica. La casa, progettata per la famiglia Lovell, situata sulle colline Hollywoodiane non facilmente raggiungibili, offre una vista spettacolare della città di Los Angeles e uno sguardo allettante dell'oceano. Tutto ciò viene enfatizzato da una struttura interamente in acciaio, uno schema geometrico di linee rette e vetro. La casa si chiamava Lovell Health House perché conteneva al suo interno una sala fitness all'aperto, stanze per prendere il sole e dormire all'aperto, e vari servizi dietetici e terapeutici.

In un periodo in cui la psicologia permeava la società, Neutra era convinto che l'architettura potesse influenzare la psiche di chi la abita e vi si muove al suo interno. Il suo lavoro è sempre stato accompagnato dall'insistente convinzione di poter curare i clienti dalle nevrosi. La sua visione divenne popolare nella West Coast americana e in particolare all'interno di Hollywood. La teoria di Neutra è fondamentalmente centrata su un dialogo continuo tra spazi interni e ambiente esterno che vuole essere un'associazione metaforica tra esterni fisici e interni mentali. Questi ultimi dovevano cioè essere disposti ad aprirsi all'esterno. Particolarmente rilevante in quest'operazione era l'uso del vetro. Questo non era utile solo per offrire viste panoramiche, ma anche per organizzare il flusso di energia (impulso come lo chiama lui) in tutta la casa. I suoi progetti si concentravano sugli "angoli del vetro" ed era a questi angoli "dove si accumulano instabilità e insicurezza e dove i desideri sono proiettati". All'interno di questo schema, la posizione della casa nel paesaggio era della massima importanza. D'un tratto l'immagine di well-being e benessere di vita viene associato all' incommensurabile essenzialità della natura, che istintivamente conferisce all'uomo energia vitale .[6]

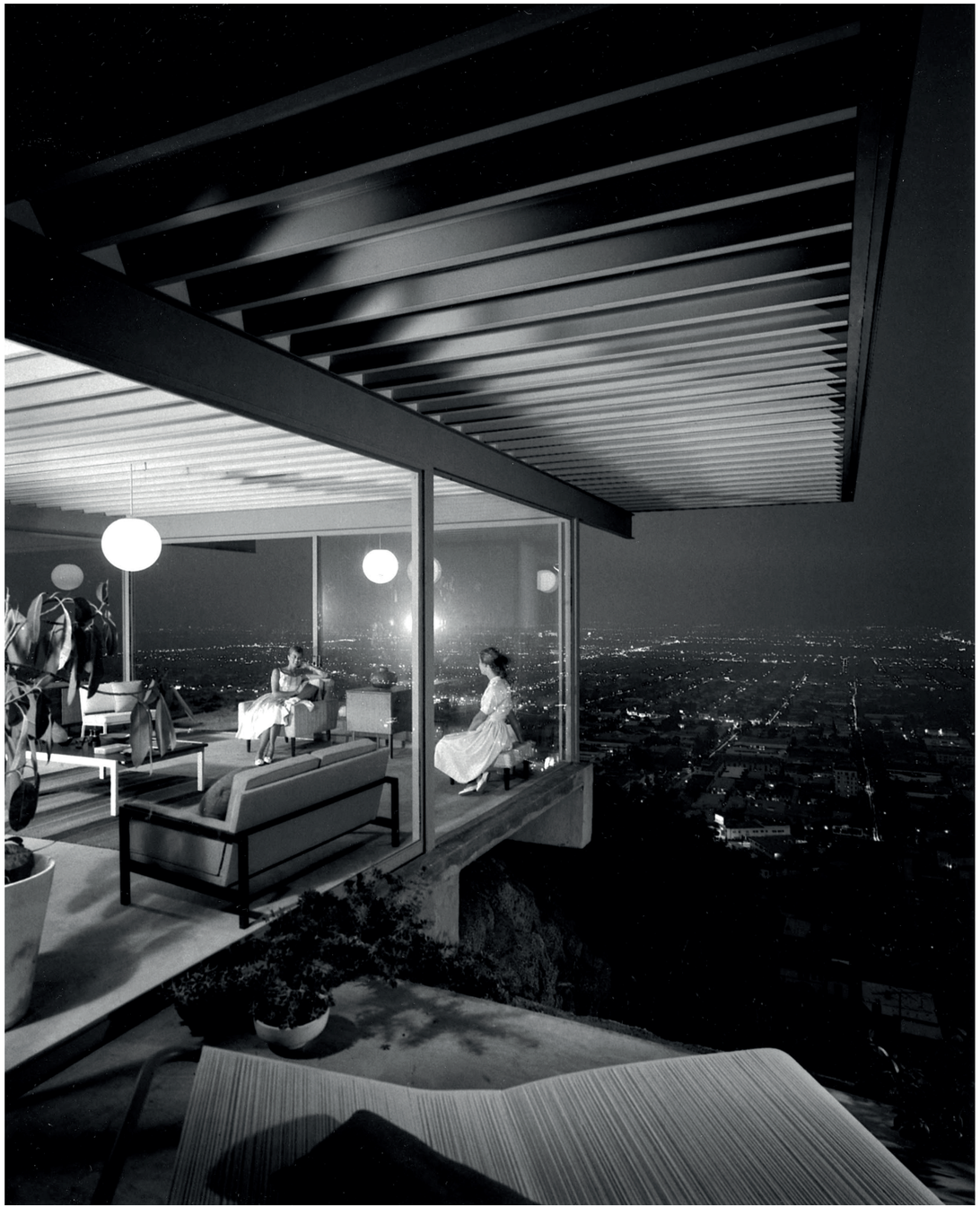
È sorprendente la capacità dell'architetto di plasmare, interiorizzare e traslare nel campo dell'architettura i temi della psicologia moderna. In un primo momento sembra aver assimilato i principi di Psicologia Fisiologica di Wilhelm Wundt, che indaga i modi in cui la conoscenza umana è connessa attraverso i sensi con l'ambiente. Evidentemente manifesto è anche l'apporto delle teorie sull'inconscio dell'amico Sigmund Freud, in particolare dall'idea che l'energia psichica repressa si facesse strada verso il mondo esterno attraverso la proiezione. Allo stesso tempo attinge la nozione di spazio come un "campo" pieno di energia, oltre che dalla fisica, dalla cosiddetta psicologia della forma, Gestalt, che considerava la psiche e il suo ambiente come un tutto dinamico e interattivo. Abbracciati i principi della proiezione e dell'energia psichica, li ha reinterpretati con una nuova e del tutto personale nozione di "ambiente".

L'architettura di Neutra rappresenta quindi il primo tentativo da parte di un progettista di incorporare all'interno del design vari aspetti che possono influenzare la vita delle persone che si muovono all'interno di uno spazio costruito. Tale idea progettuale presuppone un approccio dell' architetto olistico attento a vari aspetti del sapere e soprattutto alle varie



Modulor impresso nel cemento, foto di
J. Ach, Unité d'habitation, Nantes, 2015

sfumature dell'accezione di "benessere" per l'uomo.
la relazione dunque tra corpo e architettura si infittisce e si carica di nuovi significati.
Seppur fallendo nel suo scopo di curare la nevrosi, il modernismo eclettico di Neutra offre importanti intuizioni sulla relazione tra architettura e psicologia umana, e come questa possa influenzare effettivamente la salute psico-fisica mentale delle persone. Inoltre, ci aiuta a comprendere quanto fosse rilevante nella fase di pianificazione già dal primo novecento il bene percettivo ed emozionale del cliente.
Il lavoro di Neutra vuole essere un antidoto all'atmosfera dell'Europa centrale carica di fumo e appesantita dalla storia. Ma la stessa rivoluzione viene portata avanti anche dall'altra parte dell'oceano, come testimonia la Maison de Verre di Pierre Chareau, uno degli spazi chiave del modernismo, stipato in un cortile parigino. Costruito per un ginecologo, è un mix davvero strano di stanza di consulenza e appartamento privato in cui la sovrapposizione ritmica dei due ambienti viene sapientemente manovrato con un gioco di trasparenze e flessibilità.
Entrambe queste case illustrano l'offuscamento tra salute, cuore e casa, evidenziando quasi una volontà di medicalizzazione degli aspetti della vita quotidiana. L'architettura domestica si fa carico di una ricerca più profonda sui benefici che essa possa apportare alla vita dei suoi fruitori; e questa feticizzazione del linguaggio dell'igiene e della precisione chirurgica dell'"High Tech sperimentato da Chareau sembra essere una risposta.
Nello stesso periodo prende corpo la moderna letteratura manualistica. Il più famoso e usato ancora oggi è "L'enciclopedia pratica per progettare e costruire" di Ernest Neufert, edito la prima volta nel 1936. Il manuale si presuppone di riunire in un solo libro, in concisa sintesi, l'essenziale per progettazione dello spazio architettonico riferito ai bisogni dell'uomo. Il trattatista lo fa in una logica estremamente funzionale-pratica che si allontana un po' da quella emotiva-ideale sviluppata da Neutra. L'architettura si plasma e prende forma in base a quelle che sono le esigenze spaziali e fisiologiche dell'uomo. Secondo Neufert la realtà e il mondo conosciuto, così in primis lo spazio costruito, viene necessariamente filtrato dall'uomo attraverso il rapporto con il proprio corpo, l'unica giusta unità di misura per il mondo sensibile.[7] È dunque di fondamentale importanza per la professione di architetto conoscere perfettamente il corpo umano; egli deve sapere in quale rapporto stiano tra loro gli arti di un individuo ben conformato e quale spazio egli occupi nelle varie posizioni, sia in riposo che in movimento. Quali sono le esigenze fisiologiche perché esso mantenga uno stato di salute ottimale all'interno del suo habitat. Neufert riporta le teorie del Durer In queste teorie il corpo umano è misurato sulla base della lunghezza della testa, del viso o del piede, lunghezze che poi vennero ulteriormente suddivise e messe in rapporto una con l'altra, così da divenire norme di uso generale. Egli partì dall'altezza dell'uomo, che assunse come unità fondamentale e suddivise in frazioni. Questa viene poi ripresa da Le Corbusier che applica, in tutti i suoi progetti, fin dal 1945, una scala di proporzioni basate sulle misure dell'uomo ricavata dalla "Sezione aurea" che denomina "Le modulor". L'architetto partendo dalla divisibilità del corpo umano nella proporzione armonica, sviluppò la sua teoria delle proporzioni in architettura. Egli



Julius Shulman,
Case Study House #22 by Pierre Koenig, Los Angeles 1960

segnò tre tratti del corpo umano che, come già dettò Fibonacci, formano una serie armonica. (Gli estremi, o punti di divisione che individuano questi tratti sono: il piede, il plesso solare, la sommità del capo e l'estremità delle dita a braccio teso in alto.)
L'architetto svedese-francese ha profondamente stravolto e segnato la storia dell'architettura, interrogandosi proprio sul primo significato e funzione di questa. L'idea dell'architettura come macchina è stata proposta da Le Corbusier in particolare attraverso la ben nota dichiarazione "La casa è una macchina per vivere dentro" in "Verso una nuova Architettura". Questa frase suggerisce una sorta di estetica meccanica che divenne un concetto importante per la funzionalità, la normalizzazione e l'ordine razionale che rappresentavano insieme le basi dell'architettura moderna. Esaminare l'architettura come un sistema meccanico dagli attributi spaziali e non, con il solo scopo funzionale di soddisfare il benessere umano, ha permesso di introdurre il ragionamento scientifico e logico come base per la progettazione attraverso l'istituzione di standard. Gli standard prestazionali dell'architettura per il benessere umano sono quelli che guidano e dettano le linee guida nella pianificazione della forma architettonica. [8]
La metafora di Architettura come macchina è un progresso sostanziale da quella di contenitore più volte citata, perché implica il lavoro che anch'essa si trova a svolgere tramite il compimento di standard, con l'obiettivo ultimo di creare ordine nella vita umana e nello spazio di vita. Inoltre l'idea della macchina presuppone la complessità e la causalità degli elementi che compongono il sistema e implica una forma di determinismo basata sull'organizzazione e unione di questi stessi elementi costitutivi.
Il rapporto tra utenti e architettura incorpora relazioni complesse che coinvolgono vari aspetti corporei dell'esperienza spaziale, comfort ed ergonomia, nonché il desiderio e l'emozione umana.
L'idea di standardizzazione architettonica viene trattata diffusamente da Le Corbusier attraverso il suo progetto Maison Citrohan, Il cui nome faceva riferimento alla casa automobilistica Citroên. Questa è stata prodotta come prototipo di villa singola da riprodurre in serie con elementi costruttivi standard. Tutte le dimensioni di porte, finestre in metallo, tapparelle, scale e accessori sono state tutte standardizzate e integrate nel processo di progettazione modulare. Tali norme sono state ulteriormente elaborata nel "Manuale dell'abitazione". Partendo da una critica sull'inefficienza dell'architettura contemporanea inadatta alla vita moderna, l'architetto elenca i requisiti della casa in modo che potesse soddisfare le esigenze funzionali e quotidiane degli abitanti. Questa funzionalità programmatica comprendeva i requisiti per lo spazio e gli elementi interni, gli standard per l'uso e la manutenzione, nonché la convenienza economica, definendo ciò che Le Corbusier concepiva come il modo corretto di vivere per l'era moderna.
L'introduzione di materiali moderni che consentivano una maggiore estensione dello spazio significava anche la possibilità di avere un design più aperto alla luce e all'aria ottimizzando l'offerta di comfort agli utenti. Concetto molto caro a Le corbusier. La definizione dello standard per il comfort è stata sviluppata anche in relazione all'ergonomia del design del mobile. L'idea dell'architettura come macchina da vivere è stata estesa ad ogni particolare d'arredo.

Ad esempio la sedia, a differenza di quelle esistenti, doveva essere più adeguata e agevole per il corpo umano.
Il comfort ovviamente era solo un aspetto della più ampie questioni di una vita sana promulgate dall'architetto. La famosa macchina di Le Corbusier non era solo una macchina per vivere, ma una macchina medica tecnologicamente migliore per una vita più sana.
Tuttavia, sorge dal principio la questione sulla misura limitata in cui le proprietà mecchiniche della standardizzazione potessero intersecarsi con il fine di promuovere il ruolo dell'architettura per il benessere umano. La critica più frequente alla funzionalizzazione modernista è quella della tendenza della macchina a disumanizzare. Gli standard tendono ad assumere gli stessi bisogni per ogni essere umano. Il rischio è che si perda l'accezione umanistica dell'architettura, manifesta ad esempio nell'attenzione di Neutra agli aspetti mentali-emotivi del benessere umano.
Ad ogni modo le opere di Le Corbusier manifestano un'indubbia interazione relazionale tra corpo umano e architettura, che va oltre i requisiti standardizzati dell'abitazione.
Il linguaggio formale dell'architettura moderna era essenzialmente il tentativo di collegare l'espressione della materialità dell'architettura con i bisogni primari degli utenti. È possibile affrontare la questione della standardizzazione dell'architettura costringendola al soddisfacimento di quei bisogni fondamentali dell'essere umano.
Sono definiti standard alcuni prerequisiti fondamentali per cui gli edifici e il corpo umano al suo interno "funzionano". La standardizzazione dell'architettura svolge un ruolo importante, nel definire la qualità spaziale che non può essere compromessa.
La definizione di standard diventa possibile (e anche necessaria) per alcuni aspetti dell'architettura.)
La standardizzazione va interpretata non in quanto estetica formale ma come verifica prestazionale.

Bibliografia:

5 Heathcote E., "The Architecture of health: How buildings are designed for wellbeing" in Financial Times 2018,

6 Cfr. Maarten Overdijk, "Richard Neutra's Therapeutic architecture" in Failed Architecture.com, 2015.

7 Neufert E., "Enciclopedia pratica per progettare e costruire" a cura di Adriana Baglioni e Arie Gottfried con la collaborazione di Luisa Collina e Cecilia Locatelli, Hoepli 1999, pp. 2-24,

8 P. Atmodiwirjo, Y.A. Yatmo, "Architecture as machine; Towards an architectural system for human well-being

Foto di Lynne Cohen

1.4 Concettualizzazioni del Comfort

Quasi tutti gli studi e innovazioni sulla concettualizzazione del comfort degli spazi circoscritti, la sua articolazione nei diversi aspetti dell'ambiente costruito, e quindi l'istituzionalizzazione di una disciplina o scienza come la fisica tecnica sono da ricondurre ai primi decenni del XX secolo.
Il concetto di comfort ha subito una notevole evoluzione nel tempo da un lato perché con il progredire delle conoscenze in campo scientifico si è cercato di tener conto e di misurare i suoi vari aspetti, ma anche perché gli stessi obiettivi del comfort si sono evoluti nel tempo. La normativa abitativa si è inizialmente concentrata sui vincoli dei valori parametrici dei principali aspetti della qualità degli ambienti interni quali ad esempio la temperatura e l'umidità relativa (benessere termo igrometrico), il livello di rumorosità (benessere acustico) e la luminosità (benessere visivo).
Le modalità di come le diverse forme di comfort sono state declinate, valutate e codificate, nonché la loro evoluzione nel tempo rappresenta lo scopo del presente capitolo.

Foto di Lynne Cohen

1.4.1. Il Comfort Termico

La definizione del concetto di comfort termico viene articolata inizialmente nei primi decenni del 1900 grazie alla conoscenza accumulata nel campo della termodinamica dalle prime intuizioni relative agli scambi di energia che avvengono tra organismo e ambiente con l'introduzione di concetti importanti, come l'energia libera o entalpia libera (le prime intuizioni in merito sono a opera di J. W. Gibbs) e all'accelerazione dei progressi scientifici del settore. I primi veri studi in merito alla percezione del clima per il corpo umano sono da ricondurre a Adolf Pharo Gagge, un biofisico, precursore dello studio sull'interazione della temperatura corporea con l'ambiente. "Il suo lavoro ha avuto ampie applicazioni per la salute, la sicurezza e il comfort nella progettazione di abbigliamento, attrezzature, edifici, riscaldamento e raffreddamento ad aria e altre condizioni di lavoro e di vita in situazioni che vanno dalle acciaierie all'esplorazione dello spazio"[9] . Egli infatti fu il primo a constatare la relazione tra l'umidità della pelle e il discomfort.

La trattazione canonica del comfort termico è stata effettuata per la prima volta da P.O. Fanger, il quale ha considerato il corpo umano come un sistema termodinamico che scambia energia con l'ambiente sotto forma di calore e di lavoro. Considerazioni teoriche e un gran numero di prove sperimentali su persone di sesso, età, vestiario, attività differenti, in ambienti climatizzati (sale climatiche) in cui era possibile variare le condizioni ambientali (temperatura, umidità, temperatura media radiante, velocità dell'aria) hanno permesso di elaborare l'equazione di bilancio termico.[10]

Le grandezze che influenzano il comfort termoigrometrico di un individuo in un determinato ambiente sono sei; di queste quattro sono ambientali sulle quali può intervenire il progettista e due individuali. Le quattro grandezze ambientali sono:

1. Temperatura dell'aria;
2. Temperatura media radiante
3. Velocità dell'aria
4. Umidità relativa

Le due grandezze individuali sono:

1. Livello di attività (metabolismo)
2. Vestiario.

Pertanto, se si indica con S l'accumulo di calore si ha:

$$S = M \pm W \pm R \pm C \pm K - E - RES$$

Dove M= metabolismo, in altri termini la quantità di calore prodotta dall'organismo per ossidazione degli alimenti; W=lavoro esterno. Il calore scambiato dal corpo umano avviene per R = radiazione; C = convenzione; K = conduzione; E = il calore perso per evaporazione, cioè il calore latente ceduto all'ambiente dall'evaporazione dell'acqua contenuta nella pelle, o più precisamente nelle cellule e nei capillari sottocutanei. RES = il calore perso per respirazione, che è dovuto a due componenti: la prima alla differenza di temperatura tra l'aria espirata e quella ambiente, la seconda alla differenza di umidità relativa.

Tutti i termini sono espressi come flusso termico per unità di superficie corporea, in W/m^2. In condizioni stazionarie deve chiaramente essere S=0, perché l'organismo non deve né assorbire né cedere calore in totale, altrimenti si riscalderebbe o raffredderebbe. Inoltre K, C e R non sono indipendenti tra di loro, ma si considera che tutto il calore prodotto venga ceduto per conduzione dalla pelle (superficie corporea) ai vestiti (Kv , dove v sta per vestiario), e quindi dai vestiti all'ambiente per convezione e irraggiamento, per cui:

$$\begin{cases} \text{calore prodotto all-interno} = \\ M \pm W - E - RES \end{cases}$$

calore scambiato con l'esterno =

$$\begin{cases} \text{calore scambiato dai vestiti} \\ Kv = C + R \end{cases}$$

Fanger stesso elabora dei grafici ottenuti per coppie di variabili tenendo costanti le altre, e che mettono in luce l'interdipendenza delle sei variabili indicate.

L'equazione del comfort di Fanger predice un singolo valore tuttavia è esperienza comune che la sensazione di caldo, di freddo, e l'assenza di tali sensazioni non avvengano a un preciso valore, bensì in un determinato intervallo. Questo è il cosiddetto intervallo individuale di comfort.

I risultati dei questionari sottoposti da Fanger a un ampio campione di soggetti, chiedendo loro di indicare su una scala numerica il livello di comfort termico, hanno dato luogo agli indici di sensazione: PMV e PPD, che non sono più grandezze fisiche ma grandezze sensoriali.

Il PMV (Voto Medio Previsto) ha un valore che può variare tra -3 (che indica una sensazione di molto freddo) e +3 (che indica una sensazione di molto caldo) e 0 rappresenta la condizione di comfort. Fanger è riuscito a stimare questo valore attraverso formule matematiche, una delle quali lega il PMV al metabolismo (M) e al carico termico (L), cioè l'attività svolta.

$$PMV = L\,(0{,}303 \cdot e^{(-\,0{,}036\,M)} + 0{,}028)$$

Poiché la percezione umana del comfort termico è per sua natura soggettiva, quando si ottiene un valore del PMV tendente a 0, ci sarà sempre una percentuale di persone che si riterranno insoddisfatte. Fanger definisce l'indice PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfazione) correlato al PMV, rappresentato dalla curva di insoddisfazione. Quando il PMV è uguale a 0 si ha un indice di insoddisfazione PPD pari al 5%, che tocca il 10% ai limiti dell'intervallo di benessere (+0,50 -0,50) per poi crescere rapidamente al progressivo allontanarsi del PMV dai valori di comfort.

Il benessere termoigrometrico o thermal comfort è stato ridefinito dall'American Society of Heating Ventilation and Air-conditioning Engineers (ASHRAE) come quel particolare stato della mente che esprime soddisfazione con l'ambiente circostante. L'ASHRAE (UNI EN 7730/1994)[11] ha proiettato i risultati di Fanger sul diagramma psicometrico del benessere sulla base di un'ampia classe di studi eseguiti su campioni di individui rappresentativi, riportando anche la scala delle temperature effettive e fissando i seguenti parametri: Icl= 1.0 clo, M= 1.0 met, va < 0.1 m/s.

La fascia bianca centrale viene definita come la fascia dove ci sono i punti di comfort. La fascia a sinistra del diagramma sono evidenziati i punti in cui gli individui hanno freddo, e in quella destra in cui gli individui hanno caldo. A far data dal 2004 dal grafico dell'ASHRAE scompare l'indice ET (temperatura effettiva corretta) sostituito dai citati indici PMV e PPD. L'aggiornamento del 2013 degli standard di confort termico pubblicati dall'ASHRAE include anche i calcoli derivanti dalle radiazioni solari dirette. L'attività di ricerca più recente ha meglio qualificato il comfort termico prendendo in considerazione anche il modo con cui gli individui, destinatari finali dell'uso del costruito, reagiscono. In altri termini il progredire delle ricerche ha meglio qualificato il concetto andando ad approfondire anche la percezione dell'utente nei confronti dell'ambiente senza considerarlo un soggetto unicamente passivo dello scambio termico. Questo nuovo filone di ricerca ha ritenuto rilevanti anche altri fattori di tipo climatico, culturale, sociale e contestuale che hanno contribuito a definire il concetto di "adattamento" (comfort adattativo). Il contesto e la storia termica di ciascun individuo sono in grado di modificare le aspettative e le preferenze termiche degli occupanti in relazione a un ambiente confinato. Gli individui cioè manifestano un ruolo attivo e nella gestione del microclima interno, intervenendo sul controllo dei sistemi impiantistici e sfruttando le opportunità offerte dall'edificio stesso. E' stato infatti dimostrato come in ambienti con ventilazione naturale si determini una maggiore tolleranza da parte degli individui alle condizioni microclimatiche interne facendo emergere una maggiore ampiezza degli intervalli di temperatura ritenuti usualmente accettabili. In altri termini, le

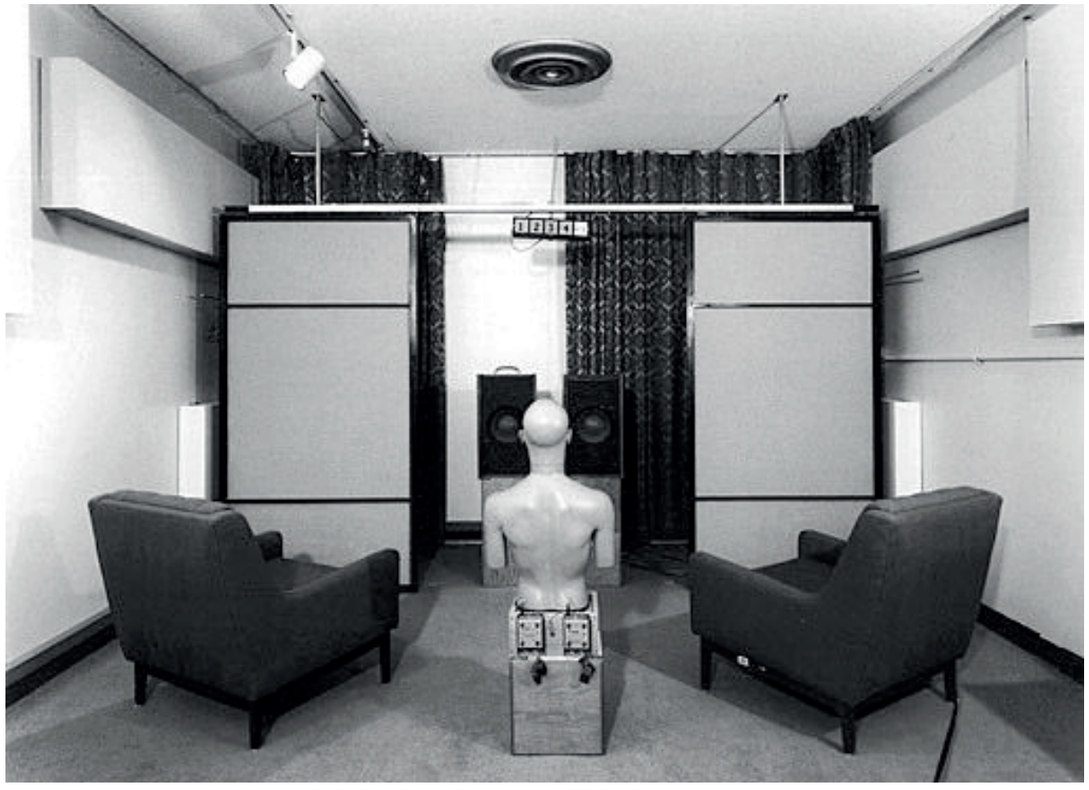


Foto di Lynne Cohen

persone possono attivare meccanismi di regolazione di tipo comportamentale, fisiologico e psicologico che inducono una più ampia accettabilità delle condizioni termoigrometriche.[12]

Bibliografia:

9 Lambert B., "A. P. Gagge, 85, A Biophysicist And Researcher", The New York Times, feb. 19, 1993

10 A. Carbonari - Corso di Tecnica del Controllo Ambientale, indirizzo web: http://www.iuav.it/Ateneo1/docenti/architettu/docenti-st/Carbonari-/materiali-1/claSA-06-0/17comfor1.pdf

11 UNI EN 7730/1994. Moderate thermal environments -- Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.

12 Cfr. De Dear, R.J. and Brager, G.S. (1998) Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference. ASHRAE Transactions, 104, 145-167.
F.R. d'Ambrosio Alfano, E. Ianniello, B.I. Palella. Relazione tra valutazione soggettiva e oggettiva del benessere termico in alcuni edifici scolastici italiani. AiCARR Journal, 28 (Sezione Ricerca), 42-48. 2014.

1.4.2 Il Comfort acustico

L'orecchio umano percepisce i suoni in termini relativi, è sensibile non tanto alle variazioni di intensità sonora quanto alle variazioni di intensità energetiche rispetto al livello esistente. Per questi motivi si è deciso, fin dagli stadi iniziali di sviluppo dell'acustica, di utilizzare scale logaritmiche per la valutazione dei livelli sonori. Poiché l'argomento della funzione logaritmo deve essere adimensionale,

l'uso di scale logaritmiche non `e associato alla valutazione diretta di una grandezza, ma alla valutazione dei rapporti tra i valori della grandezza in esame e un valore convenzionale della stessa grandezza assunto come riferimento. Il logaritmo decimale di questi rapporti, moltiplicato per dieci onde evitare un'eccessiva compressione dei risultati, viene definito livello della grandezza in esame. Le misure di livello vengono espresse in decibel, simbolo dB e, per quanto si `e detto, sono numeri adimensionali.
Il decibel esprime il livello di pressione sonora ed è definito dalla seguente formula:

$$LPa = 10 \log (p/po)^2$$

Dove pa è il valore efficace della pressione sonora, in pascal e po è il valore della pressione sonora di riferimento pari a 20 μPa.
L'orecchio umano è in grado di udire suoni associati a pressioni sonore comprese tra un valore minimo di 20 μPa e un valore massimo. Pressioni sonore superiori danno luogo a sensazioni di fastidio intollerabile già intorno ai 60 Pa, e producono danni uditivi immediati a valori di poco più grandi.
Per comfort acustico si intende quella condizione psicofisica di benessere nella quale si trova un individuo immerso in un "campo sonoro" in relazione all'attività che sta svolgendo. In altri termini, rappresenta la condizione in cui un soggetto non sia disturbato nella sua attività dalla presenza di altri suoni e non subisca danni all´apparato uditivo provocati da una esposizione più o meno prolungata a fonti di rumore.
L'inquinamento acustico viene definito come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi".[13]
Le principali cause del rumore e che definiscono un paesaggio sonoro riguardano la civiltà piuttosto che la natura e, quindi, sono costantemente in evoluzione e sempre in fase di cambiamento: il traffico stradale, ferroviario e aereo, gli impianti e le attività produttive, tutti rumori di origine antropica che continuamente cambiano. [14]
Il paesaggio sonoro ha subito una prima trasformazione particolarmente drastica negli anni successivi al 1900 quando l'uso delle macchine si diffonde a più ampi strati sociali, in aperto contrasto con quanto la cultura del suono aveva abituato l'uomo. I suoni stessi sono divenuti il risultato di una mediazione tecnologica che si era diffusa. I mutamenti del paesaggio sonoro hanno così trasformato la conoscenza empirica dei nuovi suoni o rumori in un vero e proprio settore di ricerca, con applicazioni nel campo della percezione sonora quotidiana. Scienziati e ingegneri hanno così avviato diversi filoni di ricerca dedicati ai modi per manipolare i materiali tradizionali della costruzione architettonica per controllare il comportamento del suono nello spazio.
Il risultato più significativo di questi cambiamenti fisici e culturali è stato la riformulazione del rapporto tra suono e spazio.[15]
Il tempo di riverbero (W. C. Sabine), detto anche T60 o semplicemente RT, rappresenta un primo parametro estremamente importante nella qualità acustica ambientale in quanto consente di valutare in quanto tempo un suono si estingue in un ambiente chiuso. Esso è definito come il numero di secondi necessari al suono per decadere di 60 dB (decibel) al di sotto del livello di intensità del suono originario e dipende da due variabili: lo spazio e l'assorbimento. Più di un secolo dopo, l'equazione di Sabine rimane un fondamento dell'acustica architettonica.[16]
Nella sua espressione, T è il tempo richiesto per il decadimento del suono residuo al di sotto dell'intensità udibile, a partire da un'intensità iniziale di 1.000.000 volte più alta:

$$T= (0.163\ V) / A$$

dove: V è il volume della stanza in metri cubi e A è l'assorbimento totale di tutte le pareti espressa in metri quadrati. L'importanza del tempo di riverbero consiste nel fatto che con due segnali in rapida successione, se il tempo di riverbero fosse alto, accadrebbe che il transitorio di estinzione del primo segnale potrebbe interferire con il transitorio iniziale del suono seguente causando problemi nella percezione acustica ambientale.
Quando il nuovo paesaggio sonoro ha iniziato a prendere forma, il suono è stato gradualmente dissociato dallo spazio finché la relazione ha cessato completamente di esistere. La dissociazione è iniziata con le manipolazioni tecnologiche dei materiali da costruzione fonoassorbenti e la separazione è stata completata quando i dispositivi elettroacustici hanno scomposto il suono.
Il comfort acustico declinato in spazi circoscritti passa attraverso la definizione di una serie di grandezze che caratterizzano i requisiti sonori passivi degli immobili[17]:

1) Il tempo di riverberazione;
2) Il livello di rumore di calpestio di solai, normalizzato, tra ambienti abitativi di diverse unità immobiliari;
3) Il potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti abitativi appartenenti a diverse unità immobiliari (caratterizza la capacità di una partizione realizzata in opera, divisoria tra due differenti ambienti, di abbattere i rumori aerei);
4) Il livello massimo di pressione sonora che può essere immesso negli ambienti abitativi da impianti a funzionamento discontinuo non a servizio della stessa unità immobiliare;
5) L'isolamento acustico normalizzato di facciata degli ambienti abitativi che caratterizza la capacità di una facciata di abbattere i rumori aerei provenienti dall'esterno;
6) Il livello continuo equivalente di pressione sonora che può essere immesso negli ambienti abitativi da impianti a funzionamento continuo non a servizio della stessa unità immobiliare, per misurare il livello di rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo.

Bibliografia:

13 Cfr. Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 477/95

14 Corbin, A .Les Cloches de la terre. Paysage sonore et culture sensible dans les campagnes au XIXe siècle, Paris, Albin Michel, 1994

15 Thompson, E.,"The Soundscape of Modernity", Architectural Acoustic and the culture of listening in America 1900-1933

16 Bannon M., Kaputa F."Sabine's Formula & The Birth of Modern Architectural Acoustics", https://www.thermaxxjackets.com/sabine-modern-architectural/

17 Cfr. decreto D.P.C.M. 5 dicembre 1997, Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Foto di Lynne Cohen

1.4.3. Il Comfort visivo

La luce è l'agente fisico che rende visibile gli oggetti, ovvero è la sensazione determinata nell'occhio umano dalle onde elettromagnetiche, comprese nell'intervallo del visibile. [18]
Le principali grandezze fotometriche sono:
1) Il flusso luminoso: quantità di luce che una sorgente emette nello spazio. Si misura in lumen [lm];
2) L'intensità luminosa: quantità di luce emessa in una certa direzione. Si misura in candele [cd];
3) L'illuminamento: misura la quantità di luce che colpisce una superficie. Si misura in lux [lm/m2];
4) La luminanza: quantità di luce che, partendo da una sorgente o da una superficie, colpisce l'occhio dell'osservatore. Si misura in [cd/m2].
n base alle descritte grandezze fotometriche i requisiti per il comfort visivo sono individuabili in 5 tipologie:
1) Un livello adeguato di illuminamento;
2) Una buona distribuzione delle luminanze, intese come rapporto fra l'intensità luminosa "I" emessa in quella direzione e l'area della superficie emittente apparente, associata a una sufficiente uniformità di illuminamento;
3) Limitazione dei fenomeni di abbagliamento sia diretto sia riflesso;
4) Una corretta direzionalità della luce;
5) Una buona resa cromatica delle sorgenti e degli ambienti al fine di ottenere una corretta distribuzione delle ombre e una resa efficace dei colori.[19]
A monte dei requisiti indicati va sottolineato che la luce non è tutta uguale e quindi differenti tipi di luce generano differenti sensazioni visive, e con esse, diversi livelli di comfort. Pertanto, il comfort visivo è prioritariamente condizionato dal mix di luce naturale e luce artificiale, nelle sue pur molteplici sfumature.
La penetrazione ottimale della luce naturale in un edificio rappresenta uno dei requisiti che concorrono in misura prevalente al benessere dell'organismo in relazione dinamica col contesto ambientale, perché influisce positivamente sulle persone, dal momento che incrementa il benessere visivo, fisiologico e psicologico. La luce naturale assume il ruolo centrale nello scandire lo spazio e quindi diventa rilevante la progettazione degli ambienti, e il tempo perché cadenza la percezione del trascorrere delle giornate e dell'alternarsi delle stagioni.
A livello fisiologico, inoltre, l'esposizione alla luce naturale favorisce la produzione di serotonina (ormone responsabile del benessere) e riduce la concentrazione di ormoni responsabili dello stress.

Bibliografia:

18 Sacchi A., Caglieris G., Fisica tecnica : il benessere ambientale negli aspetti illuminotecnico, acustico, microclimatico / UTET ; 1996

Parolini G., Garibeni M., Tecnica dell'illuminazione, Torino, UTET; 1977

19 UNI 10380, Illuminazione di interni con luce artificiale, maggio 1994

1.4.4. L'Indoor Air Quality (IAQ)

La qualità indoor viene considerata nella sua globalità, coinvolgendo molti parametri misurabili tramite strumentazione.
Con il termine di IAQ (Indoor Air Quality) si definisce la qualità dell'aria all'interno di ambienti confinati in grado di descrivere la salubrità e il comfort in relazione agli occupanti. Essa oltre a comprendere i fenomeni caratterizzanti il comfort termoigrometrico precedentemente descritto si può schematicamente ricondurre ad altre due famiglie di elementi l'aria interna e la pulizia. Tali elementi si riferiscono dichiaratamente alla salubrità degli individui piuttosto che al comfort e per questo motivo dovrebbero essere considerati come i più importanti ai fini della progettualità architettonica anche se ad oggi non sussiste alcun obbligo normativo legato alla garanzia di una buona qualità dell'aria interna.[20]
L'aria interna ricomprende:
1) La classe dei composti organici volatili, COV o VOC (dall'inglese Volatile Organic Compounds), comprende gas (come il radon) diversi composti chimici formati da molecole dotate di gruppi funzionali diversi, aventi comportamenti fisici e chimici differenti ma caratterizzati da una certa volatilità. Sono prodotti da una vasta gamma di prodotti come: vernici e lacche, svernicianti, prodotti per la pulizia, pesticidi, materiali da costruzione e arredamento, attrezzature da ufficio come fotocopiatrici e stampanti, correttori liquidi e carta autocopiante, materiali artigianali compresi colle e adesivi, marcatori permanenti e soluzioni fotografiche. Tantissimi prodotti chimici organici sono ampiamente usati come "ingredienti" nei prodotti utilizzati per l'igiene e pulizia della casa.[21]

Foto di Lynne Cohen

I COV sono numerosi e sebbene non siano caratterizzati generalmente da livelli di tossicità acuta possono influenzare l'ambiente e la salute umana.

2) Il particolato atmosferico ovvero le cosiddette polveri sottili perché di dimensioni ridottissime, tanto che in chimica ambientale vengono misurate in micrometri (μm).

Proprio per le loro dimensioni, che possono andare dai 10 μm a meno di 2,5 μm, restano sospese nell'aria sotto forma di aerosol atmosferico, provocando danni anche gravi all'equilibrio ambientale. le polveri sottili vengono divise per comodità in: particolato grossolano; PM 10; PM 2,5; PM 1; PM 0,1; Nanoparticelle.[22]

I numeri indicano le dimensioni delle particelle in μm.

Quando si deve comprendere approssimativamente il livello di inquinamento di una determinata area geografica, si prendono in considerazione PM 10 e PM 2,5, perché sono quelle emesse in maggiore quantità dalle attività umane e, quindi, anche le più pericolose per la salute e per l'ambiente. Le fonti antropiche di particolato sono rappresentate da processi industriali, dagli scarichi delle automobili, dagli inceneritori ed anche da alcuni impianti di riscaldamento e condizionamento della casa meno moderni.

Ben il 50% di tutto il PM 10, in Italia, deriva dal settore residenziale (ISPRA 2016) e secondo altri dati APAT, il 4% delle emissioni di polveri sottili è dovuto alla produzione di energia per le attività domestiche.

3) I microrganismi presenti nell'aria dai microbi ai virus, tutti gli allergeni responsabili delle sindromi respiratorie. Sono di dimensioni minuscole, dell'ordine di micron, e rimangono per lungo tempo nel pulviscolo invisibile degli ambienti che viviamo quotidianamente.

4) La qualità dell'ambiente atmosferico è anche influenzato dagli odori. Le emissioni odorigene il loro impatto olfattivo sulla popolazione e le modalità di valutazione sono al centro di uno recente e articolato sforzo normativo in ambito europeo e nazionale.

5) Il controllo del grado di umidità presente nell'aria infine rappresenta un fattore importante per mantenere la salubrità dell'aria in un ambiente chiuso. Un'umidità superiore al 40-60% può far proliferare batteri, acari e virus aumentando il rischio di varie patologie e malattie.

La famiglia degli elementi che afferiscono alla pulizia riguarda:

1) La ventilazione degli ambienti naturale e/o artificiale (sistemi di trattamento aria) ha un impatto determinante sulla qualità dell'aria in quanto permette di rinnovare l'aria viziata di un ambiente chiuso, sostituendola con aria più pulita e di diluire la concentrazione delle sostanze nocive prodotte da fonti interne. Inoltre permette di tenere sotto controllo l'umidità eliminando il vapore acqueo in eccesso;

2) La pulizia degli ambienti per quanto descritto rappresenta un fattore importante per il monitoraggio della salubrità degli ambienti chiusi.

Bibliografia :

20 D'Ambrosio Alfano F.R., Piterà L.A., Qualità globale dell'ambiente interno, Un nuovo approccio alla progettazione e alla gestione degli edifici nel rispetto della sostenibilità in edilizia, Editoriale Delfino, 2014
D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale"

21 https://www.inquinamentoindoor.info/ 2011. Consultato il 15/08/2019

22 OMS, Air Quality Guidelines - Second Edition - Particulate matter, 2000

RELAZIONE TRA IEQ E PRODUTTIVITA'

2.

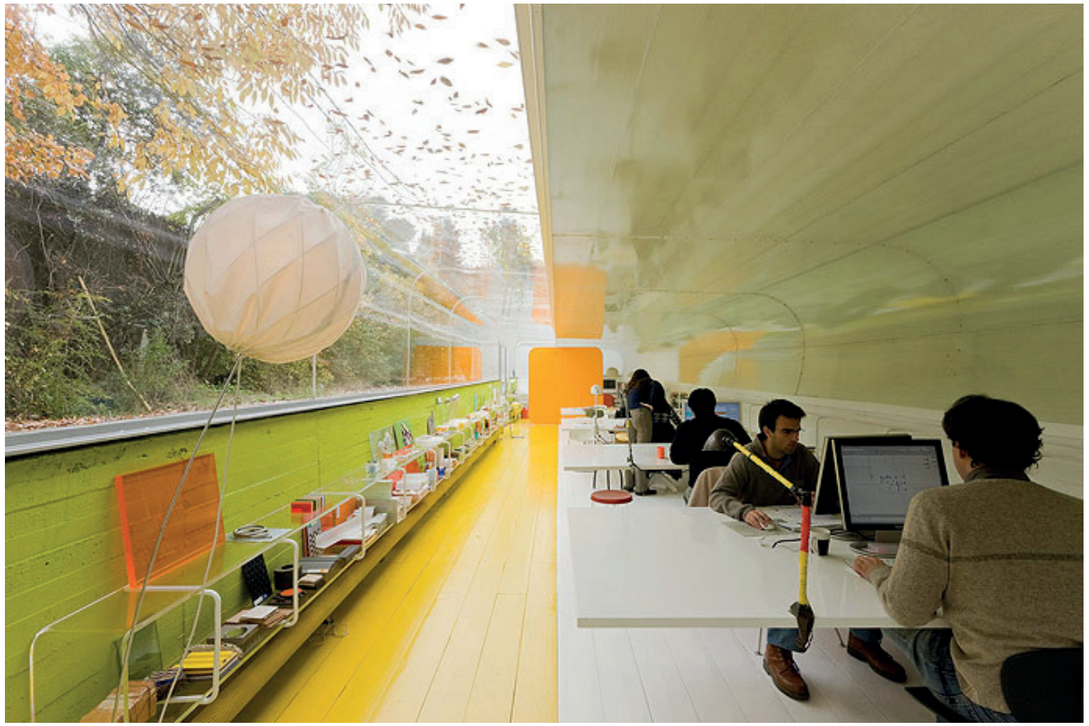


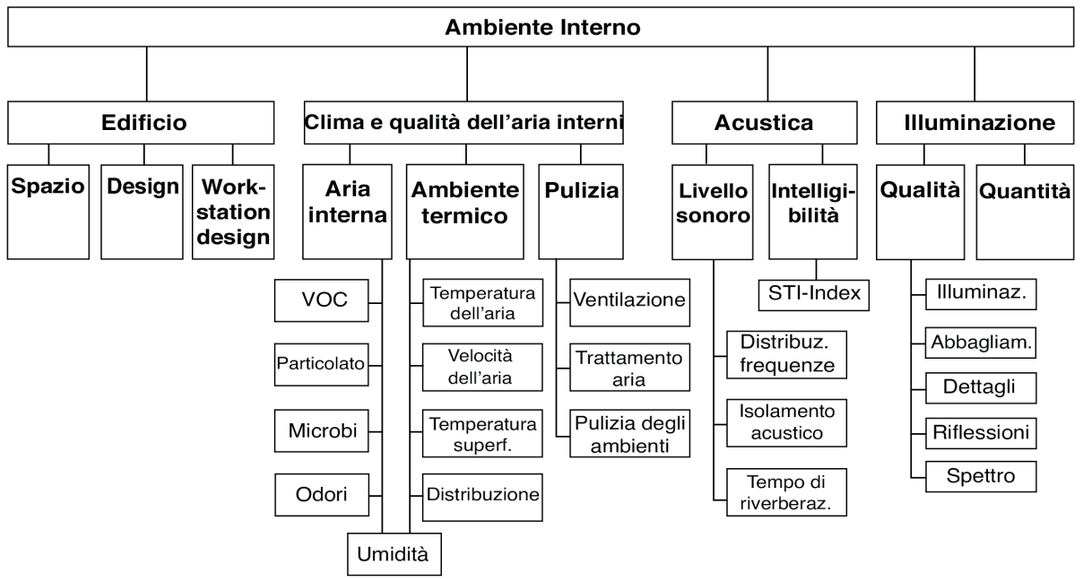
Foto di Iwan Baan,
Selgas Cano Office

2.1 Valore economico e produttività

La congiunta valutazione di tutte le tipologie di comfort descritte associate alla qualità della progettazione degli spazi e del design architettonici hanno permesso l'elaborazione del concetto di benessere abitativo nel suo complesso ovvero della qualità ambientale degli spazi interni (Indoor Environmental Quality = IEQ) dove la condizione di benessere viene determinata in funzione delle percezioni sensoriali di un individuo. Il comfort ambientale si identifica con il benessere psicofisico degli individui che fanno uso degli ambienti chiusi siano essi ufficio, casa, etc. le cui caratteristiche nella larga maggioranza dei casi rientrano tra le variabili nel controllo di chi effettua il progetto architettonico e lo realizza. La consapevolezza nelle fasi progettuali del congiunto operare dei comfort descritti rappresenta un fattore rilevante per calcolare in modo appropriato la valutazione economica di un edificio.
Il filone di ricerca più recente che si è sviluppato sull'IEQ ha permesso di fare emergere con maggiore forza l'argomentazione che l'IEQ considerato nel suo insieme e nei singoli aspetti che lo compongono (la temperatura, la qualità dell'aria interna, la ventilazione, l'umidità, il rumore, la luce) oltre al positivo effetto sul benessere degli occupanti ha interessanti risultati anche di carattere economico migliorando le prestazioni dei lavoratori negli ambienti di lavoro.
Lo scopo d questa letteratura consiste nell'ottenimento di risultati quantitativi nella relazione tra IEQ e produttività per poter inserire la loro considerazione nell'ambito dell'analisi costi – benefici del ciclo di vita di un immobile. Questa letteratura ha dimostrato, infatti, la necessità di considerare oltre ai canonici costi iniziali di costruzione, e di manutenzione un'accezione più ampia di questi ultimi includendo quelli associati con un adeguato livello di IEQ. Oltre ai costi dell'energia necessaria per i consumi di riscaldamento, raffrescamento ed elettrici, di pulizia e di qualità dell'aria vari autori hanno incluso tra i costi di manutenzione anche i costi del lavoro opportunamente calcolati nella valutazione degli edifici adibiti a ufficio ai fini dell'analisi costi benefici di un edificio. Analisi sul tema hanno dimostrato come questa tipologia di costi assume una rilevanza assoluta ben superiore rispetto agli altri costi di manutenzione. I seguenti rapporti sono suggeriti come indici qualitativi dei costi dell'analisi dell'intera vita di un edificio adibito a uffici[23] :

- Costi di costruzione 1
- Costi di manutenzione ed esercizio: 5-9
- Costo del lavoro 200.

