

COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

White paper

SMART BUILDING





Executive summary

I recenti orientamenti e programmi di intervento nazionali¹ ed europei² hanno ulteriormente accelerato i temi inerenti alla decarbonizzazione, l'efficientamento energetico e la modernizzazione, in chiave tecnologica e digitale, dell'intero settore delle costruzioni, determinando quel salto epocale che prevede, già a partire dai prossimi anni, la costruzione e la ristrutturazione profonda degli edifici per renderli a "zero emissioni", ZEB, e anticipando di fatto gli obiettivi che l'Unione Europea si è prefissata al 2050.

A partire dal PNRR, FESR e Tassonomia, vengono specificatamente introdotte alcune sfide aggiuntive che ci accompagneranno lungo tutto il percorso per la decarbonizzazione del settore attraverso il raggiungimento di livelli di efficientamento energetico più restrittivi rispetto al quadro regolatorio vigente, ed in particolare per tutti quegli investimenti che contribuiranno sostanzialmente al raggiungimento dell'obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici³.

Il PNRR rappresenta una priorità centrale dell'Italia con l'obiettivo di "produrre occupazione e non sussidi, nel quadro di un forte ancoraggio europeo", oltre che essere "un piano di scopo e non di spesa", trasformandosi, insieme con le sue missioni e progetti, in una concreta ed efficace occasione di modernizzazione e rilancio nazionale, e, allo stesso tempo, cogliendo la sfida collettiva ed irrinunciabile della Neutralità Climatica.

Per la corretta implementazione del PNRR, le diverse stazioni appaltanti e le amministrazioni pubbliche del Paese, a partire dai Ministeri referenti delle missioni del piano, ai governi Regionali, sino alle amministrazioni locali, ovvero i comuni capoluoghi di Provincia e non, dovranno affrontare sfide importanti, quali ad esempio l'esecuzione dei lavori nel rispetto del crono-

programma, e saranno chiamati a pubblicare bandi di gara in un'ottica di coerenza con gli obiettivi del piano stesso, garantendo stessi requisiti tecnici, stessi standard di qualità e prestazionali, puntando ad effettuare investimenti duraturi per soddisfare i bisogni di resilienza anche futuri di cui il Paese necessiterà.

In questo contesto, e a monte della pubblicazione dei bandi di gara e della diffusione dei cantieri sul territorio nazionale, trova pertanto particolare rilevanza il tema di definire raccomandazioni inerenti specifiche minime di qualità che dovranno quindi garantire il soddisfacimento delle priorità strategiche del piano, vedi ad esempio la transizione ecologica e digitale, i principi trasversali, il principio DNSH per non arrecare danni ambientali, la tracciatura climatica e digitale degli effetti introdotti dalle misure progettuali, per le quali potrebbe essere utile identificare gli stessi requisiti tecnici nonché le medesime macro-soluzioni ed architetture di sistema.

In questi termini, lo Smart Building (edificio intelligente) rappresenta la soluzione attraverso la quale è possibile ridurre i consumi energetici finali e favorire la diffusione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili, trasformando l'attuale struttura energetica dipendente dai combustibili fossili in un sistema efficiente in termini di sfruttamento delle risorse energetiche.

Uno degli obiettivi dell'Unione europea è aumentare il ruolo diretto dei cittadini nella produzione di energia da fonti rinnovabili in grado di adeguare i propri modelli di consumo in base ai segnali del mercato (sistema energetico decentralizzato e digitalizzato).

Gli edifici, i quartieri e le città dovranno dunque diventare più intelligenti per raggiungere livelli di

¹ Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), i Fondi della Politica di Coesione e, in particolare, il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR), che prevedono l'applicazione del (nuovo) Codice dei Contratti Pubblici.

² Il Pacchetto Fit for 55, con le principali direttive (Efficienza Energetica degli Edifici - EPBD, Efficienza Energetica - EED, Energie Rinnovabili - RED) attualmente in fase di revisione, la Renovation Wave, il piano RePower EU e la Tassonomia.

³ Regime 1 del principio Do Not Significant Harm – DNSH.



"energia zero" ma soprattutto, anche grazie alle tecnologie digitali, "emissioni zero".

Gli Smart Buildings rappresentano i principali elementi per attuare la transizione energetica, l'ambiente attraverso il quale rendere fruibili strumenti e tecnologie di comunicazione a beneficio dell'utente adottando tecnologie che consentono a diversi oggetti, sensori e funzioni all'interno di un edificio di comunicare tra loro, interagire, nonché essere gestiti, controllati e automatizzati anche da remoto.

Un edificio intelligente deve essere visto come un sistema nel quale convivono in modo integrato aspetti di natura impiantistica, di automazione degli impianti, di sensoristica, di connettività, di informazione e comunicazione, di tecnologie digitali, di Edge Computing, di Intelligenza Artificiale, per consentire nuove funzionalità, servizi agli occupanti, comfort e benessere, personalizzazione dei servizi. Ciò consentirà di orientare la domanda di energia degli utenti in base alle esigenze della rete elettrica e partecipare pienamente alle soluzioni Smart Grids.

I filoni di ricerca funzionali del nuovo sistema energetico vedono protagonisti lo Smart meter, i sistemi di gestione e controllo⁴, le architetture innovative per le reti di distribuzione smart, capaci di bilanciare la produzione e la domanda di energia in tempo reale, il monitoraggio della rete, l'integrazione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili, lo sviluppo di standard e protocolli per migliorare l'interoperabilità dei dispositivi e gestire enormi quantità di dati, l'equilibrio tra privacy e sicurezza per far fronte alla necessità di scambiare dati in tempo reale, l'accumulo di energia, l'integrazione con la mobilità elettrica.

Lo Smart Building interagisce con l'utente, con la rete elettrica e con le reti di comunicazione elettronica, aggregato in modo coordinato con gli altri edifici in un distretto energetico (PENS -

Positive Energy Neighbourhoods, PEDs - Positive Energy Districts) o in una Comunità Energetica⁵, scambiando dati e informazioni.

In prospettiva, l'edificio intelligente evolverà verso un modello di edificio "smart-cognitive building", grazie all'integrazione di piattaforme di Machine Learning (Intelligenza Artificiale), ai sensori IoT (Internet of Things) e alla tecnologia di comunicazione 5G.

Affinché ciò sia possibile, però, è necessario progettare l'edificio adottando un approccio integrato e sistemico, tenendo conto degli spazi installativi necessari per impianti elettrici, elettronici e di comunicazione elettronica, degli impianti di produzione autonoma e rinnovabile⁶ e della prevedibile evoluzione tecnologica, ponendo come obiettivo primario la massimizzazione del risparmio energetico, il comfort e la sicurezza degli impianti e dell'utente.

