



Anitec - Assinform

White Paper

Una sola transizione per un nuovo habitat

Come digitale e sostenibilità ridisegnano
building, workspace e territorio

a cura del Comitato Habitat Digitale di Anitec-Assinform

Maggio 2022

ANITEC-ASSINFORM

Associazione Italiana per l'Information and Communication Technology

Tel. 02 00632801 - Fax. 02 00632824

C.F. e P.I. 10053550967

Sede e uffici di Milano:
Via San Maurilio 21, 20123 Milano

Uffici di Roma:
Via Barberini 11 00187 Roma

segreteria@anitec-assinform.it www.anitec-assinform.it Aderisce a



CONFINDUSTRIA



CONFINDUSTRIA DIGITALE

Realizzato da:

Anitec-Assinform, Comitato Habitat Digitale

Contributi di:

Cisco Systems

Dassault Systemes Italia

DXC Technology Italia

NTT Italia

Schneider Electric

Sommario

Introduzione.....	7
1. Ripensare il building.....	8
1.1 Building ed efficienza energetica.....	9
1.1.1 Zero Energy Building e Zero Energy District: nuovi modelli di gestione	9
1.1.2 Autoconsumo e comunità energetiche	11
1.1.3 I Building Energy Management System	13
1.1.4 Le Micro-grid a supporto dell'elettrificazione dei consumi	13
1.2 Sicurezza, salute e sostenibilità negli ambienti a uso ufficio.....	14
1.2.1 Misurare e garantire il benessere e la sostenibilità degli edifici a uso ufficio.....	15
1.2.2 I fattori che influenzano il benessere delle persone negli ambienti...	17
1.2.3 Progettare edifici per il benessere delle persone	19
2. Ripensare gli spazi di lavoro	24
2.1 Innovazione degli spazi e delle modalità di lavoro.....	24
2.2 Lavoro remoto, lavoro agile, lavoro ibrido	24
2.3 L'impatto del digitale sul lavoro: evoluzione storica	26
2.4 Aspetti economici del lavoro agile	28
2.5 Una nuova modalità di lavoro.....	29
2.6 La tecnologia come fattore abilitante.....	31
2.7 Lavoro agile/ibrido e sicurezza.....	33
3. Ripensare la progettazione edilizia e territoriale	36
3.1 Costruire digitale: il cantiere 4.0	36
3.1.1 Il BIM come strumento di innovazione	36

3.1.2	Benefici della metodologia BIM.....	37
3.1.3	L'importanza della comunicazione.....	38
3.2	Dal building al territorio: strumenti innovativi per il decisore pubblico	38
3.2.1	Dallo sviluppo del territorio alla gestione di crisi.....	39
3.2.2	Situation awareness	39
3.2.3	Il gemello virtuale del territorio.....	40
4.	Prospettive e proposte	42
4.1	Digitalizzazione e sostenibilità energetica nel settore building	42
4.2	Nuovi habitat di lavoro	44
4.3	Edilizia e territorio	45
	Riferimenti	48

Introduzione

Le tecnologie digitali sono entrate da tempo in tutti gli ambiti della società e della vita quotidiana quali elementi ormai essenziali per svolgere più efficacemente ed efficientemente le nostre attività. I servizi resi disponibili attraverso i moderni device e le reti di comunicazione elettronica stanno modificando in modo sempre più radicale le nostre abitudini, come consumatori, come lavoratori, come cittadini.

Allo stesso tempo, la possibilità di connettere milioni di device e di elaborare in tempi brevissimi enormi quantità di informazioni, ci rende oggi capaci di analizzare e comprendere fenomeni complessi, comparare scenari diversi e prevenire i fattori di rischio: ciò significa poter governare meglio i processi, operare scelte più consapevoli e attuare strategie più efficaci.

Questi elementi ci offrono quindi l'occasione per osservare in modo nuovo e porre al centro della nostra attenzione le relazioni tra tecnologia, comportamenti umani ed effetti sull'ambiente in cui viviamo, suggerendo un approccio al mondo tecnologico di tipo più olistico e meno settoriale, che può essere ben accostato al termine "habitat digitale".

Il presente documento si inquadra in questa visione e, sulla base dell'esperienza delle imprese del settore digitale del Comitato Habitat Digitale di Anitec-Assinform, intende introdurre riflessioni e fornire elementi di comprensione su alcuni degli ambiti nei quali l'uso delle tecnologie digitali è in grado di incidere profondamente e positivamente nel rapporto tra le persone e gli ambienti di vita.

Alla luce delle attuali sfide della transizione ecologica e digitale (la cosiddetta twin transition), sono pertanto indicate possibili traiettorie per riconsiderare in un'ottica innovativa tre ambiti specifici: l'edificio, gli spazi di lavoro, la progettazione edilizia e territoriale.

1. RIPENSARE IL BUILDING

Quello tra digitalizzazione e sostenibilità è un legame già ampiamente riconosciuto come driver delle politiche nazionali e internazionali per la decarbonizzazione.

Le tecnologie digitali, infatti, possono fare la differenza nel percorso di efficientamento energetico del parco immobiliare italiano, verso il raggiungimento dei relativi obiettivi di sostenibilità.

La sfida della trasformazione digitale e della transizione ecologica degli edifici ha richiesto l'adozione di politiche rigorose, tra le quali ricordiamo il Green Deal Europeo e la Renewable Energy Directive, per incentivare l'efficientamento e la digitalizzazione degli edifici, ritenuti responsabili del 40% dei consumi energetici e del 36% dei gas serra emessi legati all'uso dell'energia.

L'obiettivo è raggiungere il cosiddetto Net Zero by 2050, cioè edifici efficienti a zero emissioni di carbonio in grado di soddisfare il proprio fabbisogno energetico da fonti di energia rinnovabile, con degli obiettivi intermedi da raggiungere entro il 2030 (partendo dai dati del 2015): una riduzione del -60% delle emissioni di gas serra degli edifici, del-14% dei consumi di energia finali degli edifici, e del -18% dei consumi energetici per riscaldamento e raffrescamento degli edifici residenziali e del terziario.

Il monitoraggio continuo delle performance energetiche degli edifici è una condizione necessaria per garantire il raggiungimento degli obiettivi prefissati e per avere la consapevolezza degli interventi correttivi da adottare, nel caso di scostamento tra scenario ideale e reale utilizzo.

Nell'ambito della Direttiva Europea sul rendimento energetico nell'edilizia^{1,1}, è nato un indicatore che misura l'intelligenza delle tecnologie negli edifici chiamato Smart Readiness Indicator (SRI).

Lo Smart Readiness Indicator si pone infatti l'obiettivo di definire una metodologia di calcolo, comune a livello Europeo, che servirà a classificare il livello di "intelligenza" di un edificio in termini di capacità di migliorare l'efficienza energetica e la performance di comfort dello stesso.

L'Unione Europea ha introdotto lo Smart Readiness Indicator con il fine di:

- aumentare la consapevolezza in merito ai vantaggi delle tecnologie intelligenti e dei servizi digitali negli edifici dal punto di vista energetico, di comfort e di salute;

¹ Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018.

- stimolare il mercato ad accelerare gli investimenti nelle tecnologie per l'edilizia intelligente;
- sostenere l'adozione dell'innovazione tecnologica nel settore dell'edilizia.

L'adozione dell'indicatore SRI e il suo livello di obbligatorietà sarà valutato da ogni stato membro dell'Unione Europea con l'attuale quadro regolatorio vigente, ma rappresenta indubbiamente un'opportunità per guidare le scelte progettuali incentivate dal PNRR e ogni altra strategia fiscale e finanziaria che riguardi il settore dell'edilizia.

Garantire la sostenibilità degli edifici, come ambienti di vita e di lavoro, significa assicurarne non solo la maggiore efficienza energetica in termini di riduzione dei consumi diretti, ma anche la salubrità, elemento altrettanto importante sia per il benessere delle persone sia per la riduzione dei consumi energetici indiretti fonte di inquinamento.

Anche in questo caso, le tecnologie digitali offrono risposte adeguate alle attuali possibilità di monitoraggio dei parametri qualitativi di riferimento e di gestione in tempo reale dei sistemi di controllo dedicati.

1.1 Building ed efficienza energetica

1.1.1 Zero Energy Building e Zero Energy District: nuovi modelli di gestione

Uno Zero Energy Building o ZEB è un edificio a consumo energetico pari a zero. Ciò significa che quasi la totalità dell'energia usata dall'edificio deriva da fonti rinnovabili e creata in loco con tecnologie quali, ad esempio, il solare fotovoltaico, il raffreddamento geotermico e le pompe di calore. Tutte queste sono energie rinnovabili e possono essere usate in modo significativo dagli edifici così da ripagare anche gli investimenti sostenuti per predisporle.

Quindi gli Zero Energy Building sono oggettivamente innovativi e sostenibili. Limitano le emissioni di gas serra riducendo a livello globale il consumo di energia proveniente da fonti non rinnovabili diminuendo così il carbon footprint. Perciò gli Zero Energy Building sono efficienti dal punto di vista energetico, sostenibili, affidabili, confortevoli a livello di habitat, durevoli e abilitanti per l'evoluzione delle Smart Grid.

È necessario avere presente che oggi in Europa un edificio non ZEB consuma in media ogni anno circa 210 kilowatt di energia per metro quadro¹¹. Questo valore cambia radicalmente in relazione alla posizione geografica, infatti mediamente in Spagna un edificio consuma 150 kilowatt mentre passa a più di

270 kilowatt in Finlandia. L'Italia si assesta poco sotto la media europea con circa 208 kilowatt di energia per metro quadro. In Europa, inoltre, gli edifici non residenziali consumano in media il 55% in più di energia rispetto a quelli residenziali^{III}.

Il riscaldamento degli ambienti rappresenta in media circa il 67% dei consumi nel settore residenziale, anche se la quota è diminuita di circa il 4% rispetto al 2000. A eccezione dei paesi del Mediterraneo, la percentuale di energia consumata per il riscaldamento degli spazi varia nel range 60% - 80%, mentre per paesi come Spagna e Portogallo il range varia da 50% sino a valori inferiori al 30%. Anche in questo caso l'Italia si assesta su valori nella media con gli altri stati Membri con consumi nel range 50% - 60%. Sempre a livello di consumi energetici il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria è al secondo posto con circa il 13%, mentre gli elettrodomestici crescono passando dal 9% all'11%. In coda si posizionano i sistemi per la cottura dei cibi con circa il 13% di energia consumata e l'illuminazione con il 2%^{IV}.

Oggi, i flussi di energia tra produzione e consumo tendono ad andare a senso unico, quindi da una centrale di produzione verso il consumatore finale. Come già accennato, sono le Smart Grid che abilitano un approccio a doppio senso, rendendo possibile un interscambio energetico tra le utility e i clienti. Questo significa, per esempio, che uno Zero Energy Building può immettere energia nella rete così come può prelevarla in caso di specifiche necessità.

Questo può favorire la nascita di "comunità energetiche" in uno Smart District permettendo lo scambio anche a livello di quartiere dell'energia. Energia che può dunque essere scambiata, acquistata o ceduta in relazione alle esigenze. Per questo motivo, uno Zero Energy Building avrà alcune specifiche tecnologie digitali come Smart Meter di ultima generazione, tecniche per lo scambio peer-to-peer di energia, sensori IoT e sistemi informativi per la gestione energetica globale.

Sulla base di questo, le Smart Grid, e soprattutto gli Smart District, saranno il futuro perché ottimizzeranno e aiuteranno a personalizzare tutti i processi energetici cercando di mantenere i sistemi più semplici e più lineari possibile.

Creare uno Zero Energy District è molto impegnativo e sfidante sotto molteplici punti di osservazione. I quartieri, infatti, tendono a includere più edifici funzionalmente disomogenei (edifici residenziali, uffici, centri commerciali, ospedali) e l'obiettivo è quello di ottimizzare l'efficienza energetica trovando l'equilibrio di scambio tra produzione e consumo.

L'idea è cercare di generare più energia di quanto ne sia necessaria all'intero distretto, migliorare il benessere degli abitanti, ottimizzare il demand/response, la gestione dei carichi e perfezionare le strategie di raffrescamento e riscaldamento a livello non più di singolo appartamento o edificio ma di quartiere.

La transizione da un quartiere tradizionale a uno Zero Energy District richiede una strategia di attuazione complessa e impegnativa, ma con la richiesta di attuazione degli obiettivi climatici ed energetici dell'UE 2030 e i rispettivi Piani di Ripresa e Resilienza degli Stati membri, vi è la possibilità di rendere questa transizione sempre più reale.