La liceità di introdurre i costi del lavoro tra i costi di manutenzione di un immobile viene giustificata dall'ipotesi che essi sono direttamente correlati con la prestazione dei dipendenti sui luoghi di lavoro e rappresentano una modalità di come si possa valutare quantitativamente la relazione tra produttività e IEQ.
Fisk[24] , pur affermando l'assenza di un consenso unanime circa l'entità degli incrementi di produttività rivenienti da miglioramenti dell' IEQ, ha esaminato un gran numero di dati statistici ed economici nella letteratura scientifica e ha stimato i potenziali effetti positivi in termini sanitari degli occupanti di diverse tipologie di edifici



Lista dei parametri che definiscono la qualità dell'ambiente interno (IEQ),
tratto da *"Clima interno e produttività negli uffici"*
Collana AICARR, 2007.

*STI = speech transmission index

commerciali, istituzionali e residenziali in USA. A questi valori l'autore ha collegato i conseguenti benefici economici riscontrando che nel 1996 si sarebbero verificati risparmi tra 6 e 14 miliardi di dollari per ridotti malanni di respirazione, tra i 2 e i 4 miliardi di dollari grazie a minori allergie e fenomeni asmatici e tra i 10 e i 30 miliardi di dollari per minori malattie associate con sindromi da edifici malati (sick building syndrome symptoms). Benefici economici compresi tra i 20 e i 160 miliardi di dollari sarebbero dovuti in seguito a miglioramenti intervenuti nel comfort termico e illuminotecnico.

I parametri più rilevanti che permettono di valutare con attenzione la relazione costo del lavoro e produttività sono i seguenti[25] :

1) Assenza dal lavoro;

2) Costi sanitari come assenze per malattie e incidenti;

3) Pause e tempi passivi durante l'orario di lavoro;

4) Accuratezza e precisione nonché velocità nell'esecuzione dei lavori tutti fattori che si riflettono sul costo unitario per unità prodotta;

5) Straordinari pagati;

6) Effetti negativi sull'organizzazione del lavoro.

La produttività è un concetto complesso che può essere espresso come un rapporto tra output e input. La misurazione dell'output in particolare sia nella sua valutazione quantitativa sia nella trasformazione di essa in termini economico-monetari appare operazione di difficile rilevazione. Non a caso in economia, dove il novero delle variabili quantitative da poter considerare è molto ampio, ai fini del concetto di produttività si fa comunemente ricorso al valore aggiunto per valutare l'output, da cui discende la nozione di "produttività apparente". Nel nostro campo di analisi più semplicisticamente si è fatto riferimento agli effetti economici ottenibili da un incremento della produttività dovuta a un migliore qualità dell'ambiente interno. Pertanto si può prendere in considerazione un aumento dei giorni lavorati grazie a una riduzione dei giorni di assenza per malattia, migliori prestazioni, una riduzione del ricambio del personale, e costi di manutenzione più bassi dovuti a un numero inferiore di lamentele legate all'IEQ. La letteratura che si è occupata dell'argomento si è spinta a valutare anche il caso in cui quando i problemi dell'IEQ non sono propriamente risolti, può sorgere un conflitto tra la direzione e gli impiegati e complicare il processo di risoluzione dei problemi.[26] In generale l'insieme di questi lavori porta alla conclusione che ogni condizione ambientale che riduce le prestazioni personali (in termini qualitativi o quantitativi), fa aumentare l'assenteismo e riduce il fatturato, e per questa via risulta più costosa della somma dei costi d'investimento e d'esercizio necessari per ottenere una qualità ambientale superiore.[27]

La produttività dei lavoratori e i conseguenti effetti positivi sotto il profilo economico nei luoghi di lavoro sono influenzati da un ampio insieme di elementi dell'IEQ che agiscono secondo modalità complesse e con un elevato grado di interazione tra di loro. La letteratura che ha indagato questa relazione ha trattato molto diffusamente gli effetti di ogni singolo fattore dell'IEQ sulle prestazioni lavorative, mentre poco ancora si sa sugli effetti combinati di questi fattori. Nelle normali condizioni di lavoro questi fattori non agiscono singolarmente e perciò gli effetti delle loro combinazioni sembrano essere molto importanti. Gli aspetti sottesi a una descrizione compiuta dell'IEQ pertanto sono molteplici. La difficoltà di analizzare ciascun aspetto e la carenza di una misura quantitativa onnicomprensiva rende difficile una loro valutazione. L'approccio ideale consiste nell'uso di una misura unica che tenga in considerazione tutti gli aspetti, singolarmente presi e combinati tra loro dell'IEQ.

La letteratura ha prodotto varie tipologie di indicatori in grado di rappresentare la produttività degli individui impegnati in attività lavorative in ambienti chiusi che possiamo sinteticamente riassumere in misure fisiologiche, che non sono menzionate negli studi esaminati nel presente lavoro di tesi, oggettive e soggettive.

le misure fisiologiche di produttività riguardano la rilevazione di indicatori sanitari pertinenti fattori quali il sistema cardiovascolare, il sistema respiratorio il sistema nervoso e caratteristiche biochimiche degli individui. I limiti concettuali di queste tipologie di misure riposano sia nel carattere invasivo di queste rilevazioni sugli individui, sia nella sensibilità/dipendenza di questi indicatori da condizioni di carattere ambientale come la temperatura. La letteratura ha rilevato come l'affidabilità di dati di questo tipo è fortemente dipendente dalle condizioni ambientali nelle quali avvengono le rilevazioni.

Le misure oggettive rappresentano prestazioni la cui valutazione viene effettuata relativamente a un valore di riferimento, hanno cioè una valenza comparativa. Il vantaggio consiste nell'avere misure quantitative quindi trattabili con l'uso di strumenti statistici; purtroppo tali misure non sono numerose nei casi di interesse dell'IEQ e sono state utilizzate prevalentemente nei

Foto di Lynne Cohen,

Office Environment, 1986

lavori svolti come esperimenti di laboratorio. Le misure soggettive, di percezione sono quelle con le quali gli individui elaborano giudizi personali circa il proprio livello di produttività. La rilevazione avviene usualmente con la compilazione di questionari e/o interviste[28] . Tali informazioni sono ovviamente soggette a distorsione e non rappresentano un modo univoco di valutazione della performance ma rivelano la loro importanza in quanto è ampiamente riconosciuto che le prestazioni degli individui dipendano strettamente dalle proprie convinzioni e percezioni.

Bibliografia:

23 Cfr. tra gli altri : Evans, R., et al. 1998. The Long Term Costs of Owning and Using Buildings, The Royal Academy of Engineering (www.raeng.org.uk);
Clements–Croome, D. (ed): “Creating the Productive Workplace”, E&FN Spon, Taylor & Francis Group, London/New York, 2000, ISBN 0–49–23690–2. Second edition. 2006. ISBN 0–415–35137–5;
Oseland, N. and Willis, S. 2000. Property Performance and Productivity, 157–163 in Facility Management: Risks and Opportunities ed.Nutt and McLennan (Blackwell Science);

24 W. J. Fisk, “Review of health and productivity gains from better IEQ,” in Proceedings of Healthy Buildings, 2000, no. August, pp. 23-34.

25 Wyon D, Fang L. and Fanger P.O. 2003 “low winter humidity indoors has a negative effect on the performanceof office work”, in : Proceedings of the 4th International conference on Cold Climate HVAC, Trondheim, Norway, NTU:CD-TOM

26 Lahtinen, M., Huuhtanen, P., Kahkonen, E., Reijula, K.. 2002. Psychosocial dimensions of solving an indoor air problem. International Journal of Indoor Environment and Health 12:33–46

27 Woods, J.E.: “Cost avoidance and productivity in owning and operating buildings”, Journal of Occupational Medicine, No 4, 1989.

28 Cfr. B. Li, “Assessing the influence of indoor environment on self-reported productivity in offices,” University of Reading, 1998. B. P. Haynes, “The impact of office comfort on productivity,” Journal of Facilities Management, vol. 6, no. 1, pp. 37-51, 2008.

2.2 Rassegna della letteratura

La letteratura che ha affrontato gli effetti di ciascun elemento con la produttività è abbastanza ricca. Nel lavoro di Seppanen e altri[29] gli autori hanno presentato una sintesi della vasta letteratura che si è occupata del tema confort termico degli ambienti chiusi e produttività. Lo studio in particolare analizza vari aspetti tra cui:

1) La relazione tra il tasso di ventilazione e le assenze di breve durata per malattie. I risultati ottenuti dalla letteratura rivelano ovviamente una relazione inversa che vede a bassi tassi di ventilazione una maggiore assenza per malattia e a elevati valori del ricambio d’aria un ridotto numero di assenze dei lavoratori. All’aumentare della portata di ventilazione si riduce la concentrazione di inquinanti nell’aria e il miglioramento della qualità dell’aria riduce i sintomi della SBS, Usando i risultati medi ottenuti da questa letteratura un aumento del tasso di ventilazione pari a 0,45 h-1 a 1 h-1 le assenze brevi per malattie si riducono da valori prossimi ai 5 giorni a 3,5 giorni all’anno.

2) La relazione tra il tasso di ventilazione e prestazioni lavorative negli uffici dove gli autori utilizzano dati raccolti in 5 uffici dedicati ad attività di call center ((Heschong group 2003, Federspiel et al. 2004, Tham 2004, Tham and Willem 2004, Wargocki et al. 2004) e in due casi analizzando esperimenti effettuati in laboratorio.[30] La produttività è stata calcolata negli uffici di call center come il tempo medio delle telefonate mentre negli esperimenti di laboratorio è stata misurata come battitura di un testo prove di lettura e calcoli aritmetici. I risultati opportunamente ponderati per tenere in considerazione la diversa difficoltà relativa dei lavori presi in considerazione, mostrano che raddoppiando la portata di rinnovo dell’aria le prestazioni lavorative aumentano in media dell’1,5%. La curva che descrive in media questo risultato è ovviamente decrescente al crescere della portata di ventilazione dell’aria. In altri termini all’aumentare del tasso di ventilazione si riduce il miglioramento delle prestazioni lavorative.

3) La relazione tra qualità percepita dell’aria e prestazioni lavorative. Le valutazioni sensoriali olfattive sono state utilizzate in letteratura come una ulteriore misura di qualità dell’aria e la relazione con le performance lavorative è stata analizzata in particolare in Danimarca. Wargocki[31] ha ottenuto valori statisticamente significativi ($P<0.05$) di peggioramento delle prestazioni lavorative rappresentate da battitura di testi quando erano presenti fonti di inquinamento dell’aria. Quando il peggioramento della produttività così misurata ha considerato errori di battitura associati a ragionamento logico ed errori di attenzione in presenza di fonti inquinanti dell’aria la significatività statistica, pur rimanendo accettabile, si è

ridotta (P<0.1). Wargocki e altri[32] hanno sviluppato un modello basato sui risultati precedentemente descritti mostrando che per ogni riduzione del 10% delle persone insoddisfatte della qualità dell'aria si ottiene un incremento pari a 1,1% nella produttività (misurata da battitura testi, prove di attenzione e di lettura). Tali risultati si ottengono per livelli di qualità dell'aria che causano insoddisfazione tra il 25% e il 70 %. Risultati simili in ambienti omologhi sono stati ottenuti in Svezia[33] e più in generale in una ricerca[34] condotta su 56 edifici europei appartenenti a 9 diversi paesi. Altri esperimenti[35] condotti in laboratorio hanno ottenuto valori sostanzialmente in linea con livelli di insoddisfazione della qualità dell'aria compresi tra 15% e 65%. Due altre ricerche sull'argomento svolte da Tham[36] e Wargocki[37] e altri hanno ottenuto risultati simili. Miglioramenti della performance lavorativa tra il 5% e il 10% sono stati testati in presenza di miglioramenti della qualità dell'aria.

4) La relazione tra condizioni termiche degli ambienti e performance. Le condizioni termiche negli uffici in generale sono soggette a un discreto numero di variabili che ne condizionano l'efficacia: variazioni climatiche esterne, insufficiente raffrescamento/riscaldamento, affollamento dei locali, sistemi di controllo della temperatura poco efficaci o non progettati in modo razionale, etc. La temperatura dell'aria ha effetti di tipo diretto e indiretto sulla produttività dei lavoratori. Il disagio termico infatti riduce l'attivazione (arousal) nel caso di caldo eccessivo con effetti negativi sul lavoro intellettuale, o alternativamente nel caso di freddo eccessivo abbassa la temperatura delle estremità riducendo le capacità manuali. Gli effetti indiretti agiscono prevalentemente tramite l'impatto sui sintomi SBS (sick building syndrome symptoms), oppure il livello di soddisfazione della qualità dell'aria. Seppänen e altri[38] hanno mostrato una riduzione nella performance lavorativa del 2% per incrementi di un grado °C della temperatura quando essa è contenuta nell'arco compreso tra 25 e 32 °C. Variazioni nulle della produttività sono state riscontrate in corrispondenza di valori termici compresi tra 21e 25 °C. Un successivo lavoro di Seppänen e altri[39] ha analizzato i risultati di circa 150 esperimenti appartenenti a 26 lavori accademici, opportunamente ponderando tali dati in base a diverso loro grado di difficoltà. I risultati ottenuti affermano che miglioramenti della performance lavorativa avvengono per incrementi pari a 1°C per valori della temperatura inferiori a 20-23°C. la produttività peggiora per valori della temperatura superiori a 23-24 °C. non si hanno variazioni della produttività quando la temperatura dell'aria raggiunge i 21.6 °C.

5) La relazione tra sintomi da edificio malato (SBS) e produttività è stata analizzata nel citato lavoro di Seppanen e altri inducendo il lettore a considerare i lavori citati nelle precedenti relazioni come aspetti particolari di questa. La estrema variabilità sull'argomento delle modalità con cui sono stati registrati i sintomi dei 24 lavori che sull'argomento sono stati selezionati dagli autori non hanno permesso di effettuare una meta-analisi in grado di sintetizzare i risultati ottenuti. Come suggerito da Wargocki e altri i risultati che si possono menzionare con riferimento alla relazione SBS e produttività sono :

- A una riduzione del 7,4%della prevalenza dei sintomi settimanali al sistema nervoso centrale (per esempio mal di testa) corrisponde un aumento delle prestazioni dell'1,1%;
- A una riduzione di 10 punti, in una scala da 0 a 100, dell'intensità di sintomi neuro comportamentali (difficoltà a concentrarsi, mal di testa etc) corrisponde un aumento delle prestazioni pari a 5%.

Risultati questi che gli autori stessi invitano a considerare con molta cautela.

Bibliografia:

29 O. Seppanen, W. J. Fisk, and D. Faulkner, "Control of Temperature for Health and Productivity in Offices," ASHRAE Transactions, vol. 2, no. 111, pp. 680-686, 2004

30 I due lavori svolti in laboratorio sono : Wargocki P, Wyon D, Sundell J, Clausen G, Fanger PO. 2000a. The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity, International Journal of Indoor Air Quality and Climate, vol 10:222-236;

Bako-Biro Z. 2004. Human perception, SBS symptoms and performance of office work during exposure to air polluted by building materials and personal computers. Ph.D. Thesis. International Centre for Indoor Environment and Energy. Technical university of Denmark.

31 Wargocki P, Wyon DP, Baik YK, Clausen G, Fanger PO. 1999. Perceived air quality, Sick Building Syndrome (SBS) symptoms and productivity in an office with two different pollution loads, Indoor Air J. vol 9: 165-179.

32 Wargocki P, Wyon DP and Fanger PO. 2000b. Pollution source control and ventilation improve health, comfort and productivity. In: Proceeding of Cold Climate HVAC '2000, Sapporo, pp. 445-450

33 Lagencranz L, Wistrand M, Willen U, Wargocki P, Witterseh T, Sundell J. 2000. Negative impact of air pollution on productivity: previous Danish findings repeated in new Swedish test. Proceedings of the Healthy Buildings 2000 Conference, vol 2:653-658.

34 Bluyssen P, de Oliviera Fernandes E, Groes L, Clausen G, Fanger PO, Valbjørn O, Bernhard C, Roulet C. 1996. European indoor air quality audit project in 56 office buildings. International Journal of Indoor Air Quality and Climate. Vol 6, No. 4.

35 Bako-Biro Z. 2004. Human perception, SBS symptoms and performance of office work during exposure to air polluted by building materials and personal computers. Ph.D. Thesis. International Centre for Indoor Environment and Energy. Technical university of Denmark.

36 K. W. Tham, "Effects of temperature and outdoor air supply rate on the performance of call center operators in the tropics.," Indoor air, vol. 14, no. Suppl 7, pp. 119-125, Jan. 2004.

37 P. Wargocki, D. P. Wyon, and P. O. Fanger, "The performance and subjective responses of call-center operators with new and used supply air filters at two outdoor air supply rates.," Indoor air, vol. 14 Suppl 8, no. Suppl 8, pp. 7-16, Jan. 2004

38 Seppänen O, Fisk WJ and Faulkner D. 2003. Cost benefit analysis of the night-time ventilative cooling. In: Proceedings of the Healthy Buildings 2003 Conference. Singapore 2003, Vol 3:394-399

39 Seppänen O, Fisk WJ, Lei QH. 2006. Ventilation and performance in office work. International Journal of Indoor Air Quality and Climate 16: 28-36.

2.3 IEQ e ambienti scolastici

Anche se variamente accennata nella letteratura sin qui richiamata si ritiene che la relazione IEQ e produttività nelle scuole assuma una particolare valenza ai nostri fini, in quanto l'analisi che si propone in questa sede riguarda la rilevanza dell'IEQ sui luoghi di formazione universitaria.

Questa letteratura[40] ha investigato in particolare la relazione tra il livello di apprendimento degli studenti delle scuole elementari e i livelli di CO2 delle aule nell'intervallo 1000-5000 ppm. Questi lavori portano a concludere come un'efficace ventilazione delle aule rappresenti un fattore vitale per il processo di apprendimento degli studenti. La ventilazione in particolare assume un'importanza nettamente maggiore rispetto al ruolo dei purificatori elettrostatici di aria usati per ridurre gli effetti degli agenti inquinanti interni. Raddoppiare la ventilazione delle classi con aria esterna permette un miglioramento delle prestazioni

Foto di Lynne Cohen,
Office Environment, 1986

degli studenti tra 8% e 14%[41] . Questi risultati sono particolarmente importanti se vengono paragonati con quanto rilevato a proposito della relazione tra temperatura e prestazioni degli studenti. Il miglioramento in quest'ultimo caso, pur significativo statisticamente, è nettamente inferiore (il miglior rendimento si attesta tra il 2% e il 4%).
Satish e altri[42] (2011, 2012) hanno svolto una ricerca nella quale dimostrano come i livelli di CO2 influenzano le capacità cognitive anche quando i livelli di ppm sono pari a 600 ampiamente inferiori a quanto normalmente accettato dagli standard di costruzione (1000 ppm). Tali risultati sollevano dubbi sulla validità dei codici e standard sinora usati nella progettazione architettonica. Analoghe considerazioni e preoccupazioni dovrebbero guidare gli operatori del settore nei riguardi del comfort acustico termico e di luce. In Gran Bretagna in un sondaggio svolto nel 1999 (Building Schools Exhibition and Conference, CIBSE 1999) il 78% dei docenti hanno affermato che esiste una chiara e netta percezione della relazione tra qualità della progettazione architettonica e livello di raggiungimento di buoni risultati nel profitto degli studenti. Williams (2006) ha ottenuto risultati simili in test condotti in 12 scuole elementari verificando una stretta e diretta correlazione tra profitto agli esami degli studenti e qualità degli edifici verificata in base al building quality assessment (BQA). Bernstein and Russo (2013) inoltre hanno trovato riscontri positivi e significativi statisticamente nella relazione tra prestazioni degli studenti e scuole green.
Il limite principale degli studi citati consiste nel fatto che considerano singoli aspetti dell'IEQ e gli effetti combinati o meglio le interazioni esistenti tra questi fattori sono ampiamente sottovalutati. Pur in presenza di oggettive difficoltà analitiche nel tentare di valutare gli effetti congiunti dei fattori di IEQ emerge che i risultati in termini di produttività che si sono esaminati sono da ritenersi validi ipotizzando fissi tutti gli altri fattori che influenzano l'IEQ. Ipotesi questa fortemente limitante che può condurre anche errori di valutazione.
Sino a oggi, solo uno ridotto numero di analisi sono state dedicate allo studio degli effetti congiunti dei diversi aspetti che compongono l'IEQ sul benessere degli individui. Tra questi Clausen[43] e altri hanno analizzato la relazione tra qualità dell'aria, fattori acustici e termici e il comfort complessivo degli individui. Il comfort visivo è stato escluso da questa analisi facendo mancare un fattore importante all'analisi. Wong e altri[44] hanno proposto una misura quantitativa onnicomprensiva dell'IEQ che hanno denominato IEA (Indoor Envinronmental Acceptance) prendendo in considerazione il livello ritenuto accettabile congiuntamente delle principali quattro tipologie di comfort: termico acustico, visivo e quello relativo alla qualità dell'aria.
Kawamura e altri[45] hanno invece presentato una relazione quantitativa tra IEQ espressi da una misura sintetica che fa riferimento al grado di soddisfazione dell'ambiente interno (IES, Indoor Envinronmental Satisfaction) giudicata dagli individui e la loro produttività. A ogni modo nessuno è riuscito a offrire una misura realmente soddisfacente in grado di accogliere tutti i singoli fattori dell'IEQ verificando una misura quantitativa positiva sulla produttività.

Bibliografia:

40 Bakó-Biró, N. Kochhar, D.J. Clements-Croome, H.B. Awbi and M. Williams Ventilation Rates in Schools and Learning Performance - Conference: Proceedings of CLIMA 2007

41 Cfr, P. Wargocki, D. P. Wyon " Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be cost-effective" Building and Environment n.59 (2013) 581e 589

42 U.Satish, M.J. Mendell, K. Shekhar, T. Hotchi, D. Sullivan, S. Streufert and W. J. Fisk "Is CO2 an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO2 Concentrations on Human Decision-Making Performance" http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1104789 Online 20 September 2012

43 G. Clausen, L. Carrick, P. O. Fanger, S. W. Kim, T. Poulsen, and J. H. Rindel, "A Comparative Study Of Discomfort Caused By Indoor Air Pollution, Thermal Load And Noise," Indoor Air, vol. 3, no. 4, pp. 255-262, 1993.

44 L. T. Wong, K. W. Mui, and P. S. Hui, "A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices," Building and Environment, vol. 43, pp. 1-6, 2008.

45 A. Kawamura, S.-ichi Tanabe, N. Nishihara, M. Haneda, and M. Ueki, "Evaluation Method for Effects of Improvement of Indoor Environmental Quality on Productivity," in Clima 2007 WellBeing Indoors, 2007.

3. ARCHITETTURA E SALUTE, ARCHITETTURA E SOSTENIBILITÀ

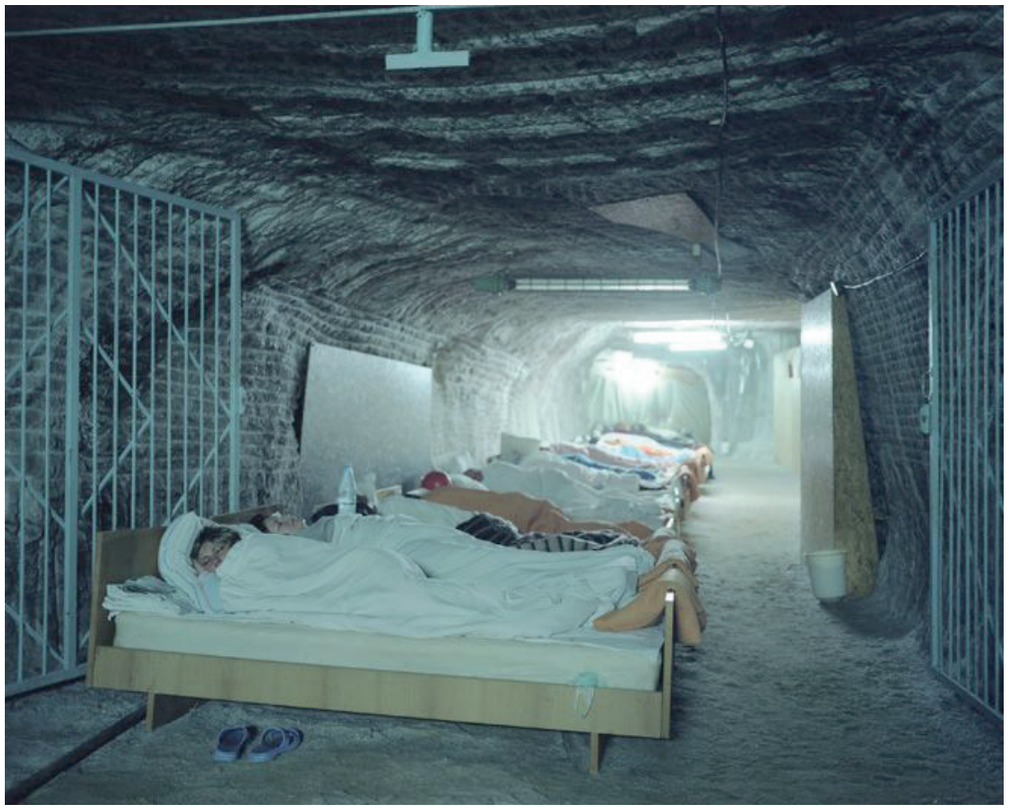


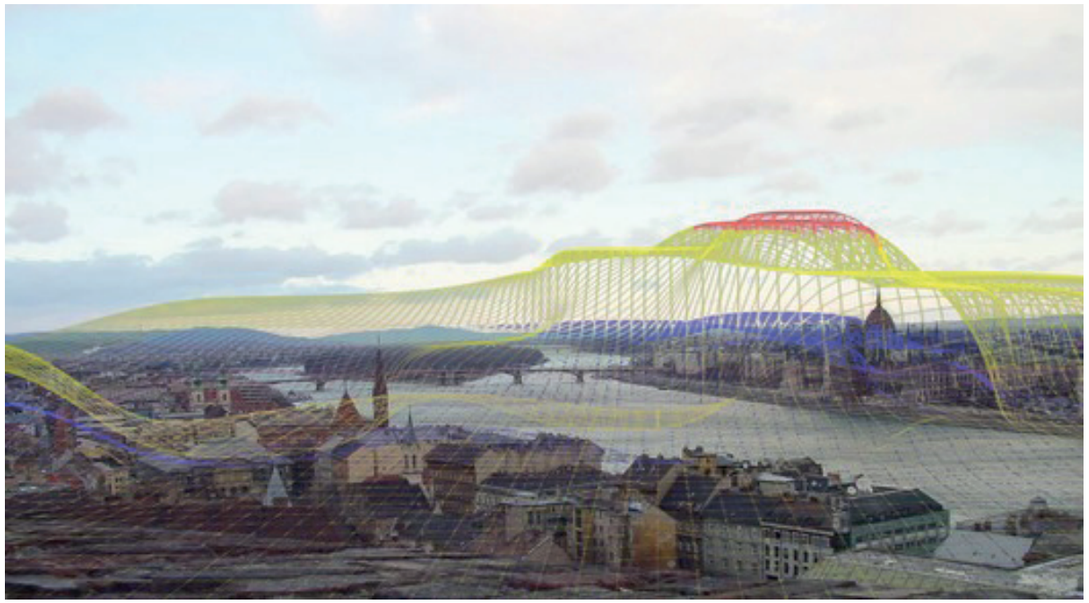
Foto di Kirill Kuletski,
Speleotherapy: Breathing In
Solotvyno salt mine, Ukraine, 2009

Nella rassegna della letteratura riguardante la relazione tra IEQ e produttività si è incontrato spesso il nesso tra realizzazione progettuale architettonica di un edificio e salute degli occupanti detti spazi.

3.1 Sick Building Syndrom SBS

Intorno alla metà degli anni ’70 si verificò un fenomeno alquanto anomalo. Furono registrati una serie di casi di sintomi epidemiologici e allergici in molti inquilini e persone che passavano la maggior parte del loro tempo all’interno di spazi chiusi in edifici di nuova costruzione. Il più delle volte si trattava di edifici adibiti a uffici. Nella maggioranza dei casi le patologie presentavano gli stessi segnali: mal di testa, stanchezza, letargia, irritazione degli occhi e della gola, congestione nasale, respiro corto, difficoltà di concentrazione, pelle secca, prurito ed eruzione cutanee. Il polverone mediatico sollevatosi in un primo momento attribuì a questi fenomeni il nome di “office illness”.[46] Nel corso degli anni ottanta gli studi e le ricerche in merito si intensificarono e produssero numerose progressi nell’identificazione, per quanto difficile, del fenomeno e nell’individuazione delle cause. Nel corso del 1984, l’Organizzazione Mondiale della sanità OMS coniò nei documenti e rapporti ufficiali il termine “Sindrome da Edificio Malato” SBS (Syck Building Standard). L’OMS stimò la presenza di questo insieme di sintomatologie in circa 30% dei nuovi edifici al mondo, e ne indicò l’origine in problemi di qualità dell’aria interna. Si notò che la SBS si presentava con maggiore frequenza e intensità tra gli impiegati degli ambienti lavorativi caratterizzati da un diffuso uso di computer. Alcuni esperti indicarono come edifici a maggior rischio gli uffici open space, le scuole, le moderne biblioteche e i moderni musei.[47]

La ricerca si intensificò, in particolare, in Danimarca e Gran Bretagna.[48] Gli studi rivelarono che vi era una correlazione tra “edifici malati” e i processi di ricircolo dell’aria negli impianti di riscaldamento, di ventilazione e dell’aria condizionata (HVAC). Infatti è stato dimostrato che questi sistemi di ricircolo dell’aria favorivano la proliferazione di agenti patogeni e inquinanti. Altri studi hanno riscontrato come possibili altre cause di malanni patiti i fenomeni di rilascio di gas nocivi per la salute provenienti da alcuni materiali usati nella costruzione degli edifici, la presenza di Volatile Organic Compound (VOC), di muffe (mold health issues), la mancata liberazione dell’ozono (come quello prodotto da una fotocopiatrice) o la mancanza di filtrazione del ricircolo dell’aria. Con il progredire degli studi è risultato sempre più difficile definire cause specifiche a queste patologie. Sebbene sul finire degli anni ‘90 alcuni studi danesi abbiano messo in dubbio la diagnosi come malattia, Il concetto è tuttavia rimasto attuale nel dibattito e nel linguaggio comune . Per quanto il fenomeno col tempo sia stato abbastanza ridimensionato, il suo emergere fu essenziale per gettare allarmismo e far accrescere l’attenzione riguardo alla corretta progettazione dell’ambiente interno, e i requisiti di una adeguata qualità dell’aria. I sintomi definiti come effetti della SBS sono: a livello dell’apparato visivo si verificano un senso di secchezza dei bulbi oculari, sensazione di corpo estraneo, bruciore, prurito, iperemia congiuntivale. A livello dell’apparato respiratorio si registrano difficoltà respiratoria, problemi al naso e



Nerea Calvillo con C + Arquitectos,
In the Air, toxic topography of Budapest, Hungary, 2008

alla gola, rinorrea, occlusione nasale, senso di irritazione e di gola secca, costrizione toracica, dispnea, tracheiti, bronchiti, asma. Sulla cute si verificano Eritema, secchezza, prurito. A livello generale Cefalea, difficoltà nella concentrazione, ridotta capacità lavorativa, sonnolenza, febbre, vertigini e nausea. Inoltre, un effetto tipico da sindrome SBS è che la maggior parte dei sintomi svanisce o si attenua fortemente allontanandosi dall'edificio malato.
Gli edifici possono diventare insalubri, e dunque dannosi per la salute della persone che vi risiedono. Le principali fonti delle sostanze inquinanti all'interno di un edificio (escluse quelle specifiche di singole lavorazioni) possono generalmente essere fatte risalire a tre categorie:

1) fonti esterne all'edificio; (inquinanti atmosferici come Particolato, Ozono, ecc..)

2) attività svolte all'interno dell'involucro edilizio (uso di videoterminali o fotocopiatrici, presenza di sostanze chimiche e di materiali inquinanti, influenza di campi elettromagnetici, scarsa pulizia dei locali)
3) prodotti utilizzati nella costruzione, arredi e impianti di condizionamento. (tipo di ventilazione, presenza di umidificatori dell'aria e quantità di aria esterna immessa, affollamento, presenza di tappeti, moquette, tessuti alle pareti, polvere depositata, cattiva illuminazione, rumore).[49]

A seconda della "quantità assorbità" degli agenti chimici si determina la loro nocività.
come abbiamo visto nel capitolo precedente i casi di SBS in ambiente di lavoro finiscono per avere un costo sociale un costo sociale molto più elevato di alcune malattie gravi poiché riducono la capacità produttiva.[50]
La ricerca scientifica e tecnica ha compiuto progressi notevoli dagli anni '70 in poi. l'informazione riguardo all'inquinamento dell'aria ha portato alla legiferazione di normative normative a livello internazionale e nazionale, fissando indici e parametri di calcolo nonché limiti di presenza degli inquinanti.
Tuttavia al giorno d'oggi non è raro incorrere in casi di SBS causati da molti edifici. A vole il problema risiede nell' inadeguato ed esagerato uso di materiali sintetici e sistemi di climatizzazione controllata che, con la speranza di il massimo risparmio energetico, si finisce per crare compartimenti a tenuta stagna, in cui le sostanze inquinanti sostano permanentemente. Per ovviare a questo problema vengono installati impianti di ventilazione meccanica controllata per purificare l'aria interna agli ambienti in cui viviamo. Questa tipologia di impianti, oltre a rendere gli edifici dipendenti dall'ennesimo sistema impiantistico, se non vengono correttamente manutenuti possono diventare essi stessi fonte di inquinamento indoor.
I dati fanno sorgere alcune riflessione curiose, come il fatto che in alcuni casi edifici di costruzione recente si siano rivelati meno salubri di altri più vecchi. ciò è da imputare all'utilizzo di soluzioni apparentemente migliorative come l'estensivo impiego di materiali dall'elevato rendimento termico e acustico, ma purtroppo insalubri; L'OMS ha pubblicato uno studio da cui è risultato che circa il 40% dei materiali usati nell'edilizia negli ultimi cinquanta anni hanno riflessi negativi sulla salute. L'utilizzo di prodotti naturali, fra i quali il laterizio, concorre a ridurre almeno in parte questa elevata percentuale.
Per diluire la quanità di inquinanti va calcolata 'efficienza del ricambio d'aria in base al volume del locale e la quanita di persono che vi sono.
Da un punto di vista microclimatico va posta l'attenzione anche su altri parametri qualitativi come la temperatura e l'umidità. Questi due parametri, infatti, giocano un ruolo fondamentale sulla nostra salute e sulla diffusione delle sostanze tossiche. Tutti i composti volatili si diffondono con più facilità e si propagano più velocemente all'aumentare della temperatura e/ dell'umidità. Al contrario, temperature basse e umidità elevata alzano il rischio di crescita di muffe e acari, mentre ambienti molto secchi sono un ottimo terreno di coltura per altri agenti biologici. Infine , passando da ineterno o esterno o da un ambiente all'altro si è esposti a i continui sbalzi di temperatura e/o di umidità che costringono il nostro corpo a un continuo sforzo per riportarsi in condizioni di equilibrio. In queste fasi di "riequilibrio" l'organismo è più vulnerabile all'attacco di virus e batteri patogeni.
La relazione matematica su cui basare le strategie di controllo degli inquinanti è la seguente:

$$\frac{\text{(concentrazione[mg/m}^3\text{] - emissione [mg/h])}}{\text{tasso di ventilazione [m}^3\text{]}}$$

Dove:
tasso di emissione = fattore emissivo [mg/ m^2 x h] x quantità materiale [m^2]
tasso di ventilazione = quantità d'aria introdotta nell'ambiente [m^3].
Nel caso di una valutazione relativa a contaminanti chimici la soglia di accettabilità, relativa a una sola sorgente inquinante, è un valore inferiore a $< 500\ \mu g/m^3$ oppure se riferita a più sorgenti distinte è un valore inferiore a $< 2.000\ \mu g/m^3$. Sia per gli inquinanti outdoor che per quelli indoor

si fa riferimento ad alcune precauzioni a che vanno dal semplice contenimento delle concentrazioni al di sotto di una data soglia di allarme fino all'assoluta eliminazione della sorgente tossica come nel caso dell'amianto.
Dal momento che il meccanismo attraverso il quale si manifesta la SBS, è interessante citare una linea di studio che ne individua una componente psico-sociale insieme a una varietà non specifica di cause che disturbano la salute. Secondo gli studiosi l'approccio migliore per la soluzione della malattia è quello di tipo bio-psico-architettonico che miri, attraverso la combinazione di diverse discipline professionali, al controllo ambientale, al disegno ergonometrico delle costruzioni, nonché al controllo dello stress degli utenti.[51]

Bibliografia:

46 Sick Building Syndrome: a review of the evidence on causes and solutions. Health and Safety Executive, UK, 1993

47 Sick building syndrome By: World Health Organization Regional Office for Europe

48 Gustafsson, H. Building materials identified as major sources for indoor air pollutants. A critical review of cases. Swedish Council for Building Research D 10:1992.

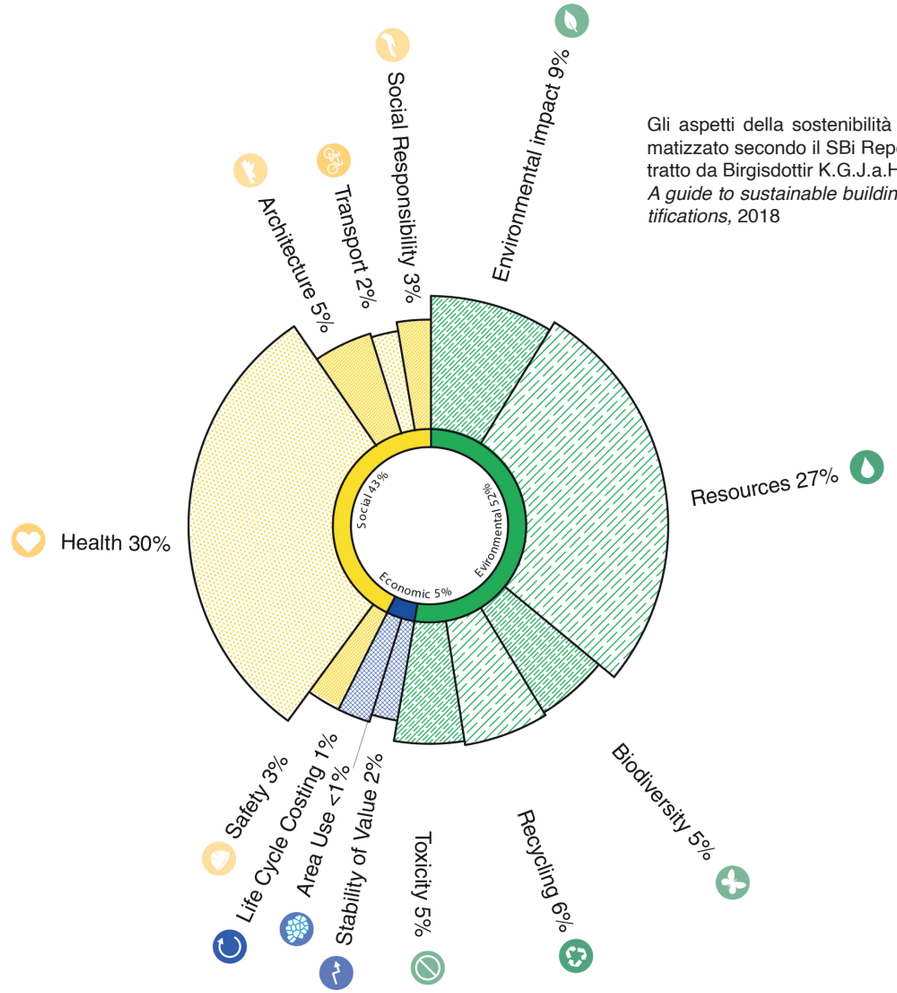
49 Johnson, B. Kronvall, J. Lindvall, T.Walling, A. & Weiss Lindencrona, H. Buildings and health. Indoor climate and effective energy use. Swedish Council for Building Research D3:1991

50 Wargocki, P., J. Andersson, S.O, Boerstra A., Clements–Croome D., Fitzner K., Habssen S O. "Clima interno e produttività negli uffici – Come integrare la produttività nell'analisi del costo del ciclo di vita degli edifici. Collana AICARR, 2007.