Tale approccio si basa sull'adozione dei seguenti principi:

- la riduzione della domanda di energia, tramite l'utilizzo di tecnologie in grado di ottimizzare l'apporto delle fonti energetiche ambientali nel rispetto dei climi locali e garantendo il mantenimento delle condizioni di benessere e di funzionamento interno all'edificio (architettura bioclimatica);
- il miglioramento dell'efficienza energetica e l'utilizzo di impianti e soluzioni ad alta efficienza energetica;
- l'installazione di sistemi di produzione di energia da fonte rinnovabile che consentano agli utenti di assumere un ruolo attivo nel mercato elettrico;
- l'ottimizzazione del funzionamento degli impianti mediante l'ausilio di sistemi di automazione e di gestione energetica;

⁴ Building Automation Control System (BACS), Home and Building Electronic System (HBES), Building Management System (BMS), Building Energy Management System (BEMS)

⁵ Autoconsumo Collettivo (AUC), Comunità Energetiche Rinnovabili (CER)

⁶ Da considerare in particolare i sistemi BIPV: Building Integrated Photovoltaic Module



- l'installazione di sistemi di gestione e controllo, monitoraggio, comunicazione e interazione con l'utente e con la rete per adeguarne il funzionamento alle esigenze degli occupanti e alla rete, migliorando l'efficienza energetica e la prestazione complessiva degli edifici, oltre ad assicurare comfort, salute e sicurezza;
- l'utilizzo delle tecnologie ICT (Information and Communication Technology), di connettività e relativi protocolli aperti di comunicazione;
- le tecnologie digitali per dotare l'edificio di sensoristica connessa agli impianti, all'utente e alle condizioni al contorno, finalizzata alla raccolta dati, e abilitare tutti i sistemi che compongono l'edificio a comunicare incessantemente tra di loro, in maniera automatizzata, attraverso l'infrastruttura di supervisione e controllo;
- le piattaforme di controllo e gestione che effettuano il real-time energy monitoring, la raccolta, l'elaborazione e l'analisi dei dati acquisiti, la predizione dei consumi, del funzionamento e delle condizioni di uso, la capacità di imparare in base alle informazioni catturate in tempo reale dai numerosi sensori IoT;
- la possibilità degli utenti di accedere e offrire servizi digitali ed energetici, dei servizi di flessibilità richiesti dalla rete elettrica (es. servizi ancillari).

Il presente documento è strutturato in quattro diversi capitoli.

Il **primo capitolo** intende presentare lo stato dell'arte della legislazione e della normazione tecnica, nazionale ed europea, applicabile alla progettazione di uno Smart Building, fornendo un quadro di insieme degli impianti e delle tecnologie presenti e le prevedibili evoluzioni future (p.e., comunicazione elettronica, IoT e Cybersecurity) utili alla realizzazione di nuove costruzioni, o rinnovamento delle esistenti.

Il **secondo capitolo** fornisce una panoramica dei diversi domini tecnici che un edificio intelligente dovrebbe presentare e integrare e le aree, criteri di impatto, che vengono influenzate dal livello di integrazione dei vari sistemi tecnici dell'edificio, concentrandosi sui principali benefici, in termini per esempio di efficienza energetica o di attenzione alle necessità e al benessere dell'utente, derivanti dall'utilizzo delle tecnologie maggiormente innovative e digitali.

Il **terzo capitolo** introduce lo schema di valutazione comune "*Smart Readiness Indicator*" (SRI), il quale classifica la prontezza all'intelligenza degli edifici, con lo scopo di sensibilizzare ed indirizzare tutte le possibili figure professionali coinvolte nel possibile processo operativo di analisi ed applicazione diffusa.

Il **quarto ed ultimo capitolo** presenta dei casi applicativi, per Ospedali e Scuole, con l'intento di fornire esempi di soluzioni impiantistiche conformi al PNRR atte a determinare i requisiti minimi di qualità, affidabilità e funzionalità dei sistemi nelle fasi di progettazione, realizzazione ed esercizio del sistema nelle sue varie componenti, inclusi esempi di schemi architettonici di impianti e di sistema da considerare come migliori pratiche per un'adozione efficace delle tecnologie digitali.



Ringraziamenti

Il presente documento è stato elaborato dal Gruppo di Lavoro “Smart Building” costituito nell’ambito del Tavolo di Confronto TdC3 “Transizione Energetica” del CEI.

Al gruppo di lavoro hanno aderito esperti di varie organizzazioni, quali operatori di reti elettriche, organizzazioni di standardizzazione e fornitori di apparecchiature a livello globale, oltre a liberi professionisti. Il coordinamento del progetto è stato affidato a Nicola Badan (di Schneider Electric), il quale ha anche tenuto il coordinamento del capitolo quattro ed è stato supportato da ulteriori coordinatori per ciascuno dei restanti capitoli: Antonello Greco, Presidente CT64 CEI (di Enel Grids), per il primo capitolo; Andrea Luca Natale, Presidente CT79 CEI (di Schneider Electric), per il secondo capitolo; e Massimiliano Magri, Membro CT205 CEI (di Coster), per il terzo capitolo.

Per il lavoro svolto e il concreto contributo dato a vari livelli, si ringraziano in particolare:

Badan Nicola (Coordinatore), Schneider Electric
Bongiorno Stefano, Schneider Electric
Bronzini Mario, C.N.VV.F.
Capezzuto Pasquale, (libero professionista)
Carrara Sergio Giacomo, ABB
Cocco Francesco, (libero professionista)
Cornero Roberto, Synapsis

D’arco Fiorentino, C.N.VV.F.
D’oria Francesco, RSE
Di Pietra Biagio, ENEA
Fiorelli Riccardo, ST Microelectronics
Greco Antonello, Enel Grids
Lelli Emanuele, Aton
Magni Gianfranco, (libero professionista)
Magri Massimiliano, Coster
Moretti Marco, (libero professionista)
Mussino Franco, (Liaison CT100/103)
Natale Andrea Luca, Schneider Electric
Pennati Daniele, Siemens
Prati Diego, CNA
Pugliese Salvatore, CEI
Rizzetto Maurizio, ASFO/Azienda Sanitaria Friuli Occidentale
Rubino Oronzo, RAI
Rusnati Franco, ASSIL
Serafini Paolo, RSE
Siani Alberto, Schneider Electric
Urban Renato, RSE
Valigi Marco, (libero professionista).

I membri del GdL vogliono inoltre ricordare Alberto Siani per il suo appassionato e prezioso contributo fornito anche nell’impostazione più generale del lavoro del TdC 3 Transizione Energetica e specificatamente per la sua grande dedizione, impegno e passione profusi nel settore della normazione.



Indice

Executive summary.....	3
1. Quadro normativo e legislativo esistente per la regola dell'arte mirata allo Smart Building	9
1.1 Riferimenti legislativi	9
1.1.1 Legislazione europea	9
1.1.2 Legislazione nazionale	11
1.2 Riferimenti normativi.....	12
1.2.1 Norme CEI:.....	12
1.2.2 Norme UNI.....	15
1.2.3 Altre norme	16
1.2.4 Riferimenti per lo "Smart Readiness Indicator"	16
2. Domini tecnici di uno Smart Building e Benefici della loro integrazione	17
2.1 I benefici dell'integrazione dei domini tecnici dell'edificio	18
2.2 Criteri di impatto e domini tecnici di applicazione	23
2.2.1 Efficienza energetica	24
2.2.2 Manutenzione e previsione dei guasti	30
2.2.3 Comfort	31
2.2.4 Facilità d'uso.....	34
2.2.5 Salute e benessere	36
2.2.6 Informazione agli occupanti	36
2.2.7 Flessibilità energetica	37
2.2.8 Safety.....	43
2.2.9 Security.....	46
2.2.10 Cybersecurity.....	49
3. Valorizzazione dell'indicatore Smart Readiness Indicator, SRI	55
3.1 Introduzione allo Smart Readiness Indicator.....	55
3.2 Obiettivi, vantaggi e benefici dello Smart Readiness Indicator	56
3.3 Evoluzione della normativa relativa all'automazione degli edifici: dai BACS allo Smart Readiness Indicator	58
3.4 Elementi principali dello Smart Readiness Indicator	59
3.5 Elementi non inclusi nello Smart Readiness Indicator ma da tenere in considerazione per una sua completa efficacia.....	61
3.6 Asseverazione dello Smart Readiness Indicator	63
3.7 Metodologia di valutazione	63
3.8 Certificato SRI (esempi)	64