In tutto questo si prevede che saranno necessarie oltre 6 milioni di nuove abitazioni nella sola UE tra il 2022 e il 2030, e la missione è fare in modo che tutte queste nuove costruzioni siano per la maggior parte ZEB. Ciò porterebbe a un risparmio che può arrivare a 70 miliardi di euro^V.

Per esempio, Hvar, un'isola della Croazia, e Val-de-Ruz, in Svizzera, hanno fissato come target il 2030 per essere completamente autosufficienti^V. In maniera simile Helsingør, in Danimarca, ha previsto di ridurre le emissioni di carbonio e di essere "carbon neutral" entro il 2050^{VI}.

Questo porta oggettivamente a una strategia specifica per la realizzazione di contesti Zero Energy in tutta Europa, che comprende "sfide energetiche" come la conversione di vecchi edifici residenziali e contesti produttivi. Il potenziale è enorme e con il corretto approccio si potranno ottenere importanti risultati.

1.1.2 Autoconsumo e comunità energetiche

Il collegamento tra "energie rinnovabili", "efficienza energetica degli edifici", elettrificazione e digitalizzazione porta a introdurre le tematiche di autoconsumo collettivo ed energy community.

Ad oggi la normativa^{2,VII} e i relativi provvedimenti regolatori e attuativi^{3,VIII,IX} offrono la possibilità di condividere l'energia prodotta da impianti a fonti rinnovabili prevedendo due possibili configurazioni, autoconsumo collettivo ed energy community.

L'autoconsumo collettivo prevede che tutti i soggetti presenti all'interno dello stesso edificio possano auto consumare l'energia prodotta da impianti di fonti di energie rinnovabili (FER) di potenza inferiore ai 200 kW. L'energy community prevede invece che i clienti finali residenziali, pubblica amministrazione e PMI possano associarsi e auto consumare energia prodotta da uno o più impianti FER, sempre con limite 200 kW per ciascun impianto, purché sottesi alla medesima cabina secondaria.

² Decreto-legge 162/19, art. 42bis ^{VII}

³ Delibera 318/2020/R/eel ARERA ^{VIII}, DM 16 settembre 2020 del Ministero Sviluppo Economico ^{IX}

In questo contesto di evoluzione e innovazione dell'habitat digitale il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza italiano^X è un'occasione unica per accelerare questa transizione. Nello specifico, la Missione 2, intitolata Rivoluzione Verde e Transizione ecologica indirizza proprio la componente relativa all'energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile, con fondi pari a 24 miliardi di Euro^{XI}.

Il modello più articolato e interessante dal punto di vista di elettrificazione e digitalizzazione è proprio quello offerto dalle energy community che rappresentano quindi un modello innovativo per la produzione, la distribuzione e il consumo di energia proveniente da fonti rinnovabili. Esse permetteranno la creazione di nuovi modelli di business, garantiranno sicurezza e tracciabilità della sorgente energetica green (magari tramite la tecnologia Blockchain) e potranno anche ottimizzare il demand / response locale tramite Intelligenza Artificiale e Machine Learning.

Questo modello fonda i suoi valori sulla lotta allo spreco energetico e sulla condivisione di un bene fondamentale a un prezzo concorrenziale. Tutto questo sta rivoluzionando il mercato dell'energia introducendo così il concetto di local energy market (LEM). In questo mercato i produttori producono esclusivamente energia da fonti rinnovabili e la vendono al LEM così come i prosumer che possono sia produrre che consumare energia; vi sono infine i "semplici" consumatori che possono acquistare a prezzi vantaggiosi l'energia dal LEM.

Una piena realizzazione del potenziale di energy community permetterebbe non solo di incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili ma favorirebbe anche il processo di decarbonizzazione nei settori termico e trasporti.

Infatti, per esempio, l'energia elettrica prodotta nella comunità energetica potrebbe anche essere utilizzata per alimentare delle stazioni di ricarica dei veicoli elettrici contribuendo, anche in questo caso, a traslare i consumi energetici dei trasporti, da combustibili fossili a energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

Gli edifici saranno quindi le "Centrali Pulite 4.0" e diventeranno elementi chiave della energy community, dove consumatori, produttori e prosumers avranno l'opportunità di scambiarsi energia nelle nuove modalità, favorendo così il processo di decarbonizzazione.

I nostri edifici per essere sempre più "Centrali Pulite 4.0" dovranno essere maggiormente digitalizzati e questo è e sarà sempre più possibile tramite sistemi chiamati Building Energy Management System (BEMS).

1.1.3 I Building Energy Management System

Un sistema Building Energy Management System è una soluzione finalizzata al monitoraggio, al controllo e all'ottimizzazione dei fabbisogni energetici dell'edificio. Questi sistemi consentono agli Energy Manager e ai Building Manager di avere sempre di più una visione approfondita del "livello di salute energetico" dell'edificio.

Proprio tramite questi sistemi BEMS, con la presenza di sensori IoT che permettano l'acquisizione dei dati e controllo in Real Time, la possibilità di effettuare analisi sui Big Data, la realizzazione di modelli predittivi, (ad esempio per la manutenzione) e l'uso di intelligenza artificiale, si può veramente digitalizzare questo settore. In aggiunta alla gestione energetica, il sistema può controllare e monitorare altri "dati" dell'edificio come, per esempio, le funzioni di riscaldamento, ventilazione e climatizzazione (HVAC), illuminazione o benessere ambientale (CO₂, VOC). Tutto questo ci permetterà di aumentare la flessibilità energetica migliorando l'efficienza operativa e quindi ottimizzare ulteriormente la sostenibilità energetica della community e del nostro habitat.

1.1.4 Le Micro-grid a supporto dell'elettrificazione dei consumi

È in atto un vero cambio di paradigma nel mercato dell'energia, destinato a essere più dinamico, flessibile, resiliente e sostenibile. La transizione energetica e il digitale stanno trasformando il mercato elettrico, sostituendo rapidamente l'attuale modello oramai inadatto a gestire la crescente complessità a cui andiamo incontro.

La progressiva diffusione su larga scala delle Distributed Energy Resources (DER), dei sistemi di accumulo di energia a batteria (BESS), dei veicoli elettrici – in grado di immettere e/o assorbire elettricità dalla rete - porta a un sistema bidirezionale e interconnesso, in cui la distribuzione e la trasmissione, la generazione distribuita e la domanda, singola o aggregata, di energia si intrecciano in maniera dinamica. L'energia verde e il digitale delineano di fatto un futuro sempre più sostenibile, connesso, decentralizzato e decarbonizzato.

Nuovi operatori sono interessati a partecipare a questo mercato in evoluzione: Prosumers, come consumatori/produttori allo stesso tempo, Aggregatori, Comunità Energetiche; la tecnologia permette la nascita di sistemi ibridi di produzione dell'energia, sistemi di Demand Response e lo sviluppo di micro-grid a livello locale, connesse o meno alla rete.

In questo nuovo modello, il consumatore assume sempre maggiore consapevolezza nell'uso dell'energia, puntando a maggiore efficienza energetica e sostenibilità, attraverso un livello crescente di autonomia decisionale tra

l'autoconsumo e la produzione di energia, richiedendo sempre maggiore resilienza e affidabilità delle forniture.

Risulta quindi prevedibile il crescente sviluppo delle “micro-grid” all'interno del mercato elettrico, con l'estensiva partecipazione di Prosumers e di Comunità Energetiche. In questo caso è essenziale poter ottimizzare il funzionamento delle reti locali in cui, immediatamente a valle del punto di prelievo e di immissione in rete, possono essere presenti carichi elettrici regolabili di vario tipo (a livello di edifici, industrie, ad esempio), abbinati a sistemi di accumulo e a impianti di generazione.

Risulta quindi fondamentale massimizzare il ritorno degli investimenti in queste tecnologie per renderle appetibili da parte dei clienti finali, senza trascurare l'ottimizzazione delle performance degli assets durante il loro ciclo di vita. Esistono di fatto soluzioni avanzate di software di gestione, “Advisors”, della micro-grid che, partendo dall'analisi dei dati disponibili, permettono di definire in modo efficiente e affidabile la migliore strategia tra l'autoconsumo dell'energia, la gestione e ripartizione dei picchi di carico e l'ottimizzazione della produzione, in funzione di svariati parametri, quali le vigenti tariffe dell'energia, le tipologie di impianto gestite, i dati meteorologici o i vincoli imposti dalla rete.

Le “micro-grid” possono contribuire in modo determinante al mantenimento della stabilità della futura “smart-grid”, dialogando efficacemente con i sistemi di gestione delle risorse distribuite, al fine di garantire la necessaria flessibilità della rete.

Perché esse possano svolgere questo ruolo e dispiegare benefici per l'intera comunità, in termini di efficienza energetica e sostenibilità ambientale, è però necessario definire un nuovo sistema regolatorio, supportato da un adeguato sistema incentivante per i gestori delle micro-grid, che permetta la loro rapida implementazione e larga diffusione.

La diffusione di tecnologie per la gestione dell'energia e dell'automazione dedicati al mondo B2B, come building automation, smart meters, sistemi di monitoraggio dell'energia, smart plants, distribuzione elettrica smart, nella fattispecie, permette ai clienti finali di abilitare i loro impianti, consentendo la partecipazione al futuro mercato della flessibilità dell'energia.

1.2 Sicurezza, salute e sostenibilità negli ambienti a uso ufficio

Progettare in maniera comprensiva un edificio, in particolare quelli con ambienti a uso uffici, dal punto di vista della sicurezza, della qualità dell'aria, del comfort

termico e visivo significa eliminare la necessità di illuminazione, riscaldamento e raffrescamento aggiuntivi, che determinano consumi e costi maggiori e alzano il livello di inquinamento.

Il concetto di edificio sano non è nuovo. Il termine "sindrome da edificio malato" è stato coniato nel 1986 dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) sulla base di un'ampia ricerca incentrata principalmente sulla qualità dell'aria interna, una delle componenti più critiche per un edificio sano. Inoltre, un edificio sano non è solo un edificio in cui non vi è presenza di malattie, come evidenziato dalla recente pandemia, ma il concetto di "sano" abbraccia tutti gli aspetti della salute umana, inclusi il benessere fisico, emotivo, intellettuale, spirituale, professionale, ambientale e sociale.

Il benessere psicofisico delle persone è sempre più al centro delle strategie aziendali e delle prospettive di sviluppo economico del Paese, al punto da essere ritenuto una vera e propria leva per la generazione di valore. Questo market driver era già presente prima della pandemia, che in realtà ha accelerato un processo già in corso, ponendo oggi la tecnologia per gli edifici un tema di rilievo anche nell'agenda dell'OMS^{XII}.

Proprio l'OMS ha evidenziato come l'inquinamento dell'aria interna ed esterna sia uno dei più importanti fattori di rischio per la salute^{XIII}, considerando inoltre che passiamo oltre il 70% della nostra vita all'interno di qualche ambiente chiuso: in ufficio, a scuola e a casa.

1.2.1 Misurare e garantire il benessere e la sostenibilità degli edifici a uso ufficio

Oggi, chi gestisce un edificio e coloro che lo occupano non dispongono dei dati sulla salute e sul benessere di cui hanno bisogno per fare scelte conseguenti, perché l'edificio non è attrezzato, oppure perché i dati non sono loro accessibili. Se tali informazioni fossero disponibili, i responsabili degli spazi lavorativi potrebbero disporre o suggerire una migliore dislocazione delle persone in funzione delle condizioni ambientali, oppure, ad esempio, l'occupante di una stanza con alti livelli di CO₂ potrebbe sceglierne autonomamente un'altra dove lavorare e migliorare il proprio benessere.

Misurare le emissioni, i consumi e il benessere è pertanto di fondamentale importanza per adattare il comportamento dell'edificio in tempo reale e in funzione della dinamica di occupazione degli spazi.

La conoscenza di questi parametri consente non solo di comparare i differenti consumi energetici tra edifici sostenibili e non-sostenibili, ma anche di misurare l'impatto sui costi di gestione degli edifici e del personale. Non dimentichiamo

che, nel caso di un edificio a uso uffici, la voce di costo maggiore legata a una superficie è proprio il costo del lavoro.

Una recente ricerca di JLL^{XIV} esprime infatti il costo al metro quadro attraverso la proporzione "30 - 300 - 3.000" dove la prima voce rappresenta il costo in euro dell'energia, la seconda quello dell'affitto e la terza il costo del personale.

Quindi misurare il benessere è fondamentale per ottimizzare l'investimento più importante dell'azienda: le sue persone.