51 Albo, S., La Sindrome dell'edificio malato(Sick Building Syndrome), HS+E The Occupational Health & safety environmental quarterly magazine, 2005 Vol. 3 - N. 1

3.2 Dalla salubrità degli ambienti chiusi all'architettura green

A partire dagli anni '80 la sferzata di allarmismo che ha gettato apprensione riguardo alla salubrità dell'ambiente costruito e alla sua possibile dannosità per la salute umana e ambientale si è riversata in un maggiore interesse sulla qualità dei prodotti dell'edilizia. Gli standard di prodotti ecologici, o anche detti green, hanno iniziato ad apparire sul mercato negli anni '80, in risposta alle crescenti preoccupazioni dell'impatto sulla salute dei bambini e sulla qualità dell'ambiente interno (IEQ). Il livello qualitativo di questi prodotti è aumentato nel corso degli anni '90, quando gli allarmi e avvertimenti relativi al riscaldamento globale e all'esaurimento delle risorse naturali si facevano più insistenti e venivano sostenuti dai risultati ottenuti dal mondo della ricerca scientifica. Questi prodotti tramite programmi di certificazione si prefissano lo scopo di soddisfare i requisiti stabiliti da alcuni standard, un insieme di linee guida e criteri in base ai quali un prodotto può essere valutato. Gli Standard relativi alle pratiche di costruzione vengono rilasciati da istituzioni come ANSI, ASM o ASHRAE e controllati dall'International Organization for Standardization (ISO). I requisiti riscontrati negli standard possono essere prescrittivi (identificazione dei metodi di conseguimento) o basati sulle prestazioni (indicazione delle aspettative dei risultati finali).
Le certificazioni dei prodotti edilizi sono in realtà solo un piccolo tassello di un disegno procedurale più ampio volto a inquadrare l'intero progetto in un'ottica di

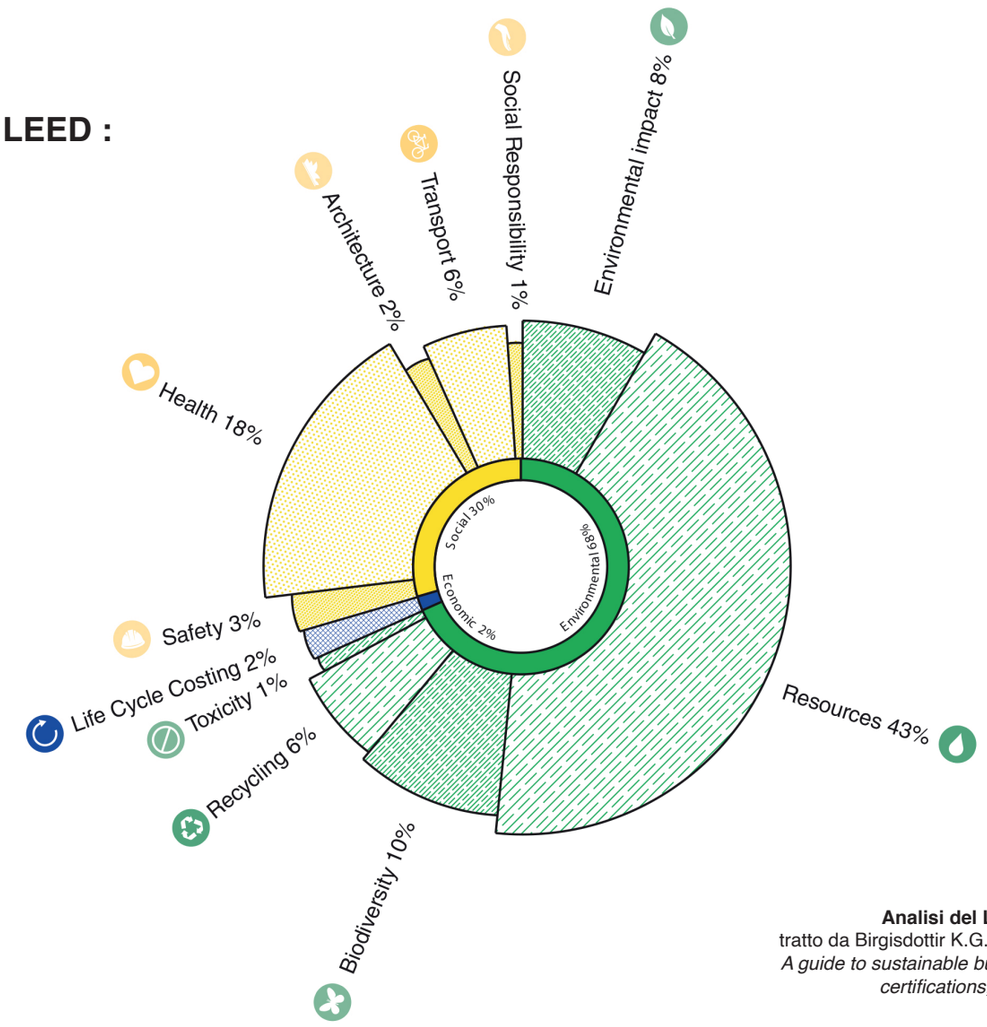


Gli aspetti della sostenibilità schematizzato secondo il SBi Report, tratto da Birgisdottir K.G.J.a.H; *A guide to sustainable building certifications,* 2018

sviluppo sostenibile. Infatti nel corso del XXI secolo, grazie allo scrupoloso e dettagliato approfondimento e alla esplorazione a 360 gradi del concetto di sostenibilità, si è assistito alla proliferazione di sistemi di rating e certificazione ecologica degli edifici. Ad oggi i sistemi di certificazione di bioedilizia stanno guidando l'agenda della sostenibilità nel settore delle costruzioni a livello globale. La ricerca ha ampiamente confermato come le attività umane degli ultimi due secoli hanno influenzato negativamente il sistema terrestre, probabilmente in modo irreversibile. La consapevolezza delle sfide della sostenibilità e i recenti progressi nella conoscenza e nella tecnologia hanno aiutato lo sviluppo di sistemi di valutazione dell'edilizia green, che ora si sta diffondendo in tutto il mondo.
Oggi i programmi di valutazione e certificazione degli edifici sostenibili sono divisi in tre gruppi principali [52] :

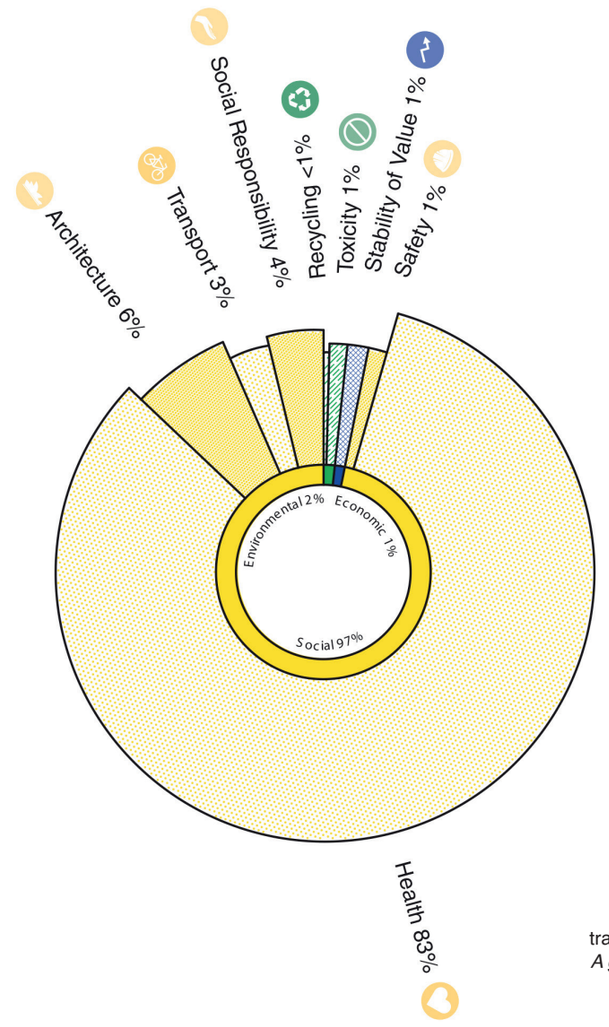
1) certificazione del prodotto con un singolo attributo; questo gruppo si concentra su un singolo aspetto del programma di sostenibilità come, ad esempio, l'efficienza energetica o la riduzione del consumo di

LEED :



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

WELL:



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

acqua;

2) certificazione del prodotto con più attributi; questo secondo tipo di sistemi si rivolge agli standard per un “cluster” di concetti sostenibili che possono variare dall’efficienza energetica al ciclo di vita dei prodotti coinvolti nei processi di costruzione;

3) certificazione di costruzione con attributi multipli, che considera l’edificio come un “intero sistema” che coinvolge dintorni, rifiuti, emissioni, prestazioni, consumo di energia, luci e benessere degli occupanti, avvicinandosi quindi agli edifici da un punto di vista olistico.

Il primo sistema di classificazione e certificazione nell’ambito dell’edilizia sostenibile è stato il BREEAM (Building Research Establishment’s Environmental Assessment Method), nato nel Regno Unito nel 1990 e lanciato da BRE (Building Research Establishment). La particolarità di questo sistema risiede nella sua flessibilità di applicazione. Inoltre il BREEAM è stato il primo programma a introdurre la valutazione del ciclo di vita degli edifici in termini di progettazione, funzionamento e ristrutturazione.

Nel 2000, il Green Building Council (USGBC) degli Stati Uniti ha seguito l’esempio e sviluppato e rilasciato criteri volti anche a migliorare le prestazioni ambientali degli edifici attraverso il suo sistema di classificazione LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) per le nuove costruzioni. Da quel primo rilascio, LEED ha continuato a crescere in importanza e a includere sistemi di classificazione per edifici esistenti e interi quartieri, diventando senza dubbio il programma di rating e certificazione green più importante e diffuso al mondo.[53]

Il LEED è costituito da prerequisiti e crediti organizzati secondo un sistema a punteggio distribuiti in 7 categorie:

Sostenibilità del sito; Gestione delle acque; Energia e atmosfera; Materiali e risorse; Qualità ambientale interna; Innovazione nella Progettazione; Priorità regionale. I prerequisiti di ogni sezione sono obbligatori affinché l'intero edificio possa venire certificato; i crediti possono essere scelti in funzione delle caratteristiche del progetto. Dalla somma dei punteggi dei crediti deriva il livello di certificazione ottenuto. Il massimo di punteggio ottenibile è pari a cento. Sin dalla sua prima elaborazione la diffusione del programma LEED ha avuto una forte accelerazione fino ad includere più di 7.000 progetti edilizi fra gli Stati Uniti e altri 30 paesi.[54]

I LEED è dunque il precursore di un crescente numero di sistemi di rating e certificazione di edifici green diffusosi in tutto il mondo, che si considerano parte di un approccio più globale in grado di spingere il settore dell'edilizia verso il raggiungimento della "circolarità". Alla base c'è l'idea di "Circular Economy" (CE). Questo termine è stato introdotto per la prima volta nel 1989 nel campo dell'economia ambientale. Solo negli anni '90 questa idea è stata inserita in un modello teorico che ha poi coinvolto i processi di produzione industriale. Questi ultimi precedentemente costruiti con la logica lineare di "acquisire, produrre, smaltire" che ha come sottoprodotti depauperamento delle risorse naturali, rifiuti, emissioni e inquinamento ambientale è stata sostituita da un modello più completo capace di incarnare più adeguatamente la CE, innescando e diffondendo virtuosi sistemi di riciclo dei materiali. In sostanza, un approccio circolare significa considerare il nostro sistema ambientale come un organismo vivente, un'imitazione della natura, che genera beni che in seguito possono essere reinseriti nel "cerchio" come un ciclo infinito di produzione, utilizzo, riciclo e riutilizzo. Dunque questo implica uno schema di valutazione degli edifici che consiste in un quadro di prestazioni basate sulla "valutazione del ciclo di vita" degli edifici.

Sebbene l'idea di circolarità stia diventando centrale nello sviluppo di molti sistemi di certificazione, un'altra importante attenzione che ha guidato l'avanzamento degli strumenti di valutazione negli ultimi anni è stata rappresentata anche da una maggiore attenzione verso il comfort, la salute e il benessere di occupanti. In questo contesto, WELL, la nuova "frontiera" dei sistemi di certificazione di bioedilizia, si basa sulla convergenza di nuove scoperte scientifiche sia in medicina che nella ricerca ambientale verso la realizzazione di un programma olistico e completo specificamente mirato alla soddisfazione e alla salute degli utenti negli edifici ad alte prestazioni.

Bibliografia:

52 Cfr. Birgisdottir K.G.J.a.H; a guide to sustainable building certifications S.L:SBI and GXN, 2018.

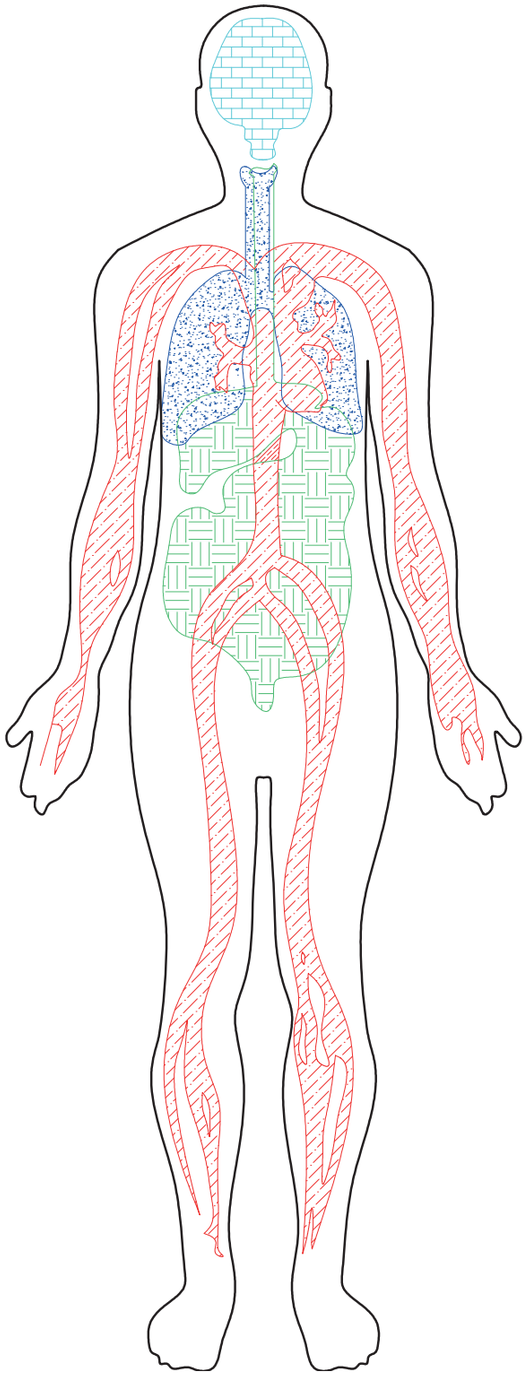
53 Vierra, S., Green Building Standards And Certification Systems. Whole Building Design Guide. (WBDG) National Institute of Building Sciences, 2019

54 LEED. https://new.usgbc.org/leed

Foto di Lynne Cohen

WELL BUILDING STANDARD

4.



INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE™

4.1 Introduzione

Il protocollo del WELL Building Standard è stato elaborato dalla società Delos Living, è gestito dall'International WELL Building Institute (IWBI)[55] ed è certificato da istituzioni terze grazie alla collaborazione di IWBI con il Green Business Certification Inc. (GBCI), l'ente no profit di certificazione per un insieme di altri protocolli di qualità nel campo dell'architettura come LEED, EDGE, GRESB, Parksmart, PEER, SITES, TRUE. La elos Living LLC è una società di consulenza immobiliare nota per essere la prima al mondo a operare in questo settore sul benessere degli individui ("Wellness Real Estate") sulla programmazione di benessere residenziale e di ospitalità, nonché alla progettazione integrata di Wellness Design. Con questo settore di ricerca la Delos Living LLC persegue l'obiettivo di trasformare l'ambiente costruito ponendo la salute e il benessere psico-fisico al centro delle decisioni di progettazione e costruzione. L'intento della sua iniziativa è quello di rimodulare i servizi del mercato immobiliare concentrandosi sull'importanza della salute e del benessere dell'uomo (Delos.com, 2018).[56]

Dopo sette anni di attività svolta in collaborazione di noti istituti di ricerca, quali la Cleveland Clinic, la Mayo Clinic, un'organizzazione senza scopo di lucro impegnata nella pratica medica clinica, e il Columbia University Medical Center, la Delos Living LLc ha concentrato le proprie risorse sullo studio dell'impatto di fattori ambientali sulla vita e sulla salute delle persone. Un primo risultato di queste analisi è rappresentato dalla costituzione del Well Living Lab - sita a Rochester, Minnesota - una struttura di ricerca composta da un team di architetti, ingegneri, scienziati e operatori del settore wellness di primaria importanza che pone al centro dell'attività la individuazione di soluzioni pratiche orientate ai bisogni dell'uomo. L'individuazione e l'uso delle più aggiornate e sofisticate innovazioni in termini di tecnologia, salute, scienza, design e impresa ha portato la società Delos a stabilire precisi parametri di riferimento nel settore dell'edilizia green. L'approccio utilizzato dalla Delos ha permesso il superamento sia della cultura dell'efficienza energetica sia del concetto della sostenibilità ambientale, aprendo la strada della progettazione in architettura a interazioni multidisciplinari e facendo emergere come la "sostenibilità umana" rappresenti un aspetto molto importante. Sulla base di questa idea, Delos vuole creare spazi più sani con un approccio scientifico. (Delos.com, 2018). Come si è potuto osservare questo approccio non riguarda solo una questione di salute o sostenibilità, questo nuovo scenario è di particolare interesse anche per le aziende e le organizzazioni in quanto, come si è potuto osservare dalla rassegna della letteratura, l'impatto più rilevante sui propri costi operativi (circa il 90%) è rappresentato dai costi del personale (stipendi, benefit).

Nel 2013 Delos ha creato L'International WELL Building Institute (IWBI), una società di pubblica utilità con l'obiettivo di migliorare la salute umana e il benessere nell'ambiente interno negli edifici. L'aspirazione del fondatore di IWBI, Paul Scialla, è quella di creare un modello di capitalismo altruistico volto alla responsabilità sociale e all'individuazione di un modello di sostenibilità filantropica. L'IWBI ha come scopo centrale la definizione di metodi e soluzioni innovative

per migliorare gli standard di salute e di benessere delle persone rendendo gli edifici e le aree urbane luoghi più vivibili e salubri. Il risultato di questo processo è il WELL Building Standard (WELL), che l'IWBI gestisce a livello mondiale. Lo standard di costruzione WELL è un metodo di certificazione applicabile alla maggior parte delle tipologie di edifici. In questi anni l'IWBI si è concentrata nello sviluppo e nella redazione dei requisiti indispensabili per la certificazione WELL, come ad esempio le caratteristiche, il metodo di valutazione a punteggio e i tipi di progetto che possono richiedere la certificazione.

La prima versione (v1)[57] dello standard edilizio WELL è stata lanciata ufficialmente nel 2014. WELL fornisce linee guida e criteri di progettazione per edifici, spazi interni e comunità in modo da definire e quantificare le caratteristiche che sostengono e promuovono la salute e il benessere umani. È il primo standard di certificazione centrato esclusivamente sulla salute e il benessere delle persone che vivono o lavorano negli edifici. È un sistema basato sulle prestazioni in grado di misurare e certificare le caratteristiche dell'ambiente costruito che incidono maggiormente sulla vita umana. Inoltre, WELL, attingendo a diverse discipline di ricerca in campo medico e scientifico, riesce ad accordarle sapientemente con le migliori pratiche di progettazione e costruzione. L'obiettivo principale è quello di creare spazi che migliorino la salute e le prestazioni dei suoi occupanti sotto diversi punti di vista, includendo anche aspetti quali l'alimentazione, il fitness, l'umore, ecc., diversi dai fattori ambientali "convenzionali" di luce, suono, qualità dell'aria e comfort termico (wellcertified.com, 2017).

Lo standard edilizio WELL vuole essere un punto di riferimento per l'innovazione nel campo dell'edilizia sostenibile. L'IWBI qualifica lo standard WELL come completo, verificato da terze istituzioni e recensito da esperti. Esso rappresenta uno standard completo in quanto contempla parametri della ricerca scientifica e medica, della moderna letteratura sulla salute ambientale, degli studi sui fattori comportamentali e su molti altri aspetti multidisciplinari che sono collegati alla vita delle persone. Come detto la certificazione dipende da verifiche documentali effettuate da istituzioni terze in quanto il processo di certificazione è parzialmente gestito dalla collaborazione di IWBI con Green Business Certification Inc. (GBCI), lo stesso ente incaricato della certificazione LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) (USGBC, 2018)[58] . GBCI è l'ente che offre certificazioni e attestazioni di progetti nel settore della sostenibilità e delle attività green tramite un processo scientifico in grado di garantire imparzialità di giudizio (GBCI, 2018)[59] . Lo scopo del processo è verificare se una serie di caratteristiche e criteri siano effettivamente soddisfatti. Infine, WELL viene esaminato da un consesso di esperti, in altri termini il protocollo WELL subisce un "processo di revisione tra pari" che analizza approfonditamente tutti gli aspetti di un progetto registrato per la certificazione.

Bibliografia:

.

55 WELL | International WELL Building Institute, https://www.wellcertified.com

56 DELOS. https://delos.com/

57 The WELL BUILDING STANDARD , v1 with Q3 2018 addenda

58 USGBC | U.S. Green Building Council, https://new.usgbc.org.

59 GBCI Europe | GBCI, https://www.gbci.org › europe

4.2 Stadi della certificazione

Per ottenere la certificazione WELL, inizialmente un progetto deve essere registrato tramite il servizio WELL Online. I progetti sono curati da specifici consulenti (o Well AP Accredit Professional), infatti al momento della registrazione, l'IWBI assegna un WELL tutor al progetto (chiamato anche well assessor o reviewer), un professionista con il ruolo di aiutare l'amministratore del progetto a svolgere tutti i passaggi procedurali necessari per la certificazione WELL nonché con il compito di eseguire verifiche di performance in sito sempre seguendo un approccio olistico all'edificio in esame. WELL AP è una qualifica rilasciata dopo un test d'esame che certifica la conoscenza dello standard e il suo rapporto con la salute umana e il benessere nell'ambiente costruito. I candidati WELL AP in tutto il mondo sono oltre 7.500 e garantiscono una rete adeguatamente diffusa in grado di soddisfare le richieste di adesione al protocollo WELL, un aspetto organizzativo non marginale e complesso, l'unico in grado di gestire con successo un così ampio programma. Proprio la particolarità della individuazione di WELL AP rappresenta un elemento di innovazione che segna una delle grandi differenze rispetto a LEED per la continuità con cui il progetto viene seguito nel tempo. Ciascun immobile, infatti, viene valutato nell'intero ciclo di vita. Dalla progettazione al collaudo, ogni anno e per tre anni anche dopo la sua successiva ed effettiva occupazione.

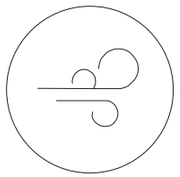
Dopo il processo di registrazione, è necessario presentare la documentazione completa.

La procedura di verifica delle caratteristiche del progetto presentato e della conformità ai requisiti della norma è gestita dal WELL Assessor. Questa figura professionale è responsabile delle seguenti fasi del processo: 1) Revisione della documentazione; 2) verifica delle prestazioni. Nella prima fase tutti i documenti per ciascuna funzione WELL di ciascun requisito del protocollo devono essere inviati a GBCI. Il valutatore WELL completa due revisioni tecniche (preliminari e finali) dopodiché, se il risultato è positivo, il progetto passa alla fase di verifica delle prestazioni, che è una conferma della prestazione post occupazione. Una volta che questi due passaggi sono stati completati e tutte le funzionalità applicabili sono state verificate, il progetto può ottenere la certificazione WELL.

Come detto la certificazione WELL è valida per tre anni. Dopo questo periodo, è possibile richiedere una conferma della certificazione se il progetto ha mantenuto lo stesso livello elevato di prestazioni. In questo caso, e prima della fine dei tre anni, il progetto deve essere sottoposto a un'altra verifica delle prestazioni e deve presentare domanda di una nuova certificazione. La prima revisione da parte del valutatore WELL segue immediatamente la presentazione di tutti i documenti (entro 20-25 giorni lavorativi). Entro questo periodo, la valutazione preliminare è completata e, in caso di conformità, il team di progetto può passare allo stadio successivo. Se alcuni aspetti della documentazione non fossero stati correttamente costruiti e comunicati, il team del progetto ha la possibilità di inviare nuovamente i documenti riveduti. Il WELL Assessor avrà a disposizione 20-25 giorni lavorativi per esaminarli. Se sono necessari più di due round di revisione, WELL potrebbe applicare costi aggiuntivi ((IWBI), 2017).

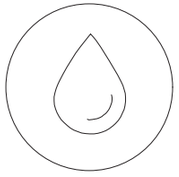
4.3 I principali concepts

Lo standard WELL building v1 é costruito attorno a sette concetti progettuali e realizzativi chiave: 1) Aria; 2) acqua; 3) Nutrizione; 4) Luce; 5) Fitness; 6) Comfort; 7) Mente (benessere psicofisico) e a una nozione aggiuntiva unica nel panorama delle certificazioni: l'innovazione. Ciascuno di questi concetti progettuali presenta requisiti che incidono sulla salute, sul comfort o sulla conoscenza degli occupanti attraverso design, operazioni e comportamento.



4.3.1 Aria

Gli standard dei requisiti WELL dedicati a quest'area progettuale sono incentrati su come azzerare o ridurre al minimo l'inquinamento atmosferico e la concentrazione di contaminanti nell'ambiente interno. L'attenzione è focalizzata sui sistemi di filtrazione dell'aria e sui materiali da costruzione in combinazione con le migliori pratiche delle organizzazioni industriali del settore edile per migliorare la qualità dell'aria.

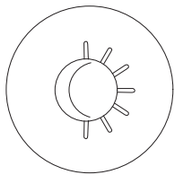


4.3.2 Acqua

Il protocollo WELL è favorevole a elevati standard di qualità per tutti gli usi dell'acqua potabile. Al contempo viene valutato negativamente lo spreco di questa risorsa determinante per la vita umana. La certificazione richiede una valutazione iniziale della fonte d'acqua dell'edificio e promuove l'installazione di adeguati sistemi di filtrazione e test periodici per raggiungere i livelli standard richiesti.

4.3.4 Nutrizione

WELL incoraggia una migliore cultura alimentare. Oltre a limitare l'uso di alimenti non salutari lo standard di quest'area promuove una politica dedita alle scelte di qualità e di "prossimità" tra i luoghi di lavoro e i punti di produzione/distribuzione dei cibi deperibili (frutta e verdura fresca) che rafforza la sensibilità recentemente mostrata dalle politiche "ecosostenibili" verso l'economia del territorio.

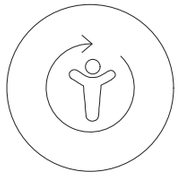


4.3.5 Luce

WELL favorisce l'uso di sistemi di illuminazione progettati per migliorare l'esperienza visiva, rendere piacevoli gli spazi abitati, aumentare la vigilanza, preservare le funzioni metaboliche, la qualità del sonno, ecc. È tra i primi standard a includere un requisito per l'illuminazione circadiana che ottimizza il ciclo sonno-veglia, riconoscendo quindi che lo stato d'animo e il corpo umano è influenzato dalla luce e da regolari periodi di esposizione a luminosità e oscurità.

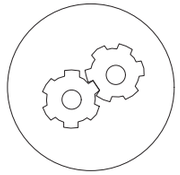
4.3.6 Fitness

WELL incoraggia il benessere fisico/la forma fisica dell'individuo inteso come perseguimento di obiettivi salutistici/ estetici nella vita di tutti i giorni, facendo proprio le ormai consolidate prescrizioni della medicina riguardo agli stili di vita che richiamano l'antico adagio "mens sana in corpore sano". Poiché l'ambiente costruito è un elemento centrale per rendere agevole e godibile questo aspetto della vita, WELL promuove politiche e strategie per migliorare l'attività fisica all'interno e intorno agli edifici.



4.3.7 Comfort

WELL ha l'obiettivo di creare ambienti interni confortevoli e produttivi. Lo standard si concentra sulla riduzione significativa di quei fattori che possono causare interruzioni, distrazioni o irritazioni, in particolare sui luoghi di lavoro e dediti ad attività formative, preservando il comfort ergonomico, acustico e termico.



4.3.8 Benessere psicofisico/Mente

Nel protocollo WELL le strategie di progettazione, tecnologiche e costruttive sono messe a disposizione e tendono all'ottimizzazione della salute cognitiva ed emotiva. Gli standard identificati per ciascun concept costituiscono le caratteristiche necessarie agli ambienti costruiti per garantire il soddisfacimento complessivo degli individui e, quindi, negli ambienti di lavoro sostengono l'implementazione delle iniziative sul posto di lavoro capaci di esercitare stimoli sugli occupanti oltre che garantirne la salute e il benessere.

4.3.9 Innovazione

In quanto approccio scientifico alla comprensione della salute e del benessere degli individui, il protocollo WELL non può assumere connotati statici, piuttosto è caratterizzato da una continua evoluzione figlia delle soluzioni tecniche e tecnologicamente avanzate che vengono proposte nel settore dell'edilizia. In altri termini rappresenta un nuovo pensiero creativo per migliorare le varie e complesse strategie progettuali e operative attraverso le quali gli spazi costruiti possono contribuire alla salute e al benessere degli individui.

Ogni concept prevede diversi requisiti, alcuni dei quali si identificano come "pre-requisiti", condizioni necessarie e sufficienti per la certificazione WELL. Il mancato sod-

disfacimento di queste ultime non permette di ottenere la certificazione. Gli altri aspetti di ciascun concept rappresentano “ottimizzazioni”, ovvero possono essere facoltativamente perseguiti, possono migliorare il punteggio complessivo del progetto architettonico che si è sottoposto a verifica ma essi non rappresentano una condizione né necessaria né sufficiente all’acquisizione della certificazione WELL.

4.4 Tipologie di progetti

La prima versione del Well Building Standard (WELL v1) è stata progettata per essere implementata sugli edifici commerciali e istituzionali. Le categorie generali di costruzioni o "tipologie di progetto" presi in considerazione sono tre: 1) Edifici nuovi ed esistenti; 2) Nucleo centrale e involucro (Core e Shell); e 3) interni . Dopo la prima versione il programma WELL v1 (Addenda Q1 2018), pubblicata a febbraio 2018, ha previsto la definizione di programmi pilota per specifiche tipologie di edifici tra i quali: progetti di vendita al dettaglio, residenziali, istruzione, ristorante e cucina.

4.4.1 Edifici nuovi ed esistenti

Questa categoria include sia gli edifici nuovi che quelli esistenti e riguarda tutti i processi di progettazione e costruzione del progetto. Per gli edifici per uffici, è necessario che almeno il 90% della superficie totale dell'edificio sia occupato dal proprietario dell'edificio e gestito dalla stessa direzione.

4.4.2 Nucleo centrale e involucro (Core e Shell)

Questo tipo di progetto si riferisce specificamente alla struttura dell'edificio, alla posizione delle finestre e ai vetri, alle proporzioni dell'edificio, ai sistemi di riscaldamento, raffreddamento e ventilazione e alla qualità dell'acqua. Incoraggia la considerazione di servizi e opportunità per il benessere, cercando di implementare le funzionalità fondamentali a supporto del comfort all'interno dell'edificio. Affinché questo tipo di progetto sia applicabile, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- almeno il 25% dell'area deve appartenere al proprietario;
- Il 75% dell'area potrebbe essere occupata da uno o più inquilini.

Indipendentemente dalla parte dell'edificio occupata dal proprietario, l'intero ambito del progetto deve essere incluso nel processo di certificazione.

4.4.3 Interno

Questa tipologia riguarda gli spazi che occupano una parte di un edificio, in particolare quelli che non possono essere certificati nella categoria Core and Shell. Al momento della registrazione, i confini spaziali del progetto devono essere chiaramente definiti, assicurandosi che tutte le caratteristiche dell'edificio siano descritte con precisione nella documentazione. Non è consentita l'esclusione di parti unicamente per soddisfare alcuni requisiti di credito.

4.5 Il punteggio, i livelli di Certificazione WELL e le tariffe

Una volta completate tutte le procedure brevemente descritte si procede all’assegnazione del punteggio. Ciascuna tipologia di progetto precedente ha la propria lista di controllo con un punteggio specifico. Il punteggio finale include sia i pre-requisiti che le ottimizzazioni raggiunte. Ogni progetto che non riesce a raggiungere alcun prerequisito in uno dei concetti progettuali ovviamente non consentirà di perseguire la certificazione. Il sistema di valutazione del benessere (WS) necessario per ottenere la certificazione WELL dipende dai requisiti totali e raggiunti (TP e PA) e dalle ottimizzazioni (TO e OA). Il metodo di calcolo è descritto di seguito.

TP = pre-requisiti totali
PA = pre-requisiti raggiunti
TO = ottimizzazione totale
OA = ottimizzazione raggiunta
WS = punteggio benessere
La certificazione viene mancata se:

(PA/TP) < 1 WS = (PA/TP) x 5

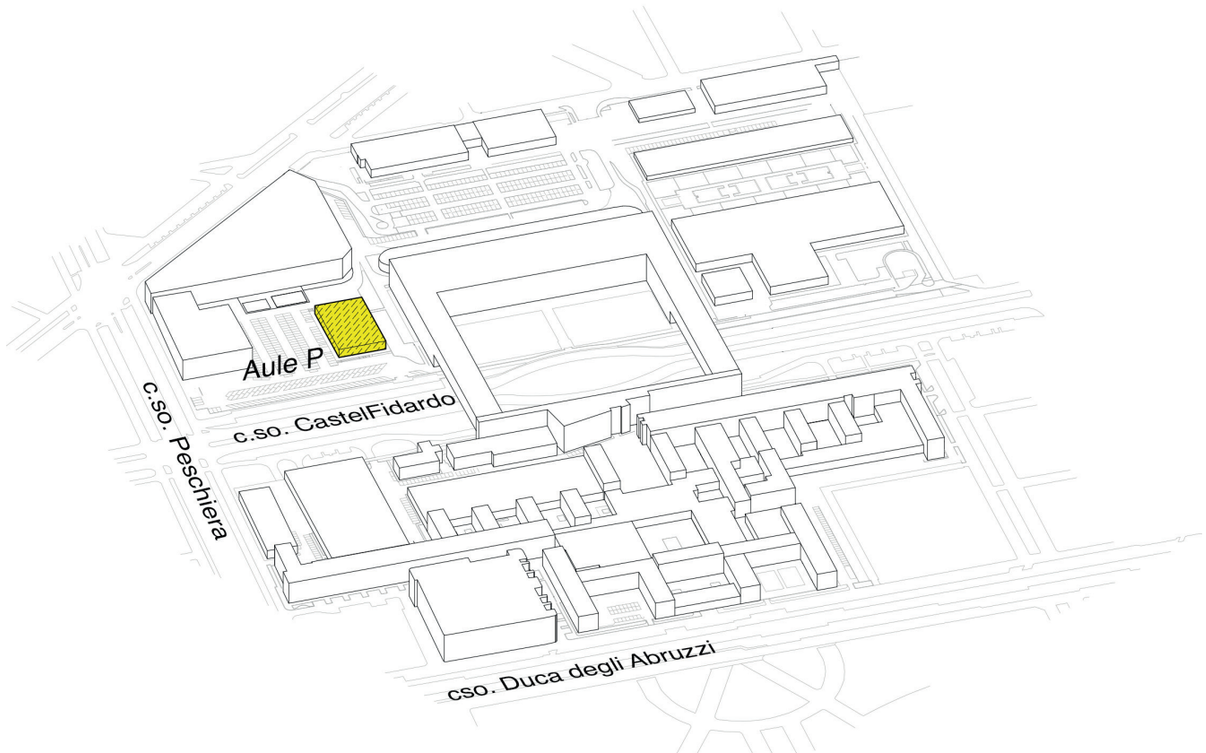
Pertanto, una valutazione inferiore a cinque impedisce l’ottenimento della certificazione WELL. La certificazione viene raggiunta se:

(PA/TP) = 1 WS = 5 + (OA/TO) x 5

Ogni risultato viene arrotondato per difetto al numero intero più vicino (Institute, 2017). Il punteggio massimo conseguibile da un progetto è dieci. La certificazione WELL è ottenuta con l’attribuzione di tre diversi livelli: argento, oro e platino. La certificazione Silver è garantita se fossero soddisfatte tutti i pre-requisiti applicabili alla tipologia di progetto presentato. La certificazione Gold si ottiene soddisfacendo tutti i pre-requisiti e almeno il 40% delle ottimizzazioni disponibili. Infine, è possibile ottenere un punteggio Platinum soddisfacendo tutte le condizioni preliminari e l'80% o più delle ottimizzazioni.
Dall'inizio del programma nel 2014, oltre 800 progetti sono stati registrati e quindi ammessi alla pre-certificazione e certificazione WELL in oltre 30 paesi in tutto il mondo, corrispondenti a circa 150 milioni di piedi quadrati di superficie dell'edificio. Questi progetti sono descritti in dettaglio nella directory del progetto IWBI, scaricabile dal loro sito Web (Institute, 2018). Di questi edifici 98 sono stati certificati fino ad oggi, mentre 85 sono "precertificati" e 648 sono registrati. Il numero di edifici che si sono registrati per la certificazione è significativamente più alto di quelli che hanno completato tutte le procedure per la certificazione poiché, dal momento della registrazione, ogni progetto ha a disposizione un periodo di tempo specifico (5 anni) entro il quale deve aver luogo la presentazione dei documenti e la verifica delle prestazioni.
L’attività di accompagnamento alla certificazione svolto con la presenza di professionisti che si dedicano all’analisi della documentazione presentata nonché si rendono disponibili a visite sul sito per effettuare le ispezioni tecniche previste ovviamente ha un costo. Le tariffe per la certificazione WELL dipendono dalle dimensioni e dal tipo di progetto come descritto di seguito:

- Registrazione: quando il progetto è registrato, le commissioni vanno da 1500 a 10000 dollari.
- Certificazione: le tasse di certificazione partono da 4000 dollari, con un costo per unità di superficie che va da 0,08 a 0,23 dollari per piede quadrato.
- Verifica delle prestazioni: la commissione di base è di 9000 dollari e varia da 0,15 a 0,35 dollari per piede quadrato. Se un progetto supera i dieci milioni di piedi quadrati, può essere richiesto un prezzo in volume.

APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO 5.



1.1 Le Aule P

Nella rassegna della letteratura sul tema pertinente la relazione tra IEQ e produttività si è sentita la necessità di osservare modalità e intensità di questa relazione nelle scuole elementari. Per estensione del concetto precedente si ritiene che nei luoghi deputati alla formazione degli individui l'approccio WELL trovi una delle espressioni di maggiore utilità pratica, sia perché abbraccia nella maggioranza dei casi strutture pubbliche nel nostro Paese, come gli istituti superiori e le Università, sia perché il messaggio evocativo sugli occupanti appare più immediato e potente. Un edificio che ha conseguito la certificazione WELL potrebbe essere in grado di trasferire i valori propri degli standard richiesti come strettamente connessi con la funzione che in questi edifici viene svolta. Un messaggio positivo e propositivo in termini ambientali, culturali, sociali dovrebbe costituire un elemento di traino, emotivamente forte agli occupanti e spingerli a un impegno maggiore per il raggiungimento dei propri sogni professionali e delle ambizioni personali che li hanno spinti a frequentare quel corso di studi.

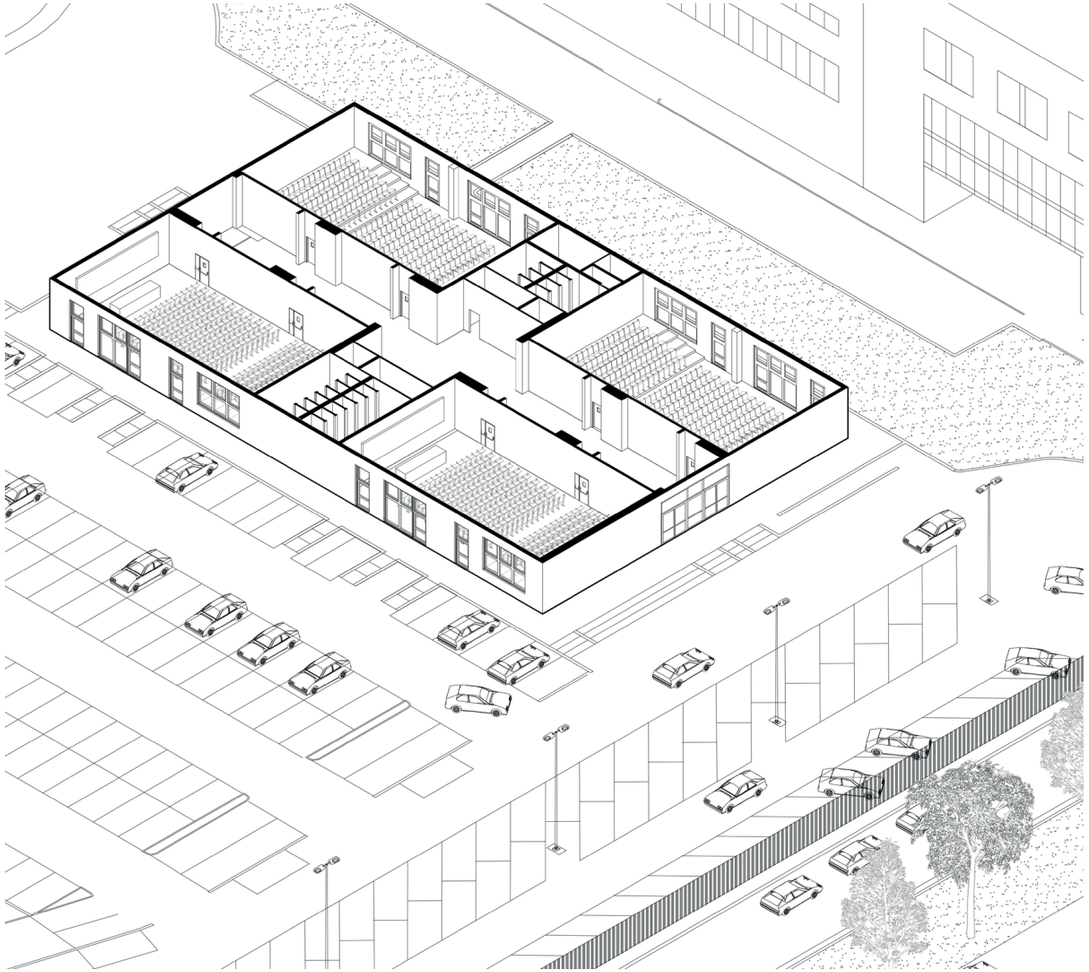
Il nuovo blocco delle aule "P" all'interno della Cittadella Politecnica si colloca nel quadro complessivo di strategia e sviluppo del Masterplan di Ateneo. L'edificio ne costituisce però al tempo stesso anche un'inattesa deviazione di percorso rispetto alle condizioni iniziali, mostrando la complessità e l'assenza di linearità di un processo, quale quello della messa a punto e dell'attuazione del Masterplan di Ateneo, i cui esiti sono fortemente influenzati da condizioni congiunturali in continua evoluzione. Il progetto può essere visto come un "accidente" o, piuttosto, un'eccezione a una regola non ancora del tutto formulata; si tratta infatti di un piano di contingenza nato parallelamente all'elaborazione del Masterplan per far fronte al fallimento (o meglio alla dilazione nel tempo) di un'ipotesi iniziale rivelatasi a un certo punto come non più percorribile. Il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico, ha quindi collaborato per la redazione del progetto, rafforzando così un rapporto di cooperazione interna all'Università.[60]

L'edificio in esame può essere inteso come un ponte, un compromesso necessario tra l'elemento previsionale di un Masterplan che opera in un lungo periodo, da una parte e le esigenze contingenti dall'altra. Inoltre, un ponte tra attività di ricerca accademica e il mondo dell'operatività interno all'università intesa come istituzione dedita alla formazione e soggetto attivo nella progettazione dei suoi stessi spazi formativi e in senso più lato della trasformazione della città.

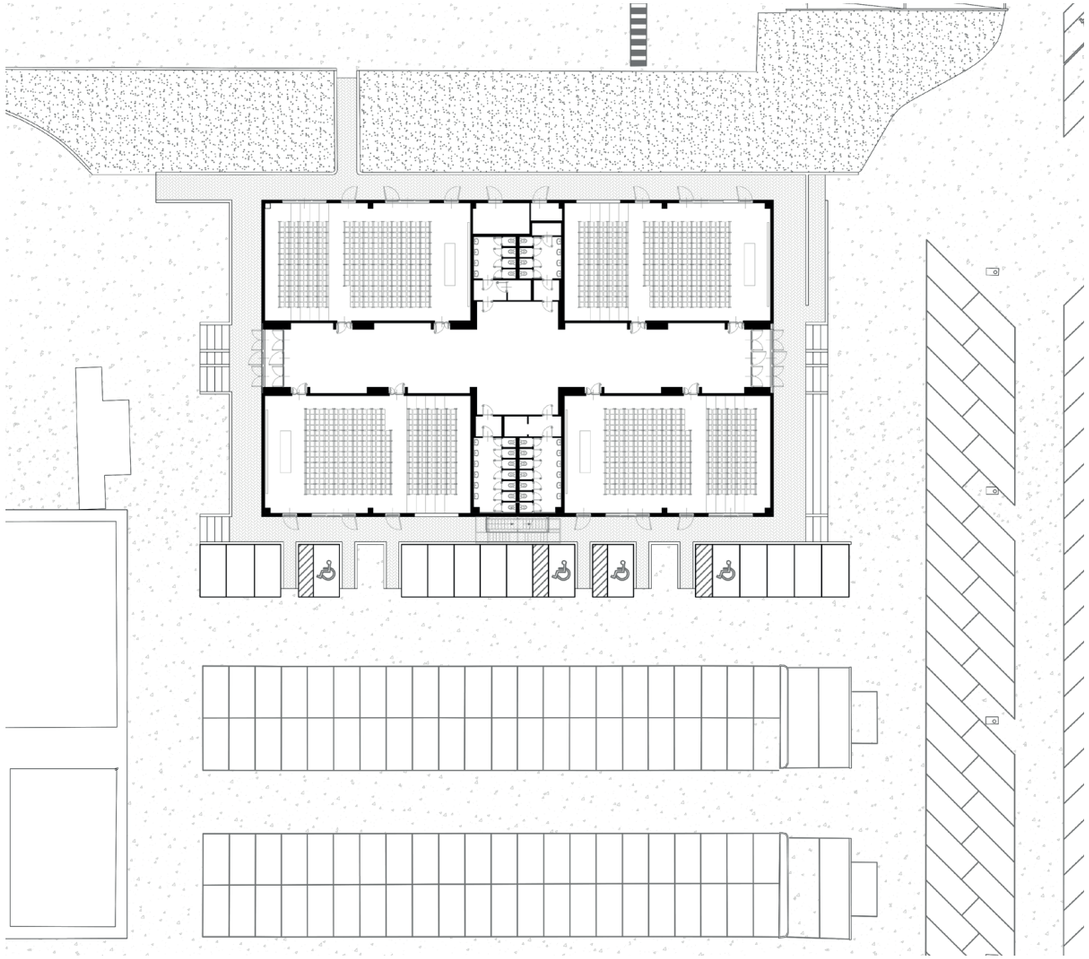
Il primo imput alla costruzione è avvenuto intorno ai primi mesi del 2017, dopo che l'abbattimento del blocco delle ex Tornerie delle Officine Grandi Riparazioni previsto per

la creazione del nuovo blocco didattico “R”, con 8 aule da 300 posti e altrettante da 150 posti, è stato bloccato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Piemonte. Questo elemento ha fatto nascere l’esigenza immediata di una struttura che contenesse l’inattesa urgenza di posti per le lezioni del periodo didattico del secondo semestre 2017/2018.
La struttura nasce con un doppio vincolo. Il primo, che è anche la chiave interpretativa secondo la quale leggere il progetto realizzato, è stata la stringente tempistica. Grazie ad un cronoprogramma estremamente compresso in poco più di 4 mesi è stata conclusa la procedura di gara e in soli 4 mesi è stata realizzata la struttura, che è entrata ufficialmente in funzione nel marzo 2018.
L’area destinata a ospitare il nuovo edificio è stata individuata all’interno della Cittadella Politecnica sin dalla prima stesura del DPP, Documento Preliminare alla Progettazione, prodotto dall’Area Edilizia e Logistica, in cui si fissavano i requisiti generali dell’opera dal punto di vista prestazionale ed economico e i relativi principali vincoli normativi e procedurali. In particolare l’area, affacciata su Corso Castel Fidardo, è compresa tra la nuova residenza universitaria Carlo Mollino, la centrale termica Iren Politecnico di Torino, e una manica del complesso della General Motors.

L’edificio è costituito da una pianta rettangolare a un piano fuori terra con 4 aule destinate esclusivamente ad attività di lezione frontale, di circa 220 m2 l’una e una capienza di 220 posti a sedere disposti in file di sedute parallele parzialmente gradonate. Le aule sono interposte tra loro dai locali per servizi igienici. lo spazio di distribuzione, sul quale sono collocati i due ingressi principali dell’edificio, attraversa longitudinalmente il fabbricato.