3.9	Caso applicativo (esempio): Edificio non residenziale - Ospedale	66
3.10	Valore dell'edificio grazie allo Smart Readiness Indicator.....	66
3.11	Dallo Smart Readiness Indicator agli edifici cognitivi (Intelligenza artificiale e apprendimento automatico)	67
4.	Casi applicativi conformi al PNRR.....	69
4.1	Richiamo ai principali requisiti prestazionali di efficienza energetica per progetti PNRR	69
4.2	Tipica architettura di integrazione degli impianti basata su protocolli aperti	70
4.3	Funzionamento del sistema di distribuzione e gestione di energia elettrica.....	71
4.3.1	Bassa e Media Tensione	71
4.3.2	Building Energy Management System (BEMS).....	73
4.4	Caso applicativo: Ospedale "intelligente"	74
4.4.1	Descrizione generica del caso applicativo relativo ad un ospedale "intelligente"	74
4.4.2	Suddivisione ambienti sanitari	76
4.4.3	Mappatura Domini Tecnici di applicazione / Tipologia di impianti per criterio di impatto prevalente.....	77
4.4.4	Tipica architettura di distribuzione di energia elettrica per un ospedale "intelligente"	82
4.5	Caso applicativo: Scuola "intelligente"	83
4.5.1	Descrizione generica del caso applicativo relativo ad una scuola "intelligente"	83
4.5.2	Suddivisione ambienti scolastici.....	85
4.5.3	Mappatura Domini Tecnici di applicazione / Tipologia di impianti per criterio di impatto prevalente.....	86
4.5.4	Tipica architettura di integrazione di impianti per una scuola "intelligente"	92
4.5.5	Architettura tipica di integrazione delle aule di una scuola "intelligente"	93
4.5.6	Tipica architettura di integrazione per la distribuzione di energia elettrica di una scuola "intelligente"	93
4.5.7	Tipica architettura di integrazione per l'impianto di illuminazione d'emergenza di una scuola "intelligente"	94
4.5.8	Tipica architettura di integrazione per la rivelazione incendi di una scuola "intelligente"	95
5.	Glossario.....	96



1. Quadro normativo e legislativo esistente per la regola dell'arte mirata allo Smart Building

In un edificio intelligente possiamo individuare una molteplicità di domini tecnici connessi ed integrati quali la connettività, le architetture di rete e le comunicazioni, l'home e la building automation, i BMS e i BEMS per la gestione dell'energia, degli impianti e dei sistemi, dell'efficienza energetica, i sistemi per l'autoproduzione di energia e l'accumulo di energia, le interfacce con la rete elettrica, oltre agli impianti e sistemi che assicurano la sicurezza, salubrità e salute degli occupanti.

Ognuno dei succitati domini fa riferimento a normative specifiche di settore.

A livello internazionale sono in corso numerose attività normative da parte dell'ISO (International Organization for Standardization), dell'ITU (International Telecommunication Union), dell'IEEE Smart city (Institute of Electrical and Electronics Engineers), dell'IEC (International Electrotechnical Commission), dell'U.N.E.C.E. (United Nations Economic Commission for Europe) e dell'U4SSC (United for Smart Sustainable Cities).

Si elencano nel seguito le principali disposizioni di legge e norme tecniche che possono costituire un riferimento, non esaustivo, per i progettisti di edifici intelligenti tralasciando i riferimenti alle disposizioni di base per la progettazione e l'esecuzione degli impianti elettrici, elettronici e di comunicazione elettronica.

1.1 Riferimenti legislativi

1.1.1 Legislazione europea

- DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica;
- DIRETTIVA (UE) 2018/1972 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, dell'11 dicembre 2018, che istituisce il codice europeo delle comunicazioni elettroniche;
- DIRETTIVA (UE) 2018/2001 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- DIRETTIVA (UE) 2019/944 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 5 giugno 2019, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE;
- DIRETTIVA (UE) 2022/2464 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 14 dicembre 2022, che modifica il regolamento (UE) n. 537/2014, la direttiva 2004/109/CE, la direttiva 2006/43/CE e la direttiva 2013/34/UE per quanto riguarda la rendicontazione societaria di sostenibilità;
- DIRETTIVA (UE) 2023/959 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 10 maggio 2023 recante modifica della direttiva 2003/87/CE, che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nell'Unione, e della decisione (UE) 2015/1814, relativa all'istituzione e al funzionamento di una riserva stabilizzatrice del mercato nel sistema dell'Unione per lo scambio di quote di emissione dei gas a effetto serra;



- DIRETTIVA (UE) 2023/1791 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 settembre 2023 sull'efficienza energetica e che modifica il regolamento (UE) 2023/955;
- DIRETTIVA (UE) 2023/2413 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 18 ottobre 2023 che modifica la direttiva (UE) 2018/2001, il regolamento (UE) 2018/1999 e la direttiva n. 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio
- REGOLAMENTO (UE) 2019/881 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 17 aprile 2019, relativo all'ENISA, l'Agenzia dell'Unione europea per la cybersicurezza, e alla certificazione della cybersicurezza per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, e che abroga il regolamento (UE) n. 526/2013 («regolamento sulla cybersicurezza»);
- REGOLAMENTO (UE) 2020/852 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 18 giugno 2020, relativo all'istituzione di un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili e recante modifica del regolamento (UE) 2019/2088;
- REGOLAMENTO (UE) 2021/241 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 12 febbraio 2021, che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza;
- REGOLAMENTO (UE) 2023/1804 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 13 settembre 2023 sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi e che abroga la Direttiva 2014/94/UE;
- COM(2016) 587 Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni – “Connettività per un mercato unico digitale competitivo: verso una società dei Gigabit Europea”;
- COM(2019) 640 Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni – “Il Green Deal europeo”;
- COM(2020) 662 Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni – “Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: inverdire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita”
- COM(2021) 574, 2021/0293 (COD), proposta di Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce il programma strategico per il 2030 "Percorso per il decennio digitale";
- COM(2021) 118 Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni – "Bussola per il digitale 2030: il modello europeo per il decennio digitale";
- COM(2021) 2800 – Regolamento Delegato della Commissione europea che “integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale”;



- COM(2022) 221 Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni – “Strategia dell'UE per l'energia solare”
- COM(2022) 230 Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni – "Piano REPowerEU";
- COM(2022) 552 Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni – “Digitalizzare il sistema energetico – Piano d’azione dell’UE”.

1.1.2 Legislazione nazionale

- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”. In particolare, quanto previsto dall’art. 135-bis. “Norme per l'infrastrutturazione digitale degli edifici”, introdotto dall'art. 6-ter, comma 2, legge n. 164 del 2014;
- Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”;
- Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici";
- Legge 11 novembre 2014, n. 164 “Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 11 settembre 2014, n. 133, Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive”;
- Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102 “Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE”;
- DECRETO LEGISLATIVO 16 dicembre 2016, n. 257 “Disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi”;
- Decreto Legislativo 14 luglio 2020, n. 73 “Attuazione della direttiva (UE) 2018/2002 che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica”;
- Decreto Legislativo 10 giugno 2020, n. 48 “Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica”;
- Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199 “Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili”;



- Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 207 “Attuazione della direttiva (UE) 2018/1972 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, che istituisce il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche”;
- Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 210 “Attuazione della direttiva UE 2019/944, del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE, nonché recante disposizioni per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE 943/2019 sul mercato interno dell'energia elettrica e del regolamento UE 941/2019 sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica e che abroga la direttiva 2005/89/CE”;
- Decreto 29 settembre 2022, n. 192 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”;
- DECRETO, 23 giugno 2022, Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi;
- PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR);
- STRATEGIA PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PARCO IMMOBILIARE NAZIONALE (cd. STREPIN);
- PIANO NAZIONALE INTEGRATO PER L'ENERGIA E IL CLIMA (cd. PNIEC) – 2020;
- GUIDA OPERATIVA PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DI NON ARRECARRE DANNO SIGNIFICATIVO ALL'AMBIENTE (cd. DNSH);
- PIANO PER LA TRANSIZIONE ECOLOGICA (cd. PTE).