Un maggiore benessere si traduce poi in una maggiore produttività, un minor assenteismo e costi sociali inferiori spesso dovuti anche a malattie non necessariamente pandemiche, che si trasmettono nell'ambiente di lavoro.

Un metodo sempre più diffuso per la misura del benessere, soprattutto in ambito Real Estate, è il protocollo di certificazione WELL, gestito dal WELL Building Institute^{XV} (WBI). Il protocollo certifica il livello di benessere assicurato dagli edifici considerando alcune aree tematiche che vengono monitorate e certificate adottando un approccio olistico: l'integrazione delle diverse componenti è la chiave per determinare una valutazione complessiva del benessere.

Al centro della certificazione WELL si trova la persona: l'edificio è inteso come un organismo che risponde alle necessità fisiologiche e sociali espresse dai suoi occupanti. La metafora è potente, e rappresenta una decisa evoluzione rispetto ad altri protocolli di certificazione, come BREEAM e LEED, che nascono con un focus sulla performance energetica e sull'impatto ambientale - elementi comunque imprescindibili anche per WELL.

Le aree tematiche oggetto di valutazione includono:

- il benessere psicofisico, che indaga la relazione uomo-natura e la consapevolezza del proprio stato di salute e benessere da parte delle persone;
- il comfort acustico, termico e visivo;
- il movimento, per ridurre la sedentarietà, attraverso la progettazione di ambienti che facilitino il movimento al loro interno;
- l'illuminazione, premiando la massimizzazione dell'uso di luce naturale, in funzione delle caratteristiche dell'attività da svolgere nell'edificio;
- l'alimentazione, per promuovere la consapevolezza alimentare e la generazione di buone abitudini;
- l'acqua, per renderla sempre disponibile, controllandone la qualità;

- l'aria, per garantirne un'elevata qualità, con sensori di monitoraggio e filtri che eliminino i VoC.

Questi protocolli di certificazione volontari sono riconosciuti dal mercato da diverso tempo, con una valorizzazione degli investimenti immobiliari superiore alla media, sia nella fase di compravendita sia in quella di affitto.

1.2.2I fattori che influenzano il benessere delle persone negli ambienti

Per migliorare la salute e il benessere delle persone dobbiamo per prima cosa definire i fattori che la influenzano nell'ambiente costruito.

La concentrazione di anidride carbonica o biossido di carbonio (CO₂) viene misurata in "parti per milligrammo" o PPM. La CO₂ è l'elemento espulso dal nostro corpo quando respiriamo; più basso quindi è il livello di PPM e più sana è l'aria. La Tabella 1 riporta diverse concentrazioni di CO₂ e il loro impatto sulla salute.

Concentraz. CO ₂	Impatto sulla salute
400 – 1.000 ppm	Concentrazione tipiche degli spazi interni occupati con buon ricambio d'aria. Nessun impatto sulla salute.
1.000 – 2.000 ppm	Sonnolenza e cattiva qualità dell'aria.
2.000 – 5.000 ppm	Mal di testa, sonnolenza e aria stagnante viziata. Possono essere anche rilevati livelli scarsi di concentrazione, perdita di attenzione, aumento della frequenza cardiaca e leggera nausea.

Tabella 1. Concentrazione di CO₂ e impatto sulla salute

La temperatura è un altro elemento ben noto e facilmente identificabile.

La temperatura "ottimale" per gli esseri umani è compresa tra 15,6°C e 23,9°C. Al di fuori di questi valori si hanno impatti negativi su vari aspetti fisici. Chiunque abbia patito un freddo fastidioso partecipando a una conferenza può testimoniare, ma potrebbe non sapere che questo è probabilmente dovuto alla sovra-compensazione dell'edificio in vista di un'elevata densità di occupanti. Il problema della temperatura ha sempre evidenziato una differenza di percezione tra uomini e donne; uno studio recente mostra che il funzionamento cognitivo migliora a temperature diverse a seconda del sesso. Questo nuovo elemento rafforza l'idea che sia necessario poter regolare la temperatura ambiente in modo personalizzato.

L'umidità è un fattore che non dovrebbe essere mai separato dalla temperatura, poiché entrambi i fattori consentono a chi gestisce l'edificio una certa flessibilità nel mantenere il comfort delle persone che lo occupano. Tuttavia, esistono dei limiti al di fuori dei quali può aumentare il rischio di trasmissione di malattie, specialmente nei climi o nelle stagioni più fredde (ad esempio l'aria fredda e secca). Livelli di umidità inferiori al 40% possono anche causare problemi ai lavoratori con problemi respiratori.

Altri problemi riscontrabili quando i due fattori sono gestiti in modo errato includono la formazione di condensa (ad esempio sulle finestre) e il proliferare di muffe.

I composti organici volatili (VOC) rappresentano un altro elemento critico.

I VOC^{XVI} sono numerosi composti chimici (quali la formaldeide e la benzina) che evaporano rapidamente soprattutto da solventi, adesivi, combustibili o rifiuti industriali e che contribuiscono allo smog fotochimico nell'atmosfera. Essenzialmente questo identifica qualsiasi componente prodotto dall'uomo presente nell'aria che respiriamo. L'unità di misura più comunemente utilizzata per i VOC è parti per miliardo (ppb) o parti per milione (ppm). La Tabella 2 fornisce il livello di attenzione per varie concentrazioni di VOC.

Concentrazione Totale di VOC (TVOC)	Livello di attenzione
Meno di 0,3 mg/m ³	Basso
0,3 a 0,5 mg/m ³	Accettabile
0,5 a 1,0 mg/m ³	Marginale
1,0 a 3,0 mg/m ³	Alto

Tabella 2. Concentrazioni di VOC e livelli di attenzione

Il rumore (cioè il livello sonoro) e il suo rapporto con il comfort acustico è un argomento complesso. Il modo in cui il cervello umano assorbe e distingue il rumore positivo da quello negativo varia da individuo a individuo ed è ampiamente correlato ai profili psicologici di ognuno di noi. Qualsiasi rumore oltre una certa frequenza innesca il nostro riflesso istintivo di "fuga o aggressione" e provoca una reazione chimica che consiste in un rilascio di cortisolo. Chiunque abbia cercato di concentrarsi su un'attività può testimoniare il fatto che il suono è un fattore chiave (abilitante o impedente) per le prestazioni lavorative.

L'illuminazione influenza profondamente gli esseri umani avendo effetti rilevanti sui nostri ritmi circadiani. Sebbene ci sia ancora molto da dimostrare è certo che, a partire dall'invenzione della lampadina, gli esseri umani hanno alterato in modo significativo i loro ritmi circadiani naturali. L'evidenza suggerisce che questo è correlato a effetti negativi sulla salute quali la soppressione della melatonina e l'alterazione della qualità del sonno. Altri studi suggeriscono che l'illuminazione produce effetti fisici, fisiologici e mentali.

In sintesi, possiamo dire che la maggior parte delle persone è consapevole delle problematiche legate a fattori quali "abbagliamento" e "affaticamento degli occhi", ma che al contempo non è informata su quanto sia importante l'illuminazione naturale e artificiale e difficilmente può accedere ai dati rilevati sulla qualità della luce degli ambienti in cui vive o lavora.

L'acqua è presente in diversi spazi all'interno di un edificio e può rappresentare un rischio per la salute se non monitorata correttamente. L'acqua potabile deve essere testata periodicamente per garantire che rientri nei parametri delle acque destinate a un consumo sicuro.

L'acqua utilizzata nei sistemi HVAC è una delle principali preoccupazioni, specialmente negli edifici che utilizzano torri di raffreddamento, essendo una nota fonte di focolai di Legionella. L'acqua dei sistemi di condizionamento deve essere monitorata e testata periodicamente.

Il particolato è in alcuni casi considerato parte dei composti organici volatili (VOC) ma non sempre. È importante notare che di solito è definito come PM2.5, particelle di diametro inferiore a 2,5 µm, abbastanza piccole per penetrare nei polmoni. Un tipo più grande di particella è noto invece come PM10.

1.2.3 Progettare edifici per il benessere delle persone

Attualmente la maggior parte dei gestori e degli occupanti di edifici non sa come ottenere informazioni sulla qualità dell'aria, soprattutto non nel modo che consenta loro di prendere decisioni.

Oggi esistono strumenti tecnologici in grado di fornire informazioni precise su temperatura, CO2, VOC, umidità, suono e luce, dati facilmente correlabili a uno spazio specifico.

Gli addetti alla gestione di un edificio in possesso di tali dati sono autorizzati a regolare la qualità dell'aria con conseguente diminuzione delle lamentele e maggior soddisfazione dei lavoratori. È possibile utilizzare le informazioni rilevate da sensori IoT sulla salubrità dell'aria per controllare in modo automatico l'edificio, aiutando ancora di più gli addetti alla sua gestione.

Migliorare la qualità della vita negli ambienti, assicurare un maggiore benessere e comfort, garantendo nello stesso tempo l'efficienza energetica e operativa: queste sono le sfide che gli operatori del settore degli edifici devono affrontare. Sia nell'affrontare progetti di sviluppo ex-novo, che nelle riqualificazioni del patrimonio immobiliare esistente.

Una migliore comprensione dei fattori chiave di salute e benessere permette ai progettisti di essere più preparati a scoprire e a valorizzare il potenziale di salute che gli impianti tecnologici possono garantire negli ambienti chiusi degli edifici come gli uffici.

La progettazione di un ambiente costruito sano è un processo che richiede una valutazione approfondita dell'infrastruttura necessaria, che comprende le macchine HVAC, i dispositivi di regolazione, i sensori IoT e la rete di comunicazione che consente lo scambio di dati in tempo reale e quindi la corretta interazione uomo – edificio. I dati raccolti consentono l'analisi e, attraverso la piattaforma appropriata, forniscono informazioni utili per promuovere in modo continuativo la salute e il benessere degli occupanti.

Singoli dispositivi e sistemi connessi diventano intelligenti quando sono in grado di dialogare tra loro, con la logica dell'Internet of Things (IoT), in modo che l'edificio possa adattare il proprio funzionamento in funzione delle reali condizioni di utilizzo e senza l'intervento volontario di un operatore o di un occupante.

Di seguito i principali domini tecnologici che permettono di garantire comfort, sicurezza e benessere delle persone e la cui integrazione dovrebbe essere presa in considerazione in fase di progettazione.

CO2

È possibile che il sistema HVAC integri sensori di CO2 come strumento di regolazione delle portate/variazioni di flusso dell'aria (ad esempio: immissione aria esterna per ridurre la concentrazione di inquinamento). Anche le sale riunioni dovrebbero essere dotate di sensori di CO2. Alcuni sensori forniscono misurazioni multiple facilitando la creazione di report, ad esempio, sui valori di CO2, VOC, temperatura, umidità, livello sonoro, livello di luce e pressione.

Sensori di temperatura

Questi sensori sono molto diffusi negli edifici e sono tipicamente integrati in un sistema BMS. Alcuni sensori vengono tuttavia installati nel condotto di ritorno o in altre posizioni al di fuori dello "spazio vitale" degli occupanti e quindi non sono in grado di misurare il comfort termico effettivo a livello degli occupanti stessi. Per questo motivo è importante prevedere che questi sensori siano installati

all'interno degli ambienti a uso uffici per monitorare il comfort termico a livello degli occupanti.

Sensori di umidità relativa

Questi sensori sono generalmente installati nei condotti di ritorno centrali e nel condotto di ritorno del sistema di ventilazione. Per questo motivo è importante prevedere ulteriori sensori da installare all'interno dello spazio vitale per monitorare il comfort termico a livello degli occupanti.

Sensori VOC

Questi sensori permettono di rilevare la presenza di composti chimici volatili nell'aria, i cui effetti dannosi hanno entità diversa in funzione della loro concentrazione negli ambienti e ovviamente anche in base alla durata di esposizione degli occupanti.

Sensori per la misura del livello di illuminamento

Il livello di illuminazione o di illuminamento è la quantità di luce misurata su una superficie piana. Si tratta di un sensore comunemente utilizzato negli edifici con ambienti a uso uffici.

Sensori per la misura del livello sonoro

Questi sensori non si trovano normalmente negli edifici commerciali. Tuttavia la loro installazione è più efficace quando ci sono parti dell'ufficio che sono (o saranno) adibite ad aree "silenziose".

Safety – Sistemi di rivelazione incendi

È necessario rendere l'edificio resiliente e pronto a contrastare eventi catastrofici inattesi, come un eventuale incendio, un terremoto, un grosso temporale, un blackout, che implica la garanzia della corretta funzionalità e operatività dei sistemi necessari alla rivelazione incendi ed evacuazione delle vie di esodo. In queste situazioni è essenziale anche garantire l'intervento delle squadre di soccorso (p.e. VVFF).