Vista assonometrica delle Aule P



Pianta delle Aule P

Il secondo vincolo che caratterizza il fabbricato è il concetto di temporaneità che ha rappresentato un ulteriore fattore determinante nella realizzazione del progetto. Le prescrizioni della prima stesura dal DPP indicavano come possibile orizzonte temporale dell'edificio un periodo limite di 5/7 anni, per poi poter essere in caso sostituita con la progressiva definizione del Masterplan da eventuali altri edifici. Sin dalle prime fasi di delineazione del progetto tra gli operatori e i protagonisti incaricati è sorta la necessità di porre attenzione all'aspetto della temporaneità del progetto e quindi nella sua intrinseca complessità e varietà di accezioni. Di fatto, il concetto di "temporaneità" è spesso associato con quello – più o meno correttamente inteso – di "riciclabilità", laddove quest'ultimo assume significati molto ampi, che vanno dalle tattiche dell'adaptive reuse alle operazioni di manomissione più radicali, fino alla disgregazione dell'oggetto edilizio in componenti fondamentali e alla sua metabolizzazione all'interno di nuovi cicli di vita.

Dal momento che l'ipotesi di reimpiego della componente edilizia presuppone alcuni requisiti molto stretti come la messa a punto di un sistema di assemblaggio e disassemblaggio non limitato agli elementi principali la cui funzionalità sia ancora valida al termine del periodo considerato, il fatto che la componente impiantistica, che rappresenta la parte più consistente del valore dell'edificio, sia ancora aggiornata dal punto di vista prestazionale e normativo al momento dell'ipotetico reimpiego.

L'orientamento prescelto, che ha condizionato l'intera fase di progettazione, è stato quello di un possibile riuso. Ciò ha inevitabilmente pesato su molte scelte del design e della fase di progettazione Tutte queste considerazioni hanno portato alla conclusione di considerare come un'alternativa plausibile il riuso dell'edificio, piuttosto che il suo più o meno parziale riciclo all'interno del processo di produzione edilizia. La strategia adottata è andata dunque nella direzione di privilegiare, una volta mutate le condizioni al contorno, il reimpiego in loco della parte più "solida" dell'edificio, variandone all'occorrenza l'organizzazione interna, realizzata con sistemi leggeri a secco. Questa strategia rappresenta sicuramente un aspetto vincente del progetto.

Nel corso della presente tesi è stato possibile entrare nel dettaglio del progetto e riscontrarne gli aspetti più riusciti, come ad esempio un uso efficiente delle risorse economiche, un efficiente struttura impiantistica di climatizzazione di nuova concezione con caratteristiche di risparmio energetico, la presenza di un sistema di pannelli fotovoltaici sulla copertura, elevata prestazione acustica delle partizioni interne che conferiscono anche la ricercata flessibilità al progetto sempre nell'ottica di riuso. Tutte le dotazioni audio-video sono di ultima generazione e le soluzioni acustiche ed energetiche adottate sono all'avanguardia, nel rispetto delle normative e di un adeguato livello di comfort per studenti e docenti.

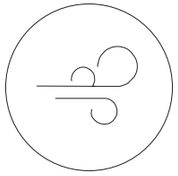
Le criticità del progetto risiedono in quegli aspetti non sufficientemente valutati nella fase di progettazione, condizionati dai vincoli precedentemente esposti. Si fa riferimento alla copertura del fabbricato, quinta facciata esposta alla manica sopraelevata della vicina General Motors, il cui utilizzo come solo deposito di impianti rappresenta elemento esteticamente disarmonico. Il tentativo di nasconderlo dietro una schermatura solare metallica presenta indubbie inesattezze e limiti che saranno ripresi nel corso dell'analisi dei singoli concept. Un altro aspetto debole della progettazione consiste nella limitata attenzione agli accorgimenti architettonici che non hanno preso in considerazione lo sfruttamento di risorse naturali passive come la ventilazione e l'illuminazione naturale. La trascuratezza degli elementi propri della biofilia e la mancanza di luoghi di aggregazione collettiva rappresentano altri fattori di debolezza intrinseca del progetto.

Lo studio orientato a verificare quanto il progetto in esame sia congruente con il protocollo WELL si ritiene che costituisca un elemento di stimolo alla progettazione futura del fabbricato in vista del suo programmato riuso. L'accostamento delle aule P al protocollo WELL rappresenta in altri termini un campo di ricerca strettamente coerente con la missione dell'istituzione che lo ha realizzato, un'occasione per la realizzazione di un valido strumento educativo sensibile alla creazione di un edificio più sostenibile.

Sebbene un edificio non debba necessariamente essere certificato attraverso qualsiasi sistema di classificazione per essere sostenibile e ben costruito, le ragioni generali per perseguire una certificazione WELL sono varie e spaziano da fattori di tipo strettamente economico ad aspetti di carattere strategico e di sistema per il settore edilizio. L'acquisizione di una certificazione WELL rappresenta un elemento di incremento dei costi del progetto e della costruzione, operazione che ha la necessità di incontrare l'approvazione degli stakeholder e degli occupanti. D'altra parte i costi, se vincoli economici permettendo, risultano maggiori nel breve periodo almeno fino alla realizzazione del costruito nel medio-lungo periodo possono rivelare consistenti risparmi che incidono sulla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'edificio. Sotto il profilo strategico e di sistema la certificazione può anche essere un modo per incentivare istituzioni pubbliche, clienti privati, proprietari, progettisti e utenti a sviluppare e promuovere pratiche di costruzione altamente sostenibili. Tutti aspetti questi di cui l'istituzione universitaria si ritiene debba avere interesse a sviluppare.

Bibliografia:

60 Berta M., Rolfo D., Il progetto tra previsione e contingenza.Un tassello eterodosso nel Masterplan del Politecnico di Torino, Atti e Rassegna Tecnica, 2018.



ARIA

“Le reazioni delle persone agli inquinanti atmosferici variano ampiamente e dipendono da molteplici fattori tra cui la concentrazione del contaminante, il tasso di assunzione e la durata dell’esposizione. La prevenzione della fonte di inquinamento, la corretta ventilazione e la filtrazione dell’aria sono alcuni dei mezzi più efficaci per raggiungere un’alta qualità dell’aria interna. Negli Stati Uniti, l’Environmental Protection Agency (EPA) stabilisce gli standard nazionali di qualità dell’aria ambiente (NAAQS) in base alla ricerca e al monitoraggio in corso. A questi standard sono stati attribuiti notevoli miglioramenti nella qualità dell’aria esterna e creano limiti di esposizione basati sia sulla durata dell’esposizione che sulla concentrazione per i sei principali inquinanti atmosferici: monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), biossido di azoto (NO_2), ozono (O_3), particolato (PM_{10} e $PM_{2.5}$) e anidride solforosa (SO_2). Il WELL Building Standard espande questi requisiti incorporando gli standard di altre agenzie, come l’Organizzazione mondiale della sanità (OMS). Per ridurre al minimo la trasmissione attraverso il contatto con superfici non igieniche, lo standard WELL Building fornisce un approccio che combina l’installazione di materiali appropriati con l’implementazione di protocolli efficaci per disinfettare regolarmente le aree prese in considerazione.” (WELL BUILDING STANDARD , v1 with Q3 2018 addenda).

Gli standard, o meglio dire i requisiti per l’aria sono 69, dei quali per edifici nuovi ed esistenti 35 prerogativi, e 34 opzionali, organizzati in 29 sopracategorie. La tabella seguente (Tabella n. 1) raffigura l’applicazione di questi al caso studio preso in esame . I requisiti sono elencati insieme al giudizio di valore espresso durante le ispezioni e conseguentemente al lavoro di analisi.

I giudizi sono quattro: ragginto, non raggiunto, potenzialmente raggiungibile, non potenzialmente raggiungibile.

Nella tabella sono riportate il tipo di documentazione prevista dal WELL per la verifica del soddisfacimento di ogni requisito. Molti di questi richiedono l’esperienza di un professionista.

TIPOLOGIA DI PROGETTO: EDIFICI NUOVI ED ESISTENTI						
CONCEPT: ARIA	TIPO DI REQUISITO	RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	TIPO DI DOCUMENTAZIONE
Standards:						
01 AIR QUALITY STANDARDS						
Standards for Volatile Substances	P	x				Test di prestazione
Standards for Particulate Matter and Inorganic Gases	P	x				Test di prestazione
Radon	P	x				Test di prestazione
02 SMOKING BAN						
Indoor Smoking Ban	P	x				Dichiarazione di intenti
Outdoor Smoking Ban	P		x			Ispezione visiva
03 VENTILATION EFFECTIVENESS						
Ventilation Design	P	x				Attestazione (MEP)
Demand Controlled Ventilation	P	x				Attestazione (MEP)
System Balancing	P	x				Attestazione (MEP)
04 VOC REDUCTION						
Interior Paints and Coatings	P	x				Accordo tra architetto e appaltatore
Interior Adhesives and Sealants	P	x				Accordo tra architetto e appaltatore
Flooring	P	x				Accordo tra architetto e appaltatore
Insulation	P	x				Accordo tra architetto e appaltatore
Furniture and Furnishings	P	x				Accordo tra architetto e proprietario
05 AIR FILTRATION						
Filter Accommodation	P	x				Attestazione (MEP)
Particle Filtration	P			x		Attestazione (MEP)
Air Filtration Maintenance	P			x		Programma di operazione
06 MICROBE AND MOLD CONTROL						
Cooling Coil Mold Reduction	P		x			Programma di operazione
Mold Inspections	P		x			Ispezione visiva
07 CONSTRUCTION POLLUTION MANAGEMENT						
Duct Protection	P				x	Assicurazione dell'appaltatore

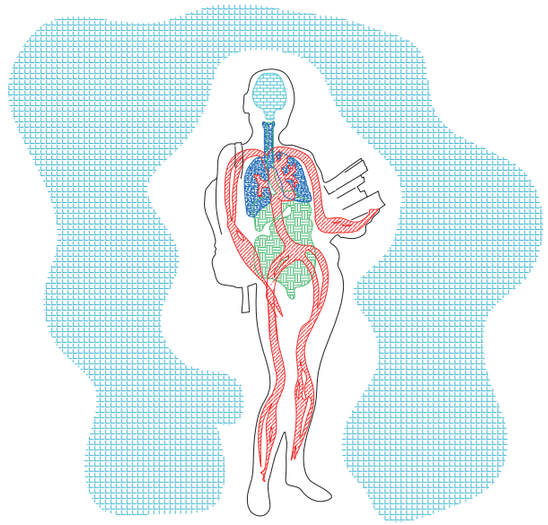
Filter Replacement	P				x	Assicurazione dell'appaltatore
Moisture Absorption Management	P				x	Assicurazione dell'appaltatore
Dust Containment and Removal	P				x	Assicurazione dell'appaltatore
08 HEALTHY ENTRANCE						
Entryway Walk-Off Systems	P	x				Ispezione visiva
Entryway Air Seal	P	x				Ispezione visiva
09 CLEANING PROTOCOL						
Cleaning Plan for Occupied Spaces	P			x		Programma di operazioni
10 PESTICIDE MANAGEMENT						
Pesticide Use	P			x		Programma di operazioni
11 FUNDAMENTAL MATERIAL SAFETY						
Asbestos and Lead Restriction	P	x				Architetto e MEP
Lead Abatement	P	x				Rapporto di bonifica
Asbestos Abatement	P	x				Rapporto di bonifica
Polychlorinated Biphenyl Abatement	P	x				Rapporto di bonifica
Mercury Limitation	P	x				MEP
12 MOISTURE MANAGEMENT						
Exterior Liquid Water Management	P		x			Documentazione del professionista
Interior Liquid Water Management	P		x			Documentazione del professionista
Condensation Management	P		x			Documentazione del professionista
Material Selection and Protection	P		x			Documentazione del professionista
13 AIR FLUSH						
Air Flush	O			x		Appaltatore
14 AIR INFILTRATION MANAGEMENT						
Air Leakage Testing	O			x		Verbale di messa a servizio
15 INCREASED VENTILATION						
Increased Outdoor Air Supply	O		x			MEP
16 HUMIDITY CONTROL						
Relative Humidity	O			x		MEP + misurazioni in sito
17 DIRECT SOURCE VENTILATION						
Pollution Isolation and Exhaust	O		x			Disegni tecnici e architettonici
18 AIR QUALITY MONITORING AND FEEDBACK						
Indoor Air Monitoring	O			x		MEP + controllo in sito
Air Data Record Keeping and Response	O			x		Dichiarazione di intenti
Environmental Measures Display	O			x		Ispezione visiva
19 OPERABLE WINDOWS						
Full Control	O	x				Architetto+ controllo in sito
Outdoor Air Measurement	O		x			Dichiarazione di intenti
Window Operation Management	O		x			Proprietario + controllo in sito

20 OUTDOOR AIR SYSTEMS						
Dedicated Outdoor Air Systems	O		x			MEP
21 DISPLACEMENT VENTILATION						
Displacement Ventilation Design and Application	O		x			MEP
System Performance	O		x			MEP
22 PEST CONTROL						
Pest Reduction	O			x		Dichiarazione di intenti + controllo in sito
Pest Inspection	O			x		Ispezione visiva
23 ADVANCED AIR PURIFICATION						
Carbon Filtration	O			x		MEP + controllo in sito
Air Sanitization	O			x		MEP + controllo in sito
Air Quality Maintenance	O			x		Programma operativo
24 COMBUSTION MINIMIZATION						
Appliance and Heater Combustion Ban	O				x	Proprietario + controllo in sito
Low-Emission Combustion Sources	O				x	MEP
Engine Exhaust Reduction	O				x	Ispezione visiva
Construction Equipment	O				x	Appaltatore
25 TOXIC MATERIAL REDUCTION						
Perfluorinated Compound Limitation	O			x		Architetto e proprieario
Flame Retardant Limitation	O			x		Architetto e proprieario
Phthalate (Plasticizers) Limitation	O			x		Architetto e proprieario
Isocyanate-Based Polyurethane Limitation	O			x		Architetto e proprieario
Urea-Formaldehyde Restriction	O			x		Architetto e proprieario
26 ENHANCED MATERIAL SAFETY						
Precautionary Material Selection	O		x			Architetto proprietario e appaltatore
27 ANTIMICROBIAL ACTIVITY FOR SURFACES						
High-Touch Surfaces	O		x			Disegni architettonici o programma operativo
28 CLEANABLE ENVIRONMENT						
Material Properties	O		x			Architetto e appaltatore + controllo in sito
Cleanability	O		x			Architetto e appaltatore + controllo in sito
29 CLEANING EQUIPMENT						
Equipment and Cleaning Agents	O			x		Programma operativo
Chemical Storage	O			x		Ispezione visiva
MEP = acronimo inglese per indicare i tre settori - Meccanico, Elettrico e idrulico - dell'edilizia seguiti da una società di ingegneria dedicata						

Tabella1: Verifica requisiti concept ARIA
elaborazione personale

Standard di qualità dell'aria.

Le sostanze inquinanti generate in ambienti chiusi possono portare a una varietà di sintomi e condizioni di salute. I composti organici volatili (COV), i sottoprodotti della combustione e il particolato aerodisperso sono noti per scatenare nausea, cefalea, asma, irritazione respiratoria e allergie. Sebbene l'aria esterna sia spesso di migliore qualità, i metodi di ventilazione naturale, le porte e le finestre manovrabili e l'infiltrazione generale dell'involucro edilizio possono ridurre la qualità dell'aria interna se i parametri di qualità dell'aria esterna sono scadenti.



-STANDARD PER SOSTANZE VOLATILI — Prerogative

sono soddisfatte le seguenti condizioni:

-Livelli di formaldeide inferiori a 27 ppb.

-VOC (Composti organici volatili) inferiori a 500 µg / m³

-STANDARD PER PARTICOLATO E GAS INORGANICI — Prerogative

sono soddisfatte le seguenti condizioni:

-Monossido di carbonio inferiore a 9 ppm.

-$PM_{2,5}$ inferiore a 15 µg / m³.

-PM_{10} inferiore a 50 µg / m³

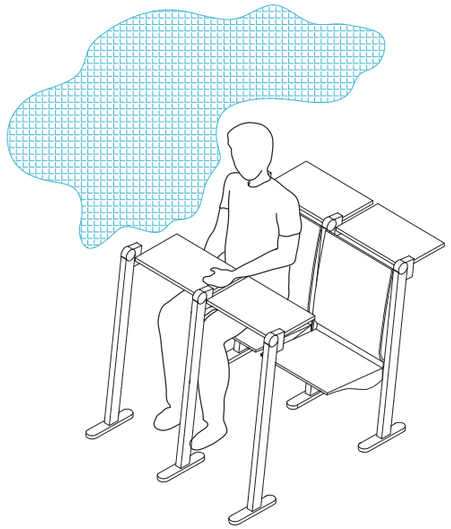
-Ozono minore di 51 ppb.

-RADON — Prerogative

sono soddisfatte le seguenti condizioni:

Radon inferiore a 0,148 Bq / L [4 pCi / L] nel livello più basso occupato del progetto.

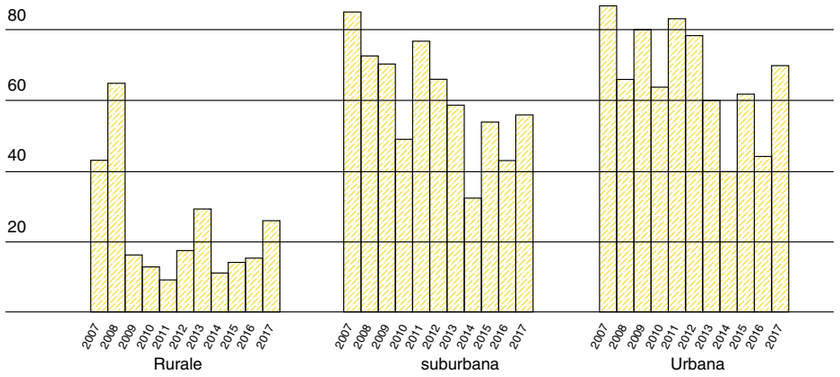
Verifica.



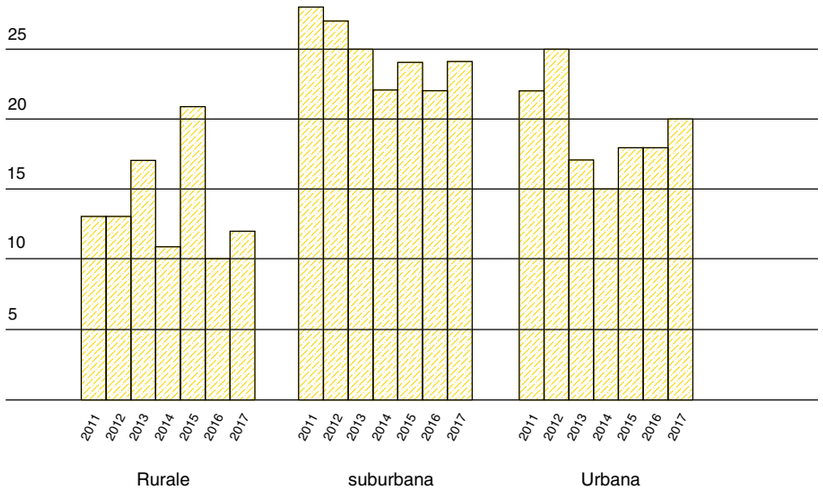
La qualità dell'aria dell'ambiente interno dipende dalla percentuale di sostanze inquinanti. Per verificarne l'effettiva presenza sono necessari test di verifica sul sito edificato. Per inquinanti si intende sia sostanze volatili come la VOC e la formaldeide che dipendono esclusivamente da fattori contingenti legati a caratteristiche fisiche e prestazionali del fabbricato, sia sostanze (quali i particolati, l'ozono, il radon ecc.) connesse alla qualità dell'aria ambientale. Questi parametri sono regolamentati dal decreto legislativo[61] (D. Lgs. 155 del 13/8/2010 e Direttiva UE 2008/50/CE) che definisce gli elementi necessari per una gestione corretta della qualità dell'aria, indicando per gli inquinanti i valori limite, valori obiettivo, soglie di informazione e di allarme, ecc..

L'ente pubblico ARPA Piemonte (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) garantisce l'attuazione degli indirizzi programmatici della Regione Piemonte nel campo della previsione, prevenzione e tutela ambientale attraverso la gestione della propria rete di rilevamento con stazioni fisse e mobili e con attività di monitoraggio puntuali su scala regionale.[62]

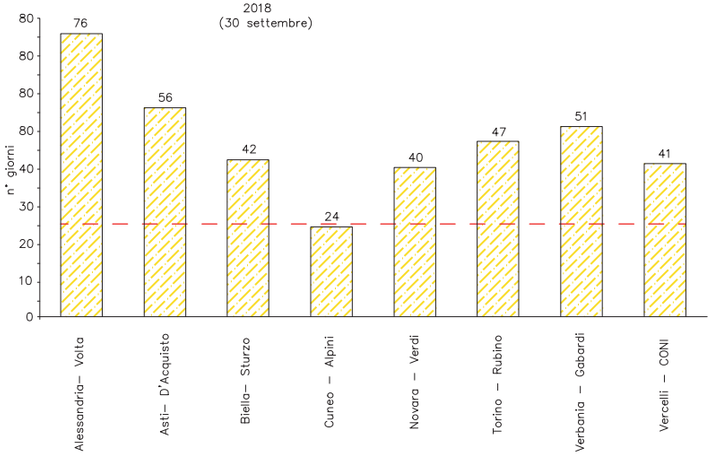
La formaldeide è un composto organico in fase di vapore, caratterizzato da un forte odore pungente. La formaldeide è sia un prodotto della combustione (fumo di tabacco e altre fonti di combustione), sia un fattore caratterizzante alcuni materiali edilizi e di arredamento. Il composto ha un largo impiego nell'edilizia poiché viene emesso da resine urea-formaldeide usate per l'isolamento (cosiddette UFFI) e da resine usate per truciolato e compensato di legno, per tappezzerie, moquette, tendaggi e altri tessili sottoposti a trattamenti antipiega e per altro materiale da arredamento. Nella Circolare del Ministero della Sanità n. 57 del 22 giugno 1983 "Usi della formaldeide - Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego"[63] , e poi confermato nel decreto del 2008, viene riportato un limite massimo di esposizione di 0,1 ppm (124 µg/m³) negli ambienti di vita e di soggiorno. Per quanto riguarda le metodiche da utilizzare per le misurazioni delle concentrazioni ritenute dannose, il decreto del 2008 riporta i



Particolato atmosferico $PM_{2,5}$:
numero di superamenti, valore della mediana per tipologia di zona
fonte: Arpa Piemonte



Particolato atmosferico $PM_{2,5}$:
numero di superamenti, valore della mediana per tipologia di zona
fonte: Arpa Piemonte



Ozono, numero superament per la Regione Piemonte , 2018
fonte ARPA Piemonte
rielaborazione personale

riferimenti dei metodi UNI[64] . L'assenza di documentazione circa l'impiego di materiali di questo tipo nell'ambito del progetto in esame si ritiene che la presenza di formaldeide si approssimi attorno a valori di rispetto delle norme vigenti.

Per quanto riguarda i dati relativi all'inquinamento atmosferico questi hanno documentazione più approfondita.

Con materiale particolato aerodisperso PM si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide sospese in aria ambiente. Con PM10 si intende quelle con diametro 10 μm e PM2,5 diametro inferiore a 2,5 μm. Mentre le prime possono essere inalate e quindi possono penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio dell'uomo, dal naso alla laringe, le seconde possono spingersi nella parte più profonda dell'apparato repiratorio, fino a raggiungere i bronchi. Sono di natura varia e nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali, usura dell'asfalto, e in misura maggiore dalle emissioni di scarico del traffico veicolare. Il D.lgs 155/2010[65] stabilisce per il PM10 come valore limite giornaliero 50 μg/m^3 da non superare più di 35 volte per anno civile, mentre Il valore limite della media annua per la protezione della salute umana è pari a 40 μg/m^3. Per il particolato $pm_{2,5}$ il valore limite è di 25 μg/m^3; a partire dal 1 gennaio 2020, il valore critico è stato stabilito in 20 μg/m^3.

Nelle tabelle 1 e 2 dell'Arpa Piemonte sono riportati i numeri mediani di superamento dei valori limite indicati dalla normativa per tipologia di area urbana. Come è possibile notare i dati sembrano esprimere un generale abbassamento dei livelli di particolato negli anni, soprattutto in tutte le aree urbane della regione Piemonte. In particolare nel 2018 il valore limite della media annuale, pari a 40 μg/m^3, non è stato superato in nessuna stazione, a differenza dell'anno precedente e del 2016, nei quali vi era stato il superamento in più stazioni della città di Torino. Il 2018 è il primo anno in cui il valore limite della media annuale di PM10 è rispettato in tutto il territorio regionale. Il valore massimo della media annuale, pari a 40 μg/m^3, è stato misurato a Torino, nella stazione di Torino – Grassi. La situazione risulta più critica se prendiamo in considerazione il valore limite giornaliero, pari a 50 μg/m^3 da non superare in più di 35 giorni per anno civile. Tale limite è stato superato in tutti i punti di misura delle città di Torino pur registrando un numero di casi minore rispetto agli anni precedenti (a Torino - Rebaudengo e a Torino - Grassi, ad esempio, sono stati calcolati rispettivamente 87 e 76 superamenti contro i 118 e 112 del 2017.) Mentre per quanto riguarda il $Pm_{2,5}$ la mediana registrata nel capoluogo di regione per il 2018 è di 19 μg/m^3, inferiore rispetto ai limiti imposti dalla normativa.[66]

Per quanto riguarda l'Ozono i dati per la città di Torino sono più critici. Il valore obiettivo annuale, pari a 120 $\mu g/m^3$ calcolato come media massima delle 8 ore consecutive da non superare in più di 25 giorni all'anno, è stato violato nel 2018 nel 74% delle stazioni mentre nel 2017 il limite risultava superato nel 90% delle stazioni. Tale differenza è da attribuire alle diverse condizioni meteorologiche dei due anni presi a confronto. In generale si evidenzia che, su base annuale, tale valore obiettivo è superato generalmente in circa il 90% dei punti di misura della rete regionale.

Bibliografia:

61 Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"

62 Arpa Piemonte, www.arpa.piemonte.it

63 Ministero sanità, Circ. 22 giugno 1983, n. 57 - Usi della formaldeide. Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego

64 Decreto 10 ottobre 2008 Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno.

65 Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 , "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"

66 Arpa Piemonte, Aria_Particolato PM10 superamenti limite giornaliero, www.arpa.piemonte.it, consutato il 17/08/2019

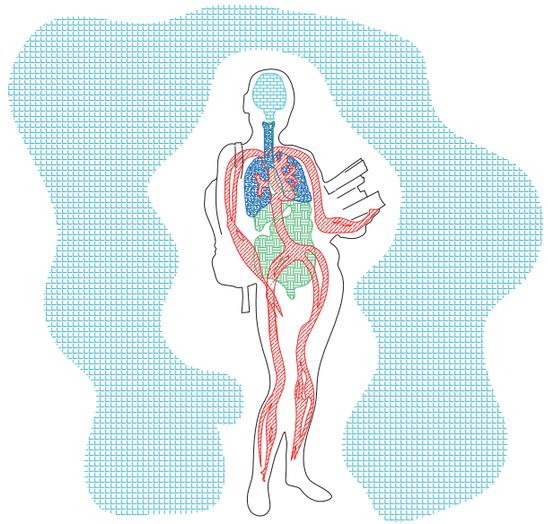
ARPA PIEMONTE - TABELLA DEI PARAMETRI NORMATIVI -D. Lgs. 155 del 13/8/2010 / Direttiva UE 2008/50/CE										
			a partire dal							
	mediazione	note	2010	2011	2012	2013	2014	2015	da definire	Unità di misura
SO2 (biossido di zolfo)										
valore limite		da non superare più di 24 volte per anno civile	350							$\mu g/m^3$
valore limite	1 ora	da non superare più di 3 volte per anno civile	125							$\mu g/m^3$
livello critico per la protezione della vegetazione	1 giorno	anno civile	20							$\mu g/m^3$
livello critico per la protezione della vegetazione	anno civile	inverno (1 ott - 31 mar)	20							$\mu g/m^3$
soglia di allarme	1 ora	misurata per tre ore consecutive	500							$\mu g/m^3$
NO2 (biossido di azoto)										
valore limite	1 ora	da non superare più di 18 volte per anno civile	200							$\mu g/m^3$
valore limite	anno civile		40							$\mu g/m^3$
soglia di allarme	1 ora	misurata per tre ore consecutive	400							$\mu g/m^3$
livello critico per la protezione della vegetazione	anno civile	di NOX	30							$\mu g/m^3$
Benzene										
valore limite	anno civile		5							$\mu g/m^3$
CO monossido di carbonio										
valore limite	massima media di 8 ore giornaliera		10							mg/m^3
PM10										
valore limite	1 giorno	da non superare più di 35 volte per anno civile	50							$\mu g/m^3$
valore limite	anno civile		40							$\mu g/m^3$
PM2,5										
valore limite	anno civile	in vigore con margine di tolleranza	29	28	27	26	26	25		$\mu g/m^3$
O3 ozono										
soglia di informazione	1 ora	misurato o previsto per tre ore consecutive	180							$\mu g/m^3$
soglia di allarme	1 ora	non più di 25 volte/anno come media su 3 anni (valutabile nel 2013)	240							$\mu g/m^3$
valore obiettivo per la protezione della salute umana	massima media di 8 ore giornaliera	come media su 5 anni (valutabile nel 2015)	120							$\mu g/m^3$
valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40 da maggio a luglio		18000							$\mu g/m^3$
obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	massima media di 8 ore giornaliera	calcolata nell'arco dell'anno civile							120	$\mu g/m^3$
obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione/foreste	AOT40 da maggio a luglio (vegetazione) AOT40 da aprile a settembre (foreste)								6000	$\mu g/m^3$
Metalli e IPA										
valore limite per il Piombo	anno civile	nella frazione PM10	0,5			6				ng/m^3
valore obiettivo per l'Arsenico	anno civile	nella frazione PM10				5				ng/m^3
valore obiettivo per il Cadmio	anno civile	nella frazione PM10				20				ng/m^3
valore obiettivo per il Nichel	anno civile	nella frazione PM10				1				ng/m^3
valore obiettivo per il Benzo(a)pirene	anno civile	nella frazione PM10				1				ng/m^3

Tabella 2.
Tabella dei parametri normativi - D. Lgs. 155 del 13/8/2010 / Direttiva UE 2008/50/CE

fonte: Arpa Piemonte

Ventilation Effectiviness

Le attività al chiuso di routine, tra cui la cottura, la pulizia, le operazioni di costruzione e manutenzione e persino la presenza di occupanti possono degradare la qualità dell'aria. Molti inquinanti indoor derivanti da tali attività, tra cui particolato e VOC possono causare disagio e scatenare l'asma e l'irritazione agli occhi, al naso e alla gola. Poiché è difficile testare per ogni potenziale inquinante e poiché il biossido di carbonio è facile da rilevare, i livelli di anidride carbonica fungono da proxy per altri inquinanti indoor.



VENTILATION DESIGN

Prerogative

Uno dei seguenti requisiti è soddisfatto per tutti gli spazi:

Le velocità di ventilazione sono conformi a tutti i requisiti stabiliti in ASHRAE 62.1-2013 (Procedura di tasso di ventilazione o Procedura IAQ).

I progetti soddisfano tutti i requisiti stabiliti in qualsiasi procedura in ASHRAE 62.1-2013 (inclusa la procedura di ventilazione naturale) e dimostrano che la qualità dell'aria ambiente entro 1,6 km dall'edificio è conforme al NAAQS dell'EPA statunitense o soddisfa gli standard di qualità dell'aria che sono inclusi nello standard WELL Building per almeno il 95% di tutte le ore dell'anno precedente.

DEMAND CONTROLLED VENTILATION

Prerogative

Per tutti gli spazi di 46,5 m² o più grandi con una densità di occupante effettiva o prevista superiore a 25 persone per 93 m², è soddisfatto uno dei seguenti requisiti:

Un sistema di ventilazione controllata dal fabisogno regola la velocità di ventilazione dell'aria esterna per mantenere i livelli di anidride carbonica nello spazio inferiore a 800 ppm (misurati a 1,2-1,8 m sopra il pavimento)

I progetti che hanno soddisfatto i requisiti per le finestre apribili mostrano che il flusso è di 800 ppm nelle massime occupazioni previste (misura 1,2-1,8 m sopra il pavimento).

PART 3: SYSTEM BALANCING

Prerogative

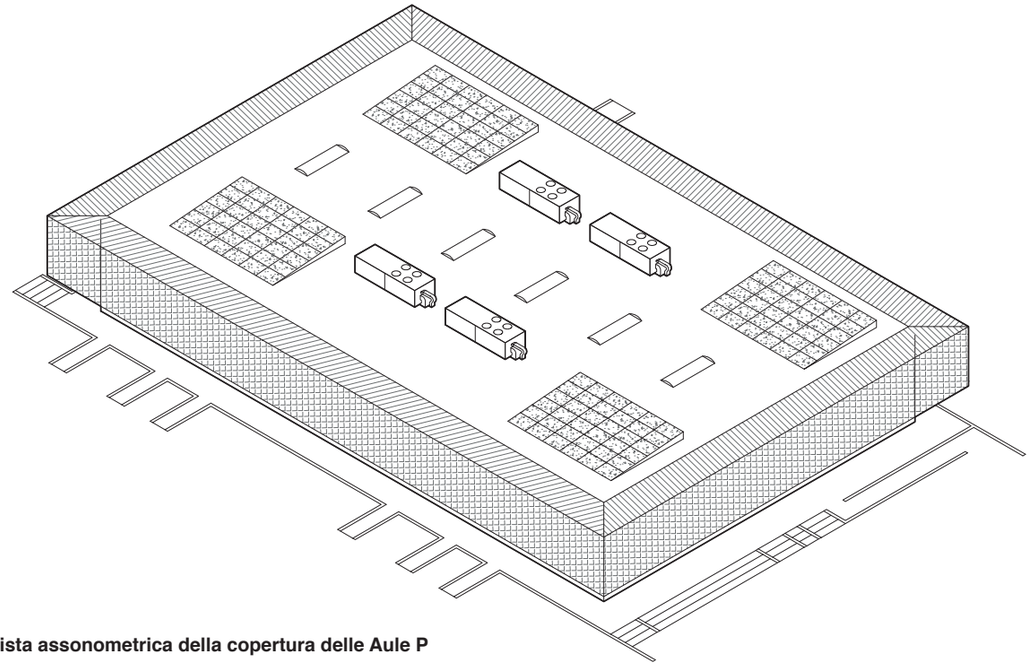
Dopo l'installazione del sistema HVAC, viene soddisfatto il seguente requisito:

Dopo un sostanziale completamento e prima dell'occupazione, il sistema HVAC è stato sottoposto (negli ultimi 5 anni), o è stato programmato per un test e bilanciamento.

Verifica.

L'intera area di circa 1200 m² è climatizzata tramite un sistema di ventilazione meccanica studiato dall'Ing. Facelli per conto del politecnico Area Edilizia. La progettazione prevede l'impianto di 5 unità rooftop a elevatissima prestazione fornite dall'azienda leader nel settore Climaventa S.p.A.. L'impianto è studiato in modo da rispondere alla recente normativa ERP 2018. Quattro unità, modelli WRX/S 0182, sono a recupero di calore a flussi incrociati ad alta efficienza e una, modello WTA-D/S 5500, a recupero di calore termodinamico, compressore scroll inverter e ventilatori plug fan. Quest'ultima unità rappresenta una versione più recente delle altre macchine in quanto è dotata di un sistema dedito all' aumento di resa per carico interno e post-riscaldo a gas caldo per deumidificazione estiva. La distribuzione dell'aria nelle aule è garantita da un sistema di canali P3 ductal. Nella controsoffittatura sono installati diffusori Lindab KQ1 con feritoie orientabili, e diffusori lineari ad altissima induzione, che assicurano un'adeguata distribuzione dell'aria scongiurando il fenomeno di flussi d'aria che possano recare disturbo agli occupanti. In ultimo, trattandosi di aule universitarie, particolare premura è stata posta nel raggiungimento del comfort acustico grazie all' installazione di silenziatori Lindab della serie TUNE-S a servizio delle unità rooftop con il compito di mascherarvi il rumore.[67]

Gli standard di ventilazione del protocollo WELL fanno riferimento alla normativa ASHRAE 62.1-2013.[68] il cui scopo è di specificare le velocità minime di ventilazione e altre misure destinate a fornire all'interno qualità dell'aria accettabile per gli occupanti



Vista assonometrica della copertura delle Aule P

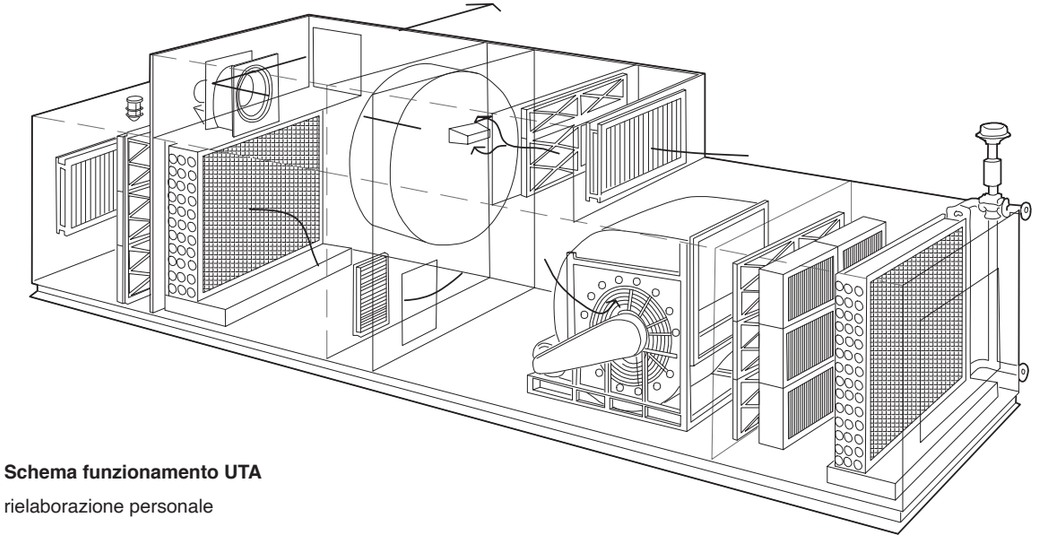
umani e che minimizza gli effetti negativi sulla salute. La normativa riporta i valori di velocità minime di ventilazione nella zona di respirazione a seconda del tipo e fruizione del locale di occupazione. Nello specifico per aule scolastiche è previsto indice di portata di aria esterna per affollamento di minimo 5 L/s x pers.
Le direttive europee per la climatizzazione di edifici seguono le direttive della UNI 1039 del '95,[69] da poco sottoposta a un'operazione di revisione. La UNI prescrive che gli impianti, al fine di garantire livelli di benessere accettabili per le persone assicurino: un'immissione di aria esterna almeno pari a determinati valori minimi in funzione della destinazione d'uso dei locali, una filtrazione minima dell'aria, una movimentazione dell'aria con velocità entro determinati limiti. La portata minima di aria esterna di estrazione richiesta dalla normativa per aule universitarie è di 7 L/s. Inoltre, nel prospetto VIII in appendice A della norma sono riportati gli indici di affollamento convenzionali (ns) validi ai fini progettuali in assenza di riferimenti certi, classificati in base alla destinazione d'uso dell'edificio. Il parametro è espresso in numero di persone per metro quadrato di superficie calpestabile. Per le aule universitarie ns= 0,60. Infine, nel prospetto X della norma UNI 10339 sono riportati i valori limite della velocità dell'aria "v" nel volume convenzionale in m/s per riscaldamento e raffreddamento a seconda della destinazione del locale. Nel caso delle aule universitarie il valore della velocità dell'aria deve essere compreso tra 0,05 a 0,15 m/s.
In un esempio applicativo di questi dati nel caso studio preso a riferimento è stato calcolato che la portata d'aria di estrazione in ogni classe è di all'incirca 7920 m^3/h. Le stesse scelte impiantistiche per il sistema di condizionamento e ricambio aria nel progetto sono state in parte influenzate dalle riflessioni sul possibile riuso della struttura, le quali hanno portato a distribuire i sistemi di mandata e ripresa soltanto sui controsoffitti e sui muri divisori delle aule, evitando sistemi a pavimento, che potrebbero creare problemi in occasioni di eventuali frazionamenti interni degli spazi.

Bibliografia:

67 Progetto aria Tecnologia per il confort, Politecnico di Torino - Aule La Cittadella, 2018, https://www.progettoaria.com/post/politecnico-di-torino-aule-la-cittadella, consultato il 24/05/2019

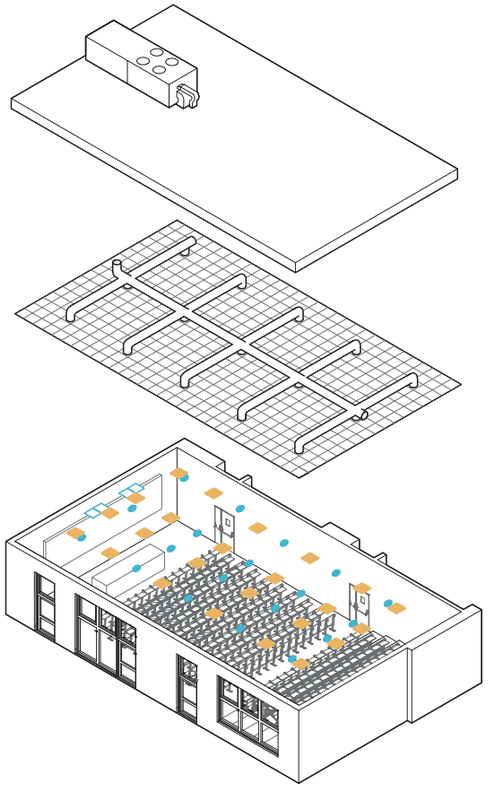
68 ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2013, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

69 UNI 10339:1995, Air-conditioning systems for thermal comfort in buildings. General, classification and requirements. Offer, order and supply specifications.



Schema funzionamento UTA

rielaborazione personale



Unità roof-top

Pompe di calore Climaventa WRX/S 0182

Controsoffitto CS-01
modulare 60/60 in lana minerale fonoriflettente

Diffusori aria Lindab + Canali P3 Ductal

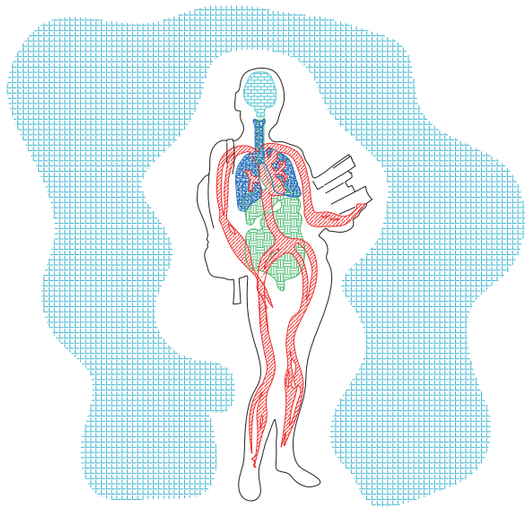
Schema distributivo areazione
bocchette di mandata
bocchette di ripresa
impianto diilluminazione

Schema funzionamento impianto HVAC nell'aula

0.4 Standard

VOC reduction

La qualità dell'aria interna può essere degradata in modo significativo dai composti organici volatili (COV) che emettono gas da vernici, finiture e altri rivestimenti e possono anche derivare dall'uso di prodotti per la pulizia, deodoranti, prodotti per la cura della persona e altri materiali introdotti nell'edificio. I COV comprendono benzene (classificato dall'EPA come noto cancerogeno per l'uomo), formaldeide e altri composti chimici, che ad alte concentrazioni possono portare a irritazione del naso e della faringe e sono stati associati a leucemia, asma infantile e altri disturbi respiratori. I livelli di COV possono essere 5 volte più alti all'interno che all'esterno.



PART 1: INTERIOR PAINTS AND COATINGS

Prerogative

I limiti VOC delle vernici e dei rivestimenti per interni appena applicati soddisfano uno dei seguenti requisiti:

Il 100% dei prodotti installati soddisfa la California Air Resources Board (CARB) 2007, la misura di controllo suggerita (SCM) per i rivestimenti architettonici o la regola 1113 del Distretto di gestione della qualità dell'aria della costa sud (SCAQMD), in vigore dal 3 giugno 2011 per i contenuti VOC.

Almeno il 90%, in volume, soddisfa il California Department of Public Health (CDPH) Standard Method v1.1-2010 (o successivo) per le emissioni di COV.

Normative nazionali applicabili sul contenuto di COV o condurre test del contenuto di COV secondo ASTM D2369-10; ISO 11890, parte 1; ASTM D6886-03; o ISO 11890-2.

PART 2: INTERIOR ADHESIVES AND SEALANTS

Prerogative

I limiti VOC delle vernici e dei rivestimenti per interni appena applicati soddisfano uno dei seguenti requisiti:

Il 100% dei prodotti installati soddisfa la Regola 1168 del South Coast Air Quality Management Distric per il contenuto di COV. I limiti di composti organici volatili (COV) corrispondono a una data di entrata in vigore il 1 ° luglio 2005 e una data di modifica della regola del 7 gennaio 2005.

Almeno il 90%, in volume, soddisfa il California Department of Public Health (CDPH) Standard Method v1.1-2010 (o successivo) per le emissioni di COV.

Normative nazionali applicabili sul contenuto di COV o condurre test del contenuto di COV secondo ASTM D2369-10; ISO 11890, parte 1; ASTM D6886-03; o ISO 11890-2.

PART 3: FLOORING

Prerogative

Le emissioni di COV di tutti i pavimenti per interni di nuova installazione soddisfano tutti i limiti stabiliti dai seguenti, a seconda dei casi:

California Department of Public Health (CDPH) Standard Method v1.1-2010 (o successivo).

PART 4: INSULATION

Prerogative

Le emissioni di COV di tutti gli isolamenti interni termici e acustici di nuova installazione soddisfano tutti i limiti stabiliti da quanto segue:

California Department of Public Health (CDPH) Standard Method v1.1-2010 (o successivo).