1.2 Riferimenti normativi

L'elenco delle norme tecniche comprende i documenti principali relativi ai temi della connettività, alla produzione e consumo di energia da fonti rinnovabili con eventuale accumulo (Prosumer), sul cablaggio strutturato e sull'integrazione e predisposizione degli impianti elettrici, elettronici e della comunicazione elettronica.

1.2.1 Norme CEI:

Misura e controllo dell'energia elettrica

- CEI TS 13-82,-83,-84,-85,-90 “Sistemi di misura dell'energia elettrica - Comunicazione con i dispositivi utente”.

Illuminazione (di sicurezza)

- Norma CEI EN 50172 (34-111) “Sistemi di illuminazione di emergenza”;
- Norma CEI EN 62034 (34-117) “Sistemi di verifica automatica per l'illuminazione di sicurezza”;
- Norma CEI EN 50171 (22-61) “Sistemi di alimentazione centralizzata”.



Efficienza energetica e impianti

- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”, in particolare le Parti 8.1 “Efficienza Energetica” e Parte 8-2 “Impianti elettrici a bassa tensione di utenti attivi (prosumer);
- Serie Guida CEI 64-100 “Edilizia residenziale-Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni”;
- Serie Guida CEI 64-50 “Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici”;
- Guida CEI 100-7 “Guida per l’applicazione delle Norme sugli impianti per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi”;
- Guida CEI 82-25 “Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica”.

Sistemi di allarme, intrusione e rapina

- CEI 79-3 “Prescrizioni particolari per gli impianti di allarme intrusione”;
- CEI 79-15 / CEI EN 50131-1 “Sistemi di allarme - Sistemi di allarme intrusione e rapina. Parte 1: Prescrizioni di sistema”;
- CEI 79-41 / CEI CLC/TS 50131-7 “Sistemi di allarme - Sistemi di allarme intrusione. Parte 7: Guide di applicazione”.

Sistemi di videosorveglianza

- CEI 79-83 / CEI EN 62676-1-1 “Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza. Parte 1-1: Requisiti di sistema – Generalità”;
- CEI 79-84 / CEI EN 62676-1-2 “Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza. Parte 1-2: Requisiti di sistema - Requisiti di prestazione per la trasmissione video”;
- CEI 79-89 / CEI EN 62676-4 “Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza. Parte 4: Linee guida di applicazione”.

Sistemi di controllo accessi

- CEI 79-80 / CEI EN 60839-11-1 “Sistemi di allarme e di sicurezza elettronica. Parte 11-1: Sistemi elettronici di controllo d'accesso - Requisiti per il sistema e i componenti”;
- CEI 79-90 / CEI EN 60839-11-2 “Sistemi elettronici di allarme e sicurezza. Parte 11-2: Sistemi elettronici di controllo accessi - Linee guida di applicazione”;
- Sistemi di intercomunicazione di edificio;
- CEI 79-95 / CEI EN 62820-1-1 “Sistemi di intercomunicazione di edificio. Parte 1-1: Requisiti generali”;
- CEI 79-107 / CEI EN 62820-3-1 “Sistemi di intercomunicazione di edificio. Parte 3-1: Linee guida di applicazione – Generalità”;



- CEI 79-108 / CEI EN 62820-3-2 “Sistemi di intercomunicazione di edificio. Parte 3-2: Guida applicativa - Sistemi avanzati di intercomunicazione di edificio per fini di sicurezza (Advanced security building intercom systems (ASBIS))”;
- CEI 79-102 / CEI EN 50849 “CEI EN 50849 (CEI 79-102) “Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza non abbinati a sistemi di rivelazione incendio”.

Prosumer

- Norma CEI 0-21 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- Norma CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- Norma CEI EN IEC 62933-2-1 (CEI 120-1) “Sistemi di accumulo di energia elettrica (sistemi EES) – Parte 2-1: Parametri unitari e metodi di prova – Specifiche generali”.

Autoproduzione energia rinnovabile

- CEI EN 50583-1 Il fotovoltaico negli edifici- Parte 1 Moduli fotovoltaici per l’integrazione architettonica (BIPV)
- CEI EN 50583-2 Il fotovoltaico negli edifici- Parte 2 Impianti fotovoltaici con integrazione architettonica (BIPV)

Automazione degli edifici

- Guida CEI 205-14 “Guida alla progettazione, installazione e collaudo degli impianti HBES;
- Guida CEI 205-18 “Guida all’impiego dei sistemi di automazione degli impianti tecnici negli edifici Identificazione degli schemi funzionali e stima del contributo alla riduzione del fabbisogno energetico di un edificio”;
- Serie Norma CEI EN 50090 “Home and Building Electronic Systems (HBES)”;
- Norma CEI EN 50491-11 “Requisiti generali per i sistemi elettronici per la casa e l’edificio (HBES) e i sistemi di automazione e controllo di edifici (BACS) – Parte 11: Smart Metering – Applicazioni Specifiche – Semplice visore esterno del consumatore”;
- Norma CEI EN 50491-2 «Requisiti generali per i Sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES) ed i Sistemi di automazione e controllo di edifici (BACS) Parte 2: Condizioni ambientali»;
- Norma CEI EN 50491-12-1 «Requisiti generali per i sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES) e sistemi di automazione e controllo di edifici (BACS) - Specifiche per l'interfaccia tra Smart grid e utente Parte 12-1: Interfaccia tra sistema di gestione delle risorse energetiche locali (CEM) e sistema generale di gestione delle risorse - Architettura e requisiti generali»;
- Norma CEI EN 50491-12-2 «Requisiti generali per i sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES) e sistemi di automazione e controllo di edifici (BACS) Parte 12-2: Smart grid - Specifiche di applicazione - Interfaccia e struttura per utente - Interfaccia tra sistema di gestione delle risorse energetiche locali (CEM) e sistema generale di gestione delle risorse - Modello di dati e scambio di messaggi»;



- CEI EN 50491-6-1 “Requisiti generali per i sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES) e sistemi di automazione e controllo di edifici (BACS). Parte 6-1: Impianti HBES - Installazione e Pianificazione”.

Comunicazione elettronica

- Guida CEI 306-2 “Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali”;
- Guida CEI 306-10 “Sistemi di cablaggio strutturato Guida alla realizzazione e alle Norme tecniche”;
- Serie Norma CEI EN 50173-1 (CEI 306-6): “Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato”;
- Norma CEI EN 50174-2 “Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici”.

1.2.2 Norme UNI

Automazione e Prestazione energetica degli edifici

- Norma UNI EN ISO 16484-1 “Automazione degli edifici e sistemi di controllo (BACS) - Parte 1: Specifiche e attuazione del progetto”;
- Norma UNI EN ISO 52120-1 “Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure”;
- Specifica Tecnica UNI/TS 11651 “Procedura di asseverazione per i sistemi di automazione e regolazione degli edifici in conformità alla UNI EN ISO 52120-1”;
- Norma UNI EN ISO 52127-1 “Prestazione energetica degli edifici - Sistema di gestione degli edifici - Parte 1: Modulo M10-12”;
- CEN ISO TR 52120-2 “Energy performance of buildings - Contribution of building automation, controls and building management - Part 2: Explanation and justification of ISO 52120-1 (ISO/TR 52120-2:2021)”;
- UNI CEN/TR 15232-2 “Prestazione energetica degli edifici - Parte 2: Rapporto tecnico che accompagna il prEN 15232-1:2015 - Moduli M10-4,5,6,7,8,9,10”.