I sistemi di rivelazione incendi sono finalizzati a rivelare, automaticamente o manualmente, un principio di incendio e di segnalarlo nel minor tempo possibile, in modo da favorire un tempestivo esodo delle persone, attivare i piani di intervento e attivare eventuali sistemi di protezione e misure di sicurezza.

Safety – Sistemi di illuminazione di emergenza

Sono sistemi finalizzati a illuminare le vie di esodo, le aree antipanico e ad alto rischio, ed effettuare la segnalazione di sicurezza degli edifici.

I sistemi di rivelazione incendi e di illuminazione di emergenza devono essere realizzati in accordo alle verifiche e controlli periodici necessari, richiesti dalle regolamentazioni cogenti in tema di responsabilità civile e penale dei proprietari e dei gestori degli edifici, per garantire la sicurezza e la salute delle persone all'interno delle strutture, che siano luoghi di lavoro privati o pubblici.

Dati sulla frequenza di sostituzione dei filtri

Tenere traccia del numero di sostituzioni di un filtro aiuta a identificare un problema di qualità dell'aria. Un sistema BMS non registrerà probabilmente la sostituzione di un filtro, ma dovrebbe tenere traccia del numero di allarmi che segnalano un filtro sporco, utilizzabile come variabile proxy per le sostituzioni del filtro ogni volta che viene resettato l'allarme. Un aumento della frequenza di sostituzione potrebbe indicare una minaccia per la salute quale ad esempio la presenza di inquinanti provenienti da un'azienda vicina (ad es. costruzioni) nell'aria di ventilazione. In alcuni casi i sensori della qualità dell'aria esterna vengono utilizzati per chiudere le valvole di immissione aria fresca in caso di un aumento temporaneo dei livelli di particolato.

Sensori di presenza

Questi sensori sono fondamentali per ridurre il consumo energetico degli impianti tecnologici di un ambiente a uso ufficio, come quelli di ventilazione, riscaldamento, raffrescamento e illuminazione. Vengono ad esempio utilizzati nelle sale riunioni per l'accensione automatica delle luci. Sono disponibili anche sensori in prossimità delle postazioni fisse di lavoro, in grado di monitorare il distanziamento sociale, nel caso in cui, ad esempio, un altro posto di lavoro dovesse essere vuoto.

Sensori di conteggio negli spazi

Mentre i rilevatori di presenza forniscono dati binari ("occupato" o "non occupato"), i sensori di conteggio aree forniscono il conteggio del personale che occupa una stanza o uno spazio particolare. Questo fornisce i dati necessari ad affrontare i problemi relativi alla qualità dell'aria, come ad esempio un elevato livello di CO2 prima che le persone si lamentino o del superamento delle soglie massime di CO2 nell'aria. Questo tipo di sensori non rilevano l'identità delle persone garantendo quindi la privacy.

Sensori di rilevamento del flusso di persone

Questi sensori contano quante persone entrano o escono da un edificio. Negli edifici adibiti a uffici sono generalmente posizionati a ogni punto di accesso all'edificio e forniscono il numero totale di occupanti nell'edificio in un dato momento. Questi dati sono fondamentali per affrontare le problematiche antincendio o di distanziamento sociale.

Rapporti di ispezione e audit

I gestori dell'edificio devono essere in possesso, ad esempio, dei rapporti e degli audit effettuati sull'acqua, la qualità dell'aria e la manutenzione delle apparecchiature. Questi rapporti sono molto utili perché se combinati con altri dati (relativi allo stesso periodo di tempo) possono rivelare potenziali problematiche dell'edificio.

Dati sulla posizione di computer portatili e smartphone

Portatili e smartphone possono fornire dati di posizione all'interno di un edificio per stabilire l'effettiva occupazione degli spazi. La posizione di questi dispositivi viene generalmente tracciata utilizzando la tecnologia BLE (Bluetooth Low Energy). Agli occupanti dell'edificio verrà probabilmente chiesto di installare un'applicazione (sul telefono o sul PC) associata alla soluzione di tracciamento. Questo tipo di tecnologia è molto utile nel contact tracing per bloccare la diffusione di malattie infettive e per orientarsi all'interno di un edificio (es. orientamento e way-finding).

Sistema di monitoraggio e controllo BEMS

Il sistema di gestione e di controllo dei sistemi precedentemente menzionati e di tutti gli impianti tecnologici di un edificio è una piattaforma BEMS (Building Energy Management System), che può essere installata in sito od essere erogata, per i servizi ritenuti opportuni, da un cloud dedicato per monitorare l'utilizzo degli ambienti, il benessere degli occupanti e gli indici di comfort degli spazi.

La scalabilità di una piattaforma BEMS è garantita dall'utilizzo di protocolli di comunicazione standard e aperti, a partire dai dispositivi di campo. Alla base ci sono infatti i Connected Products, che sono sviluppati con la logica dell'IoT e affiancano alla loro funzionalità tradizionale la capacità di trasmettere informazioni sul proprio stato, misure e caratteristiche del flusso elettrico che li attraversa, in tempo reale e in modalità bidirezionale. La digitalizzazione prosegue a un livello superiore, detto Edge Control, con soluzioni quali gateway e controllori, che implementano le logiche di controllo e di interazione con gli impianti a livello di edificio, visualizzandone le informazioni su interfacce utente fisse o portatili. Infine, al livello più alto, si trova il Cloud, verso cui possono ulteriormente convergere le informazioni provenienti da uno o più edifici.

Questi sistemi consentono ai gestori di edifici di leggere e analizzare i dati avendo quindi una visione più approfondita del livello di salute del loro edificio per poter pianificare strategie volte a migliorare la salute degli occupanti, sia che si tratti di sistemi HVAC sia di tematiche che riguardano la distribuzione dello spazio fisico.

2. RIPENSARE GLI SPAZI DI LAVORO

2.1 Innovazione degli spazi e delle modalità di lavoro

Da molti anni le imprese del settore digitale offrono la propria esperienza e il proprio contributo alla realizzazione di edifici “intelligenti”, in diversi ambiti e per diverse tipologie di mercati. La tecnologia è stata utilizzata con successo ed è tuttora presente in tantissimi uffici pubblici e privati e i processi di digitalizzazione applicabili al settore immobiliare, proposti dalle imprese digitali più attente fin dall’inizio del nuovo millennio, sono ora un patrimonio comune delle maggiori aziende del settore.

La recente pandemia, che ha rapidamente assunto a partire da fine febbraio 2020 una portata di dimensioni mondiali, ha costretto le aziende e i lavoratori stessi a un profondo ripensamento delle modalità di lavoro e sulla fruizione degli spazi aziendali, utilizzati fino a quel momento.

Questo ha spinto molte imprese del digitale a potenziare e riprogettare la propria offerta, andando a includere tutta una serie di elementi, legati allo spazio di lavoro degli impiegati (il cosiddetto workspace), oltre che alla gestione dell’edificio stesso.

I fornitori di tecnologia più sensibili e accorti hanno quindi riflettuto su come innovare in maniera produttiva in questi ambiti, fino a quel momento, abbastanza trascurati, cercando di includere nell’architettura complessiva fin qui delineata anche gli elementi essenziali di quello che è diventato per tutti lo smart working.

I risultati di questa riflessione, esposti nei successivi paragrafi e richiamati anche da Anitec-Assinform in un documento dedicato⁴, benché siano riferibili primariamente al mercato italiano, possono essere facilmente estesi a contesti più ampi, europei ed extra-europei.

2.2 Lavoro remoto, lavoro agile, lavoro ibrido

Oggi si parla di “lavoro agile” (traduzione italiana del termine inglese smart working), mentre un domani, superata la pandemia covid-19, probabilmente si

⁴ “Il lavoro agile: organizzazione del lavoro e tecnologie, alcuni spunti per una normalità inclusiva”, ottobre 2021

parlerà di “lavoro ibrido” o si userà qualche altro termine che esprima meglio i nuovi approcci all’organizzazione del lavoro in azienda.

Questi termini, a cui per completezza si può aggiungere anche il termine “remote working”, non hanno tutti lo stesso significato, anche se, indubbiamente, vengono usati nell’accezione comune come intercambiabili.

Infatti, spesso, ad esempio, si tende a confondere lo smart working con il remote working. Oltre a essere due termini di significato diverso, l’organizzazione del lavoro che viene presupposta è completamente differente.

La pandemia ha “sdoganato” il lavoro da remoto, e non il lavoro “agile” e la cosa è talmente evidente in tantissime realtà lavorative, che, appena è stato possibile tornare a lavorare in presenza, il datore di lavoro ha ripristinato sostanzialmente le vecchie condizioni di lavoro, senza neppure provare a confermare e stabilizzare i benefici che il lavoro da remoto aveva dimostrato di introdurre nei mesi precedenti, durante il periodo di lockdown.

La conseguenza di questo fraintendimento è che gli spazi di lavoro e gli edifici che li ospitano, non sono stati analizzati per una loro eventuale riprogettazione. Ovvero non sono state esplorate le enormi possibilità offerte, da una riprogettazione degli spazi e delle modalità di lavoro, specialmente nell’ambito dei servizi pubblici e privati.

Per superare ogni fraintendimento terminologico, nel prosieguo dell’esposizione non sarà usato il termine “telelavoro”, anche se ancora presente in letteratura, ma si parlerà di “lavoro agile”, anche per le sue valenze istituzionali.

L’obiettivo sarà inoltre quello di introdurre il “lavoro ibrido”, come quello si cui il mercato si sta orientando, almeno nelle aziende del mondo ICT.

Il Legislatore, nella Legge 22 maggio 2017, n. 81^{XVII}, ha definito il lavoro agile come una modalità di esecuzione del rapporto di lavoro subordinato stabilita mediante accordo tra le parti, anche con forme di organizzazione per fasi, cicli e obiettivi e senza precisi vincoli di orario o di luogo di lavoro, con il possibile utilizzo di strumenti tecnologici per lo svolgimento dell’attività lavorativa.

In termini più semplici, con lavoro agile possiamo intendere la possibilità concreta per una o più persone di svolgere parte del proprio lavoro a casa, nel proprio habitat o, comunque, in un contesto di tipo familiare, lontano da quel luogo che si definisce normalmente ufficio. Per estensione, potremmo includere quelle sedi o quei centri-servizi, prenotabili con strumenti informatici presso i quali i lavoratori possono recarsi, trovando al loro interno tutti gli strumenti utili alla propria attività quotidiana, senza peraltro doversi recare presso la propria sede ufficiale di lavoro.

È importante sottolineare il fatto che si parli di parte dell'attività lavorativa dell'individuo, perché in caso di totalità, saremmo in presenza quasi sempre di contesti lavorativi molto specifici, assimilabili a realtà professionali o simili; casi nei quali si dovrebbe parlare più propriamente di "lavoro da remoto".

Per fare un esempio, è chiaro che un traduttore di testi può praticamente sempre lavorare da casa, ricevendo il lavoro dal committente via posta ordinaria (una volta) o via posta elettronica (oggi grazie a Internet), ma, per quanto possa essere assunto stabilmente da una impresa che offre servizi di traduzione, come figura professionale può senz'altro essere assimilato, a tutti gli effetti, a un libero professionista.

Quindi la definizione di lavoro agile a cui ci si riferisce ha un ambito più ristretto, esplora la possibilità di remotizzare in modo più o meno parziale alcune attività normalmente svolte nella tradizionale sede di lavoro, da individui con professionalità impiegate genericamente intese, in modo che, pur essendo fisicamente lontani dalla sede di lavoro, siano dal punto di vista lavorativo presenti a tutti gli effetti in azienda, ovvero in grado di svolgere le loro normali mansioni e di interagire eventualmente tra loro e con i colleghi, che, per vari motivi, dovessero invece risultare presenti in sede.

Nel seguito sono forniti alcuni elementi utili a comprendere in che modo la struttura organizzativa che l'azienda si dà internamente, possa facilitare e, addirittura, favorire il "lavoro agile"; si farà inoltre cenno anche a quali siano le capacità individuali che ogni persona debba possedere per poter utilizzare al meglio questa nuova opportunità, offerta dal mercato in generale e dalla propria azienda in particolare

2.3 L'impatto del digitale sul lavoro: evoluzione storica

Per capire come si è arrivati a ragionare diffusamente di innovazione nel progettare i nuovi spazi di lavoro e le diverse modalità di collaborazione, attraverso diverse fasi che, in verità, sono iniziate diversi anni fa e che la pandemia odierna non ha fatto che accelerare, occorre tornare indietro nel tempo di qualche anno, esattamente quando le connessioni internet hanno incominciato a diffondersi capillarmente: occorre quindi iniziare con un po' di storia.