PART 5: FURNITURE AND FURNISHINGS

Prerogative

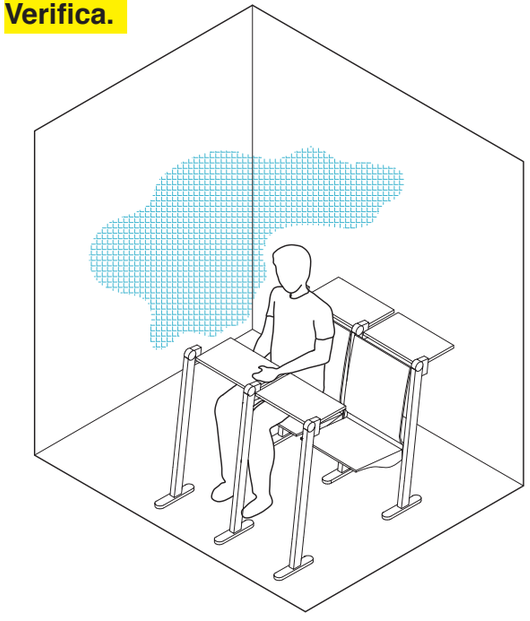
Le emissioni di COV di almeno il 95% (in base al costo) di tutti i mobili e gli arredi per interni appena acquistati nell'ambito del progetto soddisfano tutti i limiti stabiliti dai seguenti, a seconda dei casi:

ANSI / BIFMA e3-2011 Standard di sostenibilità dei mobili sezioni 7.6.1 o 7.6.2, testati secondo il metodo standard ANSI / BIFMA M7.1-2011.

California Department of Public Health (CDPH) Standard Method v1.1-2010 (o successivo).

0.4 Standard

Verifica.



il California Department of Public Health (CDPH) Standard Method v1.1-2010[70] prevede la definizione di un metodo di test e valutazione di VOC all'interno di spazi confinati generato da fonti interne con l'utilizzo di camere ambientali. Il CDPH regola i procedimenti e le fasi operative atte alla definizione dei test in campioni di camere standard con lo scopo di certificare l'adeguatezza del prodotto da identificare idonei alle prescrizioni indicati dalla normativa. Questo metodo si applica a qualsiasi categoria di prodotto generalmente utilizzata all'interno dell'involucro di un ambiente interno chiuso, prodotto che può essere testato per intero o mediante campione rappresentativo in camere ambientali. Ciò include, ad esempio, vernici, altri rivestimenti e finiture architetturali, sigillanti, adesivi, rivestimenti murali, rivestimenti per pavimenti, soffitti acustici, pannelli in legno, isolamento di pareti e soffitti utilizzati in edifici per uffici pubblici e commerciali, scuole, residenze e altri tipi di edifici. Questo metodo si applica ai prodotti di nuova fabbricazione prima che vengano utilizzati nella costruzione, finitura e arredamento di edifici.

In questo caso, l'adeguamento alla norma implicherebbe l'applicazione di un metodo standard nazionale americano per le emissioni di COV di ogni prodotto usato, come le forniture d'arredo amovibile di scuole e uffici. Oltre il Well Building standard, numerosi altri programmi di certificazione dei prodotti, come il Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Indoor Environmental Quality, adottano la suddetta pratica standard. Per la maggior parte lo standard promosso dalla California Department of Public Health riprende le direttive impostate dalla normativa europea UNI EN ISO 16017:[71] Campionamento ed analisi di composti.

In Italia si è avviata un'operazione di adeguamento agli standard europei con il recepimento di tali norme. La situazione italiana in materia di inquinamento indoor si è avviata verso un progressivo miglioramento, le limitazioni delle emissioni di VOC dovuto all'uso di solventi organici in alcune dovuti all'uso di solventi organici in alcune vernici e pitture sono regolamentati tramite la direttiva Direttiva 2004/42/CE e al Decreto Legislativo 27 marzo 2006 n.161[72] . La Direttiva subordina l'immissione sul mercato delle pitture e dei i rivestimenti utilizzati in edilizia a: un contenuto massimo di COV diverso per ogni categoria, specifici obblighi di etichettatura; include diverse sanzioni; delinea i metodi analitici di calcolo del tasso di COV; definisce i valori limite per le diverse sottocategorie di prodotti. La Direttiva introduce l'obbligo di apporre sui prodotti inclusi nel suo ambito di applicazione un'apposita etichetta da cui risultino evidenti alcune informazioni basilari: la natura del prodotto ed il relativo contenuto di COV. I Limiti di contenuto massimo di VOC per prodotti liquidi pronti all'uso, espressi in g/L sono a volte conformi a volte distanti da quelli indicati dalla normativa americana, CARB California Air Resources Board (ARB) Suggested Control Measure for Architectural Coatings.[73]

Dal momento che non è stato possibile effettuare calcoli di prestazione del contenuto di VOC all'interno del complesso delle aule, è Stato effettuato un lavoro di revisione sui prodotti utilizzati per i rivestimenti superficiali delle pareti del fabbricato. I prodotti utilizzati per gli interni sono un'idropittura inodore, dal basso contenuto di composti organici volatili, priva di formaldeide e plastificanti aggiunti di colore bianco puro RAL 9010 per le classi, e di colore giallo segnale RAL 1003 per i corridoi. Per l'esterno è stata usata una pittura liscia fondo cassero metallico colore grigio grafite RAL 7024.

Bibliografia:

70 Indoor Air Quality Section, Environmental Health Laboratory Branch, Division of Environmental and Occupational Disease Control, California Department of Public Health. Standard method For the testing and evaluation of Volatile organic chemical emissions from indoor sources using environmental chambers version 1.1. 2010.
https://www.cdph.ca.gov/Programs/CCDPHP/DEODC/EHLB/IAQ/CDPH%20Document%20Library/CDPH-IAQ_StandardMethod_V1_1_2010_ADA.pdf

71 UNI EN ISO 16017-1:2002, Indoor, ambient and workplace air - Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography - Pumped sampling

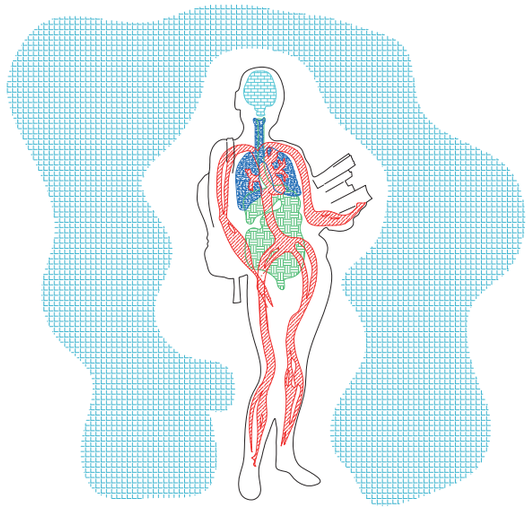
72 Decreto Legislativo 27 marzo 2006, n. 161, "Attuazione della direttiva 2004/42/CE, per la limitazione delle emissioni di composti organici volatili conseguenti all'uso di solventi in talune pitture e vernici, nonche' in prodotti per la carrozzeria"

73 California Air Resources Board (CARB) 2007, Suggested Control Measure (SCM) for Architectural Coatings

0.6 Standard

MICROBE AND MOLD CONTROL

La muffa cresce spesso su serpentine di raffreddamento nei sistemi HVAC a causa della condensa dell'umidità e può essere introdotta nell'aria interna dell'edificio. Può anche verificarsi su o all'interno di assiemi di pareti a causa di danni causati dall'acqua o dettagli impropri in luoghi umidi, ad esempio cucine e bagni. Le spore della muffa possono scatenare asma, mal di testa, allergie e altri disturbi del sistema respiratorio.



PART 1: COOLING COIL MOLD REDUCTION

Prerogative

Negli edifici che si basano su un sistema meccanico per il raffreddamento, viene soddisfatto uno dei seguenti requisiti:

Le lampade a raggi ultravioletti (che utilizzano una lunghezza d'onda di 254 nm per non generare ozono) sono impiegate sulle serpentine di raffreddamento e sulle bacinelle di drenaggio delle forniture del sistema meccanico. L'irraggiamento che raggiunge la serpentina di raffreddamento e la vaschetta di drenaggio, compresi gli angoli del plenum, è modellato.

La politica di costruzione prevede che tutte le serpentine di raffreddamento siano ispezionate su base trimestrale per la crescita di muffe e pulite se necessario. Foto datate che dimostrano aderenza vengono fornite all'IWBI su base annuale.

PART 2: MOLD INSPECTIONS

Prerogative

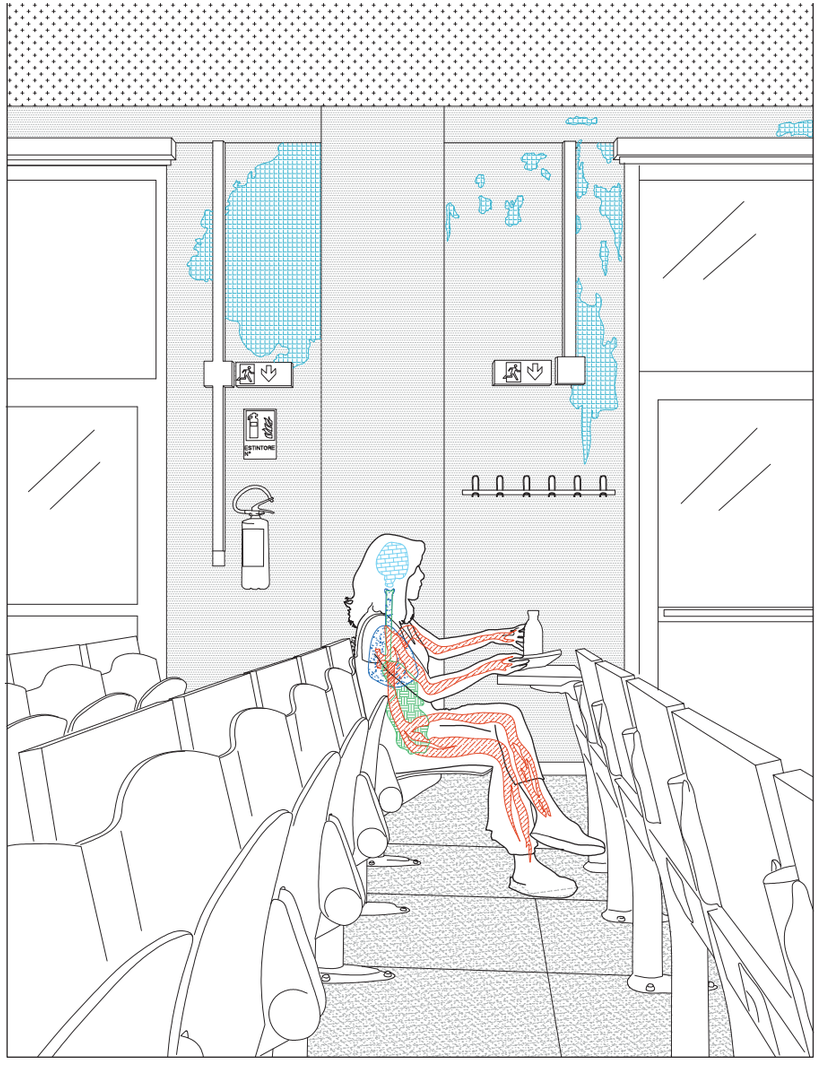
I seguenti non sono presenti:

Segni di scolorimento e muffa su soffitti, pareti o pavimenti.

Segni di danni causati dall'acqua o di raggruppamento.

0.6 Standard

Verifica.

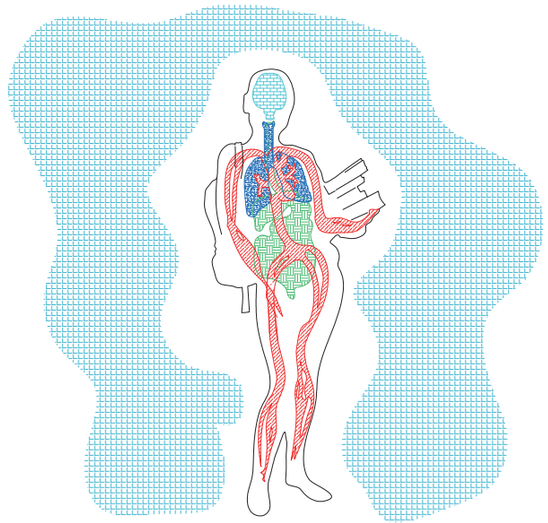


L’edificio sebbene i pochi anni di utilizzo già presenta segni di usura e manifestazioni di muffe ad uno stato avanzato. Il fenomeno si concentra soprattutto sulla parete nord ovest dell’aula 1P nei pressi dele aperture per finestre e negli angoli pareti esterne e soffitto. le cause sono da ricondurre probabilmente a condensa dell’umdità o a infiltrazioni di aria esterna. L’esposizione a queste muffe è sicuramente nociva per la salute degli studenti, dal momento che le attività e le lezioni sono andate avanti indipendentemente. Durante una prima ispezione verso Febraio 2019 la situazione era già ritenuta in uno stato avanzato, è peggiorata durata una seconda ispezione verso Aprile. Il problema è stato risolto tramite un intervento nei mesi estivi per il primoperiodo di lezione nell’anno 2019.

0.11 Standard

FUNDAMENTAL MATERIAL SAFETY

Alcuni materiali pericolosi, come l'amianto, un noto cancerogeno umano e i bifenili policlorurati (PCB), un probabile cancerogeno umano, sono attualmente soggetti a restrizioni o vietati in molti paesi, ma sono spesso presenti in edifici più vecchi. Altri, incluso il piombo, rimangono in uso limitato. L'esposizione alle fibre di amianto per inalazione può verificarsi quando i materiali da costruzione si degradano nel tempo o sono disturbati durante il rinnovo o la demolizione ed è associato a cancro ai polmoni e mesotelioma. L'esposizione al piombo può avere effetti neurotossici, anche a bassi livelli, e nei primi sviluppi è associata ad effetti negativi su memoria, QI, apprendimento e comportamento.



PARTE 1: AMIANTO E RESTRIZIONE AL PIOMBO

Prerogative

Tutti i materiali da costruzione appena installati soddisfano i seguenti requisiti di composizione dei materiali:

No amianto.

Non più di una media ponderata dello 0,25% di piombo nelle superfici bagnate di tubi, raccordi, raccordi idraulici e infissi, e 0,20% per saldatura o flusso utilizzato nell'impianto idraulico per acqua destinata al consumo umano.

Non più di 100 ppm (in peso) hanno aggiunto piombo in tutti gli altri materiali da costruzione. Per quanto riguarda l'hardware delle porte, i team di progetto devono documentare il tentativo di soddisfare i requisiti e dimostrare che una petizione o una richiesta formale è stata presentata a produttori che non erano in grado di soddisfare le loro esigenze.

PART 2: LEAD ABATEMENT

Prerogative

Per la riparazione, il rinnovamento, la demolizione o la verniciatura di progetti realizzati prima di qualsiasi legge applicabile che vieti o limiti la vernice al piombo, la valutazione e l'abbattimento del piombo vengono condotti in conformità con le seguenti linee guida:

Un'indagine in loco dello spazio commerciale condotta da un valutatore del rischio o un tecnico ispettore per determinare la presenza di pericoli a base di piombo in vernice, polvere e suolo usando le definizioni in US EPA 40 CFR Parte 745.65 per abitazioni residenziali o bambini- strutture occupate.

Tutti gli spazi commerciali e istituzionali che presentano pericoli a base di piombo devono rispettare gli standard di pratica del lavoro EPA 40 CFR parte 745.227 degli Stati Uniti per lo svolgimento di attività di verniciatura a base di piombo, come indicato per le abitazioni plurifamiliari.

L'adesione alle regole finali, come proposte dall'EPA statunitense, in merito al programma di ristrutturazione, riparazione e verniciatura del piombo per edifici pubblici e commerciali (RIN: 2070-AJ56) sostituisce l'adesione alle definizioni e ai protocolli delineati nella norma US EPA 40 CFR parte 745 per abitazioni residenziali o strutture occupate da bambini

PARTE 3: ABBATTIMENTO DELL'AMIANTO

Prerogative

Per ridurre i rischi nei progetti realizzati prima di qualsiasi legge applicabile che vieti o limiti l'amianto, vengono condotti i seguenti test, valutazione e abbattimento:

L'ispezione viene effettuata ogni tre anni attraverso un professionista accreditato in base all'Amianto Hazard Emergency Response Act (AHERA), il Piano di accreditamento del modello di amianto (MAP), gli Standard nazionali per gli inquinanti atmosferici pericolosi (NESHAP) o un consulente accreditato per l'amianto (equivalente statale o locale).

In conformità con la Legge sulla risposta alle emergenze di emergenza in amianto (AHERA), lo sviluppo, la manutenzione e l'aggiornamento dei piani di gestione dell'amianto, comprese tutte le azioni necessarie per ridurre al minimo i rischi di amianto: riparazione, incapsulamento, custodia, manutenzione e rimozione, seguire il protocollo dettagliato nell'Amianto-contenente Regola dei materiali nelle scuole (40 CFR, parte 763).

I progetti conducono l'autorizzazione post-abbattimento in conformità con la legge sulla risposta all'emergenza in caso di amianto (AHERA) Materiali contenenti amianto nelle scuole (40 CFR parte 763).

PARTE 4: ABBATTIMENTO BIFENILE POLICLORINATO

Prerogative

Per tutti i progetti in corso di ristrutturazione o demolizione che sono stati costruiti o rinnovati tra il 1950 e l'istituzione di leggi applicabili che vietano o limitano i PCB, si applicano le linee guida di seguito e si applica una politica per i lavori futuri:

Effettuare la valutazione e l'abbattimento dei materiali in conformità con le fasi EPA statunitensi per la sicurezza delle attività di abbattimento dei PCB.

Effettuare la rimozione e lo smaltimento sicuro dei reattori di luce fluorescente contenenti PCB in conformità con le linee guida EPA degli Stati Uniti.

PARTE 5: LIMITAZIONE DEL MERCURIO

Le apparecchiature e i dispositivi contenenti mercurio sono soggetti a restrizioni secondo le linee guida seguenti:

Il progetto non specifica né installa nuovi termometri, interruttori e relè elettrici contenenti mercurio.

Il progetto non installa alcuna lampada non conforme ai limiti di mercurio indicati nell'appendice C, tabella A5. Il progetto sviluppa un piano per l'aggiornamento di eventuali lampade non conformi esistenti a lampade a basso contenuto di mercurio o prive di mercurio.

I segnali di uscita illuminati utilizzano solo lampade a LED (Light Emitting Diode) o condensatori a emissione di luce (LEC).

Non sono in uso lampade a scarica ad alogenuri metallici ad alta intensità con vapori di mercurio o sonda.

0.11 Standard

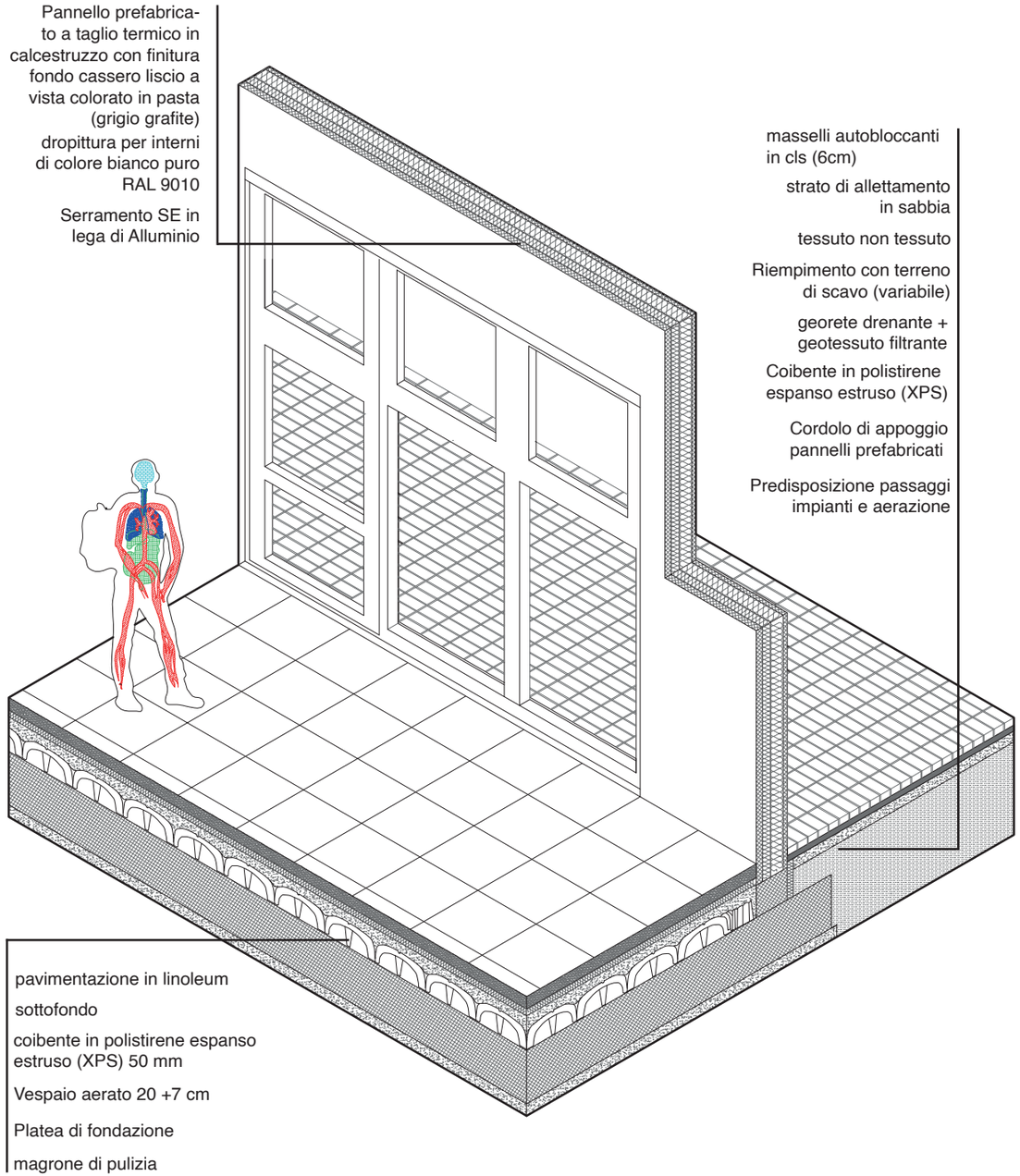
Verifica.

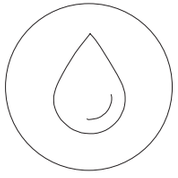
La realizzazione del fabbricato non ha previsto l'impiego di materiali da costruzione tossici o nocivi per l'uomo. Infatti come è ormai risaputo, materiali come l'amianto che in passato hanno avuto largo uso nel campo dell'edilizia, possono rappresentare un grandissimo rischio per la salute delle persone che vivono uno spazio confinato. Nello specifico dell'amianto, nel caso di danneggiamento o insufficiente manutenzione, può avere conseguenze gravissime sull'apparato respiratorio. A partire dalla legge n257 del '92 in Italia l'amianto è stato definitiva mente bandito dall'impiego in edilizia, dettando le norme per la cessazione del suo impiego e per lo smaltimento controllato. Nuovamente, nel novembre 2016 è stato presentato al Senato un Testo Unico per il riordino, il coordinamento e l'integrazione di tutta la normativa in materia di amianto. Testo elaborato dalla Commissione parlamentare d'inchiesta sul fenomeno degli infortuni e delle malattie professionali. Il provvedimento prevede 128 articoli suddivisi in otto titoli che toccano diverse materie: dall'ambiente alla sicurezza del lavoro, dallo sviluppo alla giustizia, dalla tutela della sicurezza sul lavoro alla tutela della salute collettiva.

Il fabbricato è stato realizzato con materiali che non hanno alcun impatto sulla salute dell'organismo umano. Pertanto è stato evitato l'uso di piombo, con relative pitture a base di pigmenti di piombo, L'involucro del progetto è costruito con un sistema portante di pannelli a taglio termico prefabbricati in calcestruzzo con finitura fondo cassero liscio a vista colorato in pasta grigio grafite. Mentre le partizioni interne consistono in un sistema di tramezzature a secco in cartongesso ad alto isolamento acustico – completate da pannelli fonoassorbenti di lana minerale dedicati all'ottimizzazione delle prestazioni acustiche delle aule. I rivestimenti interni sono a base di idropitture a base di pigmenti naturali. Le aule prevedono una controsoffittatura modulare in lana minerale per metà con superfice fonoassorbente e per metà, quella comprensiva del lato della lavagna, con proprietà fonoriflettente. In questa sono inserite un sistema d illuminazione di pannelli LED 60x60, che scongiurano l'utilizzo di mercurio per l'illuminazione. Mentre il corridoio presenta un controsoffitto modulare metallico carabottino a griglia incrociata.

La copertura è una copertura continua impermeabilizzata a caldo, mentre la fondazione prevista è una fondazione superficiale a platea. Inoltre l'edificio è circondato da un doppio involucro metallico esterno realizzato con pannello precoibentato con doppio supporto in lamiera di acciaio zincato grecata e agganciato al volume principale tramite una struttura reticolare metallica – che intende assolvere a diverse funzioni

Schema assonometrico sistema tecnologico.





ACQUA

“L’acqua potabile pulita è un prerequisito per una salute ottimale. Più di due terzi del corpo umano è costituito da acqua, un componente importante delle cellule e il mezzo per il trasporto di nutrienti e rifiuti in tutto il corpo. Inoltre, l’acqua aiuta a regolare la temperatura corporea interna e funge da ammortizzatore per il cervello e il midollo spinale. L’Institute of Medicine (IOM) raccomanda che le donne consumino circa 2,7 litri [91 oz] e gli uomini 3,7 litri [125 oz] di acqua al giorno (da tutte le fonti tra cui acqua potabile, altre bevande e cibo). Queste quantità sono appropriate per compensare ciò che lascia il corpo attraverso la respirazione, la traspirazione e l’escrezione, aiutando nella rimozione di tossine, sottoprodotti e altri rifiuti.”(WELL BUILDING STANDARD , v1 with Q3 2018 addenda).

Il concept acqua comprende 18 requisiti suddivisi in 8 categorie. 10 sono i prerequisiti e 8 sono le ottimizzazioni. Come si può vedere la tabella n. 2 la maggior parte dei requisiti riguardano la natura chimica dell’acqua e tali prestzioni devo essereverificate tramite test sul sito.

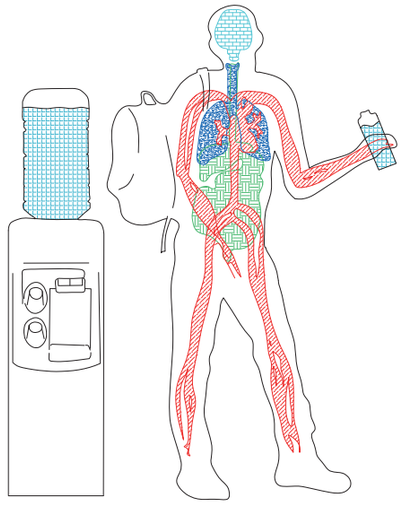
Per questo motivo la maggior parte dei giudizi èstao ritenuto potenzialmente raggiungibile. Un solo requisito non è stato ritenuto soddisfatto e si tratta di un ottimizzazione, “ Quaterly testing”. GLi standard del WELL prevedono infatti che campioni di acqua potabile siano analizzati riguardo il contenuto di metalli con una scadenza trimestrale. frequenza che non è rispettata nel caso studio preso ad esame.

TIPOLOGIA DI PROGETTO: EDIFICI NUOVI ED ESISTENTI						
CONCEPT: ACQUA	TIPO DI REQUISITO	RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	TIPO DI DOCUMENTAZIONE
Standards:						
30 FUNDAMENTAL WATER QUALITY						
1: Sediment	P	x				Test di prestazione
2: Microorganisms	P	x				Test di prestazione
31 INORGANIC CONTAMINANTS						
1: Dissolved Metals		x				test di prestazione
32 ORGANIC CONTAMINANTS						
1: Organic Pollutants	P			x		Test di prestazione
33 AGRICULTURAL CONTAMINANTS						
1: Herbicides and Pesticides	P			x		Test di prestazione
2: Fertilizers	P			x		Test di prestazione
34 PUBLIC WATER ADDITIVES						
1: Disinfectants	P			x		test di prestazione
2: Disinfectant Byproducts	P			x		Test di prestazione
3: Fluoride	P			x		Test di prestazione
35 PERIODIC WATER QUALITY TESTING						
1: Quarterly Testing	O		x			Programma operativo
2: Water Data Record Keeping and Response	O			x		Dichiarazione di intenti
36 WATER TREATMENT						
1: Organic Chemical Removal	O			x		MEP + controllo in sito
2: Sediment Filter	O			x		MEP + controllo in sito
3: Microbial Elimination	O			x		MEP + controllo in sito
4: Water Quality Maintenance	O			x		programma operativo
5: Legionella Control	O			x		Documentazione del professionista
37 DRINKING WATER PROMOTION						
1: Drinking Water Taste Properties	O			x		Test di prestazione
2: Drinking Water Access	O	x				Architetto + controllo in sito
3: Water Dispenser Maintenance	O		x			Programma operativo

Tabella 2: Verifica requisiti concept ACQUA
elaborazione personale

FUNDAMENTAL WATER QUALITY

Mentre ci sono numerosi metalli che sono necessari per funzioni sane del corpo, alti livelli di questi metalli essenziali possono essere dannosi per la salute. Molti metalli disciolti che contaminano l'approvvigionamento idrico possono essere tossici in modo acuto o cronico. I livelli di contaminazione variano ampiamente in base alla posizione geografica e alla fonte d'acqua, stimolando la necessità di test localizzati. L'esposizione a quantità anche minime di alcuni metalli come piombo e mercurio attraverso l'acqua potabile è stata collegata a ritardi nello sviluppo e deficit nelle capacità di apprendimento nei bambini, così come ipertensione e problemi renali negli adulti. Se necessario, i sistemi di osmosi inversa (RO) o i filtri di degradazione cinetica (KDF) possono rimuovere i metalli disciolti nel punto di consegna.



PART 1: DISSOLVED METALS

Prerogative

Tutta l'acqua erogata nell'area del progetto per il consumo umano (almeno un distributore d'acqua per progetto) soddisfa i seguenti limiti:

Piombo inferiore a 0,01 mg / L.

Arsenico inferiore a 0,01 mg / L.

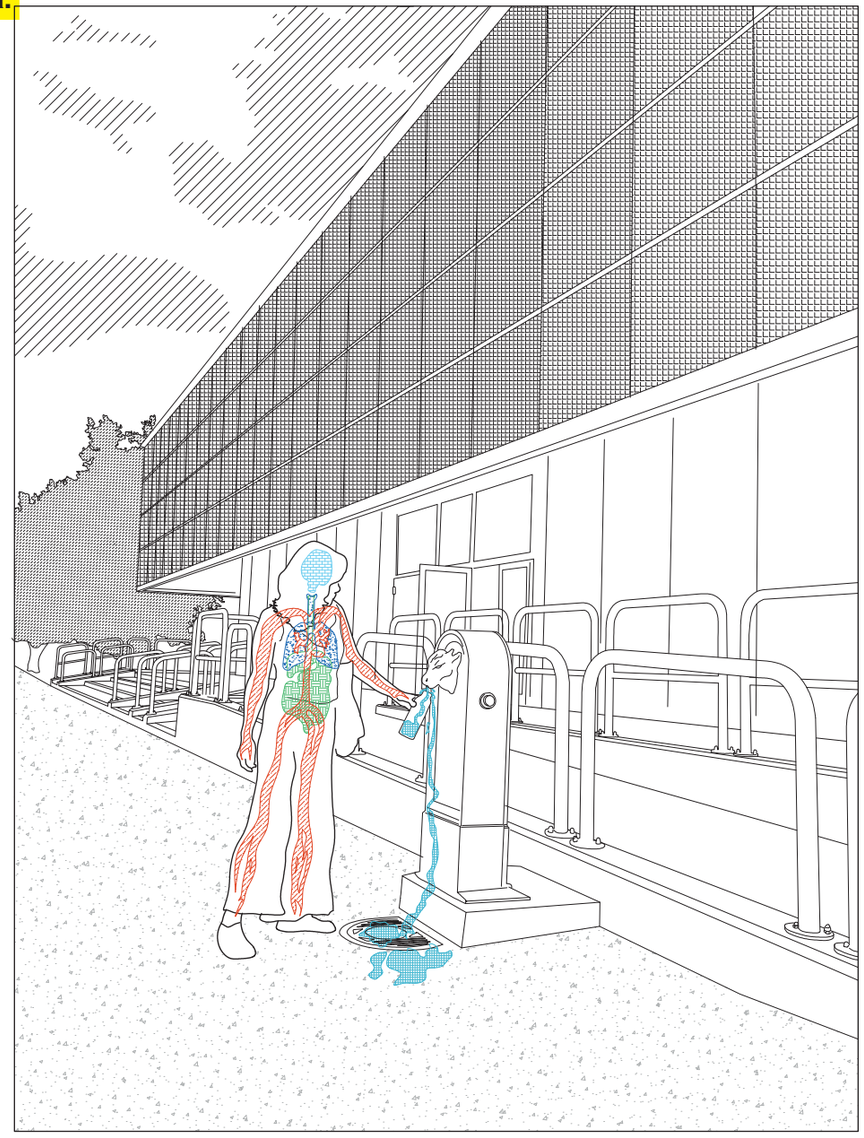
Antimonio inferiore a 0.006 mg/L.

Mercurio inferiore a 0.002 mg/L.

Nickel inferiore a 0.012 mg/L.

Rame inferiore a 0.012 mg/L.

Verifica.



Alcuni dei dati relativi alla natura chimica dell'acqua potabile suggeriti da WELL si conformano a quelli imposti dal decreto legislativo n. 31/2001 del ministero della salute in vigore nella legislazione italiana. In particolare i limiti percentuali consentiti di Piombo, Arsenico, Rame e Mercurio sono uguali ai rispettivi indici imposti dal protocollo. Per l'Antimonio la legislazione italiana prevede un limite di tolleranza del metallo di 0.005 mg/L, minore di quello WELL (0,006 mg/L). L'unico parametro per cui il protocollo WELL è più rigoroso riguarda il Nichel. La concentrazione ammessa in Italia è di 0,02 mg/L a fronte di un 0,012 mg/L previsti nel protocollo.

ALIMENTAZIONE

“L’alimentazione svolge un ruolo chiave nel mantenimento della salute, nella gestione del peso e nella prevenzione delle malattie croniche. Tuttavia, l’adesione alle raccomandazioni dietetiche negli Stati Uniti è scarsa. Allo stesso modo, anche i modelli alimentari globali non sono ottimali; in molti paesi, le persone consumano più di 500 calorie dagli zuccheri aggiunti al giorno. Negli Stati Uniti, la metà della popolazione consuma bevande dolcificate con zucchero (SSB) in un dato giorno, con un quarto della popolazione che consuma oltre 200 calorie al giorno dalle SSB. Inoltre, l’apporto dietetico medio di calorie negli Stati Uniti nel 2010 è stato di quasi 2.600 calorie per persona al giorno, con un aumento del 25% dell’apporto energetico dal 1970. Consumo di farina e prodotti a base di cereali, grassi e oli aggiunti e zuccheri aggiunti e gli edulcoranti sono alcuni dei principali responsabili dell’aumento dell’apporto calorico.”(WELL BUILDING STANDARD , v1 with Q3 2018 addenda). Questo concept è caratterizzato da 25 standard, 13 prerogativi e 12 opzionali.

Molti dei requisiti riguardano standard dell’attività di gestione della cucina o di altri locali in cui si produce o consuma cibo.

I requisiti comprendono direttive sulla classificazione e il confezionamento di ogni tipo di cibo portato in sito. In questo caso, non prevedendone il progetto originario, la maggior parte dei giudizi è stato ritenuta non potenzialmente raggiungibile.

La tabella n. 3 riporta i giudizi di valore degli standard applicati al complesso di aule P, al Politecnico di Torino.

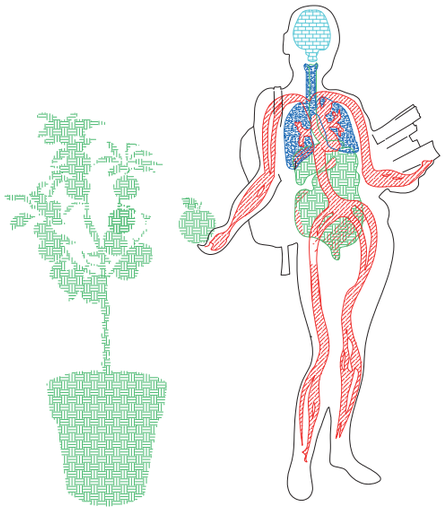
TIPOLOGIA DI PROGETTO: EDIFICI NUOVI ED ESISTENTI						
CONCEPT: ALIMENTAZIONE	TIPO DI REQUISITO	RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	TIPO DI DOCUMENTAZIONE
Standards:						
38 FRUITS AND VEGETABLES						
1: Fruit and Vegetable Variety	P				x	Dichiarazione di intenti + controllo in sito
2: Fruit and Vegetable Promotion	P				x	Dichiarazione di intenti + controllo in sito
39 PROCESSED FOODS						
1: Refined Ingredient Restrictions	P		x			Dichiarazione di intenti + controllo in sito
2: Trans Fat Ban	P		x			Dichiarazione di intenti + controllo in sito
40 FOOD ALLERGIES						
1: Food Allergy Labeling	P	x				Dichiarazione di intenti + controllo in sito
41 HAND WASHING						
1: Hand Washing Supplies	P	x				Dichiarazione di intenti + controllo in sito
2: Contamination Reduction	P	x				Ispezione visiva
3: Sink Dimensions	P		x			Architetto + controllo in sito
42 FOOD CONTAMINATION						
1: Cold Storage	P				x	Proprietario + controllo in sito
43 ARTIFICIAL INGREDIENTS						
1: Artificial Substance Labeling	P	x				Dichiarazione di intenti + controllo in sito
44 NUTRITIONAL INFORMATION						
1: Detailed Nutritional Information	P	x				Ispezione visiva
45 FOOD ADVERTISING						
1: Advertising and Environmental Cues	P		x			Ispezione visiva
2: Nutritional Messaging	p		x			Ispezione visiva
46 SAFE FOOD PREPARATION MATERIALS						
1: Cooking Material	O				x	Dichiarazione di intenti + controllo in sito
2: Cutting Surfaces	O				x	Dichiarazione di intenti + controllo in sito
47 SERVING SIZES						
1: Meal Sizes	O				x	Dichiarazione di intenti + controllo in sito
2: Dishware	O				x	Dichiarazione di intenti + controllo in sito
48 SPECIAL DIETS						
1: Food Alternatives	O				x	Dichiarazione di intenti
49 RESPONSIBLE FOOD PRODUCTION						
1: Sustainable Agriculture	O				x	Dichiarazione di intenti
2: Humane Agriculture	O				x	Dichiarazione di intenti
50 FOOD STORAGE						
1: Storage Capacity	O				x	Proprietario + controllo in sito
51 FOOD PRODUCTION						
1: Gardening Space	O		x			Proprietario + controllo in sito
2: Planting Support	O		x			Proprietario + controllo in sito
52 MINDFUL EATING						
1: Eating Spaces	O		x			disegni architettonici
2: Break Area Furnishings	O		x			Proprietario + controllo in sito

Tabella 3: Verifica requisiti concept ALIMENTAZIONE
elaborazione personale

0.39 Standard

PROCESSED FOODS

Gli alimenti che contengono ingredienti altamente trasformati tendono ad essere ricchi di zuccheri, calorie e grassi aggiunti e hanno un basso valore nutrizionale. La metà moretana della popolazione degli Stati Uniti consuma bevande zuccherate in un determinato giorno e il consumo medio di zuccheri aggiunti è superiore a 22 cucchiaini al giorno, anche se il limite raccomandato è di 6-9 cucchiaini. L'alto consumo di zuccheri aggiunti è associato ad aumento di peso, obesità, diabete di tipo 2, malattie renali, ipertensione e altri effetti negativi sulla salute.



PART 1: REFINED INGREDIENT RESTRICTIONS — Prerogative

Tutti gli alimenti, le bevande, gli snack e i pasti venduti o forniti quotidianamente nei locali dal (o sotto contratto con) il proprietario del progetto, inclusi i distributori automatici, non contengono:

Le bevande non contengono più di 30 g di zucchero per contenitore. I contenitori alla rinfusa di 1,9 L (2 litri) o più grandi sono esenti da questo requisito.

Nessun prodotto alimentare non per bevande contiene più di 30 g di zucchero per porzione.

In almeno il 50% delle offerte alimentari in cui una farina di grano è l'ingrediente principale in peso, un grano intero deve essere l'ingrediente principale.

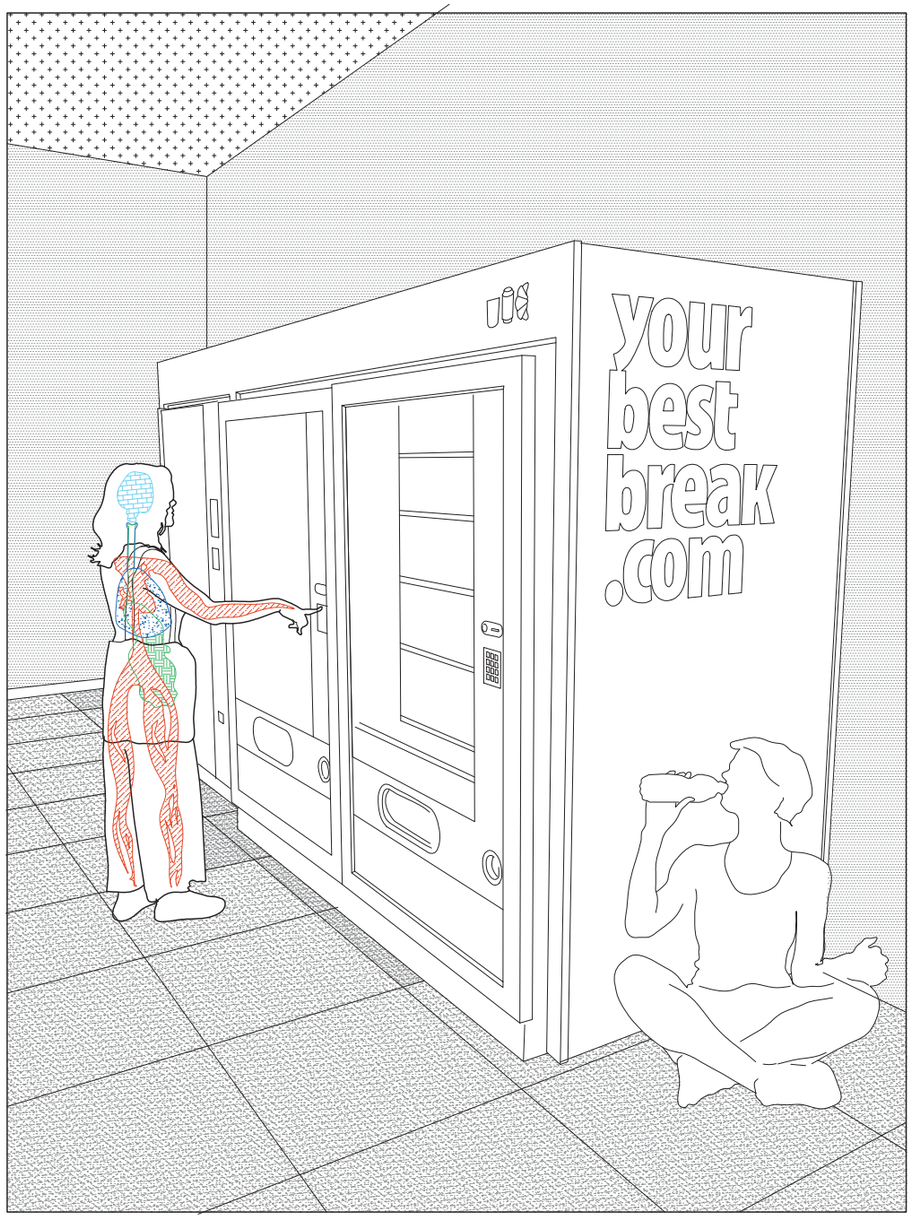
ART 2: TRANS FAT BAN — Prerogative

Tutti gli alimenti, le bevande, gli snack e i pasti venduti o forniti quotidianamente nei locali dal (o sotto contratto con) il proprietario del progetto, inclusi i distributori automatici, non contengono:

Olio parzialmente idrogenato.

0.39 Standard

Verifica.



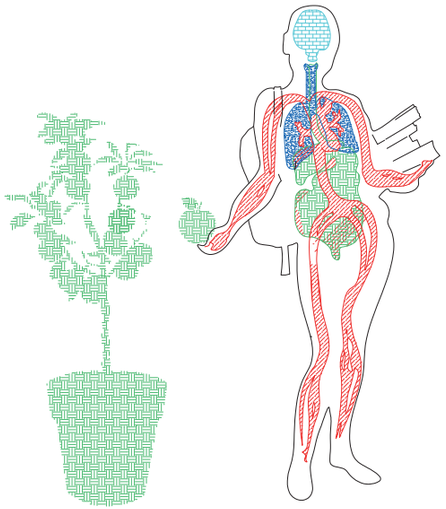
L’unica fonte di cibo e nutrizione all’interno dell’edificio sono 4 distributori automatici di cibo e bevande confezionato posti nella zona di circolazione e zona comune del corridoio.

Trattandosi di snack altamente calorici e non soddisfano i requisiti del protocollo. Con l’eccezione di una piccola percentuale snack Bio a base di semi conforme agli standard.

0.41 Standard

HAND WASHING

Il lavaggio delle mani è uno dei mezzi più importanti ed efficaci per ridurre la trasmissione di agenti patogeni attraverso il cibo. Responsabile di circa 48 milioni di malattie, 128.000 ricoveri ospedalieri e 3.000 decessi che si verificano ogni anno negli Stati Uniti, le malattie di origine alimentare sono una delle principali cause di malattie e morte prevenibili, angoscia personale e oneri economici evitabili. Il risciacquo regolare con acqua e sapone aiuta a ridurre la diffusione di germi indesiderati e potenzialmente pericolosi. Inoltre, l'uso di asciugamani di carta per asciugare le mani è più efficace nella rimozione dei batteri rispetto all'utilizzo degli essiccatori ad aria.



PART 1: HAND WASHING SUPPLIES

Prerogative

Di seguito vengono fornite almeno tutte le posizioni dei lavandini:

Sapone per le mani senza profumo secondo la sezione Prodotto per la pulizia, la disinfezione e l'igiene delle mani nella Tabella A4 nell'Appendice C.