Illuminazione (ordinaria)

- Norma UNI EN 12464-1 “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni “;
- Norma UNI EN ISO 15193 “Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione - Parte 1: Specificazioni, Modulo M9”.

Illuminazione (di sicurezza)

- Norma UNI EN 1838 “Applicazioni di illuminazione – illuminazione di emergenza“;
- Norma UNI CEI 11222 (CEI UNI 34-132) “Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza degli edifici - Procedure per la verifica e la manutenzione periodica”.



Prevenzione incendi

- Norma UNI 9795 “Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d’incendio - Progettazione, installazione ed esercizio”;
- Norma UNI 11224 “Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi”;
- Norma UNI 9494-1 “Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore”;
- Norma UNI 9494-2 “Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore”;
- Norma UNI ISO 7240-19 “Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio. Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza”.

1.2.3 Altre norme

- DIN VDE 0834 Parti 1 e 2 “Impianti di chiamata infermiera in ospedali, case di cura e istituzioni analoghe”;
- ETSI EN 303 645 “Cyber Security for Consumer Internet of Things - Baseline Requirements”;
- ETSI EN TS 103 701 “Cyber Security for Consumer Internet of Things - Conformance Assessment of Baseline Requirements”;
- Norma ISO/IEC 27032 – “Tecnologia dell'informazione - Tecniche di sicurezza - Linee guida per la sicurezza informatica”.

1.2.4 Riferimenti per lo “Smart Readiness Indicator”

- “Final report on the technical support to the development of a Smart Readiness Indicator for buildings”;
- Regolamento Delegato (UE) 2020/2155 della Commissione;
- Regolamento esecutivo (UE) 2020/2156 della Commissione.



2. Domini tecnici di uno Smart Building e Benefici della loro integrazione

L'intelligenza di un edificio si riferisce alla capacità di un edificio o dei suoi sistemi di rilevare, interpretare, comunicare e rispondere attivamente in modo efficiente alle mutevoli condizioni in relazione al funzionamento dei sistemi tecnici per l'edilizia o all'ambiente esterno (comprese le reti energetiche) e alle richieste degli occupanti dell'edificio⁷.

Esistono diverse definizioni di Smart Building che sono in rapida evoluzione, così come le tecnologie che lo rappresentano.

Lo stato dell'arte normativo⁸ fa riferimento ad un edificio in grado di identificare e adattarsi sia ai cambiamenti attesi, sia a quelli non previsti mediante un uso efficace dei dati, delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, per migliorare continuamente la propria previsione di comportamento e di operatività in risposta alle varie esigenze di alta efficienza, sicurezza, risparmio energetico, comfort, protezione ambientale e sostenibilità. L'edificio intelligente opera in un contesto esteso di città intelligente in cui lo scambio di informazioni è finalizzato all'interazione con le diverse componenti dell'ambiente esterno che riguardano i servizi urbani, la sicurezza pubblica, la protezione dell'ambiente e le attività industriali e commerciali del territorio.

Si tratta dunque di un insieme di tecnologie di comunicazione che consentono a diversi dispositivi, sensori, attuatori e funzioni all'interno di un edificio di comunicare e interagire tra loro e anche di essere gestiti, controllati e automatizzati in modo remoto.

La Direttiva Europea in materia di efficienza energetica (EPBD) guida la progettazione di edifici nuovi ed esistenti verso un modello di consumo di energia quasi zero (NZEB Nearly Zero Energy Buildings) e a zero emissioni (ZEB Zero Emission Building), affinché lo Smart Building divenga un edificio ad altissima prestazione energetica in cui il fabbisogno energetico, molto basso o quasi nullo, dovrebbe essere coperto in misura significativa da energia prodotta, in loco o nelle vicinanze, da fonti rinnovabili.

Gli edifici a energia quasi zero, ma a maggior ragione gli edifici a zero emissioni, sono dotati non solo di un involucro altamente performante, ma anche da sistemi e impianti tecnologici efficienti e con un elevato livello di integrazione, interoperabilità e funzionalità.

In funzione della presenza e dell'interazione di una serie di domini tecnici di applicazione, all'interno di uno Smart Building possono essere identificati 10 criteri di impatto principali che vengono influenzati dal livello di integrazione e funzionalità dei sistemi e degli impianti tecnologici.

I seguenti criteri di impatto sono stati previsti inoltre dalla Commissione Europea all'interno della metodologia per il calcolo dello "Smart Readiness Indicator", indicatore europeo che verrà approfondito nel capitolo successivo: efficienza energetica, manutenzione e previsione dei guasti, comfort, facilità d'uso, salute e benessere, flessibilità energetica e informazione agli occupanti.

⁷ [Relazione finale sul supporto tecnico allo sviluppo di un indicatore di prontezza all'intelligenza per gli edifici](https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f9e6d89d-fbb1-11ea-b44f-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=37085&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search) (https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f9e6d89d-fbb1-11ea-b44f-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=37085&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search)

⁸ [ISO/FDIS 37173 "Guidance for the development of smart building information systems" by Technical Committee ISO/TC 268/SC 1 Smart community infrastructures](http://www.osservatorio2030.com/sites/default/files/2022-05/ISO-TC268-SC1%20Smart%20city%20infrastructure.pdf) (http://www.osservatorio2030.com/sites/default/files/2022-05/ISO-TC268-SC1%20Smart%20city%20infrastructure.pdf)



Figura 1: Criteri di impatto principali di uno Smart Building (sono identificati i criteri di impatto presenti nella metodologia per il calcolo dello Smart Readiness Indicator)

I criteri di impatto aggiuntivi che non vengono considerati nella metodologia per il calcolo dello Smart Readiness Indicator, ovvero safety, security e cybersecurity, rappresentano anch'essi degli elementi innovativi che attualmente permettono di complementare i servizi, le funzionalità e i domini tecnici di applicazione di un edificio intelligente al fine di renderlo più sicuro e resiliente.

2.1 I benefici dell'integrazione dei domini tecnici dell'edificio

L'integrazione di uno o più impianti dei diversi domini tecnici consente di convertire la massa di dati presenti in uno Smart Building in informazioni di valore, raccogliendoli dai diversi sistemi e unificandoli, per distribuire informazioni utili e fruibili, a supporto del processo decisionale di operatori con profilo diverso (utenti finali, facility manager, energy manager, security manager, IT manager, manutentori, società di monitoraggio e vigilanza).

A livello puramente indicativo si può rappresentare l'architettura di uno Smart Building su più livelli dove *Dispositivi, Sistemi, Impianti e Tecnologie* interagiscono tra di loro sulla base di uno scambio di dati in tempo reale attraverso delle Logiche di Automazione e Controllo che vengono effettuate sulla base di comandi provenienti da piattaforme di Gestione e Controllo On-Premise o tramite Servizi Cloud.

Nel *Cloud* convergono le informazioni provenienti da uno o più edifici e si trovano le piattaforme di gestione e di controllo che utilizzano gli strumenti analitici e i servizi che abilitano operazioni specifiche, come l'accesso tramite Apps, la modellizzazione digitale (Digital Twin) e la manutenzione predittiva.