L'avvento del lavoro agile è stato reso possibile dalla grande rivoluzione informatica avvenuta nel mondo occidentale a partire dagli inizi degli anni Ottanta, con l'introduzione su larga scala dei calcolatori elettronici nel mondo del lavoro, fino ad arrivare alla diffusione capillare dei personal computer su ogni scrivania e (praticamente oggi) in ogni casa.

A fronte di questo vero e proprio mutamento epocale nel modo di lavorare, soprattutto per le classi impiegatizie si è affiancata la creazione, lo sviluppo e la diffusione di reti di comunicazione elettronica locali e geografiche e di applicazioni software sempre più avanzate, che consentissero lo scambio di dati e di informazioni tra i diversi dispositivi e tra gli individui che li utilizzano.

Sviluppatesi dapprima in ambito aziendale per offrire nuovi servizi ai propri clienti e anche ai dipendenti, queste reti di calcolatori geograficamente distribuite, si sono evolute in pochi anni fino a diventare oggi quello che tutti conoscono come il fenomeno internet, ovvero la “rete delle reti”.

Nata in origine come rete militare, trasformatasi poi in un collante tra i vari centri di ricerca universitaria sparsi nel mondo, internet è divenuta ormai un fenomeno di massa ed è talmente pervasiva e capillare, al punto che oggi è addirittura utilizzata dalle stesse organizzazioni aziendali più evolute, per farvi transitare in sicurezza i propri dati, attraverso meccanismi di incapsulamento e di crittografia end-to-end, tra le diverse sedi sparse sul territorio, le sedi regionali e il quartier generale.

In questi ultimi anni, la tecnologia internet, grazie all'aumento della velocità dei collegamenti e alla loro crescente capillarità, unita alle evoluzioni della tecnologia radio 3G/LTE/5G, ha contribuito enormemente all'affermazione delle tecnologie cloud in tutte le sue declinazioni: PaaS, SaaS, IaaS etc.

Alcune società di servizi ICT si sono specializzate per fornire al mercato, in maniera centralizzata, alcuni servizi che storicamente ogni azienda svolgeva in proprio, con enormi risparmi in termini economici. Si pensi, a titolo esemplificativo, ai servizi di back-up dei dati utente, ai servizi di comunicazione, fino a includere i servizi di gestione dei processi aziendali più critici.

L'impatto sulle organizzazioni aziendali è stato elevatissimo e al momento non è ancora esaurito: non si vedono limiti all'approccio adottato dalle principali società di servizi cloud e all'interesse delle aziende in generale per la loro adozione.

Il fenomeno internet ha anche avuto forte rilevanza sulla riduzione dei costi dei servizi di comunicazione digitale, tanto che oggi anche le connessioni dati ad alta e altissima velocità sono disponibili a costi molto bassi. Lo stesso si è verificato anche in ambito aziendale, con l'affermazione della connessione internet come linea dati primaria e non più solo di back-up.

Inoltre, internet ha favorito, attraverso alcuni “salti” tecnologici avvenuti a partire dai primi anni duemila, la completa migrazione delle reti a “commutazione di circuito” (es. reti telefoniche di vecchia generazione), nelle reti a “commutazione di pacchetto”, di modo che oggi, oltre ai dati, sullo stesso cavo viaggiano anche la voce, il video e la componente storage delle aziende.

Tra gli elementi di grande cambiamento nelle modalità di lavoro, è infine rilevante sottolineare il grande impatto della diffusione capillare degli smartphone, che ha portato nelle mani dei dipendenti nuovi strumenti di lavoro i cui limiti di utilizzo non ancora sono visibili.

2.4 Aspetti economici del lavoro agile

Negli anni in cui le tecnologie digitali iniziavano a diffondersi, i costi della logistica, degli affitti e degli spazi di lavoro, per lo meno nel mondo occidentale, hanno continuato ad avere un andamento crescente.

Anche oggi, ogni azienda, per ogni singola postazione di lavoro, paga dei canoni mensili o annuali molto elevati, di modo che, da un lato, si tende a delocalizzare la sede di lavoro in zone e realtà più economiche, dall'altro, si è incominciato a cercare nuove forme di organizzazione interna, per risparmiare su tali costi fissi.

Un primo esempio di questa tendenza è stato, storicamente, l'introduzione della condivisione delle postazioni di lavoro, fenomeno che è stato poi chiamato scrivania virtuale (virtual desktop).

Alcune categorie di lavoratori, tipicamente a partire dagli addetti della direzione vendite che generalmente lavorano spesso fuori dall'ufficio, si trovano a condividere un pool di postazioni di lavoro e non dispongono più di uno spazio riservato loro in via esclusiva.

Quando il lavoratore deve recarsi in ufficio, deve prenotare preventivamente una scrivania, attraverso un'applicazione accessibile dal proprio personal computer. La postazione viene riservata per quel giorno a colui che ha effettuato la prenotazione: anche il telefono viene dinamicamente configurato in modo automatico dalla stessa procedura di prenotazione, per assumere il numero di telefono del dipendente, durante tutto il periodo prenotato, come se effettivamente, per quella giornata, la postazione di lavoro risultasse assegnata al lavoratore in via permanente.

Già questo primo modello, la cui introduzione risale ai primi anni del nuovo millennio, è stato dirompente in alcuni settori e questo per due motivi, correlati tra loro: se pensiamo, ad esempio, alle aziende del settore ICT, dove la forza commerciale è sempre stata presente con alte percentuali, l'introduzione della "scrivania virtuale" ha prodotto interessanti risparmi e ha indirizzato la scelta di spazi lavorativi ridotti, con ulteriori risparmi sugli affitti e sui costi fissi in generale.

L'estensione del modello ad altre categorie di lavoratori, avvenuta negli anni successivi, è poi esplosa con la pandemia a partire da febbraio 2020. Ma non è

avvenuta in maniera lineare e progressiva, come ci si sarebbe potuti aspettare e questo per svariati motivi.

Prima di tutto, non tutti i settori produttivi si prestano facilmente a una modalità di lavoro, con una parziale presenza in ufficio. Pensiamo ad esempio al mondo del retail e della grande distribuzione, ovvero al settore dell'hoteling e a quello della produzione industriale.

In secondo luogo, le resistenze, dovute ai precedenti modelli organizzativi in essere, si sono rivelate più tenaci di quanto ci si sarebbe potuto immaginare.

Pensiamo ai dipendenti di tante aziende pubbliche, che potrebbero tranquillamente sperimentare con profitto il "lavoro agile", ma che sono ancora molto legate alla "timbratura" del cartellino presenze. E anzi, nonostante l'ottima sperimentazione "forzata" del lavoro agile, dovuta alla pandemia, stanno osservando la progressiva cancellazione di tali sperimentazioni per un ritorno tout-court al lavoro in presenza, come se la pandemia non ci fosse mai stata e non avesse insegnato nulla.

Questo ultimo esempio introduce un aspetto, fin qui accennato solo superficialmente, che può favorire o limitare lo sviluppo del lavoro agile nelle aziende, a partire da quelle che potrebbero trarre da esso i maggiori benefici: si tratta della nuova modalità di organizzazione del lavoro e indirettamente ai nuovi spazi che da essa ne derivano.

2.5 Una nuova modalità di lavoro

Siamo di fronte a un problema serio: come si può garantire, in presenza di personale che si trova a operare quasi sempre in contesti remoti rispetto alla sede ufficiale di lavoro, un adeguato controllo delle prestazioni richieste dal contratto aziendale?

In Italia, dove il controllo diretto sui propri collaboratori, è ancora un'esigenza molto forte, non è sicuramente facile, e rappresenta ancora un freno all'introduzione del lavoro agile; da questo punto di vista, nonostante le crescenti esigenze di riduzione dei costi operativi, un pieno successo del lavoro agile potrà avvenire solo in presenza di un radicale cambio di mentalità da parte sia dei lavoratori sia dei dirigenti aziendali.

I lavoratori, da una parte, infatti, devono imparare a considerare il lavoro agile alla stessa stregua del lavoro tradizionale, apprezzandone gli indubbi vantaggi, ma adeguando il proprio modo di lavorare al nuovo contesto operativo, senza considerarsi o dei privilegiati oppure dei lavoratori di serie B, a seconda dei casi.

Dall'altra parte, allo stesso modo, i responsabili aziendali, pur introducendo, con tutte le cautele del caso, le sperimentazioni del lavoro agile, devono necessariamente variare le modalità del controllo, spostando l'attenzione sui processi e sugli obiettivi individuali assegnati, piuttosto che sul numero di ore lavorate quotidianamente.

Gli studi che sono stati finora effettuati sugli effetti del lavoro agile, pur essendo al momento ancora poco numerosi e quindi non in grado di confermare in maniera definitiva i risultati raggiunti, raccontano tutti in varia misura i benefici in termini di aumento della produttività individuale e di un maggior benessere generale.

Normalmente il numero di ore lavorate risulta superiore alle classiche otto ore giornaliere, anche se la loro distribuzione avviene mediamente durante tutto l'arco della giornata, con trabocchi a volte anche durante il fine settimana.

In altre parole, lo smart worker tende a organizzare il suo tempo lavorativo in modo molto diverso, mescolando attività lavorative con attività di tipo personale.

Questo, a volte, può rappresentare un ostacolo alla collaborazione tra colleghi, in caso di attività programmate comuni, quali, - le video-conferenze oppure nel caso di interazioni più continuative, volte, per esempio, allo sviluppo di offerte commerciali complesse, che richiedano la stesura di documenti composti a più mani.

Questi casi limite, che certamente esistono, ma che, nella realtà non sono poi così frequenti quanto normalmente si ritenga, costituiscono proprio quelle eccezioni che confermano la regola espressa all'inizio.

In altre parole, il lavoro agile necessariamente prevede delle situazioni in cui l'individuo debba recarsi in ufficio per svolgere il proprio lavoro; altri esempi di queste situazioni specifiche possono essere riunioni di reparto, corsi di formazione, incontri con clienti, attività di laboratorio.

Da questo punto di vista, le stime correnti degli studi fatti individuano in uno o, al massimo, in due (a seconda dei contesti lavorativi e/o dei periodi) i giorni in media alla settimana, in cui il lavoratore debba svolgere le proprie mansioni in ufficio, magari anche solo per qualche ora.

La pandemia, soprattutto nella sua fase iniziale, ovvero durante il lockdown, che, non solo in Italia, è stato molto rigido, ha esasperato il modello del lavoro agile, rendendolo, di fatto, un lavoro esclusivamente da remoto. Molte aziende, è inutile negarlo, non erano affatto pronte e sono quindi dovute correre al riparo.

Occorreva dotare i propri lavoratori degli strumenti minimali per poter svolgere il proprio lavoro da casa: in primis, un personal computer portatile. Magari una

stampante. Fortunatamente, internet era già ampiamente diffusa, soprattutto nei grandi centri urbani, con qualche eccezione negativa che si è cercato di risolvere rapidamente.

La pandemia ha confermato, se ce n'era davvero bisogno, che la disponibilità realmente universale della cosiddetta banda larga, ovvero la disponibilità a prezzi accessibili di collegamenti internet veloci e garantiti, in termini di banda e di servizi, disponibili ovunque, ma soprattutto nei contesti rurali e periferici può oggi davvero considerarsi come un bisogno primario di ogni cittadino.

A parte le implicazioni lavorative che saranno affrontate meglio nel seguito, in una situazione di lockdown totale, le persone, grazie a internet, hanno potuto “fare la spesa”, ovvero ricevere a casa i beni di prima necessità, hanno potuto comunicare e video-comunicare con i loro cari o i loro amici, anche quando costoro si trovavano all'estero e hanno potuto adempiere a tutti quegli obblighi previsti dalle leggi correnti, sostanzialmente senza spostarsi dalla propria abitazione.

2.6 La tecnologia come fattore abilitante

Si è già accennato ad alcuni aspetti tecnologici che hanno favorito le prime esperienze di lavoro agile nel mondo e anche in Italia. Nel seguito, sono approfondite meglio altre componenti tecnologiche che si sono rivelate fondamentali durante l'esperienza della pandemia e che possono contribuire anch'esse in misura determinante al successo e all'affermazione definitiva del lavoro agile nella nostra società.

Alcune di queste componenti hanno mostrato la loro importanza al grande pubblico proprio durante la pandemia e hanno contribuito addirittura all'ascesa e all'affermazione economica di alcune aziende ICT, fino a quel momento conosciute solo da pochi addetti ai lavori.