Asciugamani di carta usa e getta (gli essiccatori d'aria non sono vietati, ma sono integrati).

PART 2: CONTAMINATION REDUCTION

Prerogative

Uno dei seguenti è fornito, come minimo, in tutte le posizioni dei lavandini:

Sapone liquido in distributori con cartucce di sapone monouso e sigillate.

Sapone da bar con un portasapone che consente il drenaggio.

PART 3: SINK DIMENSIONS

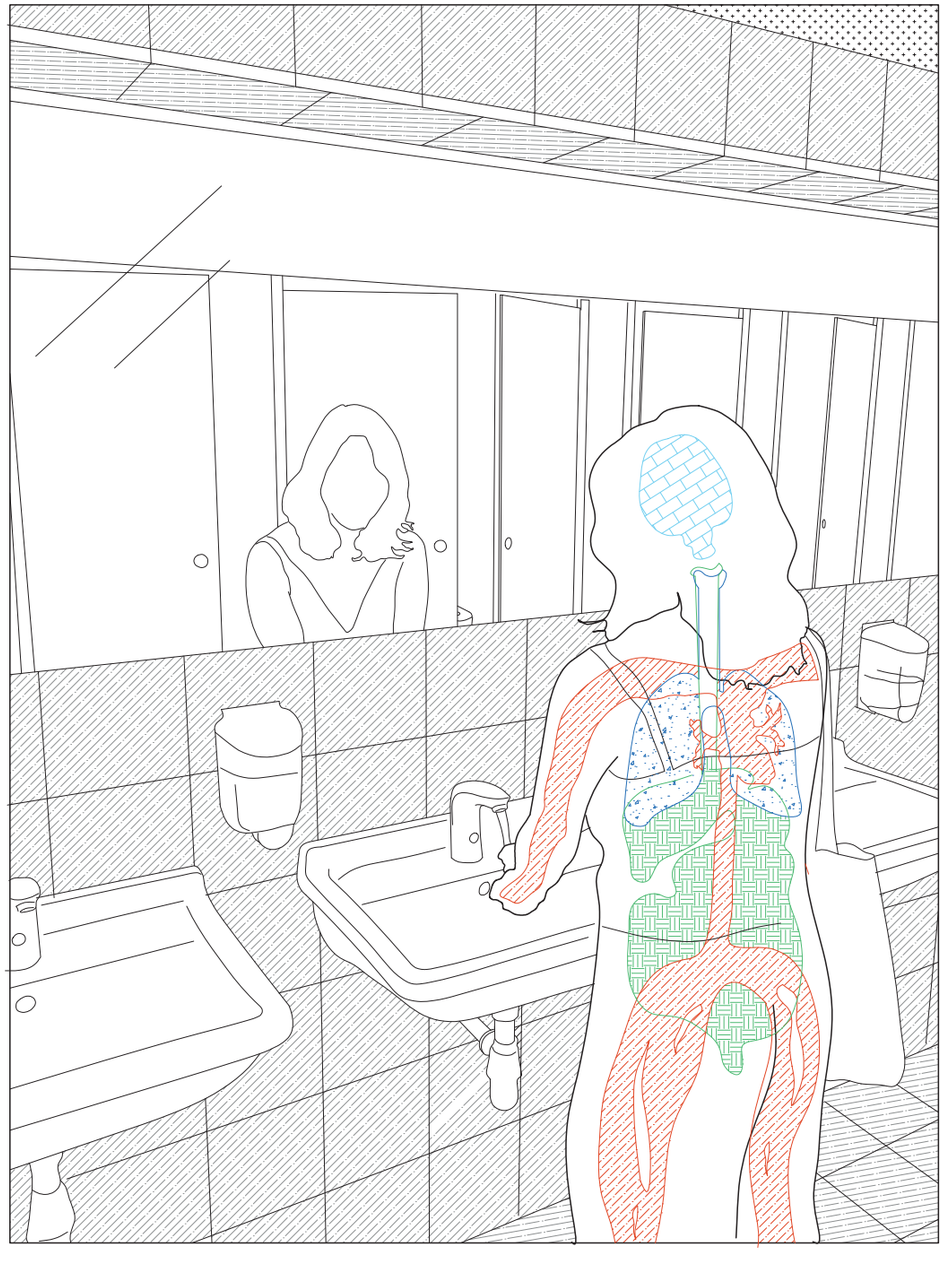
Prerogative

I lavelli per bagno e cucina soddisfano i seguenti requisiti:

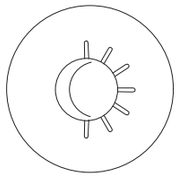
La colonna d'acqua del lavandino è lunga almeno 25 cm.

Il lavamani ha una larghezza e una lunghezza di almeno 23 cm.

Verifica.



Le forniture e i dispositivi per l’igiene all’interno dei bagni possono considerarsi conformi a quelle del protocollo. Tranne per quanto riguarda il dimensionamento dei lavandini, la cui altezza del lvebo è inferiore ai parametri previsti.



LUCE

“La luce è una forma visibile di radiazione elettromagnetica, delimitata nello spettro da radiazioni ultraviolette a lunghezze d’onda più piccole e infrarossi a lunghezze d’onda maggiori. I codici di illuminazione e le linee guida attuali forniscono raccomandazioni sull’illuminazione per diversi tipi di locali, derivati dai normali requisiti di illuminazione per le attività tipiche per locale. Questi standard, creati da gruppi tecnici come l’Illuminante Engineering Society (IES), garantiscono una buona acuità visiva in una varietà di compiti per evitare l’affaticamento degli occhi e minimizzare le perdite di produttività e il mal di testa.

La luce penetra nell’occhio e colpisce i fotorecettori sulla retina: coni retinici, coni e cellule gangliari della retina intrinsecamente fotosensibili (ipRGC). Tutte queste cellule assorbono la luce e la inviano come informazioni sotto forma di segnali elettrochimici a diverse parti del cervello. Le aste facilitano la visione periferica e la visione in condizioni di scarsa illuminazione, con la massima sensibilità alla luce verde-blu (498 nm). I coni facilitano la visione diurna e la percezione del colore e la massima sensibilità per la sensazione di luminosità con questo sistema si verifica alla luce verde-gialla (555 nm).”(WELL BUILDING STANDARD , v1 with Q3 2018 addenda).

La luce è insieme all’aria uno dei concept più importanti all’interno di WELL. Questo è anche di fondamentale importanza per la destinazione e fruizione degli spazzi del caso studio esaminato. La luce comprende Questo concept è caratterizzato da 18 requisiti di cui 7 prerogativi ed il resto opzionali. Gli standard dell’illuminazione fanno per lo più riferimento a standard prestazionali normative internazionali. Nell’applicazione alle aule si è svolto quando possibiledelle verifiche in sito, negli altri casi ci si è affidati alla normativa nazionale di riferimento, le cui prescrizioni si approssimano quasi del tutto a quelle americane.Per questo motivo le valutaioni si sono rivelati abbastanza positive.

l’elaborazione dei deti relative a questo concept sono sintetizzate nella tabella n. 4

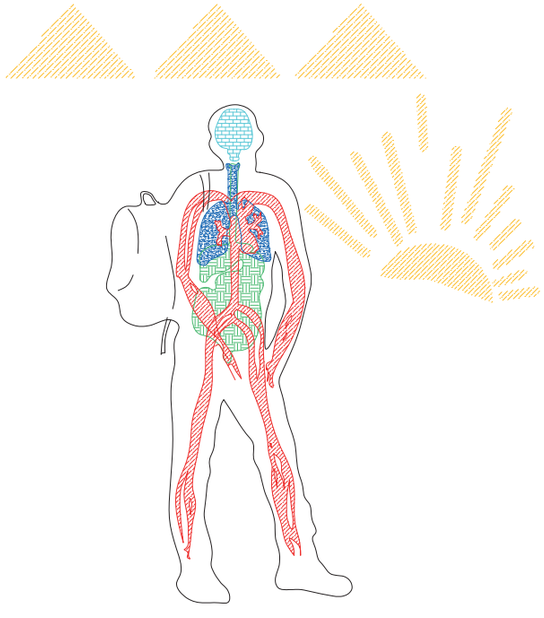
TIPOLOGIA DI PROGETTO: EDIFICI NUOVI ED ESISTENTI						
CONCEPT: LUCE	TIPO DI REQUISITO	RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	TIPO DI DOCUMENTAZIONE
Standard:						
53 VISUAL LIGHTING DESIGN						
1: Visual Acuity for Focus	P	x				Architetto + policy document + misurazioni in sito
2: Brightness Management Strategies	P	x				Documentazione del professionista
54 CIRCADIAN LIGHTING DESIGN						
1: Melanopic Light Intensity for Work Areas	P			x		Architetto + misurazione in sito
55 ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL						
1: Luminaire Shielding	P	x				Architetto
2: Glare Minimization	P	x				Architetto
56 SOLAR GLARE CONTROL						
1: View Window Shading	P	x				Architetto + controllo in sito
2: Daylight Management	P	x				Architetto + controllo in sito
57 LOW-GLARE WORKSTATION DESIGN						
1: Glare Avoidance	O				x	Ispezione visiva
58 COLOR QUALITY						
1: Color Rendering Index	O	x				Architetto
59 SURFACE DESIGN						
1: Working and Learning Area Surface Reflectivity	O			x		Architetto
60 AUTOMATED SHADING AND DIMMING CONTROLS						
1: Automated Sunlight Control	O			x		MEP
2: Responsive Light Control	O			x		MEP
61 RIGHT TO LIGHT						
1: Lease Depth	O	x				Disegni architettonici + controllo in sito
2: Window Access	O	x				Disegni architettonici + controllo in sito
62 DAYLIGHT MODELING						
1: Healthy Sunlight Exposure	O			x		Modeling report
63 DAYLIGHTING FENESTRATION						
1: Window Sizes for Working and Learning Spaces	O	x				Controllo in sito
2: Window Transmittance in Working and Learning Areas	O			x		Architetto
3: Uniform Color Transmittance	O			x		architetto
MEP = acronimo inglese per indicare i tre settori - Meccanico, Elettrico e idrulico - dell'edilizia seguiti da una società di ingegneria dedicata						

Tabella 4: Verifica requisiti concept LUCE
elaborazione personale

0.53 Standard

VISUAL LIGHTING DESIGN

Sono necessari livelli di luce adeguati per un'ampia varietà di attività, tra cui la lettura di varie qualità e tipi di stampa e il lavoro su attività orientate al dettaglio. I livelli di luminosità contribuiscono anche alla percezione della spaziosità, nonché all'appeal visivo complessivo degli spazi illuminati. L'illuminazione mirata delle attività può fornire la quantità necessaria di luce negli spazi di lavoro senza illuminare eccessivamente gli spazi accessori; livelli di luce ambientale di 300 lux sono sufficienti per la maggior parte delle attività. L'abbinamento dell'illuminazione diretta delle attività regolabili con un'illuminazione ambientale indiretta o diffusa consente la personalizzazione dell'utente e una buona acuità visiva fornendo allo stesso tempo una luce di sfondo più adatta. L'intensità della luce per l'acuità visiva è misurata in lux (o candele del piede), che è una misura del modo in cui l'occhio risponde alla luce ponderata alla risposta delle cellule del cono, i principali fotorecettori per la visione diurna, situati sulla retina dell'essere umano occhio.



PART 1: VISUAL ACUITY FOR FOCUS

Prerogative

I seguenti requisiti sono soddisfatti su postazioni di lavoro o scrivanie:

Il sistema di illuminazione ambientale è in grado di mantenere un'intensità della luce media di 215 lux [20 fc] o più, misurata sul piano di lavoro orizzontale. Le luci possono essere oscurate in presenza di luce naturale, ma sono in grado di raggiungere autonomamente questi livelli.

Il sistema di illuminazione ambientale è suddiviso in zone di controllo indipendente non più grandi di 46,5 m² o il 20% della superficie calpestabile della stanza (a seconda di quale sia la più grande).

Se la luce ambientale media è inferiore a 300 lux, su richiesta sono disponibili luci di lavoro che forniscono da 300 a 500 lux sulla superficie di lavoro.

PART 2: BRIGHTNESS MANAGEMENT STRATEGIES

Prerogative

Fornire una narrazione che descriva le strategie per mantenere l'equilibrio della luminanza negli spazi, che prende in considerazione almeno due dei seguenti:

Il massimo contrasto di luminosità tra le stanze principali e gli spazi ausiliari, come i corridoi e le scale, se presenti. Ad esempio, i progetti potrebbero stabilire che, pur mantenendo la varietà dell'illuminazione, una stanza principale non può mostrare una luminanza 10 volte maggiore o minore di uno spazio ausiliario.

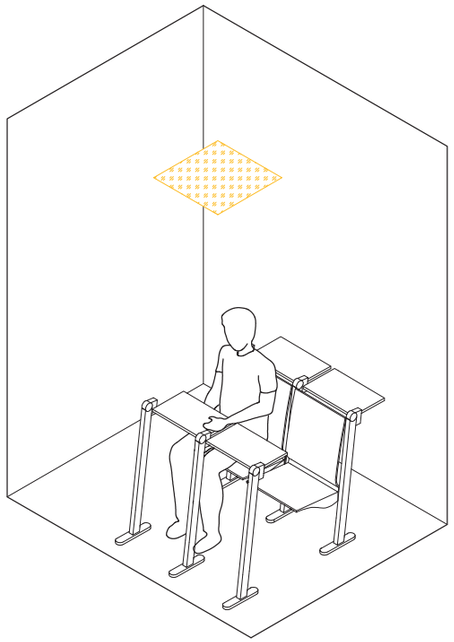
Il massimo contrasto di luminosità tra le superfici delle attività e le superfici immediatamente adiacenti, comprese le schermate dei terminali del display visivo adiacenti. Ad esempio, i progetti potrebbero stabilire che, pur mantenendo la varietà dell'illuminazione, una superficie non può presentare una luminanza 3 volte maggiore o minore di una superficie adiacente.

Il massimo contrasto di luminosità tra le superfici delle attività e le superfici remote non adiacenti nella stessa stanza. Ad esempio, i progetti potrebbero stabilire che, pur mantenendo la varietà dell'illuminazione, una superficie non può mostrare una luminanza 10 volte maggiore o minore di un'altra superficie remota nella stessa stanza.

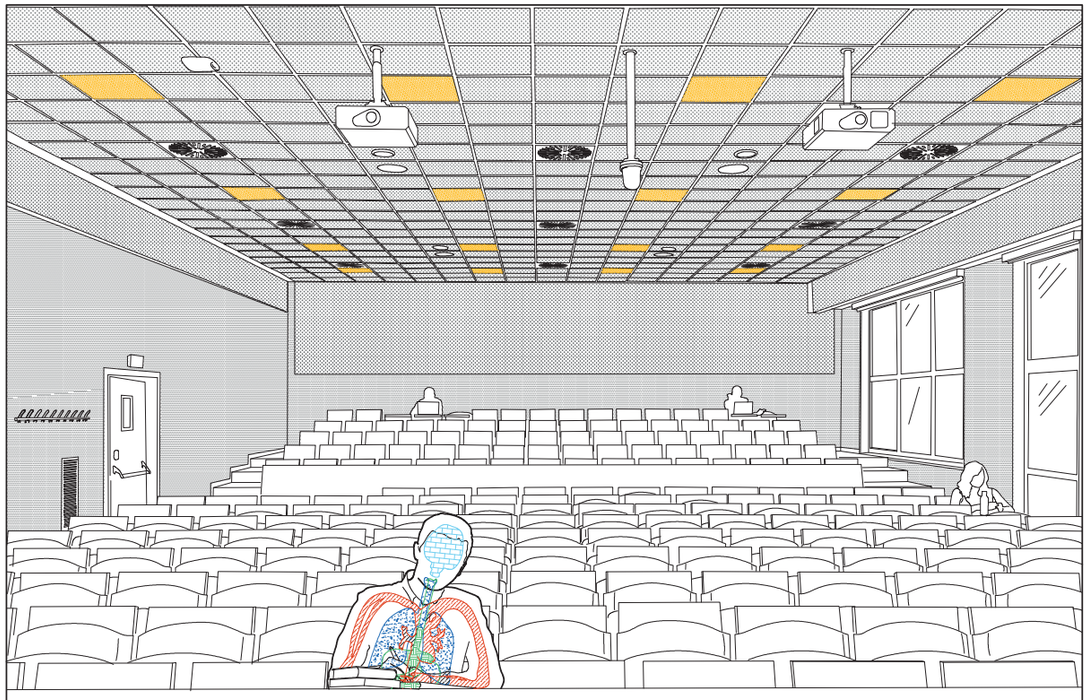
Il modo in cui la luminosità è distribuita sui soffitti in una determinata stanza che mantiene la varietà di illuminazione ma evita sia i punti scuri, sia i punti eccessivamente luminosi, potenzialmente abbaglianti. Ad esempio, i progetti potrebbero stabilire che, pur mantenendo la varietà dell'illuminazione, una parte del soffitto non può essere 10 volte maggiore o minore della luminanza rispetto a un'altra parte del soffitto nella stessa stanza.

0.53 Standard

Verifica.



Il design dell'impianto di illuminazione del complesso delle Aule P segue la conformità alle norme che regolano l'illuminazione nelle infrastrutture scolastiche, come la UNI 10840 e la sua evoluzione e aggiornamento del luglio 2011 nella norma UNI EN 12464[74] Parte 1 "Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Posti di lavoro in interni". La UNI 10840 elenca i criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale delle aule e di altri locali scolastici, in modo da garantire condizioni che soddisfino il benessere e la sicurezza degli studenti e degli altri utenti della scuola. La UNI EN 12464-1:2004 prevede che i requisiti illuminotecnici debbano soddisfare tre esigenze fondamentali: il comfort visivo, cioè la sensazione di benessere percepita, la prestazione visiva, cioè la possibilità da parte degli studenti/lavoratori di svolgere le proprie attività anche in condizioni difficili e al lungo nel tempo, ed infine la sicurezza, ovvero la garanzia che l'illuminazione non incida negativamente sulle condizioni di sicurezza degli studenti. Il sistema di illuminazione di ogni aula dispone di dodici apparecchi luminosi LED 60x60, predisposti alla copertura di un'area calpestabile pari a circa 219 m². Il sistema di illuminazione è suddiviso in tre zone di controllo indipendente di copertura di circa 70 m² dell'area calpestabile. La UNI EN 12464-1:2004 specifica i valori dell'Illuminamento medio (Em) mantenuti necessari a garantire il comfort visivo, e riguardano le superfici di riferimento nella zona del compito visivo. In ognuna delle aule pertanto è previsto un valore di Em di almeno 300 lux, misurata sul piano di lavoro orizzontale dei banchi che soddisfa lo standard richiesto del WELL, ed è raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso. L'area relativa alla lavagna richiede un illuminamento medio (Em) di almeno 500 lux. Per le aree di circolazione e corridoi è richiesto un valore minimo di 100 lux, ed i bagni 200 lux. Nel caso del corridoio di distribuzione posto al centro del fabbricato e interposto tra le quattro aule, il sistema di illuminazione si avvale dell'utilizzo di luce naturale zenitale tramite sei lucernari di 4,8 m². (in modo da garantire la differenza di luminosità tra questo spazio e le aule scolastiche. Nella edizione 2011 della norma UNI EN 12464-1 riserva particolare attenzione alla distribuzione delle luminanze. La luminanza non è più prescritto il fattore di riflessione del piano di lavoro, ma una nota specifica che il fattore di riflessione degli oggetti principali (arredi, macchinari, superfici delle scrivanie) dovrebbe essere compreso tra 0,2 e 0,7. Gli effetti negativi causati da scelte errate legate alla luminanza possono portare ad



abbagliamento (nel caso di luminanze troppo elevate), ad affaticamenti oculari (nel caso di contrasti di luminanza troppo alti) e ad un ambiente di lavoro poco piacevole e poco stimolante (nel caso si ottengano luminanze e contrasti troppo bassi). In genere un rapporto di 1 a 3 fra la luminanza media della zona immediatamente circostante e quella del compito visivo e di 1 a 10 fra la luminanza media delle aree periferiche del campo visivo, ossia pareti, soffitto e pavimento, e quella del compito visivo, sono considerati valori limite da non superare.

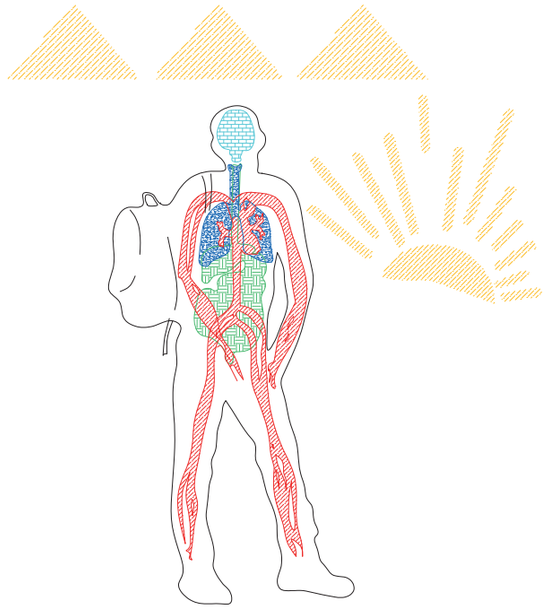
Bibliografia:

74 UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro"

0.54 Standard

ELECTRIC LIGHT GLARE CONTROL

Le luci interne non diffuse e luminose creano livelli di luminosità irregolari nel campo visivo. L'abbagliamento risultante, definito come "eccessiva luminosità della sorgente luminosa, eccessivi contrasti di luminosità ed eccessiva quantità di luce", può causare disagio visivo (abbagliamento fastidio), affaticamento, compromissione della vista e persino lesioni (abbagliamento invalidità), e può essere attribuito all'abbagliamento diretto o riflesso. Nel caso di abbagliamento causato da fonti di luce elettrica, le lampade dovrebbero essere schermate in base alla loro luminanza. Questa quantità, spesso indicata in cd / m², può essere misurata direttamente o calcolata dai fogli delle specifiche di illuminazione con sufficienti dettagli. Gli apparecchi di illuminazione di maggiore intensità luminosa richiedono un angolo di schermatura maggiore per ridurre la probabilità di creare abbagliamento diretto per gli occupanti.



PART 1: LUMINAIRE SHIELDING — Prerogative

I seguenti angoli di schermatura (α = 90 - angolo di taglio) devono essere osservati per le lampade in spazi regolarmente occupati con valori di luminanza negli intervalli specificati:

Nessuna schermatura richiesta per meno di 20.000 cd / m² (comprese le fonti riflesse).

α: 15° per 20,000 fino a 50,000 cd/m².

α: 20° per 50,000 fino a 500,000 cd/m².

α: 30° per 500,000 cd/m² superiore

PART 2: GLARE MINIMIZATION — Prerogative

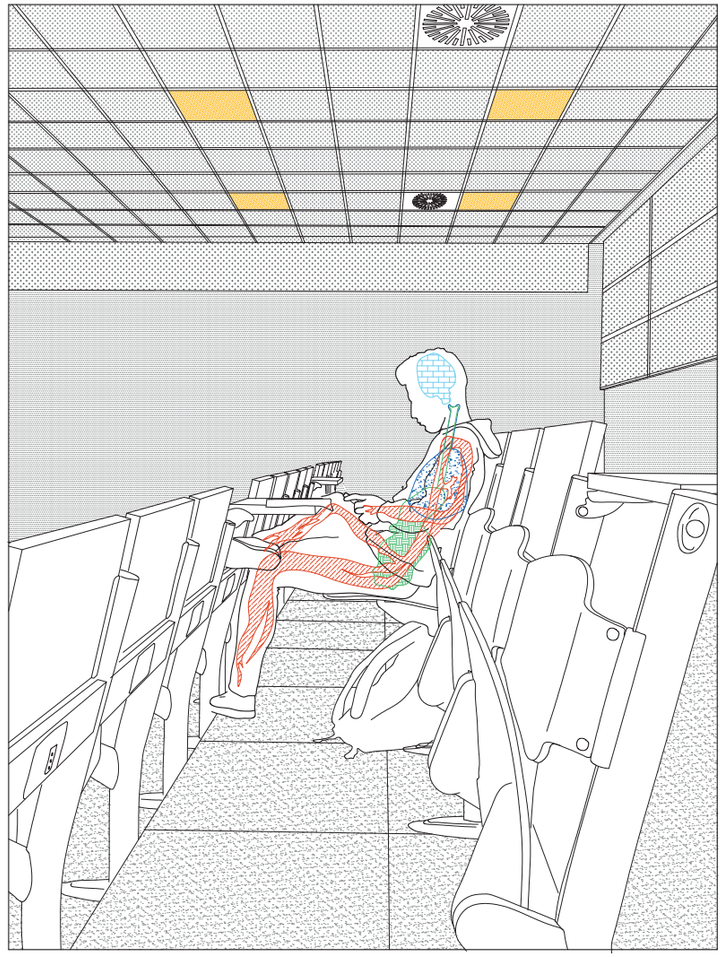
Su postazioni di lavoro, scrivanie e altre aree con posti a sedere, viene soddisfatto uno dei seguenti requisiti:

Gli apparecchi d'illuminazione a più di 53 ° sopra il centro della vista (gradi sopra l'orizzontale) hanno luminanze inferiori a 8.000 cd / m².

Le stazioni di lavoro raggiungono un UGR di 19 (o meno).

0.54 Standard

Verifica.

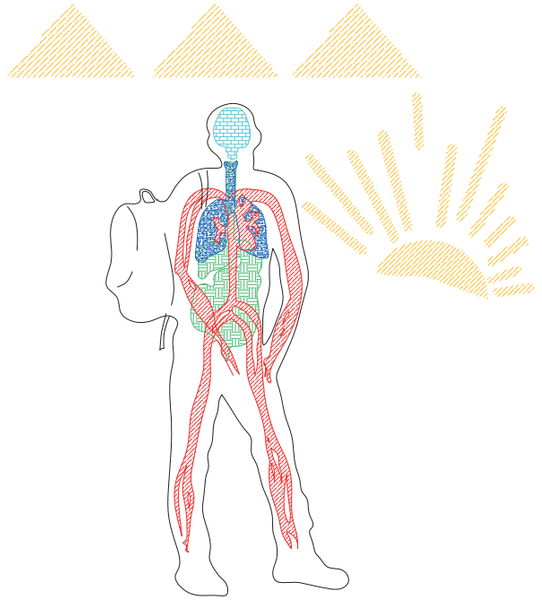


Per controllare l’abbagliamento diretto della luce artificiale provocato dagli apparecchi di illuminazione viene valutato nella nuova norma UNI EN 12464-1, attraverso il metodo dell’indice unificato di abbagliamento UGR (Unified Glare Rating) che sostituisce quello delle curve limite delle luminanze (diagramma di Söllner) previsto dalla vecchia norma UNI 10380.[75] Per regolarizzare ulteriormente l’abbagliamento nella UNI EN 12464-1 sono riportati gli indici di angoli minimi di schermatura nel campo visivo in funzione delle luminananze degli apparecchi di illuminazione. Tali indici sono conformi a quelli prescritti da WELL (per luminanze da 20 < 50 kcd / m² angolo di schermatura 15 °, per luminanze da 50 a < 500 kcd/m² angolo di schermatura 20 °, per luminanze > 500 kcd/ m² angolo di schermatura 30 °. (valori non validi in caso di apparecchi ad illuminazione indiretta o montati al di sotto del livello della visione). Il livello di UGR consentito per aule di edifici scolatici è 19, mentre per le aree di circolazione e corridoi 25. I requisiti possono ritenersi soddisfatti.

0.56 Standard

SOLAR GLARE CONTROL

Sebbene la luce intensa durante il giorno favorisca una buona salute, livelli di luminosità irregolari nel campo visivo possono causare affaticamento visivo e disagio. L'abbagliamento, o eccessiva luminosità, è causato dalla dispersione della luce all'interno dell'occhio (dispersione intraoculare), creando così un
"Velo" di luminanza che riduce il contrasto di luminanza come ricevuto dalla retina. Negli edifici, le fonti di abbagliamento sono spesso non schermate o scarsamente schermate o la luce solare colpisce direttamente l'occhio o le superfici riflettenti.



PART 1: VIEW WINDOW SHADING

Prerogative

Almeno uno dei seguenti è presente per tutti i vetri a meno di 2,1 m dal pavimento in spazi regolarmente occupati (a parte le lobby):

Ombreggiamento delle finestre interne o persiane che sono controllabili dagli occupanti o impostate per prevenire automaticamente l'abbagliamento.

Sistemi di ombreggiatura esterni impostati per prevenire l'abbagliamento.

Vetratura a opacità variabile, come il vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmissività del 90% o più.

PART 2: DAYLIGHT MANAGEMENT

Prerogative

Almeno uno dei seguenti è necessario per tutte le vetrate a più di 2,1 m dal pavimento in spazi regolarmente occupati (a parte le lobby):

Ombreggiamento delle finestre interne o persiane che sono controllabili dagli occupanti o impostate per prevenire automaticamente l'abbagliamento.

Sistemi di ombreggiatura esterni impostati per prevenire l'abbagliamento.

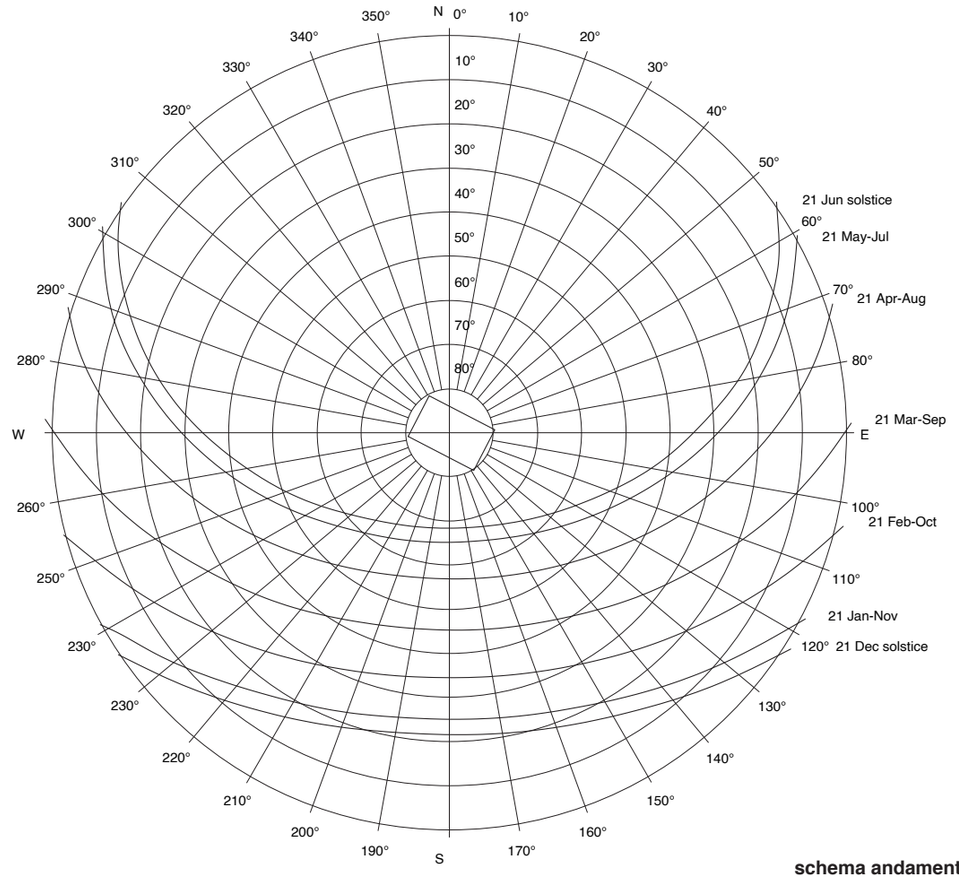
Ripiani interni chiari per riflettere la luce solare verso il soffitto.

Un film di micro-specchi sulla finestra che riflette la luce del sole verso il soffitto.

Vetratura a opacità variabile, come il vetro elettrocromico, che può ridurre la trasmissività del 90% o più.

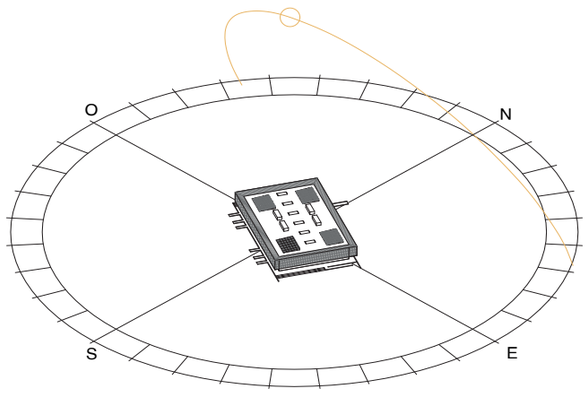
0.55 Standard

Verifica.

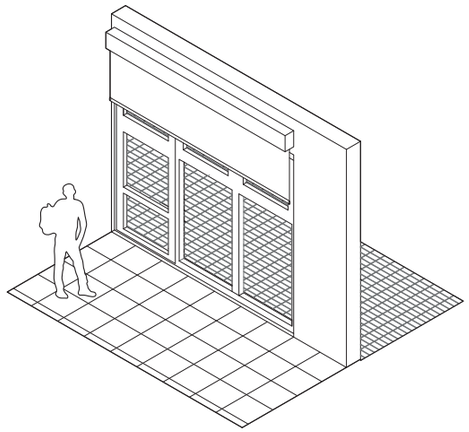


schema andamento Solare
elaborato tramite https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php

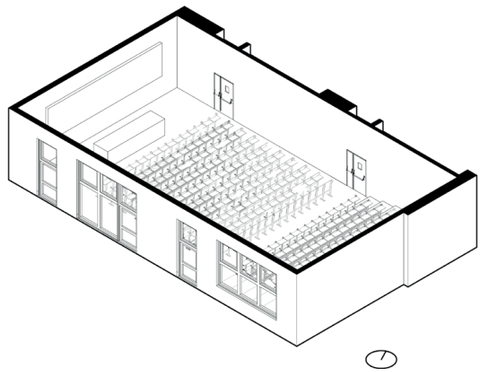
L'edificio delle Aule P, inserito all'interno dell'area della Cittadella Politecnica del Politecnico di Torino, segue l'impianto urbanistico dell'aria posizionandosi secondo il più convenzionale e corretto asse elio-termico SudEst - Nord Ovest. Nonostante ciò, trattandosi di un edificio prefabbricato Il sistema costruttivo è stato predominante sulla scelta architettonica, non permettendovi lo sfruttamento della congenialità dell'orientamento e di conseguenza non valorizzando l'apporto solare a seconda delle facciate.
La facciata esposta a sud ovest è quella



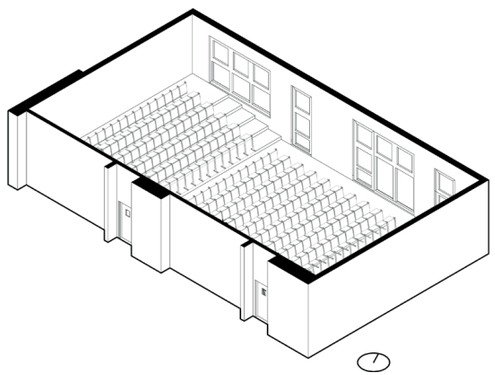
esposta maggiormente all'illuminazione diretta solare (Dunque le aule 1P e 4P ma il sole è più alto. Le aule con parete vetrata corrispondente alla facciata nord est, 2P e 3P, godono di un minore apporto di luce solare diretta, solo nel tardo pomeriggio solo nei mesi estivi quando è molto basso il sole, servendosi allorché di luce naturale diffusa.
Il fabbricato presenta un involucro metallico esterno all'edificio, realizzato in lamiera stirata e agganciato al volume principale tramite una struttura reticolare metallica, che intende assolvere a diverse funzioni, tra cui quella di schermo solare. Essendo questa però uniforme e presentando lo stesso aggetto per ogni facciata, protegge gli ambienti esposti a sud, durante le ore e le stagioni più calde, ma rischia di gettare più ombra per quelli esposti a nord.
Tutte le aperture e superfici vetrate presenta un sistema di oscuramento motorizzato controllabile dagli occupanti.



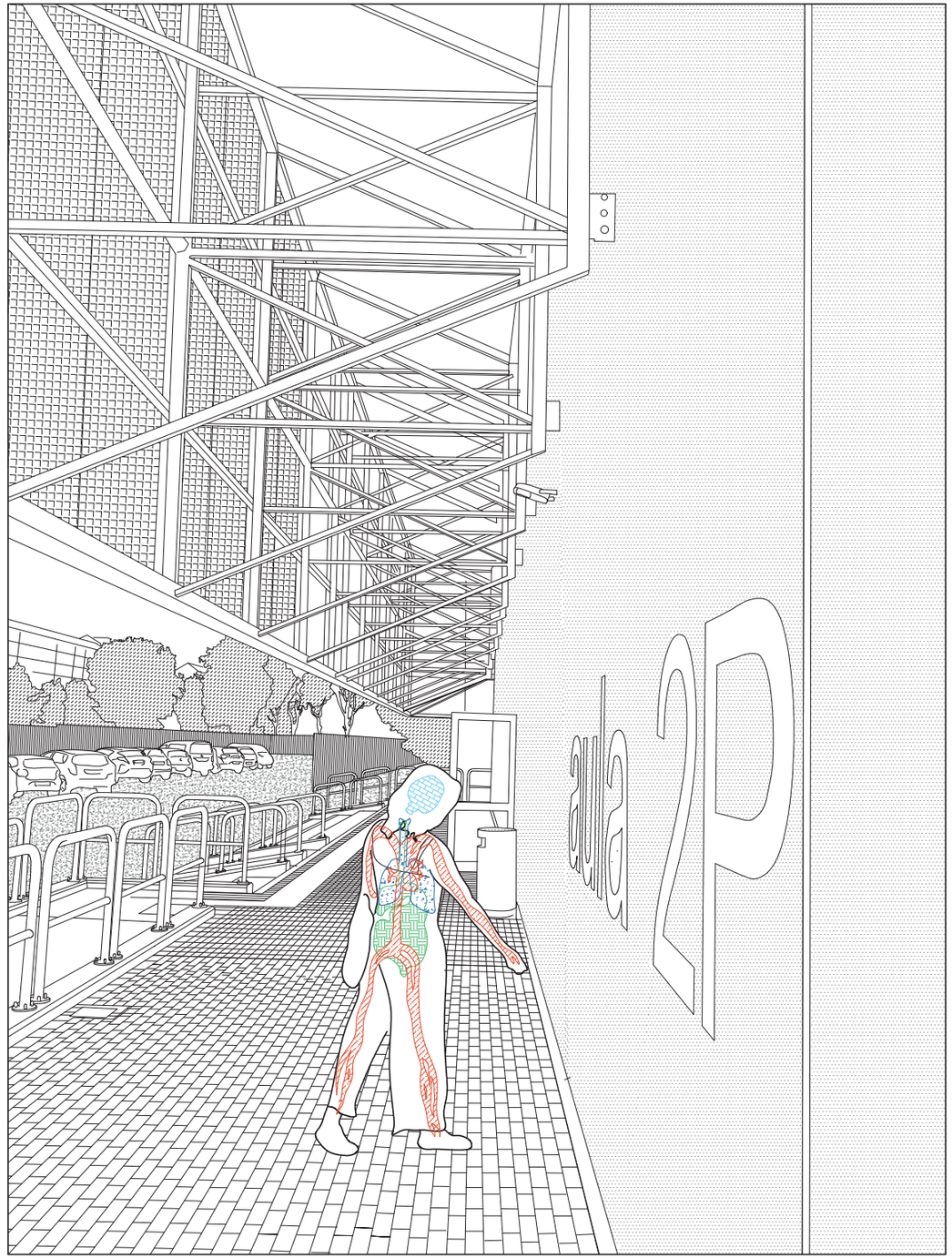
Schema funzionamento schermature solari interne

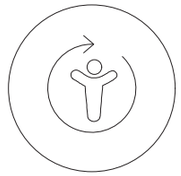


Aule 1P e 3P
la parete che presenta aperture vetrate è esposta a sud ovest ed è quella esposta maggiormente all'illuminazione diretta solare



Aule 2P e 4P
le aperture sono disposte sulla facciata nord est. Questo consente un minimo apporto di luce solare diretta (nei mesi estivie e nelle ore di tardo pomeriggio).





COMFORT

“L’ambiente interno dovrebbe essere un luogo di comfort. Nel perseguimento di tale visione, il WELL Building Standard® si concentra sulla riduzione significativa delle fonti più comuni di disturbo fisiologico, distrazione e irritazione e sul miglioramento del comfort acustico, ergonomico, olfattivo e termico per prevenire stress e lesioni e facilitare comfort, produttività e benessere. essere.

Gli ambienti costruiti possono ospitare suoni che possono distrarre e disturbare il lavoro o il relax. I sondaggi sui dipendenti mostrano che i problemi acustici sono una delle principali fonti di insoddisfazione nelle condizioni ambientali di un ufficio. Poiché il comfort acustico è determinato in parte dalle proprietà fisiche e dai contenuti degli ambienti, lo standard WELL Building mira a modellare gli spazi per mitigare i livelli indesiderati di rumore interno e ridurre l’intrusione del rumore esterno al fine di migliorare l’interazione sociale, l’apprendimento, la soddisfazione e la produttività. Sebbene il rumore sia onnipresente, siamo in grado di adottare politiche, tecnologie e pratiche che garantiscono ambienti acustici più silenziosi e riducono al minimo la nostra esposizione a suoni dannosi e non necessari.”(WELL BUILDING STANDARD , v1 with Q3 2018 addenda).

Questo concept prevede al suo interno requisiti per il soddisfacimento di diversi aspetti del comfort, che vanno dal comfort termico all’ergonomia, al comfort olfattivo per arrivare al comfort acustico.

Dei 22 requisiti 9 sono prescrittivi. la verifica di questi si è adoperata tramite calcoli analitici o per mezzo di softwer online, affidandosi per lo pù dei casi astime approssimative.

l’elaborazione dei deti relative a questo concept sono sintetizzate nella tabella n. 5

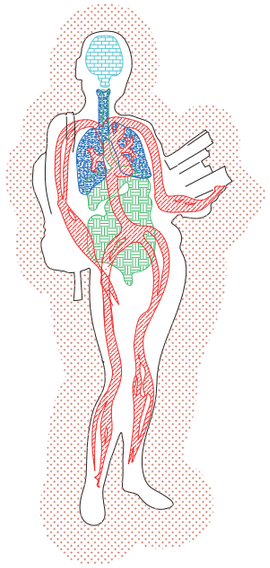
TIPOLOGIA DI PROGETTO: EDIFICI NUOVI ED ESISTENTI						
CONCEPT: COMFORT	TIPO DI REQUISITO	RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	TIPO DI DOCUMENTAZIONE
Standards:						
72 ACCESSIBLE DESIGN						
1: Accessibility and Usability	P	x				Architetto
73 ERGONOMICS: VISUAL AND PHYSICAL						
1: Sound Pressure Level	P				x	Proprietario + controllo in sito
2: Desk Height Flexibility	P		x			Proprietario + controllo in sito
3: Seat Flexibility	P		x			Proprietario + controllo in sito
74 EXTERIOR NOISE INTRUSION						
1: Sound Pressure Level	P	x				Test di prestazione
75 INTERNALLY GENERATED NOISE						
1: Acoustic Planning	P	x				Documentazione del professionista
2: Mechanical Equipment Sound Levels	P	x				Test di prestazione
76 THERMAL COMFORT						
1: Ventilated Thermal Environment	P	x				MEP + misurazione in sito
2: Natural Thermal Adaptation	P				x	MEP + misurazione in sito
77 OLFACTORY COMFORT						
1: Source Separation	O				x	Disegni architettonici
78 REVERBERATION TIME						
1: Reverberation Time	O				x	Test di prestazione
79 SOUND MASKING						
1: Sound Masking Use	O		x			MEP
2: Sound Masking Limits	O		x			Test di prestazione
80 SOUND REDUCING SURFACES						
1: Ceilings	O	x				Architetto
2: Vertical Surfaces	O	x				Architetto
81 SOUND BARRIERS						
1: Wall Construction Specifications	O			x		Architetto
2: Doorway Specifications	O				x	Architetto + appaltatore
3: Wall Construction Methodology	O	x				Appaltatore
82 INDIVIDUAL THERMAL CONTROL						
1: Free Address	O			x		Dichiarazione di intenti
2: Personal Thermal Comfort Devices	O			x		Proprietario + controllo in sito
83 RADIANT THERMAL COMFORT						
1: Lobbies and Other Common Spaces	O		x			MEP
2: Offices and Other Regularly Occupied Spaces	O		x			MEP
MEP = acronimo inglese per indicare i tre settori - Meccanico, Elettrico e idrulico - dell'edilizia seguiti da una società di ingegneria dedicata						

Tabella 5: Verifica requisiti concept COMFORT
elaborazione personale

0.72 Standard

ACCESSIBLE DESIGN

È necessario garantire che le persone con disabilità fisiche abbiano accesso e mobilità. È un aspetto importante di un ambiente edilizio equo.