L'interoperabilità è garantita dall'utilizzo di protocolli di comunicazione standard e aperti, a partire dai dispositivi di campo fino alle centrali di controllo del sistema e ai sistemi di building automation. Vista la sempre più ampia diffusione di tecnologie che si basano su logiche di tipo IoT di condivisione, interoperabili e interconnesse tra di loro e in rete, gli aspetti legati alla cybersecurity diventano condizione necessaria per conservare la riservatezza, l'integrità e la disponibilità delle informazioni nell'ottica di rendere un edificio non solo intelligente ma anche resiliente e sicuro.



L'integrazione dei diversi sistemi tecnici per l'edilizia si traduce in un vantaggio tangibile per i seguenti campi, centrali per la progettazione di uno smart building che, vista l'esperienza della pandemia e visti gli obiettivi che l'Europa si è prefissata in chiave "digital&green", dovrà essere pronto per le sfide future.

Efficienza energetica

L'aumento di intelligenza di un edificio è guidato dall'uso sempre più intensivo di tecnologie IoT, che richiedono sempre maggiore energia, in particolare elettrica. Questo è dovuto alla tendenza di elettrificazione degli edifici, che si traduce in un uso sempre più massiccio di energia elettrica anche per soddisfare il proprio fabbisogno termico.

L'efficienza energetica è un processo continuo di monitoraggio, controllo e ottimizzazione dei fabbisogni energetici dell'edificio, che migliora all'aumentare del numero di informazioni e di dati che vengono messi a disposizione dai numerosi impianti e sistemi presenti in un edificio.

Secondo la UNI EN ISO 52120-1 un Building Energy Management System (BEMS) è parte di un Building Management System (BMS/BACS). Un BEMS può anche essere una specifica applicazione software on-premise o in cloud. La funzione principale svolta da un BEMS è quella di fornire una visione dettagliata e approfondita del "livello di salute energetico" dell'edificio. Una piattaforma integrata di Building Energy Management System (BEMS) è dunque una soluzione finalizzata al monitoraggio, al controllo e all'ottimizzazione dei fabbisogni energetici dell'edificio, grazie all'integrazione degli impianti e dei sistemi che afferiscono ai diversi domini tecnici di applicazione.

Proprio tramite i BEMS, grazie alla presenza di sensori IoT che permettono l'acquisizione e il controllo dei dati in tempo reale, alla possibilità di effettuare analisi sui big data, alla realizzazione di modelli predittivi (ad esempio per la manutenzione) e all'uso dell'intelligenza artificiale, è possibile digitalizzare il settore delle costruzioni e rendere più intelligente il "Sistema Edificio". Sempre nell'ottica della gestione e dell'efficienza energetica, i BMS possono inoltre gestire, controllare e monitorare, per esempio, gli impianti di riscaldamento, di raffrescamento, di ventilazione e di climatizzazione (HVAC), oltre che quelli di illuminazione, di safety & security e i parametri relativi al benessere ambientale. Tutto questo consente di aumentare la flessibilità energetica, migliorando l'efficienza operativa e ottimizzando, di conseguenza, ulteriormente la sostenibilità energetica a livello di edificio, distretto, città e territorio.

Efficienza operativa

Una piattaforma BMS, abilitata dall'intelligenza e dalla connettività delle tecnologie dell'Internet of Things e dotata di protocolli di comunicazione standard e aperti, integra gli impianti tecnologici presenti negli edifici e converte la loro massa di dati in informazioni di valore, in tempo reale, riducendo l'impegno di risorse necessarie nei processi operativi. In tal modo viene migliorata non solo l'efficienza energetica ma anche l'intelligence situazionale per supportare i processi decisionali degli operatori, sia in sito che da remoto.

L'efficienza operativa di un Building Management System consente non solo di raccogliere in un unico database i dati provenienti da impianti tecnologici differenti, ma anche di garantirne una corretta intelligibilità proponendo un'opportuna interfaccia utente in funzione del profilo utente: installatore, manutentore, facility manager, energy manager, IT manager o semplice occupante che deve poter eseguire poche operazioni essenziali.



Per questo è importante che l'interfaccia utente si adatti anche al supporto di accesso e comando, che sia una workstation dedicata o una web station, per un accesso in mobilità da desktop, tablet o smartphone, sempre tramite specifiche credenziali di accesso per l'utente.

Resilienza / Business continuity

La resilienza è la capacità intrinseca di un sistema di modificare il proprio funzionamento prima, durante e in seguito a un cambiamento o a una perturbazione, in modo da poter continuare le operazioni necessarie sia nelle condizioni previste sia in condizioni impreviste⁹.

La robustezza degli impianti, se progettati tenendo in considerazione le influenze esterne, consente di assicurare la resilienza degli impianti ai disastri e la continuità del servizio¹⁰.

La gestione degli eventi di emergenza negli edifici richiede un livello di preparazione che va oltre l'implementazione delle best practices standard di continuità operativa dei singoli impianti elettrici, meccanici e informatici.

È importante essere preparati non solo dal punto di vista tecnologico, ma anche in termini di capacità organizzativa per garantire la resilienza dei sistemi sotto pressione.

Si possono identificare quattro aree di intervento:

1. Pianificazione iniziale dettagliata e olistica

In un evento di emergenza, la resilienza dell'intero sistema è ciò che entra in gioco. Non solo la pianificazione comporta l'identificazione delle numerose potenziali modalità di guasto, ma richiede anche una comprensione di come le persone reagiranno a un guasto quando si verifica e come la catena di approvvigionamento e i servizi possano rispondere per rimanere operativi. Per esempio: cosa succede se si perde il servizio di alimentazione elettrica o quello di comunicazione informatica?

2. Scalabilità delle risorse fisiche

Quando si aggiungono nuove sistemazioni temporanee all'interno di un edificio esistente o si modificano i tassi di consumo dell'energia, di acqua e di ossigeno, nel caso di una struttura sanitaria, ad esempio, saranno necessari sistemi elettrici in grado di ridimensionarsi rapidamente per soddisfare le nuove esigenze energetiche.

3. Enfasi alla sicurezza fisica

Durante un'emergenza, la situazione di circolazione negli edifici può cambiare costantemente. La sicurezza fisica diventa molto più importante durante queste situazioni di blocco al fine di controllare il movimento e gli accessi indesiderati di persone e oggetti o per limitare il rischio di diffusione di una malattia contagiosa.

4. Accesso alle informazioni

L'utilizzo di specifiche utenze come gli ascensori o i sistemi di ventilazione e l'andamento dell'utilizzo di energia e acqua devono essere attentamente monitorati, in tempo reale, in modo che gli esperti possano prevedere con precisione ciò che potrebbe accadere in seguito ad un evento critico e mettere in atto piani di emergenza per affrontare il picco di una domanda in arrivo o l'assenza di un

⁹ UNI EN ISO 22300:2021

¹⁰ Esempio di applicazione non esaustivo descritto nella norma CEI 64-8 Allegato 51 A.



determinato servizio. Per questo è importante poter accedere in maniera semplice e tempestiva a tutte le informazioni necessarie da un'unica interfaccia utente, con informazioni intellegibili.