L'esempio più noto è quello dell'applicazione ZOOM, che ha contribuito a rendere note e diffuse le video-conferenze anche negli ambiti non lavorativi, nonostante da anni fossero disponibili nel mercato soluzioni analoghe, per certi versi superiori dal punto di vista delle funzionalità e della sicurezza: l'uso dell'applicazione ZOOM è cresciuto in maniera esponenziale durante le fasi del lockdown più duro, mentre si è ridotto in maniera evidente non appena si è cercato di riprendere le normali attività, secondo i modelli aziendali precedenti.

La video-conferenza è in realtà una tecnologia da tempo consolidata: senza ripercorrere tutta la sua storia pluridecennale, possiamo riconoscere che, durante la pandemia, essa ha dimostrato la sua centralità per garantire la continuità di

collaborazione tra i colleghi della stessa organizzazione e tra questi e il mondo esterno costituito dai clienti e dai collaboratori/partner di aziende terze.

Infatti, mentre nel passato recente la video-conferenza era una tecnologia disponibile solo all'interno degli uffici (e non in tutti), in sale riunioni progettate per quello scopo specifico, oggi possiamo affermare che è diventata una componente fondamentale dell'insieme di applicazioni che vanno garantite al lavoratore in tutti i contesti.

Prima si tendeva a organizzare le riunioni in maniera molto formale, con inviti volti a prenotare le sale riunioni attrezzate e a convocare i diretti interessati; ci si trovava generalmente con due o tre sale coinvolte nella video-conferenza, solo perché i partecipanti erano fisicamente molto lontani, magari all'estero e si provava a risparmiare sulle trasferte.

Oggi è una pratica ormai consolidata e diffusa quella di video-comunicare con un collega, tramite il cellulare o anche tramite il proprio personal computer, quando magari occorre condividere del materiale su cui si sta lavorando assieme.

La comunicazione "visiva", soprattutto tra le generazioni più giovani ha ormai superato la semplice telefonata e questo sta rapidamente emergendo anche nelle generazioni dei lavoratori più anziani.

Pensiamo a cosa sarebbe potuto succedere nel mondo della scuola nel 2020 se non fosse stata disponibile la video-conferenza e la video-comunicazione, non solo nel mondo universitario, dove tuttora parecchie lezioni continuano a svolgersi in modalità totalmente remota, ma anche nella scuola primaria, dove il personale docente, anche senza una preparazione specifica, si è improvvisato specialista ICT.

Si può prendere spunto da quest'ultimo esempio per confermare che la video-conferenza ha contribuito enormemente alla riprogettazione degli spazi, con l'introduzione di soluzioni altamente innovative in termini di audio e di suono.

Le stazioni video utilizzate per la video conferenza che si sono affiancate all'utilizzo del personal computer sono diventate sempre più flessibili e sofisticate; esse, per certi versi, sono diventate degli oggetti di arredamento e hanno "imparato" a collaborare con altre componenti presenti negli stessi spazi. Sono state, per esempio, dotate di applicazioni di analitica in grado di "contare" le persone presenti in sala, in modo da poter limitare il numero massimo dei partecipanti e rispettare quindi le regole anti-covid sul distanziamento.

Alcune, ancor più sofisticate, sono state dotate di sensori IoT (Internet-of-Things) in grado di monitorare i parametri ambientali e di interfacciarsi dunque con il sistema BMS di edificio.

Analoghe applicazioni sono state rese disponibili anche dal sistema di illuminazione di edificio, attraverso sensori ottici e di presenza, in grado di evidenziare la presenza di persone e il loro conteggio.

Lo stesso è avvenuto con l'estensione ormai pervasiva e dominante della tecnologia wi-fi, in grado di offrire, in primis, servizi di connettività agli strumenti informatici in mano ai lavoratori o agli studenti oppure, più in generale, agli utenti di un particolare edificio, ma, allo stesso tempo, servizi di conteggio e di presenza o servizi complementari per la sensoristica IoT, attraverso il supporto di protocolli specifici.

Senza approfondire il tema IoT applicato alla gestione degli edifici, già citato anche nelle sezioni precedenti, , qui si è voluto semplicemente sottolineare un aspetto emergente, che la pandemia ha contribuito a diffondere e a rendere indispensabile per gli spazi di lavoro del futuro.

Ci si riferisce alla sempre più spinta integrazione dei più svariati sensori con i dispositivi ICT in mano ai lavoratori: la tendenza, ora limitata agli strumenti informatici che contribuiscono all'allestimento degli spazi di lavoro, si estenderà molto probabilmente anche agli strumenti d'uso personale, con una crescita interessante delle possibili interazioni tra l'individuo e il contesto lavorativo in cui si trovi a operare.

A titolo di puro esempio, si pensi alle applicazioni per smartphone che si possono già oggi utilizzare per interagire con il sistema di illuminazione o con il sistema di condizionamento dell'edificio in cui si sta lavorando. E come potrà essere il contesto lavorativo futuro quando il numero di applicazioni a disposizione sarà molto più ampio.

L'ultima frontiera della video-comunicazione, in questo momento, è l'introduzione di tecniche olografiche, per poter realizzare interazioni tra le persone sempre più vicine a quelle che si otterrebbero in presenza; all'interno della sessione olografica è possibile aggiungere anche la visualizzazione in 3D di scenari, di componenti e di oggetti, tuttora in fase di progettazione che risultano manipolabili e modificabili, in maniera puntuale e in tempo reale da parte dei partecipanti alla sessione olografica stessa.

2.7 Lavoro agile/ibrido e sicurezza

Per completare il quadro tecnologico che fa da cornice alle nuove modalità di lavoro offerte dalla pandemia e alla riprogettazione del workspace, è importante evidenziare un aspetto che va immaginato presente in tutte le fasi di introduzione del lavoro agile e ancor di più, nel prossimo futuro, quando si affermerà il lavoro ibrido: il tema della sicurezza.

Il termine “sicurezza” in sé è applicabile in diversi ambiti e con diverse declinazioni. Per cercare di fornire una visione d’insieme più ampia possibile in questo contesto, sono di seguito esposte alcune considerazioni sia sui nuovi spazi di lavoro sia sulle nuove modalità di lavoro.

All’interno delle nuove sale e dei nuovi spazi di lavoro, sia in ambito residenziale sia in ufficio oppure nei centri servizi specializzati, è fondamentale garantire la piena funzionalità delle apparecchiature installate e delle infrastrutture ICT che fanno da contorno e che, solo se perfettamente in efficienza, possono garantire allo smart worker di mantenere la piena produttività operativa.

In determinati contesti, le attrezzature sono condivise, per cui è necessario che l’utente sia riconosciuto e sia autorizzato all’uso in maniera efficiente: l’utilizzo di strumenti personali, come il personal computer o lo smartphone devono poter essere possibili senza che questa necessità renda complicata l’attivazione/disattivazione delle autorizzazioni temporanee, ad esempio per l’accesso agli spazi di lavoro condivisi, per la loro prenotazione e per il loro utilizzo.

Sistemi di logging sicuri devono essere implementati e il loro monitoraggio deve avvenire in continuità e in sicurezza.

Il lavoro agile non specifica per definizione la sede di lavoro e il lavoro ibrido non la presuppone neppure: il lavoratore, pertanto, non dispone più della protezione intrinseca offerta dalle mura della propria sede di lavoro, quando utilizza i propri strumenti di lavoro informatici per accedere alle risorse aziendali.

Il perimetro entro il quale le comunicazioni e le interazioni tra colleghi sono protette da attacchi esterni attraverso apparati specializzati, i cosiddetti firewall, non esiste più.

Si rende pertanto necessario definire un modello di approccio alla sicurezza distribuito. Per usare un parallelismo, è come se dovessimo gestire la sicurezza dell’accesso a un aeroporto: innumerevoli profili (pensiamo solo alle diverse tipologie di personale “avio”, quali piloti, meccanici, hostess/stuart di terra, addetti a rifornimenti, addetti alla pulizia aerei etc), accessi / ingressi molteplici ad aree / ambienti differenti con peculiarità tali da richiedere metodologie e misure differenti.

Oggi il lavoratore con il proprio personal computer accede ad applicazioni che possono essere dislocate ovunque; del resto, egli stesso si può trovare in luoghi molto distanti dal proprio ufficio o dalla propria abitazione.

Ciò significa che i livelli di protezione delle proprie applicazioni critiche e delle relative connessioni devono essere estremamente elevati: anche gli storici “anti-virus” che normalmente venivano installati sui computer aziendali non riescono

più a proteggere gli strumenti aziendali dagli attacchi sempre più sofisticati messi in atto dai cosiddetti hackers.

E quando poi, disgraziatamente, l'attacco ha successo la situazione diventa seria: i recenti attacchi ransomware, sempre più numerosi anche in Italia, hanno causato perdite economiche significative alle aziende pubbliche e private che sono rimaste coinvolte. E alcune hanno purtroppo dovuto pagare il "riscatto", per riavere accesso ai propri dati che erano stati criptati da questi programmi applicativi malevoli.

Non è dunque solo un tema tecnologico ma anche di comportamenti e di servizi che possono essere messi a disposizione delle aziende, per guidare l'adozione degli strumenti (atti a garantire la sicurezza e non) e supportarle nella prevenzione, monitoraggio della situazione e nella gestione e ripristino, in caso di incidente.

Non è possibile, in questa sede, approfondire ulteriormente l'argomento, ma è opportuno segnalare, in chiusura, un fatto importantissimo, ovvero che il mercato delle aziende ICT ha elaborato, sviluppato e reso disponibili delle specifiche architetture di riferimento per rendere il lavoro ibrido, non solo attuabile senza particolari complicazioni, ma anche ragionevolmente sicuro.

Gartner ha identificato l'insieme di queste tecnologie con l'acronimo SASE (Secure Access Service Edge): la pandemia ha mostrato al mondo che questi nuovi strumenti erano già sufficientemente maturi per essere adottati su larga scala.

La crescita del numero di aziende che hanno intrapreso una più ampia adozione delle soluzioni SASE è quello che si sta osservando in prospettiva in questi ultimi mesi, ovvero ora che la pandemia sta rallentando la sua corsa. Ciò probabilmente andrà interpretato, come una tendenza in atto dell'affermazione del lavoro agile all'interno delle stesse organizzazioni, come un fenomeno ormai consolidato e stabilizzato.

3. RIPENSARE LA PROGETTAZIONE EDILIZIA E TERRITORIALE

3.1 Costruire digitale: il cantiere 4.0

3.1.1 Il BIM come strumento di innovazione

L'Unione Europea nel 2014 ha stipulato che gli appalti pubblici devono essere utilizzati per stimolare l'innovazione e accrescere la competitività europea nel mercato globale. Nella Direttiva 2014/24/UE veniva menzionato e incoraggiato "l'uso di strumenti elettronici specifici, quali gli strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi" purché questo non danneggi il principio di libera concorrenza. Alcuni paesi, come la Gran Bretagna, hanno risposto richiedendo l'implementazione del BIM (Building Information Modelling) nella fase di progettazione e costruzione di tutte le opere pubbliche nazionali a partire dal 2016.

Il crescente utilizzo del BIM e la digitalizzazione del settore edilizio sono trend di mercato fortemente impattati dalla legislazione, che a sua volta influisce sulla domanda pubblica. Molti studi hanno evidenziato come il Legislatore nazionale si sia limitato a imporre l'obbligo del BIM senza regolamentarne gli obblighi correlati come lo status giuridico dei ruoli e delle responsabilità o la definizione di standard per tutta la filiera. Stati Uniti e Nord Europa adottano il BIM da decenni su base volontaria e anche varie iniziative internazionali di standardizzazione hanno riconosciuto l'elevato potenziale del BIM nel settore delle costruzioni.

Tali sforzi hanno lo scopo di migliorare il processo edilizio basato sul flusso di informazioni continuo e coerente durante tutto il ciclo di vita dell'edificio, dal design e manutenzione, alla dismissione o riutilizzo. Molti approcci di paesi esteri sono quindi improntati alla graduale obbligatorietà dell'impiego della metodologia BIM.

Anche l'Italia - col cosiddetto Decreto BIM⁵ - ha introdotto la progressiva obbligatorietà dei metodi BIM presso le stazioni appaltanti, le amministrazioni concedenti e gli enti economici. Il cosiddetto Decreto Semplificazioni bis⁶, collegato al PNRR, ha però introdotto il concetto di "premieria" che ha contribuito a creare confusione tra gli addetti ai lavori invece di fornire chiarezza. Il lato-domanda, invece di investire nell'impiego delle metodologie BIM e apprezzarne l'importanza e il valore, tende a produrre requisiti mal strutturati che rischiano conseguenti proposte scarse da parte dell'offerta.