PART 1: ACCESSIBILITY AND USABILITY

Prerogative

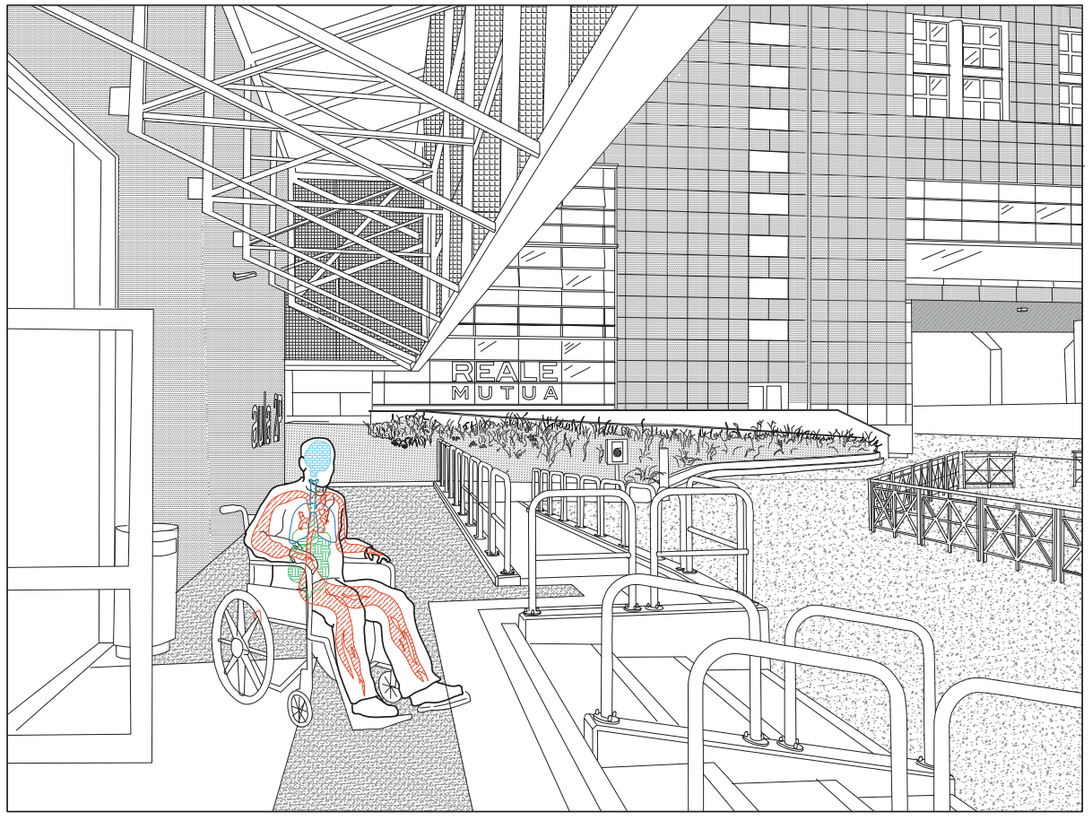
Il progetto dimostra la conformità con uno dei seguenti:

Standard ADA attuali per la progettazione accessibile o codice locale o standard comparabili.

ISO 21542: 2011 - Costruzione di edifici - Accessibilità e usabilità dell'ambiente costruito.

0.72 Standard

Verifica.

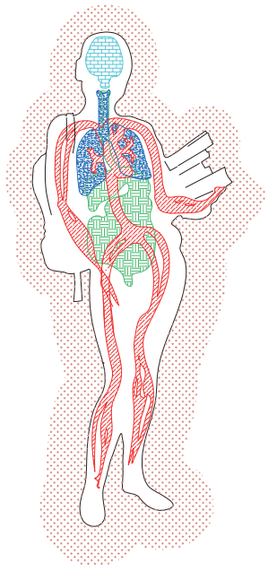


Il progetto rispetta fedelmente le prescrizioni previste dai decreti (D.P.R.) n. 384/78 e 236/89 riguardo all’accesso e alla fruibilità degli spazi per persone con diverse abilità motorie e visive. Tutti gli ingressi dell’edificio sono dotati di una rampa di accesso per permettere il passaggio di carrozzine. Percorsi tattili per non vedenti circondano l’edificio. Le dimensioni spaziali permettono la mobilità in tutti i locali di destinazione, sanitari, aule corridoi. Postazioni di lavoro specifiche sono predisposte nelle aule. Lo standard richiesto è pienamente soddisfatto.

0.73 Standard

ERGONOMICS: VISUAL AND PHYSICAL

L'uso eccessivo degli stessi muscoli e legamenti durante il tentativo di adattarsi a mobili o attrezzature statici nel tempo può causare disagio e sforzare il corpo, specialmente in ambienti professionali che richiedono attività ripetitive. In tali condizioni, si accentuano anche gli effetti di un leggero disagio visivo o fisico, con conseguente riduzione del comfort e della concentrazione dell'occupante.



PART 1: VISUAL ERGONOMICS

Prerogative

È soddisfatto il seguente requisito:

Tutti gli schermi dei computer, inclusi i laptop, sono regolabili in termini di altezza e distanza dall'utente.

PART 2: DESK HEIGHT FLEXIBILITY

Prerogative

Al 30% delle stazioni di lavoro che si trovano ad altezza seduta o superfici di lavoro simili, gli utenti hanno la possibilità di alternare tra seduta e in piedi attraverso uno dei seguenti:

Scrivanie da appoggio regolabili in altezza.

Supporti di regolazione in altezza da tavolo.

Coppie di scrivanie ad altezza fissa di altezza fissa e seduta (che non devono essere posizionate una accanto all'altra).

PART 3: SEAT FLEXIBILITY

Prerogative

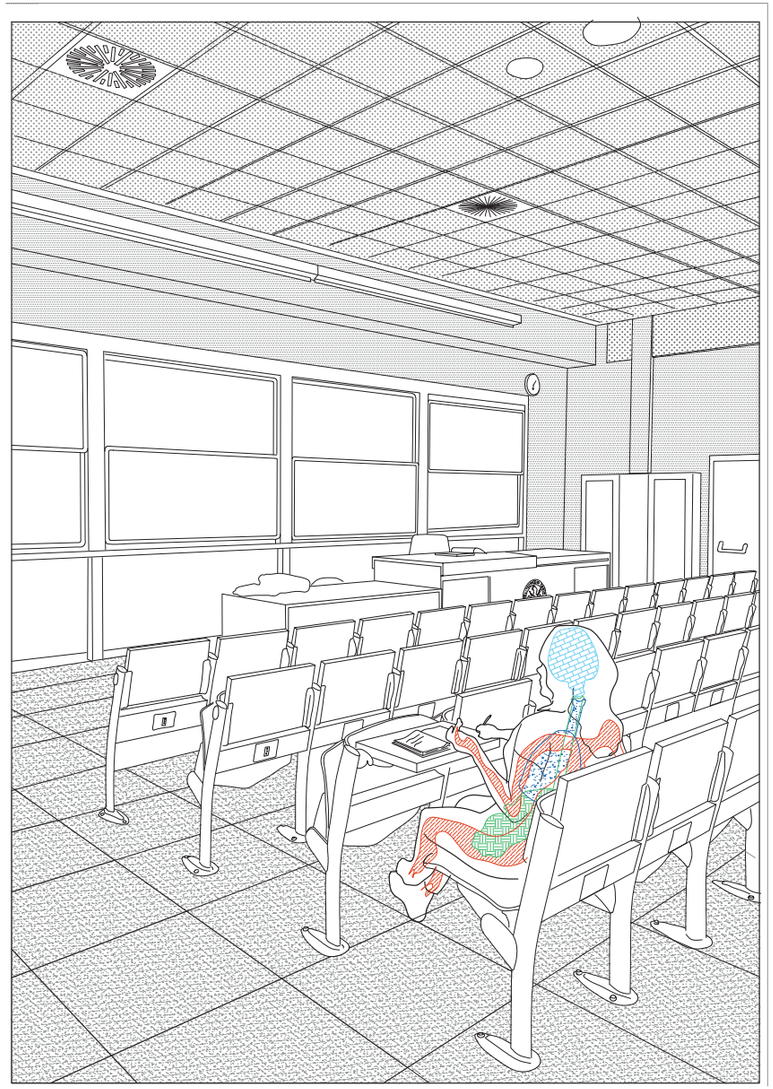
Gli arredi degli occupanti sono regolabili nei seguenti modi:

La regolazione in altezza della sedia della stazione di lavoro è conforme alla norma HFES 100 o alle linee guida BIFMA G1.

La regolazione della profondità del sedile della workstation è conforme alle norme HFES 100 o alle linee guida BIFMA G1.

0.73 Standard

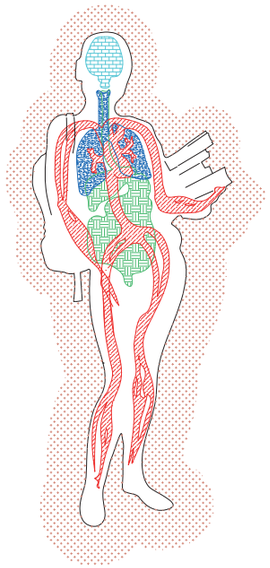
Verifica.



La progettazione e la realizzazione degli arredi degli spazi interni delle aule segue le linee guida dettate dalle norme Uni EN 1729-1: 2016 “Mobili-sedie e tavoli per le istituzioni scolastiche”. Al fine di garantire l’ergonomia degli occupanti sono rispettate le misure dimensionali di sedie e tavoli, sebbene questi non siano regolabili e aggiustabili in altezza (requisito WELL). La presenza di una Cattedra Attrezzata rappresenta un fattore di offrire una ampia articolazione di strumenti didattici. La cattedra ad alto contenuto tecnologico è dotata al suo interno di un piano pantografato, con annessi una lavagna elettronica, un monitor 15", un videoregistratore, e un radiomicrofono. La lavagna rispetta le indicazioni standard fornite dalla UNI EN 14434 per le superfici verticali di scrittura.

THERMAL COMFORT

Il comfort termico nel corpo viene fornito attraverso l'omeotermia, il bilanciamento degli aumenti e delle perdite di calore per mantenere la temperatura interna del corpo entro il suo intervallo ridotto, 36-38 ° C [97-100 ° F], e regolato dall'ipotalamo. Il comfort termico può influire su umore, prestazioni e produttività. Tuttavia, le preferenze di temperatura sono altamente personali e differiscono da persona a persona. Bilanciare il fabbisogno energetico dei grandi edifici con le varie preferenze degli occupanti può quindi essere impegnativo.



PART 1: VENTILATED THERMAL ENVIRONMENT

Prerogative

Tutti gli spazi nei progetti ventilati meccanicamente (comprese le aree di circolazione) soddisfano i criteri di progettazione, funzionamento e prestazioni:

ASHRAE Standard 55-2013 Sezione 5.3, Conformità alla zona di comfort standard.

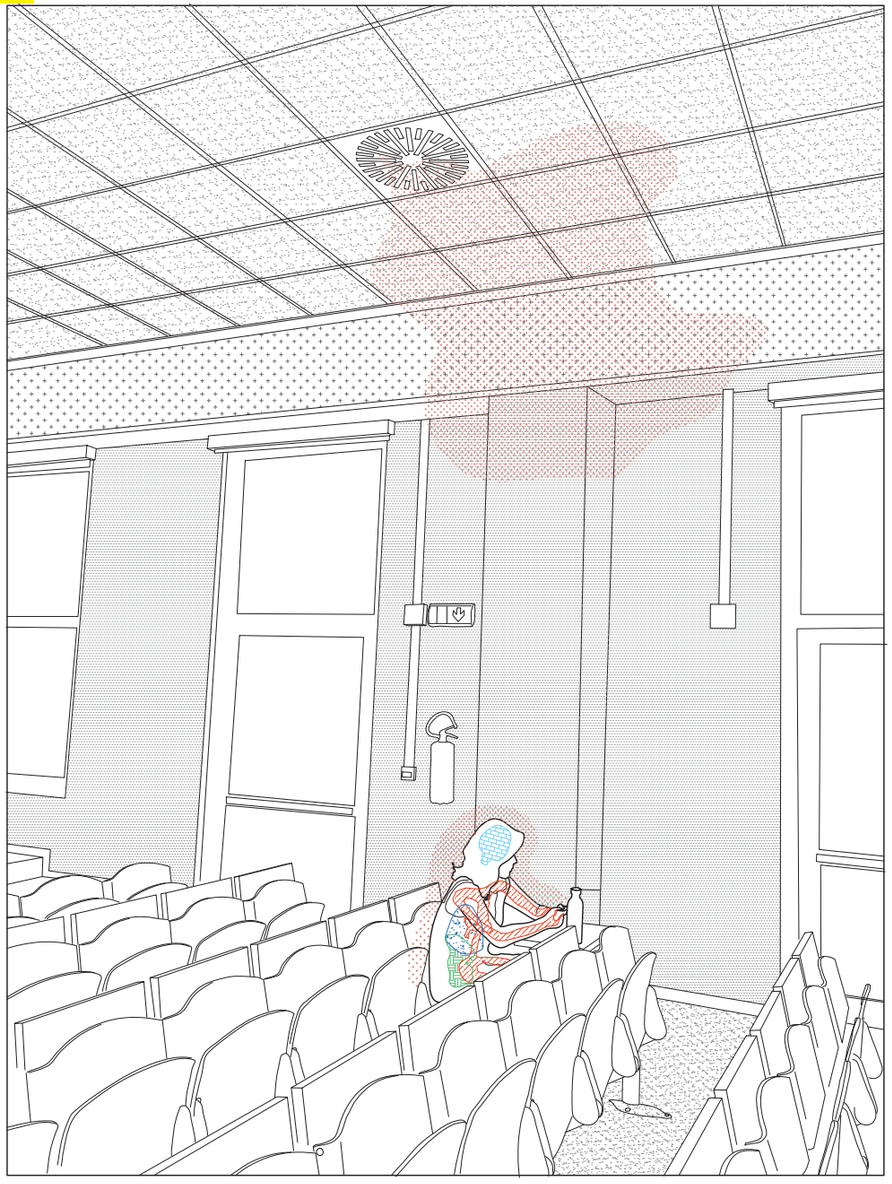
PART 2: NATURAL THERMAL ADAPTATION

Prerogative

Tutti gli spazi nei progetti condizionati naturalmente soddisfano i seguenti criteri:

ASHRAE Standard 55-2013 Sezione 5.4, Modello comfort adattivo.

Verifica.



Come detto precedentemente il Sistema di climatizzazione e dunque anche il riscaldamento è affidato a un Sistema HVAC, composta da 5 unità rooftop a elevatissima prestazione, quattro a recupero di calore a flussi incrociati a ad alta efficienza e una, a recupero di calore termodinamico. La distribuzione dell'aria nelle aule è garantita da un sistema di canali P3 ductal. Nella controsoffittatura di ogni classe sono distribuite 15 griglie di mandata che hanno il compito di distribuire uniformemente l'aria e quattro griglie di ripresa poste sul fondo dell'aula. (Il sistema è conforme con le

prescrizioni di funzionamento indicate dalla normativa UNI EN ISO 7730)[76]

L' ASHRAE 55[77] Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy è, a oggi, il documento cardine per la valutazione del comfort termo-igrometrico, questa si traduce nella normativa europea UNI EN ISO 7730. Per la valutazione del comfort termico la ASHRAE 55 individua tre metodi: Graphic comfort zone method, Analytical comfort zone method, Elevated air speed.

I primi due metodi si basano sul modello di voto medio previsto PMV. Il metodo grafico per ambienti interni tipici utilizza il diagramma psicometrico sul quale vengono evidenziate le temperature operative e l'umidità a cui viene raggiunto il comfort termico. Questo metodo può essere applicato agli spazi in cui gli occupanti hanno livelli di attività che determinano tassi metabolici tra 1,0 e 1,3 met e dove si indossano indumenti che forniscono tra 0,5 e 1,0 clo di isolamento termico. (La maggior parte degli uffici rientra in queste limitazioni). Per tassi metabolici medi tra 1,0 e 2,0 met, e dove si indossano indumenti che forniscono 1,5 clo o meno di isolamento termico è necessario utilizzare il modello analitico per determinare la sensazione di comfort termico. Basato anch'esso sul modello PMV, questo metodo utilizza strumenti come lo strumento ASHRAE Thermal Comfort o lo strumento online CBE Thermal Comfort per valutare il comfort termico. Ai fini del calcolo è necessario che gli utenti forniscano i dati relativi a grandezze oggettive: temperatura operativa, velocità dell'aria, umidità e le grandezze soggettive: tasso metabolico e valore di isolamento degli indumenti. Il sistema valuta la sensazione termica prevista su una scala da -3 (freddo) a +3 (caldo). La conformità si ottiene se le condizioni forniscono neutralità termica, misurata tra -0,5 e +0,5 sulla scala PMV.

L'uso del modello PMV nell' ASHRAE 55 è limitato a velocità dell'aria non superiori a 0,20 m/s. Velocità dell'aria superiori a 0,20 m/s possono essere utilizzate per aumentare i limiti di temperatura superiore della zona di comfort in determinate circostanze. La metodologia si basa sul modello SET (Standard Effective Temperature), che fornisce un modo per assegnare una temperatura effettiva (a un tasso metabolico standard e valori di isolamento degli indumenti) per confrontare le sensazioni termiche sperimentate in una gamma di condizioni termiche.

Sebbene lo standard 55 ANSI / ASHRAE non preveda la valutazione del comfort negli edifici esistenti, una parte della norma offre una linea guida per eseguire una valutazione quando è richiesto da altri codici o standard. In generale, la valutazione del comfort negli edifici esistenti può essere eseguita da due punti di vista: dall'indagine sulla soddisfazione degli occupanti e dalle misurazioni ambientali fisiche. Nella sezione 7 sono illustrati le procedure per la valutazione dell'ambiente termico. Per gli occupanti di posti a sedere, le misurazioni della temperatura dell'aria e della velocità dell'aria devono essere eseguite ad altezze di 0,1, 0,6 e 1,1 m e la temperatura operativa e il PMV devono essere misurati a 0,6 m. Le altezze devono essere adattate per le persone in piedi. Il disagio locale, causato dall'asimmetria della temperatura radiante, deve essere misurato nelle posizioni degli occupanti, con i sensori orientati per rilevare le massime differenze di temperatura superficiale. Lo standard suggerisce che il tempo delle misurazioni dovrebbe durare due o più ore e dovrebbe anche essere un periodo rappresentativo dell'anno per questo specifico edificio.

Utilizzando il CBE Thermal Comfort Tool,[78] è stato possibile calcolare un modello esemplificativo di comportamento e di verifica delle condizioni di benessere termico che avvengono nel caso studio preso a riferimento al variare dei valori delle grandezze fondamentali entro gli indici e dati a nostra disposizione. Si è posto innanzitutto che l'attività metabolica come indicato nelle tabelle riportate dalla stessa norma pari a 1 met per l'attività di lettura o scrittura in posizione di seduta. Si è preso come valore indicativo 1 clo l'isolamento dell'abbigliamento per i mesi invernali e 0. 5 per i mesi estivi. Facendo variare il valore della velocità dell'aria per il riscaldamento (che come prescritto dalla norma tecnica 10339 per locali di ufficio o aule scolastiche è compresa tra 0,05 e 0,15 m/s) e l'umidità relativa (entro i limiti di 30% e 50 % come suggerito dal WELL) si sono definiti gli scenari nei quali si verifica la sensazione di comfort termico in base agli intervalli di temperatura operativa.

Ad esempio nel caso invernale in cui l'isolamento del vestiario è pari a 1 clo, l'umidità relativa pari al 50 % e la velocità dell'aria è di 0.15 m/s, la condizione di comfort termico ottimale si verifica per temperature operative che vanno da 21,6 °C a 25,2 °C.

Bibliografia:

75 UNI 10380:1994 + A1:1999, "Lighting. Interior lighting with artificial light."

76 UNI EN ISO 7730:2006 , Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria

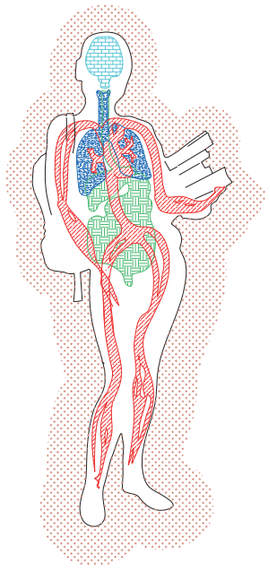
77 L' ASHRAE 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

78 CBE Thermal Comfort Tool, http://comfort.cbe.berkeley.edu/

0.80 Standard

SOUND REDUCING SURFACES

Una progettazione e una costruzione adeguate non sono sempre sufficienti per ottenere il comfort acustico negli edifici. Le fonti che contribuiscono all'insoddisfazione acustica come la trasmissione del suono da fonti interne ed esterne, il rumore da calpestio e le voci dagli spazi adiacenti sono difficili da controllare. Tuttavia, i trattamenti di riduzione del suono che incorporano superfici assorbenti, come pannelli a parete, deflettori del soffitto e miglioramenti della superficie possono aiutare con la gestione del riverbero e migliorare il comfort acustico. Il coefficiente di riduzione del rumore (NRC) di un materiale è un valore medio che determina le sue proprietà di assorbimento. Maggiore è il valore NRC, migliore è il materiale ad assorbire il suono in condizioni standardizzate.



PART 1: CEILINGS — Prerogative

i seguenti spazi, se presenti, hanno soffitti che soddisfano le specifiche descritte:

Aree di lavoro aperte: NRC (Noise reduction criteria) minimo di 0,9 per l'intera superficie del soffitto (esclusi luci, lucernari, diffusori, travi, travetti e inferriate).

Sale per conferenze e teleconferenze: NRC minimo di 0,8 su almeno il 50% della superficie del soffitto (esclusi luci, lucernari, diffusori, travi, travetti e inferriate).

PART 2: VERTICAL SURFACES — Prerogative

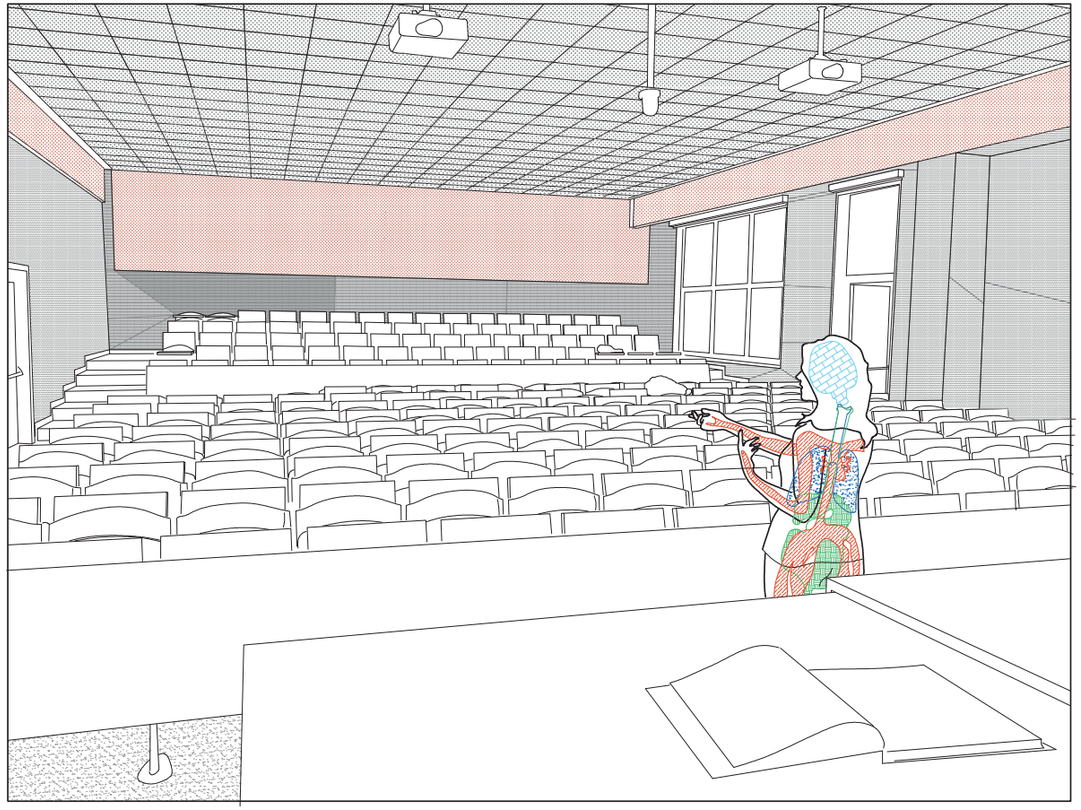
I seguenti spazi, se presenti, hanno superfici verticali che soddisfano le specifiche NRC descritte:

Uffici chiusi, sale per conferenze e teleconferenze: NRC minimo di 0,8 su almeno il 25% della superficie delle pareti interne circostanti.

Spazi per uffici partizionati: le partizioni raggiungono almeno 1,2 m e hanno un NRC minimo di 0,8.

0.76 Standard

Verifica.



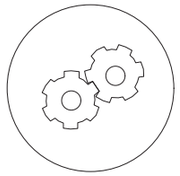
L'edificio delle aule presenta un'elevata prestazione in merito al comportamento in campo acustico. Gli accorgimenti in campo di acustic design sono stati elaborati in modo da garantire il soddisfacimento dei requisiti imposti dalle normative italiane che regolano l'acustica negli edifici scolastici, come il decreto D.P.C.M. 5/12/1997.[79]
In termini di normativa le prestazioni acustiche di un edificio si distinguono in prestazioni per mitigare il rumore proveniente dall'esterno con il calcolo dell'isolamento acustico di facciata, mentre per quanto riguarda il rumore interno si calcola: il tempo di riverbero, il potere fonoisolante degli elementi di separazione tra ambienti adiacenti, il livello di rumore di calpestio, in fonoassorbimento, il livello di rumore degli impianti.
Il decreto D.P.C.M. 5/12/1997 fissa i valori limite dei requisiti acustici passivi che caratterizzano la prestazione acustica di un edificio nei confronti del rumore esterno (isolamento acustico di facciata) e del rumore interno (potere fonoisolante, livello di pressione sonora di calpestio, livello sonoro degli impianti):
L'adeguamento al limite di Isolamento acustico normalizzato di facciata, D 2m,nT,w = 48 db, deve essere garantito dalle prestazioni fonoisolanti dell'involucro, un sistema portante di elementi prefabbricati

in calcestruzzo con serramenti in lega di alluminio a taglio termico con vetrocamera e bassoemissivi, con isolamento acustico media telaio vetro Rw ≥ 44 dB. Questo requisito può rappresentare un valore critico data la vicinanza a un elevato clima acustico esterno come Corso Castelfidardo. Inoltre, il valore limite del Potere Fonoisolante apparente di divisori fra ambienti di differenti unità immobiliari (aule e corridoi), è R'w = 48 dB. Questo standard è garantito da un sistema di tramezzature a secco in cartongesso euroclasse A1 ad alto isolamento acustico – completate da pannelli fonoassorbenti in lana di vetro dedicati all'ottimizzazione delle prestazioni acustiche delle aule. Per il calcolo previsionale la norma di riferimento è la UNI EN ISO 12354-1:2017 che contiene un modello di calcolo per stimare il potere fonoisolante R'w dell'elemento di separazione tra due ambienti a partire dalle prestazioni acustiche di laboratorio degli elementi strutturali coinvolti. Nella sommità di tre pareti esclusa quella occupata dalla lavagna sono installati pannelli di fonoassorbenti di lana minerale, che insieme al controsoffitto modulare in lana minerale con proprietà di fonoassorbimento aiutano a contenere il tempo di riverbero. In tema di tempo di riverberazione si rimanda alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.3150 del 22/05/1967 riguardante gli edifici scolastici. Il tempo di riverberazione quantifica la "coda sonora" che permane all'interno di un ambiente anche dopo l'interruzione dell'emissione della energia sonora di una sorgente. Il limite imposto dalla normativa per le aule scolastiche è di 1,2 s.

Infine per contenere il Livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo LAeq,nT il cui limite è 25 dB è stata prevista l'installazione di silenziatori Lindab della serie TUNE-S a servizio delle unità rooftop con il compito di mascherarvi il rumore.

Bibliografia:

79 D.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
Pubblicato in G.U. Serie generale n. 297 del 22 dicembre 1997



MENTE

“Mentre la salute mentale e fisica sono spesso concettualizzate come domini separati, le nostre menti e corpi sono indissolubilmente connessi. Ad esempio, l’esercizio fisico aumenta il rilascio di serotonina, che può elevare l’umore e regolare il ciclo del sonno. Il semplice atto di preoccuparsi, d’altra parte, può innescare risposte fisiologiche simili al modo in cui lo stress fisico e le lesioni possono farlo. Mentre il corpo ha una notevole capacità di recupero da un singolo fattore di stress acuto, l’attivazione cronica e ripetuta della risposta allo stress può essere particolarmente dannosa sia fisiologicamente che psicologicamente. Poiché gli esseri umani hanno la capacità di preoccuparsi di problemi astratti e spesso non immediatamente risolvibili come perdita, carriera, problemi finanziari e autostima, la vita moderna può essere costruita con fattori di stress che portano a basso umore, depressione e un senso negativo di sé.”(WELL BUILDING STANDARD , v1 with Q3 2018 addenda).

Gli standard, o meglio dire i requisiti di questo concept sono 35, dei quali per edifici nuovi ed esistenti 11 prerogativi, e 24 opzionali. La tabella seguente (Tabella n. 5) raffigura l’applicazione di questi al caso studio preso in esame . I requisiti sono elencati insieme al giudiozio di valore espresso durante le ispezioni e conseguentemente al lavoro di analisi.

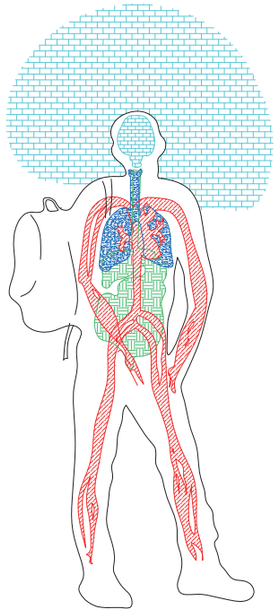
Gli standard di questa categoria fanno riferimento a direttive e linee guida del design del progetto , e quindi nel campo d’azione dell’architetto, ma anche nel caso di aziende e uffici in direttive sulla gestione politic del personale e in quel caso i documenti necessari sono delle dichiarazioni di intenti da parte dei gestori/ amministratori del progetto.

TIPOLOGIA DI PROGETTO: EDIFICI NUOVI ED ESISTENTI						
CONCEPT: MIND	TIPO DI REQUISITO	RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	TIPO DI DOCUMENTAZIONE
Standards:						
84 HEALTH AND WELLNESS AWARENESS						
1: WELL Building Standard® Guide	P			x		Ispezione visiva
2: Health and Wellness Library	P			x		Ispezione visiva
85 INTEGRATIVE DESIGN						
1: Stakeholder Charrette	P			x		Documentazione del professionista
2: Development Plan	P			x		Documentazione del professionista
3: Stakeholder Orientation	P			x		Documentazione del professionista
86 POST-OCCUPANCY SURVEYS						
1: Occupant Survey Content	P			x		Dichiarazione di intenti
2: Information Reporting	P			x		Dichiarazione di intenti
87 BEAUTY AND DESIGN I						
1: Beauty and Mindful Design	P		x			Documentazione del professionista
88 BIOPHILIA I - QUALITATIVE						
1: Nature Incorporation	P		x			Documentazione del professionista
2: Pattern Incorporation	P		x			Documentazione del professionista
3: Nature Interaction	P		x			Documentazione del professionista
89 ADAPTABLE SPACES						
1: Stimuli Management	O		x			Architetto + controllo in sito
2: Privacy	O		x			Architetto + controllo in sito
3: Space Management	O		x			Proprietario + controllo in sito
4: Workplace Sleep Support	O		x			Proprietario + controllo in sito
90 HEALTHY SLEEP POLICY						
1: Non-Workplace Sleep Support	O				x	Dichiarazione di intenti
91 BUSINESS TRAVEL						
92 BUILDING HEALTH POLICY						
1: Health Benefits	O				x	Dichiarazione di intenti
93 WORKPLACE FAMILY SUPPORT						
1: Parental Leave	O				x	Dichiarazione di intenti
2: Employer Supported Child Care	O				x	Dichiarazione di intenti
3: Family Support	O				x	Dichiarazione di intenti
94 SELF-MONITORING						
1: Sensors and Wearables	O				x	Dichiarazione di intenti
95 STRESS AND ADDICTION TREATMENT						
1: Mind and Behavior Support	O	x				Dichiarazione di intenti
2: Stress Management	O				x	Dichiarazione di intenti
96 ALTRUISM						
1: Charitable Activities	O				x	Dichiarazione di intenti
2: Charitable Contributions	O				x	Dichiarazione di intenti
97 MATERIAL TRANSPARENCY						
1: Material Information	O		x			Architetto + proprietario e appaltatore
2: Accessible Information	O			x		Ispezione visiva
98 ORGANIZATIONAL TRANSPARENCY						
1: Transparency Program Participation	O			x		Dichiarazione di intenti + controllo in sito
99 BEAUTY AND DESIGN II						
1: Ceiling Height	O	x				Disegni architettonici + controllo in sito
2: Artwork	O		x			Documentazione del professionista
3: Spatial Familiarity	O		x			Documentazione del professionista
100 BIOPHILIA II - QUANTITATIVE						
1: Outdoor Biophilia	O		x			Proprietario + controllo in sito
2: Indoor Biophilia	O		x			Architetto + controllo in sito
3: Water Feature	O		x			Architetto + controllo in sito

Tabella 6: Verifica requisiti concept COMFORT
elaborazione personale

BEAUTY AND DESIGN I

Uno spazio fisico in cui i principi di progettazione si allineano ai valori culturali fondamentali di un'organizzazione può avere un impatto positivo sull'umore e sul morale dei dipendenti. L'integrazione di elementi esteticamente gradevoli in uno spazio può aiutare gli occupanti della costruzione a ricavare una misura di conforto o gioia da ciò che li circonda. L'incorporazione di elementi di design e opere d'arte in uno spazio può creare un ambiente rilassante in grado di migliorare l'umore degli occupanti.



Prerogative

PART 1: BEAUTY AND MINDFUL DESIGN

Il progetto contiene funzionalità destinate a tutto quanto segue:

benessere umano

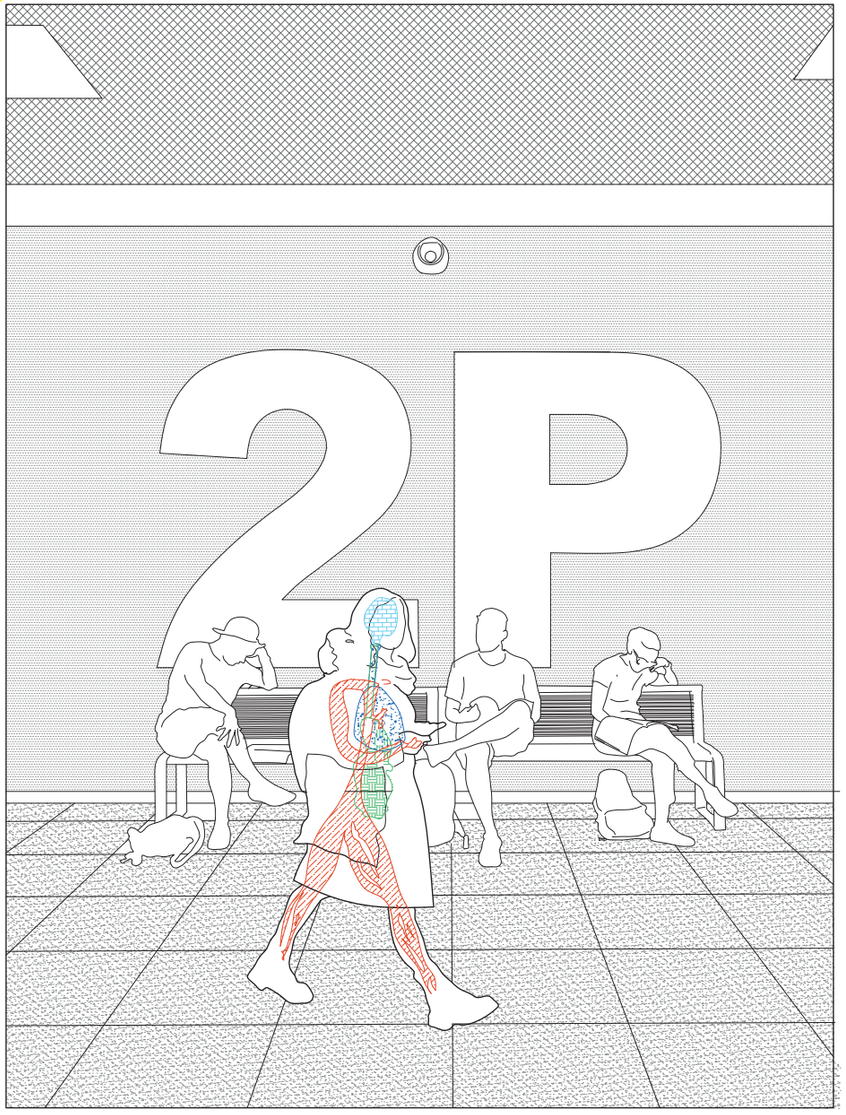
Celebrazione della cultura

Celebrazione dello spirito.

Celebrazione del luogo.

Integrazione significativa dell'arte pubblica.

Verifica.

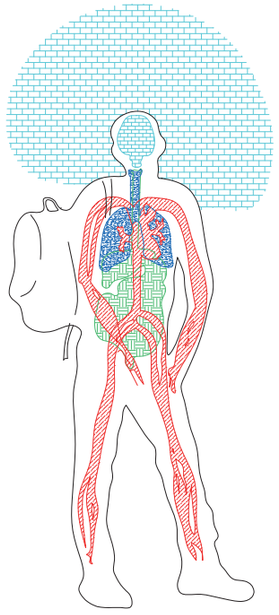


Il progetto nel suo complesso, sia nelle aule come negli spazi di distribuzione non soddisfa pienamente le condizioni di un design orientato a stimolare sensorialmente ed emotivamente gli occupanti. Non vi sono elementi evocativi di valore culturale, sensoriale e percettivo. L'unico tentativo in questo senso può essere riscontrato nell'utilizzo del colore come realizzazione embrionale di quella pratica architettonica che richiama la teoria del colore. Inoltre non vi è attenzione nel creare spazi di integrazione sociale nelle zone di circolazione comune.

0.88 Standard

BIOPHILIA I - QUALITATIVE

Fino a tempi relativamente recenti nella storia umana, le persone avevano una costante interazione con gli esseri viventi e il loro ambiente naturale. La biofilia, o l'idea che gli esseri umani abbiano un'affinità con il mondo naturale, è un campo emergente che mira a rispondere al nostro bisogno psicologico di essere attorno alla vita e ai processi simili alla vita. L'esposizione a viste e immagini della natura può aiutare ad accelerare i tempi di guarigione e recupero, aumentare i sentimenti positivi e ridurre quelli negativi. Gli ambienti interni freddi, sterili e privi di vita, d'altra parte, possono diminuire la nostra esperienza, umore e felicità. Modellato sulla Living Building Challenge, i requisiti della biofilia implicano la conduzione di studi storici, culturali, ecologici e climatici per informare gli elementi biofili e la creazione di un quadro biofilo che segua la biofilia in ogni fase di progettazione del progetto.



PART 1: NATURE INCORPORATION — Prerogative

Viene sviluppato un piano di biofilia che include una descrizione di come il progetto incorpora la natura attraverso quanto segue:

Elementi ambientali.

Illuminazione.

Layout dello spazio.

PART 2: PATTERN INCORPORATION — Prerogative

Viene sviluppato un piano di biofilia che include una descrizione di come il progetto incorpora quanto segue:

I modelli della natura in tutto il design.

PART 3: NATURE INTERACTION — Prerogative

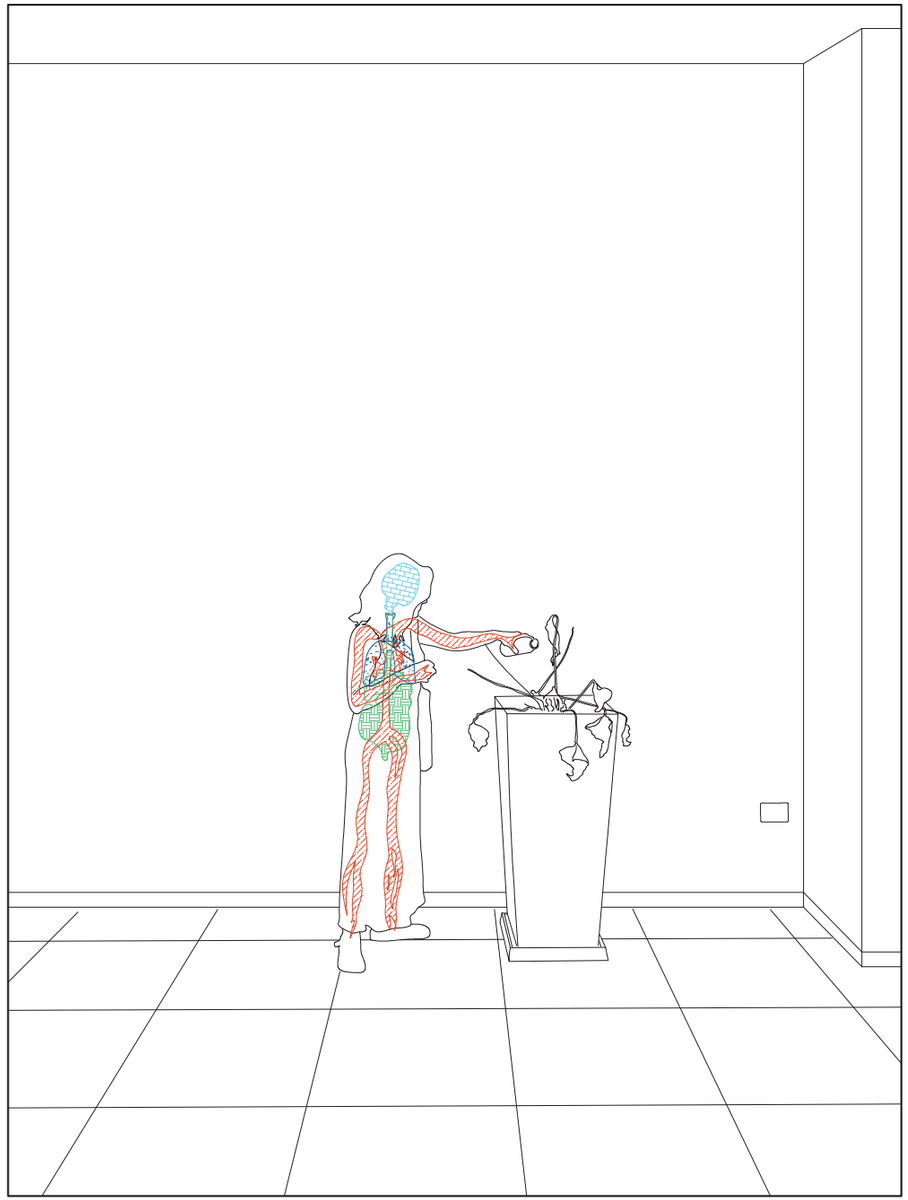
Viene sviluppato un piano di biofilia che include una descrizione di come il progetto incorpora quanto segue:

All'interno dell'edificio.

All'interno del confine del progetto, esterno all'edificio.

0.88 Standard

Verifica.

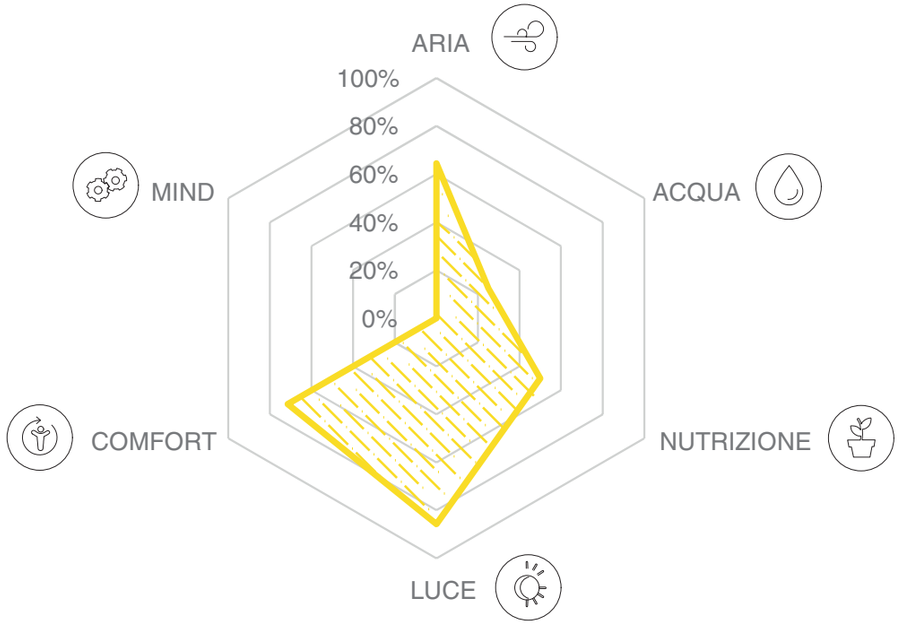


Non è previsto alcun piano di biofilia nel progetto né all’interno né all’esterno dell’edificio. L’unico tentativo in questo senso è rappresentato dalla presenza di alcune piante nella zona di distribuzione del corridoio la cui manutenzione non è curata adeguatamente.

6. CONCLUSIONI

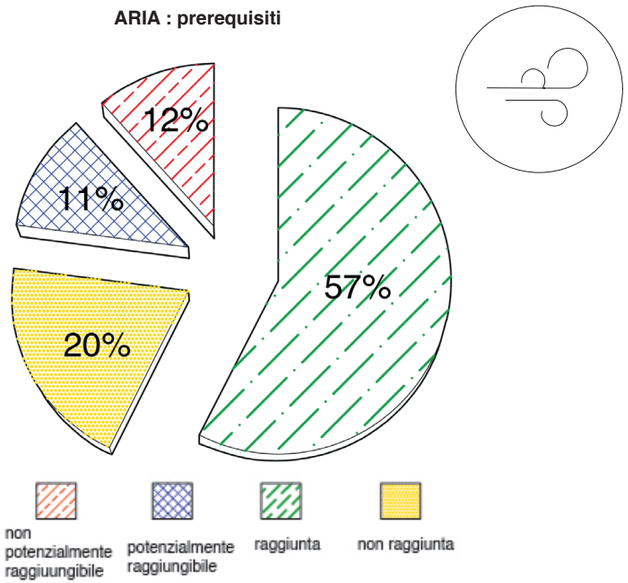
L'intento di questo capitolo consiste nell'effettuare un'analisi congiunta di tutti i parametri presenti nel protocollo WELL per offrire una valutazione di sintesi circa l'applicabilità del sistema WELL al nostro caso di studio. In altri termini, sulla base delle informazioni tecniche ottenute e dell'analisi effettuata ci si pone la domanda se l'attuale realizzazione delle aule P possa ottenere la certificazione di un ambiente WELL, ovvero la garanzia di salute e benessere ambientale per gli occupanti. Ai fini della procedura della certificazione WELL di un progetto, come detto prima, è necessaria una produzione della documentazione affidata a diversi soggetti istituzionali: architetto, proprietario, appaltatore, rapporti di professionisti, nonché una serie di ispezioni controlli e verifiche effettuate da un soggetto istituzionale terzo con un ruolo di garanzia circa l'affidabilità delle informazioni richieste.