Sicurezza

Garantire la sicurezza dei beni, delle infrastrutture e degli occupanti come prerogativa principale ed incrementare la resilienza degli edifici per contrastare eventi o situazioni inattese, ad esempio, atmosferiche, catastrofiche, naturali, vandaliche o dolose, è indubbiamente una cogenza prescrittiva, la cui importanza è confermata dall'obbligatorietà espressamente stabilita da leggi e regole tecniche. Questo implica assicurare la corretta funzionalità e operatività dei sistemi atti ad assolvere tale obiettivo, tra cui ad esempio gli impianti di rivelazione incendi, illuminazione e segnalazione di sicurezza e delle vie di esodo attraverso verifiche e controlli periodici, oltre alle dovute attività manutentive e di registrazione dell'esito dei test da parte della figura responsabile degli impianti. Con l'ausilio di sistemi dotati di diagnosi automatica, connessi ed integrati digitalmente attraverso protocolli aperti con piattaforme di gestione e controllo degli edifici (BMS), è pertanto possibile superare i limiti sulla sicurezza offerti dalle tecnologie, e relative soluzioni impiantistiche, base, con il beneficio di:

- mantenere la corretta gestione ed operatività degli impianti per tutto il loro ciclo di vita, oltre che di rispondenza alla cogenza normativa e legislativa e per eventuali contestazioni di tipo civile e penale;
- superare gli errori di reporting (ad es. per fattore umano) a valle delle fasi di verifica e di controlli periodici ed assicurare la corretta gestione del "registro controlli";
- coadiuvare la corretta gestione delle conseguenti attività manutentive degli impianti, puntuali o periodiche, e segnalazione alle figure autorizzate e responsabili.

L'integrazione di sistemi ed impianti in ambito "Sicurezza" all'interno di sistemi BMS, indipendentemente che siano di "Safety" o "Security", permette di semplificare e migliorare la gestione operativa (unico sistema di gestione, gestione remota e del dato) e incrementare la sicurezza per gli occupanti, i beni mobili e quelli immobili (gestione dell'informazione, reporting automatico e digitale, flussi per la risoluzione di problemi).

Flessibilità energetica

La programmazione dei consumi mediante processi di digitalizzazione consente l'evoluzione del sistema verso un modello più virtuoso incentrato sul paradigma Demand – Response (DR). In questo modo, è possibile pianificare l'esatta quantità di energia richiesta dalla rete, sulla base di metriche in tempo reale che consentono decisioni strategiche data-driven. I principali benefici sono:

- valorizzazione delle fonti rinnovabili secondo priorità legate ad aspetti di natura economica, fisica ed ambientale;
- riduzione degli squilibri di rete tramite correzioni dinamiche ai programmi di consumo, senza impatti sui processi operativi;
- partecipazione attiva della domanda ai processi di flessibilità e valorizzazione sul mercato dei servizi per la rete.

Benessere per le persone

Migliorare il benessere delle persone negli ambienti, assicurare un maggiore benessere psico-fisico e comfort, acustico, termico e visivo, garantendo nello stesso tempo l'efficienza energetica e



operativa: queste sono le sfide che gli operatori del settore degli edifici devono affrontare, sia nel caso di progetti di sviluppo ex-novo, che nelle riqualificazioni del patrimonio immobiliare esistente. Ad esempio, l'inquinamento dell'aria indoor e outdoor è uno dei più importanti fattori di rischio per la salute. Impianti adeguati, e sistemi di regolazione automatica della temperatura e della qualità d'aria, consentono di garantire un ricambio dell'aria più celere, evitando l'apertura di porte e finestre che espongono gli occupanti a sbalzi di temperatura. Inoltre, progettare per il benessere visivo significa controllare e garantire in fase di progetto, esecuzione e gestione di impianto che la quantità di luce artificiale negli ambienti sia corretta: poca luce o troppa luce sono sempre un problema e forti o frequenti cambiamenti di luce possono essere difficili da gestire per l'occhio umano, il quale deve continuamente adattarsi. La regolazione e la qualità della luminosità sono dunque di fondamentale importanza: fonte, distribuzione, tono, colore, intensità, sono tutti fattori che incidono sul benessere degli occupanti. Il comfort luminoso deriva dunque dall'integrazione tra sistemi di automazione, che ottimizzano la gestione energetica, tecnologie IoT e una rete di sensori in campo che misurano parametri di benessere. I sistemi digitali garantiscono al tempo stesso un miglioramento delle performance, il che è particolarmente importante vista la necessità di non generare inefficienze. Attraverso un sistema di gestione e controllo dell'edificio (BMS) è possibile gestire al meglio e in maniera coordinata i diversi sistemi tecnici dell'edificio in modo da garantire un ambiente sano, sicuro ed efficiente.

Sostenibilità (ESG)

Il processo di digitalizzazione del parco edilizio, e quindi la sua evoluzione verso il concetto di Smart Building, rappresenta e rappresenterà un driver importante per affrontare le sfide che l'Italia dovrà affrontare nei prossimi anni in termini di decarbonizzazione, di efficientamento dei consumi energetici e di contenimento della produzione di emissioni nocive.

Infatti, la nuova Direttiva Europea CSRD¹¹ (Corporate Sustainability Reporting Directive - 2022/2464 UE), per le grandi imprese dell'Unione Europea, pone le basi per una nuova tipologia di rendicontazione obbligatoria che non dovrà essere puramente contabile ma dovrà invece essere supportata dai parametri già in essere e dettati dall'UE, gli ESG Environmental, Social and Governance, cioè gli obblighi di comunicazione in materia ambientale, sociale e di governance. Secondo tale direttiva le grandi imprese dell'UE saranno obbligate a rendere pubblici i dati sul loro impatto sull'ambiente, sulle persone, sul pianeta e sui rischi di sostenibilità a cui sono esposte.

Gli aspetti ambientale e sociale dei requisiti ESG sono al centro dei più diffusi protocolli di certificazione in ambito Edifici, tra cui LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), WELL (Well Building Standard) e WiredScore, che assegnano dei punteggi di valutazione degli edifici, in funzione della presenza, del funzionamento e del livello di integrazione degli impianti tecnologici.

Finanziari

a. Riduzione dei costi operativi

Il miglioramento delle prestazioni è un tema fondamentale in ogni mercato e la gestione dei costi operativi può fare la differenza non solo in termini di profitto economico, ma anche dal punto di vista della sopravvivenza delle attività legate alla gestione degli edifici. I costi associati alla gestione

¹¹ La CSRD è stata pubblicata il 16 dicembre 2022 sulla Gazzetta ufficiale UE ed è entrata in vigore a gennaio 2023. Sarà successivamente recepita da tutti gli Stati membri entro due anni dalla data di entrata in vigore.



quotidiana di un edificio sono impattati direttamente sia dai consumi energetici, sia dalle attività di conduzione e manutenzione degli impianti che possono essere svolte in maniera più efficiente.

Un sistema integrato di Building Energy Management consente di ridurre l'incidenza di questi costi, coordinando il funzionamento degli impianti in funzione della reale occupazione e utilizzo degli spazi, consentendo interventi di regolazione e manutenzione da remoto di personale qualificato e identificando inoltre le anomalie di funzionamento e le aree potenziali di miglioramento.

b. Valorizzazione immobiliare

Gli edifici sono anche degli investimenti. Oggi il mercato riconosce un maggior valore immobiliare agli edifici che possano dimostrare di possedere determinati requisiti di sostenibilità, digitalizzazione, sicurezza, comfort e salubrità, che si attesta dal 7% al 11% in funzione del tipo e del grado di certificazione ottenuto, rispetto a edifici che non posseggono tale attestazione.

Le certificazioni legate alla sostenibilità sono quelle più diffuse, per il cui ottenimento è fondamentale la fase di progettazione dell'edificio.

2.2 Criteri di impatto e domini tecnici di applicazione

La progettazione di un ambiente costruito, efficiente dal punto di vista energetico-operativo, è un processo che richiede una valutazione approfondita dell'infrastruttura necessaria, che comprende e integra, oltre agli impianti elettrici di distribuzione e agli impianti di produzione o accumulo locale dell'energia, una serie di domini tecnici di applicazione come gli impianti HVAC, i sistemi di illuminazione e di sicurezza, 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, il monitoraggio, la regolazione e, attraverso la piattaforma appropriata, forniscono informazioni utili per supportare in modo continuativo il processo decisionale degli operatori.