⁵ Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 1° dicembre 2017, n. 560

⁶ DECRETO-LEGGE 31 maggio 2021, n. 77

Associando il BIM a punteggi premiali si rischia di sminuire lo sforzo prodotto in molti contesti internazionali, tra cui l'Unione Europea, e di ignorare trend globali di settore che vanno in direzione opposta.

3.1.2 Benefici della metodologia BIM

Nei paesi che hanno adottato la metodologia BIM con successo, sono le stazioni appaltanti che includono il BIM nelle specifiche, dando la possibilità ai candidati appaltatori di stimare l'onere derivante da queste specifiche e produrre la loro migliore offerta. Questa best practice assicura uniformità della base dati tra i partecipanti alle gare pubbliche e ottimizza i processi di monitoraggio e controllo che ne susseguono, eliminando eventuali costi per omogeneizzare e allineare tra loro le basi dati acquisite nel tempo. Altri casi prevedono il BIM nei documenti di gara, come prestazione a completamento della progettazione esecutiva. Valutando la capacità del candidato nel recepire le specifiche di modellazione fornite dall'ente applicandoli a elementi significativi del progetto (come ad esempio, la progettazione esecutiva), si dispone di offerte oggettivamente comparabili e utili durante le fasi successive di esecuzione del contratto.

I notevoli vantaggi che il BIM porta alla filiera delle costruzioni e a tutti gli attori coinvolti (committenti, progettisti, imprese e gestori immobiliari) sono stati evidenziati da moltissimi studi scientifici internazionali che hanno anche menzionato il basso grado di digitalizzazione del settore edilizio comparato ad altre industrie manifatturiere. I fondi del PNRR sono condizionati dai tempi d'esecuzione delle progettualità, che devono avvenire entro il 2026.

L'Italia ha un'occasione unica per dimostrare agli altri stati membri UE di aver investito in tecnologie digitali al fine di ridurre le tempistiche medie della progettazione e costruzione delle opere, ma anche di saper eseguire un efficiente lavoro di monitoraggio dello stato avanzamento lavori e rendicontazione.

L'approccio BIM innova quindi non solo il processo di produzione del progetto, ma anche l'intero processo di gestione di un'opera: diventa parte cruciale del project management dell'iniziativa.

La condivisione del dato, la sua strutturazione e la sua gestione in un ambiente digitale comune, facilitano la gestione dei correlati processi al fine di rispettarne i tempi, i costi e la qualità attesa. Il più grande vantaggio per l'ente appaltante e per tutti gli attori della filiera coinvolti è quindi un incremento di efficienza nella gestione dei propri processi, soprattutto in caso di variazioni, modifiche o situazioni di stallo.

3.1.3 L'importanza della comunicazione

La progettazione BIM è diventata uno standard sui mercati internazionali, ma anche in Italia, per grandi opere private. I tradizionali controlli manuali dei dati di progetto e delle fasi di costruzione comportavano tempi lunghi, elevate possibilità di errore e mancanza di comunicazione tra gli attori coinvolti. Per questo sono emerse piattaforme sul cloud che permettono di integrare dati e visionare lo status dei vari stakeholder coinvolti nel progetto.

Questi approcci hanno ridotto le problematiche di cantiere fino al 70%. Il problema principale veniva dal fatto che i dati erano gestiti per silos (concept design, progetto preliminare e progetto di cantiere) e non erano integrati nelle diverse fasi. Con la tecnologia Virtual Twin tutti i dati vengono inseriti nello stesso modello virtuale che evolve insieme al progetto edile o infrastrutturale. Ad esempio, le procedure di modifica avvengono in tempo reale e possono essere effettuate anche dopo la consegna. Alla fine dei lavori, il committente avrà un modello virtuale con tutte le informazioni necessarie per mantenere l'opera nel tempo.

I tempi lunghi di esecuzione dei lavori pubblici a causa della burocrazia italiana sono purtroppo noti. Il vantaggio più interessante del Virtual Twin, soprattutto date le stringenti condizioni per il rilascio dei fondi PNRR da parte dell'UE, è la gestione degli aspetti amministrativi di un progetto. La tracciabilità all'interno della piattaforma permette di sapere quando un documento è stato inviato, ricevuto, visionato, accettato e approvato. In questo modo divengono evidenti eventuali colli di bottiglia e le modalità per procedere con i lavori saranno più agili ed efficienti.

3.2 Dal building al territorio: strumenti innovativi per il decisore pubblico

La transizione digitale della Pubblica Amministrazione passa anche da strumenti all'avanguardia che supportano il settore pubblico nella definizione, pianificazione e implementazione di politiche sul territorio. Che sia la gestione ordinaria di edifici pubblici, pianificazione urbana strategica, validazione di una rete di mobilità sostenibile o coordinamento di vari enti in risposta a un'emergenza ambientale o sociale – esistono piattaforme olistiche interoperabili e cloud-based che offrono una riduzione drastica di tempi/costi d'intervento, la partecipazione attiva dei cittadini e l'efficienza del processo decisionale aumenta drasticamente. La digitalizzazione delle risorse, attraverso il gemello virtuale, rappresenta un metodo innovativo che molte autorità pubbliche nel mondo hanno iniziato ad adottare.

3.2.1 Dallo sviluppo del territorio alla gestione di crisi

Senza una visione d'insieme, diventa difficile analizzare una determinata situazione sul territorio e prendere eventuali decisioni strategiche di sviluppo o correttive in tempi accettabili, soprattutto in situazioni di crisi dove la rapidità di risposta può avere gravi conseguenze sulla vita delle persone e sull'economia reale. Ad esempio, con gli strumenti adatti, i Governi e le Regioni, sarebbero stati in grado di gestire meglio focolai pandemici sul territorio evitando politiche di lockdown generalizzate e penalizzanti per parti della popolazione non impattate.

In situazioni di crisi, i decisori pubblici, spesso hanno difficoltà a reperire informazioni critiche in tempo reale. La pandemia ha sicuramente messo in luce problematiche gestionali e decisionali causate dalla mancanza di un quadro generale preciso che desse una visione olistica agli enti pubblici designati a governare sul territorio.

La ragione si trova sia nel fatto che i dati erano spesso racchiusi in vari silos e non comunicavano tra loro, sia nel fatto che la Pubblica Amministrazione (centrale e locale) non aveva strumenti tecnologici adeguati per aggregare e monitorare i dati da una parte, e collaborare in maniera strutturata tra i vari stakeholder coinvolti, dall'altra.

Soluzioni che abilitano gli stakeholder, compresi gli enti di ricerca e le aziende private a lavorare in concerto sfruttando un ambiente digitale condiviso per implementare una visione comune già esistono sul mercato da anni. La fiducia dei cittadini nelle istituzioni è chiaramente associata all'abilità degli enti pubblici di prendere decisioni data-driven che consentano di governare sul territorio in modo efficiente ed efficace.

Le istituzioni hanno bisogno di capire la situazione, decidere e collaborare: soprattutto in situazioni di emergenza, ma anche per implementare politiche di sviluppo del territorio.

Questi strumenti e piattaforme digitali offrono un supporto prima impensabile e sono tuttora adottati per portare avanti politiche territoriali, urbanistiche e infrastrutturali in contesti regionali e municipali di smart city.

3.2.2 Situation awareness

Il primo passaggio prima di prendere decisioni che vanno a impattare sulla popolazione, siano esse gestioni di crisi o rigenerazioni urbane, è capire esattamente i parametri e le informazioni che possono diventare fattori

condizionanti. I dati sono una risorsa essenziale se analizzati, visualizzati e condivisi facilmente e agilmente.

Gli strumenti digitali in 3D consentono agli utenti di visualizzare gli elementi fisici sul territorio con immagini accurate e puntuali, gestire qualsiasi fonte dati (interni o esterni, strutturati o destrutturati) grazie all'analisi avanzata e all'intelligenza artificiale.

I dati sono accessibili da una piattaforma unica e le Istituzioni possono effettuare analisi trasversali su vari ambiti che vanno dall'economia, al trasporto, sicurezza e sanità, ecc. possono ottenere dei quadri completi e aggiornati in tempo reale di un contesto sia in termini di tempo (passato, presente e futuro) che di spazio (flessibilità su scala geografica).

La portata di alcuni strumenti odierni presenti sul mercato varia dal monitoraggio locale e internazionale, dalla gestione di crisi all'implementazione di politiche pubbliche a lungo termine.

3.2.3 Il gemello virtuale del territorio

Le piattaforme digitali interoperabili e collaborative consentono di replicare virtualmente l'intero ciclo di vita di un asset. Moltissime aziende del settore privato, dalle startup alle multinazionali che operano nell'industria manifatturiera, nella costruzione di infrastrutture e nel coordinamento di risorse complesse sul territorio, già si avvalgono di tali strumenti per analizzare, pianificare e gestire in maniera ottimale il loro patrimonio.

Possedere l'abilità di far confluire tutte le informazioni in un gemello virtuale del territorio, ad esempio, è il modo migliore per illustrare scenari e comunicare agli stakeholder la criticità di un certo evento.

Dalla gestione degli asset pubblici (compresi i patrimoni storici e culturali), alla pianificazione strategica urbana e di mobilità sostenibile, il gemello virtuale assume dunque un ruolo determinante per la sicurezza e la qualità della vita dei cittadini.

Quando una certa situazione è compresa nel dettaglio e le azioni correlate sono ben definite grazie ai dati aggregati nella piattaforma, i decisori pubblici possono facilmente analizzare e scegliere tra le varie opzioni che il gemello virtuale riesce a generare.

Esistono piattaforme già configurate con strumenti che facilitano studi di progettazione grazie alla simulazione di scenari diversi, ma anche la comunicazione e la definizione di azioni comuni tra gli addetti ai lavori, allocando

task specifici e tracciando lo stato di avanzamento lavori. In questo modo, la transizione tra decisione e implementazione è semplificata, con responsabilità ben definite al fine di migliorarne la governance.

Questa visione olistica, con dati in tempo reale, aiuta le autorità pubbliche a monitorare la molteplicità di politiche e programmi sul territorio che vengono spesso attuati contemporaneamente.

Le piattaforme di gemello virtuale, una volta installate e configurate, consentono quindi di gestire asset strategici e ottimizzare la logistica di beni mobili e immobili. Per esempio, pianificare la produzione e distribuzione di risorse da destinare in zone critiche considerando eventuali restrizioni d'accesso (come strade e aeroporti chiusi, contaminazione di agenti nocivi alla salute pubblica, distanze di sicurezza, ecc.) è condizione essenziale per velocizzare i tempi di risposta e migliorare la resilienza.

La collaborazione avanzata avviene grazie a comunità virtuali create all'interno della piattaforma, dove gli utenti abilitati condividono informazioni, idee e consigli. Vari utenti possono avere accessi diversi e alcune comunità possono essere mantenute "pubbliche", "private" o "segrete" a seconda dei livelli di confidenzialità e di accesso alle informazioni.

Questi strumenti d'intelligenza collettiva rafforzano il processo decisionale e contribuiscono a creare dinamiche collaborative tra organizzazioni diverse, fino a includere il cittadino.

Il monitoraggio costante del web inoltre aiuta i decisori pubblici a misurare l'impatto di una politica specifica e ottenere dati qualitativi sull'opinione pubblica coinvolta: esistono piattaforme digitali che, oltre a strumenti di visualizzazione, gestione e simulazione elettronica, integrano motori avanzati di web crawling che forniscono rappresentazioni dinamiche su ciò che viene detto sulla rete riguardo a un tema preciso.

Analisi dati e intelligenza artificiale danno quindi la possibilità di effettuare ricerche sulla popolarità di politiche sul territorio, ma sono anche un modo per interagire con la cittadinanza locale.

4. PROSPETTIVE E PROPOSTE

4.1 Digitalizzazione e sostenibilità energetica nel settore building

La riduzione dei consumi energetici negli edifici, soprattutto nel caso di un parco immobiliare datato come quello Italiano, è uno dei fattori chiave non solo per raggiungere gli obiettivi di efficienza indicati dalle strategie comunitarie per la transizione verde, ma anche per limitare la domanda energetica complessiva del nostro Paese. Tutto questo, anche alla luce dell'attuale contesto geopolitico internazionale, è oggi particolarmente cruciale per offrire alle persone la possibilità di vivere e lavorare in ambienti, oltre che più sostenibili, anche più salubri.

Le tecnologie digitali offrono nuovi strumenti per raggiungere tali obiettivi efficacemente e rapidamente, soprattutto attraverso l'impiego di nuovi modelli e strumenti di gestione integrata, applicabili in diversi ambiti: dai singoli edifici, a contesti più ampi quali i distretti e le città.