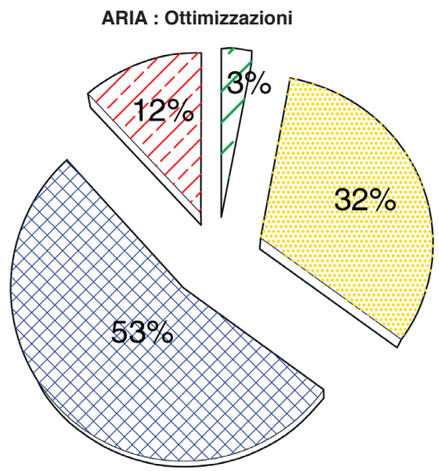
Al fine di dare esecuzione al modello di simulazione proposto chi scrive si è fatto carico necessariamente del complesso dei giudizi prodotti nella precedente sezione. Pertanto, oltre alle informazioni oggettive consistenti nei disegni tecnici, informazioni di dettaglio concernenti il sistema impiantistico e meccanico che si è avuto modo di esaminare, tutto il resto è stato elaborato come personale giudizio/ calcolo dei parametri chiave attraverso una serie di sopralluoghi nelle aule P del politecnico nel corso dei quali si sono annotate gli elementi caratteristici richiesti

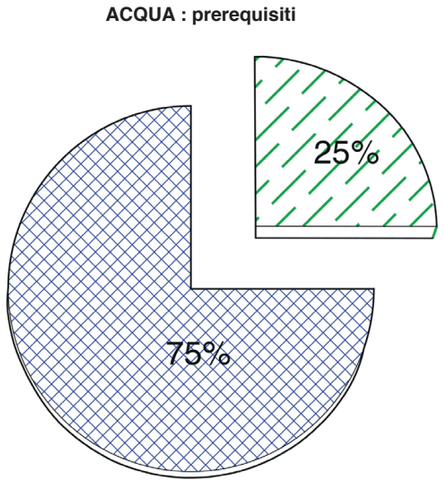


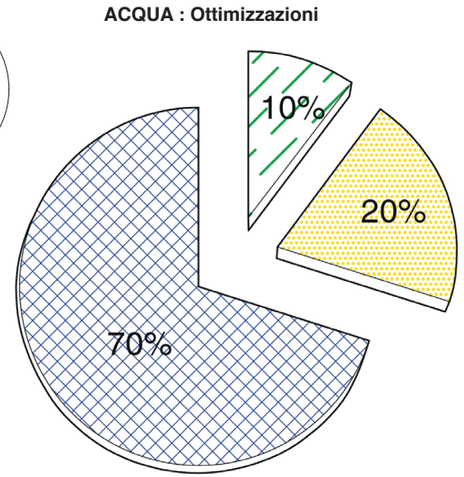
Raggiungimento dei pre-requisiti degli standard WELL , valori percentuali

dal protocollo. Inoltre, come verrà di seguito specificato per effettuare la valutazione circa il raggiungimento degli standard WELL si è preso come riferimento la normativa nazionale i cui valori in molte occasioni non si sovrappongono completamente alla normativa americana, si sono riscontrate certamente molte analogie ma a volte le differenze nei valori standard richiesti sono apparse molto marcate. In genere il protocollo di riferimento dello standard WELL prevedono valori prestazionali maggiori rispetto a quelli della normativa nazionale. La precisazione appare dovuta per indicare che l'assegnazione di ciascun giudizio ha implicato per chi scrive un'attività di ricerca dei vari decreti contenenti gli standard normativi per le voci di ciascun concept, mentre l'uso pedissequo del protocollo, in quanto corpus unico che comprende al suo interno i requisiti richiesti, consente una più immediata informazione di quest'ultimi.
Altre preventive considerazioni generali vanno rappresentate per valutare in modo esaustivo la simulazione della procedura applicativa del protocollo al nostro caso studio. Innanzitutto, come appare evidente dalla articolata descrizione del protocollo WELL, le competenze necessarie per gestire quest'ultimo vanno ben oltre la perizia e la preparazione di un progettista e/o architetto. Il programma WELL presuppone una collaborazione sinergica, sin dal principio, di diverse figure professionali, che hanno il compito di intervenire con adeguati mezzi su uno specifico aspetto o fase del progetto. Il team di progettisti ha il compito di prendere parte attiva sin dalle prime fasi di progettazione a un fitto schema relazionale (project management system), scandito da vincoli e responsabilità documentali e contrattuali. Gli attori coinvolti in questa procedura hanno il compito di garantire il soddisfacimento prestazionale dei requisiti tramite una documentazione professionale rigidamente definita che va da documenti tecnici, attestati, rapporti di specialisti, dichiarazioni di intenti, programmi operativi etc.. Molte di queste informazioni tecniche devono essere predisposte e regolamentate sin dalla fase relativa alla gara d'appalto. A titolo esemplificativo le società di ingegneria impiantistica (MEP) devono garantire, con appropriate certificazioni e documenti, il soddisfacimento di soglie tecniche e prestazionali degli impianti (di climatizzazione, illuminazione e idrico-sanitari etc.), l'impresa di pulizia assegnataria dell'appalto deve garantire che alcuni servizi sono svolti tramite l'utilizzo di specifici materiali e le attività svolte adempiono a rigidi e prestabiliti schemi operativi e così via per tutte le altre attività in campo edilizio/impiantistico così come per i servizi di manutenzione dell'immobile.
Nell'analisi che si è svolta appare evidente che solo una porzione limitata del programma riguarda e coinvolge direttamente ed esclusivamente competenze relative al lavoro dell'architetto. E' interessante osservare come l'apporto dell'architetto nella fase progettuale di disegno, anch'esso limitato seguendo un approccio prescrittivo e/o prestazionale, assume una rilevanza pari alle firme tecniche richieste ad altre professionalità. In questo senso, risultano viceversa fondamentali gli amministratori di progetto che agiscono come project manager e supervisionano tutta la procedura WELL. L'amministratore del progetto è il principale punto di riferimento del progetto e deve essere tenuto costantemente informato nel corso di tutta la corrispondenza con IWBI e GBCI. Questa figura professionale è anche il destinatario di un rapporto WELL completo a seguito dell'analisi della documentazione e della verifica delle prestazioni. L'amministratore del progetto è, in ultima analisi, responsabile della qualità complessiva dei documenti inviati e ha l'incarico di completare il controllo di qualità complessivo di tutta la documentazione prima della presentazione ai fini della certificazione. Il proprietario, un singolo individuo o un rappresentante a cui viene delegato la responsabilità della proprietà, ha l'onere di autorizzare le decisioni relative a tale proprietà. Egli ricopre il ruolo di responsabile dell'autorizzazione alla registrazione del progetto, riveste una

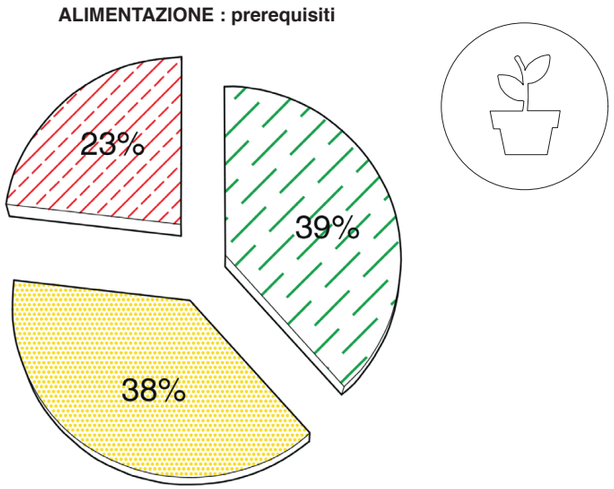


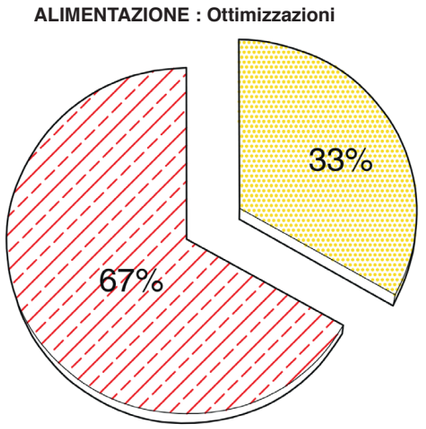






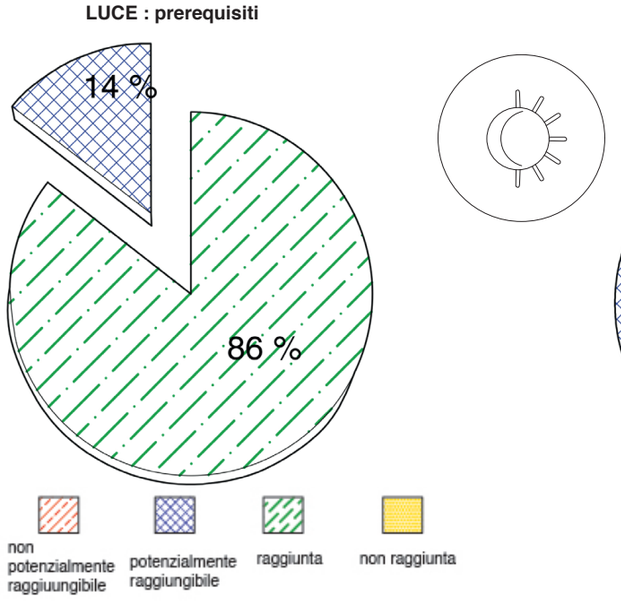
funzione importante nell'autorizzazione e validazione dei vari documenti utilizzati per dimostrare che le funzionalità di WELL sono soddisfatte.
Per quanto detto precedentemente appare evidente, pertanto, che i giudizi espressi debbano essere valutati con prudenza sia per la mancanza di dati certi su cui basare l'analisi, sia per i necessari limiti su un così vasto novero di elementi da prendere in

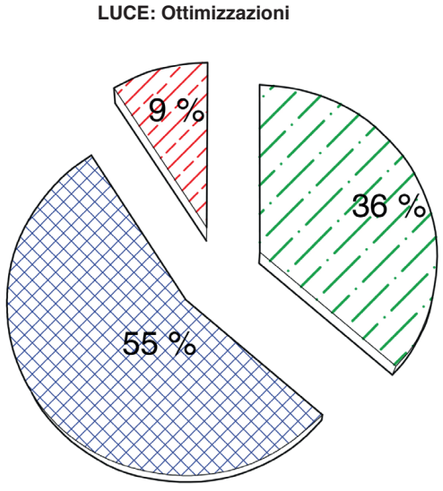




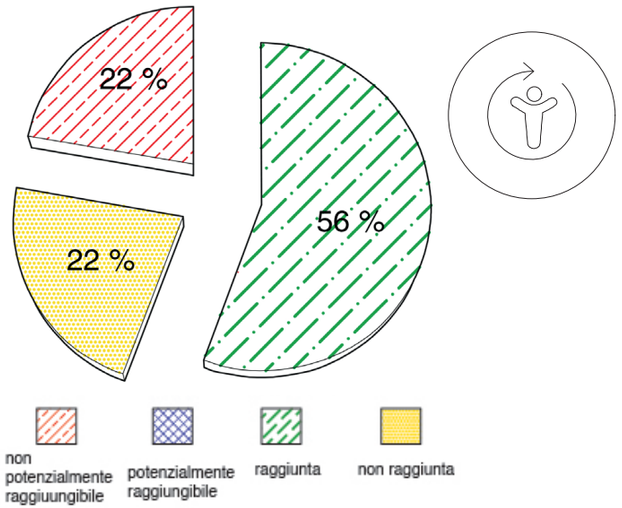
considerazione. L'analisi proposta deve essere considerata come uno studio di prima approssimazione al tema.
A questo riguardo ai fini di una corretta interpretazione dei giudizi presentati su ciascun concept vanno sottolineati i significati attribuiti nel presente lavoro alle categorie "potenzialmente raggiungibile" e "Non potenzialmente raggiungibile" per qualificare meglio l'approccio che si è seguito. Per rendere più facile le attività di calcolo e semplificare una procedura molto articolata si è scelto di fare in modo che ciascuna voce dei concept considerati abbia avuto come risultato un solo giudizio. In altri termini, per ciascuna tipologia di concept giudizi in linea di principio non escludenti sono stati evitati preferendo convergere su una singola modalità. All'accezione "potenzialmente raggiungibile", pertanto, è stato conferito un significato per il quale sebbene la singola voce del concept, pur adatta al progetto considerato e quindi valida ai fini del punteggio finale, non possa raggiungere il giudizio positivo (anche per mancanza di informazioni di dettaglio necessarie alla formulazione di un giudizio pienamente fondato) con alcune marginali modifiche progettuali (o anche con maggiori informazioni che si ritiene possano plausibilmente essere positive) l'obiettivo di aderenza alle richieste del protocollo WELL può considerarsi ottenibile. La valutazione "non potenzialmente raggiungibile" è stata prodotta per quei requisiti che non sono adattabili alla tipologia di edificio preso in esame (edilizia scolastica), come ad esempio i requisiti riguardanti la politica di gestione dei dipendenti o i requisiti riguardanti la sicurezza della preparazione

del cibo nel concept alimentazione.
Sulla base delle precisazioni indicate si può osservare come il peso di ciascun concept ai fini della procedura WELL sia stato condizionato dalla base informativa che è stato possibile reperire: per esempio il soddisfacimento dei parametri dell'aria ha seguito un percorso più rigoroso e ha avuto un peso determinante rispetto ad altri concept come il fitness o l'alimentazione. Tali precisazioni sono rilevanti ai fini delle considerazioni di sintesi relativamente al punteggio finale che si svolge nel seguito.
Nella tavola n° 1 sono stati riassunti i risultati delle schede presentate nel capitolo precedente.
Il concept aria presenta il maggior numero di requisiti, 69 di cui 35 pre-requiisiti e 34 ottimizzazioni. Nello svolgimento dell'analisi è emerso come 4 pre-requiisiti riguardanti in particolare la construction pollution management non sono state ritenute applicabili al tipo di progetto in esame perché si riferiscono direttamente alla fase di messa in opera del cantiere e quindi delle modalità di realizzazione del costruito. In altri termini non è stato possibile risalire alle informazioni necessarie a una seria valutazione. Per i 20 parametri (nell'ambito dei pre-requiisiti), come quelli riguardanti ad esempio l'efficienza del sistema di ventilazione, e ritenuti congruenti con il protocollo WELL sono state effettuate valutazioni comparative tra la normativa americana e quanto stabilito in ambito europeo e italiano. Le condizioni irrinunciabili per il protocollo WELL riguardo alla qualità dell'aria sono soddisfatte al 65% e sulla base di pochi accorgimenti tale percentuale può salire al 77,4%. I pre-requiisiti il cui livello non è stato ritenuto soddisfacente richiedono necessariamente un intervento per poter migliorare la qualità dell'aria. I controlli effettuati - che certamente peccano per una certa approssimazione - sono stati effettuati con una semplice ispezione visiva che ha però rilevato la presenza di muffe e lo stato di un certo deterioramento delle

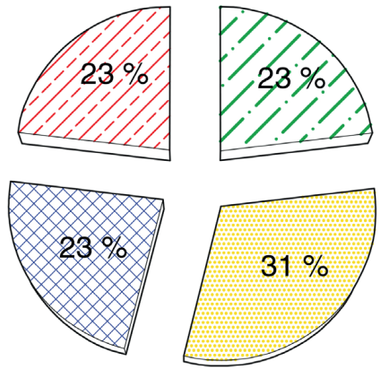




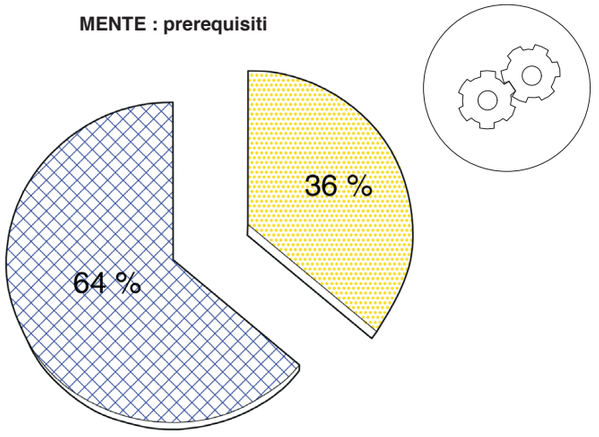
COMFORT : prerequisiti



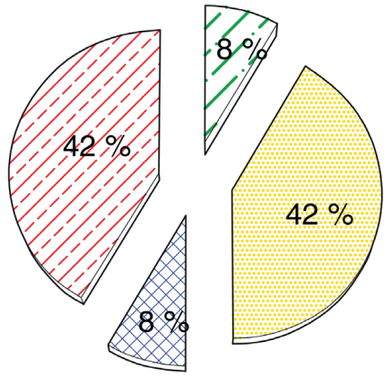
COMFORT : Ottimizzazioni



MENTE : prerequisiti



MENTE: Ottimizzazioni



superfici verticali in un'area circoscritta del fabbricato. L'intervento auspicabile ai fini del protocollo WELL nelle aule P consiste non solo nel risanamento delle zone dove sono emerse le muffe e nella rimozione dei fenomeni di condensa sulle pareti, ma deve anche offrire una documentazione dettagliata sulla manutenzione dei livelli di umidità. Tale documentazione consiste in un articolato rapporto che descriva punto per punto come viene canalizzata l'acqua dall'esterno dell'edificio, corredando il rapporto con disegni in grado di specificare le possibili strade di penetrazioni dell'acqua nell'edificio (finestre e sistemi idraulici / elettrici / meccanici, nonché le interazioni di questi con i materiali da costruzione porosi collegati ad ambienti esterni).

I fattori di ottimizzazione della qualità dell'aria sono 34 e in un solo caso i parametri sono stati ritenuti soddisfacenti mentre 18 fattori sono stati ritenuti applicabili nell'accezione che si è precedentemente descritta. Le considerazioni svolte inducono a ritenere che un impegno maggiore nel miglioramento della qualità dell'aria permetterebbe l'ottenimento di una valutazione molto superiore ai fini del protocollo WELL in quanto il peso complessivo di questo concept è molto elevato.

Gli standard richiesti dal protocollo WELL nei riguardi della qualità dell'acqua fanno riferimento in modo preminente alla verifica prestazionale derivante dalle analisi chimiche. Pertanto, degli otto pre-requiisiti è stato possibile effettuare una valutazione rigorosa di solo 2 parametri che hanno ovviamente poggiato sui requisiti della normativa italiana in questo campo. L'assenza di informazioni circa gli altri fattori ha imposto un giudizio ("potenzialmente raggiungibile") che rimanda necessariamente a un ampio insieme di test che si ritiene possa essere effettuato senza eccessivi rischi di mancato raggiungimento dei requisiti imposti dal protocollo in quanto la qualità media delle acque in Italia ha standard elevati.

Le valutazioni riguardanti l'area dell'alimentazione vanno qualificate con un insieme di argomentazioni che sono proprie del progetto delle aule P. Il fabbricato per motivi di carattere funzionale non prevede la produzione di cibo in sito (caffetterie, mense ecc..) ma sono presenti solo quattro distributori automatici di bevande e cibi confezionati. Pertanto, molti dei requisiti richiesti dal protocollo sono stati ritenuti non applicabili alla fattispecie in esame. La somministrazione di alimenti nelle modalità descritte ha quindi penalizzato quest'area progettuale che ha registrato in percentuale il numero maggiore di casi di mancato raggiungimento degli standard richiesti. Proprio per il fatto che le decisioni progettuali

Tavola 1 - Punteggio derivante dall'uso della proceddura WELL

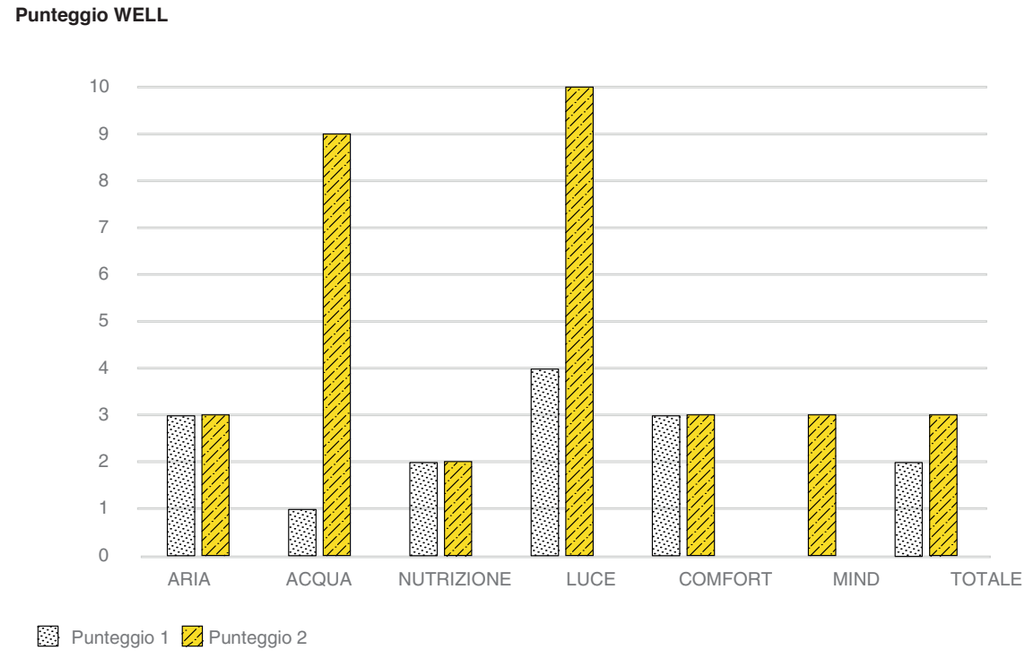
CONCEPT	REQUISITI PER LA CERTIFICAZIONE	GIUDIZI DI CERTIFICAZIONE				PERCENTUALE RAGGIUNTA[1]	PERCENTUALE RAGGIUNTA[2]
		RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON APPLICABILE		
ARIA	P 35	20	7	4	4	64,5%	77,4%
	O 34	1	11	18	4	3,3%	63,3%
ACQUA	P 8	2		6		25,0%	100,0%
	O 10	1	2	7		10,0%	80,0%
NUTRIZIONE	P 13	5	5		3	50,0%	50,0%
	O 12		4		8	0,0%	0,0%
LUCE	P 7	6		1		85,7%	100,0%
	O 11	4		6	1	40,0%	100,0%
COMFORT	P 9	5	2		2	71,4%	71,4%
	O 13	3	4	3	3	30,0%	60,0%
BENESSERE PSICOFISICO	P 11		4	7		0,0%	63,6%
	O 24	2	10	2	10	14,3%	28,6%
TOTALE	P 83	38	18	18	9	51,4%	75,7%
	O 104	11	31	36	26	14,1%	60,3%

P = pre-requisiti O = fattori ottimizzanti
1 = le % sono ottenute come numero di requisiti raggiunti sul totale dei requisiti calcolati al netto delle voci non potenzialmente raggiungibili
2 = le % sono ottenute come numero di requisiti raggiunti + applicabili sul totale dei requisiti al netto delle voci non potenzialmente raggiungibili

Tavola 2: Punteggio secondo la procedura WELL

CONCEPT	TIPOLOGIE DEI REQUISITI PER LA CERTIFICAZIONE	RAGGIUNTA	NON RAGGIUNTA	POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	NON POTENZIALMENTE RAGGIUNGIBILE	PUNTEGGIO RAGGIUNTO[1]	PUNTEGGIO RAGGIUNTO[2]
ARIA	P 35 O 34	20 1	7 11	4 18	4 4	3	3
ACQUA	P 8 O 10	2 1	 2	6 7		1	5 9
NUTRIZIONE	P 13 O 12	5	5 4		3 8	2	2
LUCE	P 7 O 11	6 4		1 6	 1	4	5 10
COMFORT	P 9 O 13	5 3	2 4	 3	2 3	3	3
BENESSERE PSICOFISICO	P 11 O 24	 2	4 10	7 2	 10	0	3
TOTALE	P 83 O 104	38 11	18 31	18 36	9 26	2	3

P = pre-requisiti O = fattori ottimizzanti
1 = le % sono ottenute come numero di requisiti raggiunti sul totale dei requisiti calcolati al netto delle voci non applicabili
2 = le % sono ottenute come numero di requisiti raggiunti + applicabili sul totale dei requisiti al netto delle voci non applicabili



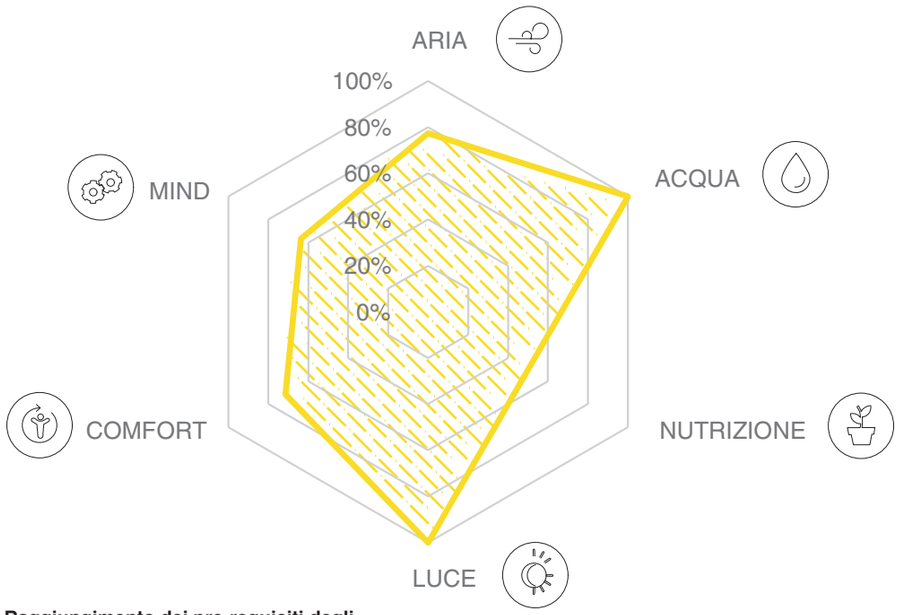
di base delle aule P sono state connotate da un approccio molto minimalista circa la tipologia di distribuzione degli alimenti, un possibile scenario propositivo per un netto miglioramento del manufatto, secondo gli standard WELL, potrebbe consistere in un insieme di accorgimenti in grado di permettere una più ampia offerta di prodotti alimentari con opzioni relativamente alla qualità più elevata dei cibi.

L'aspetto architettonico più riuscito e più vicino alle prescrizioni WELL è quello della progettazione degli elementi riguardanti l'illuminazione. L'attenzione a questo parametro dell'IEQ rivela una sensibilità particolare che richiama la letteratura a proposito della conclamata conferma di una relazione diretta e rilevante tra illuminazione degli ambienti interni e produttività degli occupanti che è la missione principe dell'edificio in esame. Circa l'85 % delle precondizioni sono state ritenute soddisfatte, ben 6 requisiti su 7. Il rimanente requisito riguardante il "melanopic light intensity for workstation", con una verifica rigorosa che dall'ispezione effettuata, anche se in modo necessariamente superficiale, si ritiene possa ottenere facilmente una valutazione congruente agli standard del protocollo WELL. Il raggiungimento di tutte le precondizioni del protocollo rappresenterebbe un punto di forza ai fini della certificazione WELL.

I fattori del comfort delle aule P presentano un livello diffuso di mancato raggiungimento degli standard del protocollo. La causa va ricercata prevalentemente nelle prerogative circa l'ergonomia delle forniture d'arredo. Questo aspetto si presta a diverse valutazioni e considerazioni generali di design progettuale, dal momento che prevedere l'adeguamento delle sedute in altezza e dei tavoli per aule a destinazione di attività di carattere formativo per un elevato numero di persone, dato il grado di affollamento medio dei corsi, è molto difficile se non impossibile anche per vincoli di carattere economico.

Dall'analisi dedicata agli standard relativi alla sezione mind emergono considerazioni simili a quanto esposto a proposito dell'alimentazione, elementi che hanno condizionato irrimediabilmente i risultati ottenuti poiché rappresentano aspetti meno considerati nella fase progettuale originaria. Quasi nessun requisito è stato ritenuto congruente agli standard richiesti, a eccezione di due fattori di ottimizzazione (Mind and behavioural support e ceiling height). L'area progettuale di cui si sta ragionando rappresenta in ogni caso un elemento da approfondire e di interesse proprio per la missione culturale dell'edificio in esame. Il design degli interni può avere un forte impatto sulla godibilità degli ambienti e rappresentare un fattore di stimolo ed elemento evocativo delle motivazioni sottese alle ambizioni e alle tensioni degli studenti. Altri aspetti attinenti la biophilia, ovvero l'interazione tra l'edificio e gli elementi naturali possono rappresentare un ulteriore modo per rendere piacevole la frequentazione dei luoghi trasformando fisicamente lo stesso fabbricato.

Nel caso ci si attenga alle rigorose modalità di calcolo degli standard ai fini della certificazione WELL, la tavola 1 riporta una percentuale di raggiungimento degli standard richiesti per i pre-requisiti pari ad appena il 45,8%, valori percentuali che non permetterebbero il raggiungimento della certificazione. Tale risultato alla luce delle considerazioni svolte circa la non applicabilità di molti criteri per motivi oggettivi, e quindi al netto degli standard



Raggiungimento dei pre-requisiti degli standard WELL , valori percentuali 2

che non aderiscono al fabbricato in esame, diventa marginalmente migliore attestandosi al 51%. Tale stima sale al 75% qualora fossero effettuate le operazioni di intervento e di analisi dedicate al raggiungimento dei requisiti definiti potenzialmente raggiungibili. Risulta pertanto fondamentale lavorare sulle 38 precondizioni non raggiunte.

Ai fini delle modalità di calcolo del punteggio indicate dalla procedura WELL il punteggio delle aule P assume la forma della tavola 2 di seguito:

Come si può osservare solo per i concept acqua e luce si ottengono punteggi elevati sia nei pre-requisiti, al punto di permettere la certificazione WELL nel caso in cui vengano eseguiti marginali cambiamenti progettuali e/o informazioni e analisi più approfondite possano permettere di avere certezza del raggiungimento degli standard richiesti, sia nei fattori cosiddetti ottimizzanti in grado di accrescere la valutazione della certificazione. Il ruolo dei fattori ottimizzanti potrebbe conferire in questi due concept la certificazione più elevata (platinum). Il mancato raggiungimento degli standard WELL nei restanti pre-requisiti (P) negli altri concept rende inutile come detto anche il calcolo del punteggio dei fattori ottimizzanti.

Il presente lavoro di tesi ha avuto come scopo anche quello di offrire una rappresentazione si spera utile per comprendere appieno cosa comporta un operazione di certificazione di edilizia sostenibile e per descrivere gli attori coinvolti sul piano pratico e burocratico, per capire la struttura organizzativa dell'operazione di progettazione prima e valutazione poi. Sulla scia di queste considerazioni si è tentato di offrire uno spazio a riflessioni più generali sulla

concetto di sostenibilità ad ampia scala e il ruolo che gli enti di certificazione rivestono nel panorama immobiliare contemporaneo a livello globale.

Come abbiamo visto nel corso della ricerca il concetto di sostenibilità in edilizia ha diverse accezioni e investe campi operativi dei più diversi dal sociale all'ambientale ed economico. I più diffusi sistemi di certificazione internazionali hanno cavalcato con maggiore vigore la via della sostenibilità ambientale ed energetica. Si pensi alla certificazione LEED e al BREAM che sono dedicati prevalentemente sull'ottenimento di requisiti che garantiscono l'ottimizzazione dell'uso delle risorse energetiche, il minore impatto ambientale e il contenimento del costo dell'edificio nell'intero ciclo di vita.

Il WELL presenta dunque un'innovazione importante nel panorama delle certificazioni in quanto è il primo sistema di certificazione quasi interamente basato sulla sostenibilità sociale, sulla salute e la sicurezza degli spazi. Perseguire una certificazione WELL significa indirizzare il settore delle imprese edili verso uno nuovo valore etico della sostenibilità, che assume un significato particolarmente rilevante quando viene applicato al campo delle infrastrutture pubbliche, come nel caso di studio presentato in queste pagine, o private che siano. In Italia, dove il settore edile negli ultimi decenni ha visto una timida attenzione alla regolamentazione e standardizzazione della sostenibilità delle infrastrutture rispetto ad altri paesi anche europei, un approccio pioneristico nel campo della bioedilizia, come quello proposto dalla certificazione WELL, appare ancor più rilevante per contribuire a dare un impulso al sistema anche sotto il profilo economico. I sistemi di certificazione di edilizia green nati in Italia sono pochi, si ricorda il protocollo Itaca e la certificazione CasaClima in quanto nel nostro Paese si adottano per lo più sistemi di certificazione internazionali come quelli promulgati dal Green Building Conuncil Italia (GBCI).

Oltre ai risvolti di sistema nel settore edile in Italia, l'ottenimento di una certificazione ambientale ha indubbi benefici economici sull'immobile tanto maggiori quanto maggiore è il grado di diffusione dell'uso dei protocolli. L'effetto economico del rilascio di queste certificazioni che mediamente si registra sul mercato degli immobili riporta un incremento del valore degli edifici tra il 7% e l'11% rispetto agli edifici privi di certificazione ambientale. Il dato è il risultato di un'indagine eseguita da Rebuild con CBRE e GBCI Europe. Inoltre La certificazione WELL è stata pensata originariamente per lavorare in combinazione con altre certificazioni ad altri aspetti di sostenibilità (ambientale energetica).

BIBLIOGRAFIA

ASHRAE, *Thermal environmental conditions for human occupancy,* ASHRAE Standard 55, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning, Atlanta, 2004

B. Li, *Assessing the influence of indoor environment on self-reported productivity in offices*, University of Reading, 1998

B. P. Haynes, *The impact of office comfort on productivity,* Journal of Facilities Management, vol. 6, no. 1, pp. 37-51, 2008

Bambini M., *Propagazione del suono in ambienti chiusi,* Master thesis,1999

Bannon M., and Kaputa F., *Sabine's Formula & The Birth of Modern Architectural Acoustics,* indirizzo web https://www.thermaxxjackets.com/sabine-modern-architectural/

Bako-Biro Z., *Human perception, SBS symptoms and performance of office work during exposure to air polluted by building materials and personal computers,* Ph.D. Thesis, International Centre for Indoor Environment and Energy, Technical university of Denmark, 2004

Bako-Biro Z., Kochhar N., Clements-Croome D.J., Awbi H.B. and Williams M., *Ventilation Rates in Schools and Learning Performance*, Conference: Proceedings of CLIMA 2007, 2007

Berta M., Rolfo D., *Il progetto tra previsione e contingenza.Un tassello eterodosso nel Masterplan del Politecnico di Torino*, Atti e Rassegna Tecnica, 2018

Birgisdottir K.G.J.A.H, *A guide to sustainable building certifications*, S.L:SBI and GXN, 2018

Bluyssen P., de Oliviera Fernandes E., Groes L., Clausen G., Fanger P.O., Valbjørn O., Bernhard C., Roulet C., *European indoor air quality audit project in 56 office buildings,* International Journal of Indoor Air Quality and Climate. Vol 6, No. 4, 1996

Butera F., *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia,* Edizioni Ambiente, pp. 24-30, 2007

Buratti C., *Impianti di Climatizzazione e condizionamento*, Morlacchi Editore, 2007

Carbonari A., *Corso di Tecnica del Controllo Ambientale*, indirizzo web: http://www.iuav.it/Ateneo1/docenti/architettu/docenti-st/Carbonari-/materiali-1/claSA-06- 0/17comfor1.pdf

Clausen G., Carrick L., Fanger P. O., Kim S. W., Poulsen T., and Rindel J. H., *A Comparative Study Of Discomfort Caused By Indoor Air Pollution, Thermal Load And Noise*, Indoor Air, vol. 3, pp. 255-262, 1993

Clements–Croome D., *Creating the Productive Workplace,* E&FN Spon, Taylor & Francis Group, London/New York, 2000

Corbin, A., *Les Cloches de la terre. Paysage sonore et culture sensible dans les campagnes au XIXe siècle*, Paris, Albin Michel, 1994

Corgnati S. P., Fracastoro G. V., *Clima interno e involucro edilizio,* 2002

D'Ambrosio Alfano F.R., Ianniello E., Palella B.I., *Relazione tra valutazione soggettiva e oggettiva del benessere termico in alcuni edifici scolastici italiani*, AiCARR Journal, 28 (Sezione Ricerca), pag 42-48, 2014

De Dear R.J. and Brager G.S., *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference,* ASHRAE Transactions, pag 104, 145-167, 1998

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*

Decreto Legislativo 10 ottobre 2008, *Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno*

Decreto Legislativo 27 marzo 2006, n. 161, *Attuazione della direttiva 2004/42/CE, per la limitazione delle emissioni di composti organici volatili conseguenti all'uso di solventi in talune pitture e vernici, nonche' in prodotti per la carrozzeria*

Evans R. et al., *The Long Term Costs of Owning and Using Buildings,* The Royal Academy of Engineering, 1998

Fabbri K., *Indoor Thermal Comfort Perception,* 2015

Fanger P.O., *Thermal Comfort*, McGraw-Hill, New York, 1970

Fisk W. J., *Review of health and productivity gains from better IEQ,* in Proceedings of Healthy Buildings, no. August, pp. 23-34, 2000

Frateili E., Cocito A., *Architettura e Comfort, il linguaggio tecnico degli impianti,* Città Studi, pp. 12-24, 1991

Frescaroli L., *Recensione al libro "Enzo frateili, architettura e comfort. il linguaggio architettonico degli impianti",* AIS/Desig (rivista), numero 9 Novembre 2017

Gibbs J. W., *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances*, Transactions of the Connecticut Academy, 1875-78

Haynes B. P., *The impact of office comfort on productivity,* Journal of Facilities Management, vol. 6, no. 1, pp. 37-51, 2008

Heathcote E., *The Architecture of health: How buildings are designed for wellbeing*, Financial Times, 2018

K. W. Tham, *Effects of temperature and outdoor air supply rate on the performance of call center operators in the tropics*, Indoor air, vol. 14, no. Suppl 7, pp. 119-125, 2004

Kawamura A., TanabeS.-ichi, Nishihara N., HanedaM., and Ueki M., *Evaluation Method for Effects of Improvement of Indoor Environmental Quality on Productivity*, Clima 2007 WellBeing Indoors, 2007

Lahtinen, M., Huuhtanen, P., Kahkonen, E., Reijula K., *Psychosocial dimensions of solving an indoor air problem*, International Journal of Indoor Environment and Health, pag 12,33–46, 2002

Lagencranz L, Wistrand M, Willen U, Wargocki P, Witterseh T, Sundell J., *Negative impact of air pollution on productivity: previous Danish findings repeated in new Swedish test,* Proceedings of the Healthy Buildings 2000 Conference, vol 2, pag 653-658, 2000

Lambert B., A. P. Gagge, *A Biophysicist And Researcher*, The New York Times, num feb. 19, 1993

Li B., *Assessing the influence of indoor environment on self-reported productivity in offices*, University of Reading, 1998

Neufert E., *Enciclopedia pratica per progettare e costruire*, a cura di Adriana Baglioni e Arie Gottfried con la collaborazione di Luisa Collina e Cecilia Locatelli, pp. 2-24, Hoepli 1999

Nicol F., and Humphreys M. A., *Understanding the adaptive approach to thermal comfort*, ASHRAE Transactions, pag104,991-1004,1998

Orosa J. A, *Research on the origin of Thermal Comfort*, European Journal of Scientific Research

Oseland N., and Willis S., *Property Performance and Productivity*, Facility Management: Risks and Opportunities, Nutt and McLennan (Blackwell Science), 2000

Overdijk M., *Richard Neutra's Therapeutic architecture*, FailedArchitecture.com, 2015

P. Atmodiwirjo, Y.A. Yatmo, *Architecture as machine; Towards an architectural system for human well-being*

Parolini G., Garibeni M., *Tecnica dell'illuminazione*, Torino, UTET, 1977

Sacchi A., Caglieris G., *Fisica tecnica : il benessere ambientale negli aspetti illuminotecnico, acustico, microclimatico,* UTET ,1996

Satish U., Mendell M.J., Shekhar K., Hotchi T., Sullivan D., Streufert S. and Fisk W. J., *Is CO2 an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO2 Concentrations on Human Decision-Making Performance*, 2012

Sekuler R., *Reverberation and the Art of Architectural Acoustics*, 2002

Seppänen O, Fisk W.J. and Faulkner D., *Cost benefit analysis of the night-time wventilative cooling*, Proceedings of the Healthy Buildings 2003 Conference, Vol 3, pag 394-399, 2003
Seppanen, O. Fisk, W. J. and Faulkner, D., *Control of Temperature for Health and Productivity in Offices*, ASHRAE Transactions, vol. 2, no. 111, pag 680-686, 2004

Seppänen O, Fisk W.J., Lei Q.H., *Ventilation and performance in office work,* International Journal of Indoor Air Quality and Climate 16: 28-36, 2006

Simonazzi G., *Benessere Termoigrometrico*, p.p. 1-18, 2016

Tham, K. W., *Effects of temperature and outdoor air supply rate on the performance of call center operators in the tropics*, Indoor air, vol. 14, no. Suppl 7, pp. 119-125, 2004

Thompson, E., *The Soundscape of Modernity,* Architectural Acoustic and the culture of listening in America 1900-1933

Vierra, S., *Green Building Standards And Certification Systems*, Whole Building Design Guide (WBDG) National Institute of Building Sciences, 2019

UNI EN 7730/1994, *Moderate thermal environments: Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*

UNI EN ISO 7726 (1995)

UNI EN ISO 7730 (settembre 1997)

UNI 10339, *Air-conditioning systems for thermal comfort in buildings. General, classification and requirements. Offer, order and supply specifications,* 1995

W. J. Fisk, *Review of health and productivity gains from better IEQ*, Proceedings of Healthy Buildings, 2000, no. August, pp. 23-34.

Wargocki, P., J. Andersson, S.O, Boerstra A., Clements–Croome D., Fitzner K., Habssen S O, *Clima interno e produttività negli uffici – Come integrare la produttività nell'analisi del costo del ciclo di vita degli edifici*, Collana AICARR, 2007

Wargocki P, Wyon D, Baik YK, Clausen G, Fanger PO., *Perceived air quality, Sick Building Syndrome (SBS) symptoms and productivity in an office with two different pollution loads*, Indoor Air J, vol 9: 165-179, 1999

Wargocki P., Wyon D. P., *Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be cost-effective*, Building and Environment, n.59 pag 581e 589, 2013

Wargocki P., Wyon D. P., and Fanger P. O., *The performance and subjective responses of call-center operators with new and used supply air filters at two outdoor air supply rates,* Indoor air, vol. 14 Suppl 8, no. Suppl 8, pp. 7-16, 2004

Wargocki P., Wyon DP and Fanger PO., *Pollution source control and ventilation improve health, comfort and productivity,* Proceeding of Cold Climate HVAC '2000, pp. 445-450, 2000

Wargocki P., Wyon D, Sundell J, Clausen G, Fanger PO., *The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity*, International Journal of Indoor Air Quality and Climate, vol 10:222-236, 2000

Wong L. T., Mui K. W., and Hui P. S., *A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices,* Building and Environment, vol. 43, pp. 1-6, 2008

Woods, J.E., *Cost avoidance and productivity in owning and operating buildings*, Journal of Occupational Medicine, No 4, 1989

Wyon D, Fang L. and Fanger P.O., *Low winter humidity indoors has a negative effect on the performance of office work*, Proceedings of the 4th International conference on Cold Climate HVAC, Norway, 2003

SITOGRAFIA

http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_283_ulteriorallegati_ulteriореallegato_5_alleg.pdf

http://www.arpa.piemonte.it/reporting/indicatori-on_line/componenti-ambientali/aria/aria_particolato-pm10-superamenti-limite-giornaliero

http://www.myiaire.com/product-docs/ultraDRY/ASHRAE62.1.pdf

http://geoclarelli.it/tools/php/docs/396_1.pdf

https://www.casaeclima.com/ar_848__ITALIA-DA-NON-PERDERE-ventilazione-ambientale--ventilazione-residenziale--normativa-ventilazione-Ventilazione-ambientale-la-normativa.html

https://www.infobuild.it/approfondimenti/le-emissioni-indoor-di-prodotti-volatili-organici-voc/

http://www.franchi-kim.it/it/D.lgs.2004_42_CE.pdf

http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_283_ulteriorallegati_ulteriореallegato_3_alleg.pdf

https://www.usgbc.org/sites/default/files/CARB%202007%20SCM%20-%20Final%20approved%20version.pdf

https://www.cdph.ca.gov/Programs/CCDPHP/DEODC/EHLB/IAQ/CDPH%20Document%20Library/CDPH-IAQ_StandardMethod_V1_1_2010_ADA.pdf

http://www.salute.gov.it/portale/news/documenti/C_17_notizie_1422_listaFile_itemName_15_file.pdf

https://www.hdg.it/it-IT/blog/Approfondimenti/voc-o-cov-tutto-quello-che-bisogna-sapere.aspx

https://www.cdph.ca.gov/Programs/CCDPHP/DEODC/EHLB/IAQ/CDPH%20Document%20Library/CDPH-IAQ_StandardMethod_V1_1_2010_ADA.pdf

https://slideplayer.it/slide/958223/

https://www.certifico.com/impianti/documenti-impianti/337-documenti-impianti-riservati/7015-modello-relazione-rilievo-illuminotecnico-luoghi-di-lavoro

http://lft.unich.it/laboratorio-fisica-tecnica/images/pdf/lezioni/lezione8_2013_14.pdf

https://www.cortemgroup.com/sites/default/files/cortem/catalogs/documentation/pdf/fondamenti_di_illuminotecnica.pdf

https://www.zumtobel.com/PDB/teaser/IT/Lichthandbuch.pdf

https://www.voltimum.it/articolo/guide-e-approfondimenti/abbagliamento-e

http://fh.almas-hvac.ir/download/ASHRAE_Thermal_Comfort_Standard.pdf

https://books.google.it/books?id=8twqDwAAQBAJ&pg=PT23&lpg=PT23&dq=ASHRAE+Standard+55-2013+normativa+italiana&source=bl&ots=O_R1du1PWL&sig=ACfU3U2ViPnXIdwY3bq4dQIPFtTfq_

https://www.inquinamentoindoor.info/

https://new.usgbc.org/leed

https://www.wellcertified.com

https://delos.com/

https://new.usgbc.org

https://www.gbci.org › europe

www.arpa.piemonte.it