Monitoraggio

Per intraprendere un cammino davvero virtuoso verso lo sviluppo sostenibile nel settore del building, si rende anzitutto necessario attuare un monitoraggio costante sia delle performance energetiche degli edifici sia del loro livello di digitalizzazione; ciò non solo come presupposto indispensabile per comprendere lo scenario attuale, ma, anche come strumento di orientamento per individuare strategie efficaci atte ad affrontare con prontezza ed efficacia la doppia sfida energetica e digitale.

In questi termini, si ritiene opportuno:

- *promuovere l'adozione su vasta scala delle soluzioni Building Energy Management System (BEMS) che, grazie all'uso di modelli digitali predittivi, sistemi di Intelligenza Artificiale e analisi di grandi quantità di dati in tempo reale, consentono il monitoraggio, il controllo e l'ottimizzazione dei fabbisogni energetici dell'edificio;*
- *considerare l'adozione all'interno del quadro normativo-regolatorio nazionale dello Smart Readiness Indicator (SRI) definito in ambito comunitario, ad esempio ricomprendendo questo parametro tra quelli utilizzati per guidare le strategie di attuazione del PNRR o per promuovere misure incentivanti rivolte al settore dell'edilizia;*

- *sostenere la rivoluzione verde e la transizione ecologica del patrimonio edilizio pubblico e privato, aiutando a comprendere il ruolo, ormai imprescindibile, della digitalizzazione per massimizzare gli effetti della componente “Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici” all’interno delle diverse Missioni del PNRR: dalle singole scuole alle grandi infrastrutture ospedaliere, rendendole più efficienti, più sostenibili, più resilienti e più focalizzate sulle persone.*

Efficienza dei flussi energetici

Le moderne tecnologie digitali consentono di attivare modelli di gestione dei flussi energetici totalmente innovativi rispetto al passato: non solo consentono una migliore gestione delle reti che distribuiscono l’energia verso gli utenti, ma, soprattutto, introducono un deciso cambio di paradigma nel rapporto tra i ruoli di produttore e utente.

Gli utenti, nella loro nuova veste ibrida di produttore/consumatore (prosumer), possono oggi scambiare energia con la rete in maniera attiva e dinamica, attraverso un sistema bidirezionale e interconnesso, abilitato dalle Smart Grid ed enfatizzato a livello locale attraverso le Micro Grid.

I sistemi di gestione digitali diventano gli strumenti indispensabili per massimizzare l’efficienza delle reti energetiche e per consentire l’adozione di modelli partecipativi del tutto nuovi nonché lo sviluppo di comunità energetiche attive e consapevoli, che permetterebbero di incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili, e favorirebbero il processo di decarbonizzazione in altri settori, come quello termico e dei trasporti.

Smart Building e Smart District da un lato, Smart Grid e Micro Grid dall’altro sono i pilastri sui cui fondare nuove strategie nazionali, orientate a ottimizzare i processi energetici e a realizzare contesti “Zero Energy” nel nostro Paese.

Si tratta di sviluppi che in Italia hanno un potenziale di impatto elevatissimo in termini di sostenibilità, soprattutto pensando alla riconversione energetica del costruito, sia negli ambiti residenziali sia in quelli produttivi.

È questo un campo di innovazione per il quale il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza rappresenta un importante leva di investimento su cui è importante puntare.

In relazione al PNRR Italiano Missione 2 Componente 2, investimento 1.2 (Promozione rinnovabili per le comunità energetiche e l’auto-consumo):

- *si ritiene opportuno favorire la realizzazione di sistemi di aggregazione locali che consentano la razionalizzazione delle attività per questo investimento; tali aggregatori potranno essere particolarmente utili, da un lato, per supportare i comuni con meno di 5.000 abitanti (che potrebbero non avere le risorse per accedere agli investimenti), dall'altro, per creare sinergie ed economie condivise per ottimizzare gli investimenti.*

Inoltre, in tema di Micro Grid:

- *si ritiene necessario definire un nuovo sistema regolatorio, supportato da un adeguato sistema incentivante per i gestori delle micro-grid, che permetta la loro rapida realizzazione e larga diffusione.*

4.2 Nuovi habitat di lavoro

Il lavoro agile è un frutto maturo della grande rivoluzione informatica avvenuta nel mondo occidentale a partire soprattutto dagli anni Ottanta del secolo scorso, e, grazie al costante sviluppo delle tecnologie digitali, la spinta verso il lavoro agile e, soprattutto, verso il lavoro ibrido è oggi una tendenza inarrestabile.

Gli ambienti e le modalità di lavoro si stanno modificando rapidamente con un impatto significativo sia sulle strutture organizzative delle imprese, sia, più in generale, sulle abitudini di vita delle persone.

Sebbene non sia ancora del tutto chiaro se esista una relazione tra questo fenomeno e quello della delocalizzazione, ovvero la tendenza a uscire dai grandi centri urbani per vivere e lavorare in contesti più ristretti, il digitale ha aperto la strada a una nuova concezione di habitat lavorativo, che perde i suoi confini "storici", legati a un ambiente ben definito e si organizza invece in maniera più dinamica, secondo le necessità e le attitudini del singolo lavoratore.

L'organizzazione del lavoro diventa più flessibile e si adatta a nuovi scenari, sfruttando in maniera sempre più ampia e continuativa non solo le soluzioni tecnologiche oggi maggiormente disponibili, ma anche a quelle più innovative ed emergenti.

Come reso evidente dalla crisi pandemica, la tecnologia ha ampiamente dimostrato la sua capacità di tenere connesse le persone e di mantenere l'organizzazione aziendale viva e vitale anche se totalmente distribuita: il lavoro ibrido è oggi tecnicamente possibile, sia dal punto di vista hardware, sia dal punto di vista software.

Per massimizzare i benefici del lavoro agile, la maggior parte delle organizzazioni pubbliche e private sono chiamate a rivedere i propri modelli organizzativi: la riprogettazione dell'organizzazione aziendale e dell'habitat lavorativo è l'ineludibile sfida con la quale oggi molte realtà dovranno confrontarsi.

Questa sfida va affrontata con coraggio e impone anzitutto una nuova visione del lavoro che preveda:

- *una revisione della filosofia aziendale, che dovrà essere orientata agli obiettivi: occorre che le aziende, anche alla luce dalle migliori pratiche già attuate dalle aziende più innovative, aggiornino i propri modelli organizzativi e si strutturino in quella che viene definita azienda-rete, dove i rapporti di collaborazione siano più orizzontali e meno verticistici.*
- *un adeguamento delle forme di controllo e di remunerazione dei dipendenti alla nuova realtà del lavoro agile e del lavoro ibrido, affinché questi possano essere accolti positivamente dai lavoratori e integrati efficacemente nelle organizzazioni;*
- *una maggiore responsabilizzazione dei lavoratori, sia in termini di focalizzazione del lavoro sugli obiettivi assegnati, sia rispetto all'uso corretto degli strumenti tecnologici e ai comportamenti da tenere, fattori che devono assicurare alle organizzazioni la massima sicurezza delle informazioni e delle persone.*

Questo nuovo approccio dovrà inoltre essere favorito e guidato da un adeguato contesto normativo in tema di lavoro agile:

- *le novità che il legislatore ha introdotto in momenti e contesti di emergenza, andrebbero, con i necessari adattamenti, rese strutturali e durature, affinché le organizzazioni e le persone possano trarne appieno e stabilmente tutti i notevoli vantaggi.*

4.3 Edilizia e territorio

Building Information Modeling - BIM

Tra i settori in grado di incidere maggiormente nella trasformazione digitale ed ecologica, quello delle costruzioni assume certamente un ruolo di grande rilievo, sia per la sua dimensione economica, sia per l'impatto che esso può esprimere

in termini di efficienza di filiera e di sostenibilità dell'habitat, inteso come insieme degli spazi di vita.

Il Building Information Modeling e la standardizzazione dei processi di filiera, su cui molti Paesi hanno puntato, sono fattori chiave per consentire al settore edilizio di assumere un ruolo guida nel processo di digitalizzazione e, attraverso adeguate politiche di indirizzo, di orientare la domanda pubblica e privata verso un percorso virtuoso.

Le tendenze internazionali mostrano come i paesi nei quali l'adozione di metodologie BIM è stata perseguita con più decisione stanno ottenendo maggiori benefici per lo sviluppo delle imprese e per l'innovazione dei processi.

Anche il nostro Paese dovrebbe riconoscere il modello di sviluppo basato sul BIM come fattore trainante della digitalizzazione per il settore edilizio e delle infrastrutture, promuovendone più convintamente l'adozione attraverso regole chiare e stabili che puntino a razionalizzare i processi, a velocizzare l'esecuzione dei lavori e ad assicurare il monitoraggio dell'intero ciclo di vita degli investimenti.

- *Vanno superate le incertezze da parte del Legislatore ad adottare pienamente la metodologia BIM, che oggi limitano il processo di innovazione e di digitalizzazione e penalizzano la competitività internazionale dei progettisti e costruttori nazionali.*
- *L'utilizzo della metodologia BIM dovrebbe diventare una prestazione contrattuale primaria e non un semplice "punteggio premiale". A tal fine, andrebbe stabilita una roadmap chiara e certa che gestisca in modo graduale gli sforzi economici, di formazione e di modifica dei processi della filiera.*

Pianificazione e gestione territoriale

Per le Pubbliche Amministrazioni, la corretta gestione del territorio, anche considerando i rischi e le crescenti emergenze generati dai cambiamenti climatici in atto, è oggi un fattore particolarmente importante. In questo ambito, le moderne piattaforme digitali offrono soluzioni innovative di straordinaria efficacia, in grado di supportare il settore pubblico nell'adozione di strategie mirate e partecipative per la progettazione, la gestione, la prevenzione e l'intervento.

In particolare, le tecnologie basate sul gemello virtuale (virtual twin) sono in grado di offrire alle Amministrazioni maggiori capacità di analisi, migliori strumenti decisionali e più ampia capacità di coordinamento con tutti gli attori coinvolti, in moltissimi scenari: dalla pianificazione urbana, alla gestione della mobilità, dalla

prevenzione delle emergenze ambientali, alla gestione ordinaria delle infrastrutture pubbliche.

Nell'ambito della gestione territoriale, il PNRR offre opportunità irripetibili di investimento per consentire al settore pubblico l'acquisizione di tali nuovi strumenti e competenze.

- *Per accelerare il processo d'innovazione e digitalizzazione delle politiche territoriali, le Pubbliche Amministrazioni centrali e locali, avvalendosi del supporto di specialisti, come informatici e progettisti, dovrebbero familiarizzare con le soluzioni di gemello virtuale rese oggi disponibili dalle tecnologie digitali.*
- *Il gemello virtuale dovrebbe essere utilizzato come standard per attuare partnership pubblico-private, ad esempio in ambiti di smart city o di smart mobility, attraverso le quali le molteplici organizzazioni coinvolte possano beneficiare di un ambiente digitale comune per coordinare interventi e migliorare efficienze.*

Riferimenti

- ^I https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG
- ^{II} <https://www.odyssee-mure.eu/publications/archives/energy-efficiency-trends-policies-buildings.pdf>
- ^{III} <https://cordis.europa.eu/project/id/678407/results>
- ^{IV} https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en
- ^V <https://www.buildup.eu/en/practices/publications/analysis-eu-market-potential-nzebs-constructed-using-zero-plus-concepts>
- ^{VI} <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC115188/kjna29734enn.pdf>
- ^{VII} <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/02/29/20A01353/sg>
- ^{VIII} <https://www.arera.it/it/docs/20/318-20.htm>
- ^{IX} https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazi oneGazzetta=2020-11-16&atto.codiceRedazionale=20A06224&elenco30giorni=true
- ^X <https://italiadomani.gov.it/it/home.html>
- ^{XI} <https://www.mite.gov.it/pagina/componente-2-m2c2-energia-rinnovabile-idrogeno-rete-e-mobilita-sostenibile>
- ^{XII} https://www.corriere.it/salute/malattie_infettive/21_dicembre_25/covd-oms-ventilazione-361b2010-6409-11ec-b1af-a17af24cc52d.shtml
- ^{XIII} [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- ^{XIV} <https://www.us.jll.com/en/views/workplaces-that-work-for-your-employees-and-bottom-line>
- ^{XV} <https://www.wellcertified.com/>
- ^{XVI} https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_283_ulterioriallegati_ulterioreallegato_3_alleg.pdf
- ^{XVII} <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/06/13/17G00096/sg>