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

È pertanto fondamentale un approccio di sistema nella progettazione impiantistica, in riferimento sia ad un edificio nativamente smart che ad un edificio destinato ad essere convertito in smart building.

I diversi domini tecnici di applicazione devono essere inquadrati in una "matrice" o "tessuto" in cui possano essere considerati:

- "verticali", nel senso di relativi a specifici servizi, finalizzati a definiti bisogni, come ad esempio climatizzazione, illuminazione, produzione locale di energia, vigilanza, ecc. ognuno con la eventuale relativa sensoristica e raccolta di dati;
- "orizzontali" o "trasversali", nel senso di relativi all'integrazione a sistema dei domini "verticali", come ad esempio dispositivi, sistemi e cablature per la distribuzione di potenza, o dispositivi, sistemi e cablature o antennistica per la distribuzione di segnale, sensoristica e sistemi di gestione della potenza elettrica; sistemi per la raccolta, elaborazione e reportistica di informazioni globali.



Un approccio per “compartimenti stagni” ai domini di uno smart building non sarebbe né efficace né efficiente.

N.B. Chiavi di lettura del capitolo

La scelta editoriale di collegare il singolo dominio tecnico di applicazione a un determinato criterio di impatto è stata fatta, dunque, in base al criterio di prevalenza di quel dominio sullo specifico criterio e non di associazione univoca.

Per ciascun dominio tecnico di seguito descritto si è scelto di focalizzarsi sulla descrizione delle funzionalità e degli aspetti più innovativi che consentono di abilitare e valorizzare l'integrazione tecnologica in un edificio intelligente. Per quanto riguarda gli “impianti tradizionali” si rimanda alle normative di riferimento.

La tabella riassuntiva in corrispondenza di ogni dominio tecnico di applicazione guida quindi alla lettura matriciale degli impatti. Per ciascuna tabella, vengono evidenziati in verde i criteri di impatto che coincidono con quelli previsti dalla Commissione Europea all'interno della metodologia per il calcolo dello “Smart Readiness Indicator”, mentre quelli non evidenziati, altrettanto importanti per la smartness di un edificio, ad oggi non sono compresi nell'indicatore definito dalla EPBD.

2.2.1 Efficienza energetica

L'efficienza energetica è un processo continuo di innovazione tecnologica, ottimizzazione dei fabbisogni energetici dell'edificio, monitoraggio e controllo, in funzione della presenza degli occupanti e dello svolgimento di attività produttive e operative. Il criterio di impatto è influenzato principalmente, ad esempio, dalla presenza e dal funzionamento degli impianti elettrici, dai sistemi per il controllo dell'efficienza e della qualità dell'energia, dai sistemi di monitoraggio dei consumi energetici e dai sistemi di automazione e controllo degli impianti tecnologici (BACS/HBES).

Impianti elettrici¹²

Per impianto elettrico si intende l'insieme di componenti elettricamente associati, non alimentati tramite prese a spina, al fine di soddisfare scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate. A livello normativo, per gli impianti elettrici sono previste sei classi di efficienza energetica che vanno dalla EE0 (Più bassa) fino alla EE5 (La più elevata).

Impianti di Bassa e Media Tensione

L'impianto elettrico influenza trasversalmente, in misura maggiore o minore, tutti i criteri di impatto riportati in tabella 2. Per essere considerato smart, un impianto elettrico deve essere in grado di interagire ed interconnettersi verso sistemi di gestione e controllo ed assicurare caratteristiche di sicurezza, efficienza, flessibilità e resilienza per adattarsi alle mutevoli condizioni di esercizio, anche a quelle maggiormente critiche. L'utilizzo di sensori, attuatori e unità di controllo elettroniche degli interruttori permette la gestione del consumo di energia elettrica in maniera intelligente, fornendo

¹² Gli impianti elettrici descritti in questo sottoparagrafo fanno principalmente riferimento agli impianti elettrici di **distribuzione** dell'edificio. Gli impianti elettrici di produzione vengono trattati separatamente nel paragrafo 2.2.7 relativo al criterio di impatto “flessibilità energetica”.



energia agli impianti in base al loro stato, allo stato degli ambienti interni (ad esempio sulla base della presenza di persone o dell'orario di operatività degli ambienti) e allo stato dell'ambiente esterno (ad esempio in funzione della posizione del sole per ottimizzare il funzionamento delle schermature). Tali tecnologie permettono inoltre il monitoraggio dei parametri al fine di produrre report relativi a consumi e/o anomalie per individuare le inefficienze o prevedere eventuali sovraccarichi, garantendo la continuità di servizio e riducendo dunque il rischio di blackout, e attuare di conseguenza strategie di efficientamento oltre che di manutenzione, reattive o predittive.

In riferimento al criterio dell'efficienza energetica, la tecnologia smart utilizzata negli impianti elettrici di Bassa e Media Tensione a servizio degli edifici permette di beneficiare, tra le altre, delle seguenti funzionalità elencate in tabella 1:

Tabella 1: Funzionalità abilitate dalle tecnologie smart negli impianti elettrici

Bassa Tensione	Media Tensione
Centralizzazione/Supervisione di comandi e controlli in base a logiche di funzionamento personalizzabili per evitare la concomitanza di carichi in relazione alle priorità definite	Supervisione dei dispositivi di protezione durante il loro funzionamento i quali potranno inviare informazioni in relazione allo stato di corretto funzionamento e alla possibile ottimizzazione della configurazione di rete
Telegestione dell'impianto ai fini di ottimizzare i consumi determinando ad esempio la necessità di spostare alcune utenze/carichi su circuiti diversi	Ottimizzazione dell'utilizzo dei trasformatori in esercizio, in caso di contemporaneità di impiego di uno o più trasformatori, in funzione della curva di carico dell'impianto/massimo rendimento energetico
Ottimizzazione del rifasamento dell'impianto in tempo reale con conseguente riduzione delle perdite di energia sui cavi e nei trasformatori e/o generatori.	

** Elenco esemplificativo, non esaustivo*

Tabella 2: Criteri di impatto influenzati dagli impianti elettrici

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Sistemi per il controllo della efficienza e della qualità dell'energia

La differenza tra l'energia elettrica effettivamente impiegata e quella che viene consumata e contabilizzata può essere minimizzata riducendo l'energia reattiva, ovvero l'energia che viene assorbita dalle macchine elettriche, ma che non viene effettivamente impiegata per produrre lavoro utile (calore, forza, movimento). L'energia reattiva è legata allo sfasamento tra la tensione e la corrente elettrica, che teoricamente dovrebbe essere minimo. Questa energia reattiva è necessaria per il funzionamento stesso dei macchinari e non può mai essere eliminata completamente, tuttavia, si può limitare con degli accorgimenti. Ci sono diverse operazioni che si attuano per ridurre l'energia reattiva e migliorare la qualità dell'energia tipicamente impattata anche dalla presenza di armoniche. Il rifasamento può essere realizzato attraverso sistemi intelligenti che decidono quanti e quali batterie di condensatori collegare all'impianto. Attraverso l'ausilio di sistemi di automazione e controllo dell'edificio (BACS/BMS) è possibile effettuare il monitoraggio e il controllo del fattore di potenza. Anche l'utilizzo di UPS consente la protezione dei carichi più sensibili, la correzione delle armoniche, l'abbattimento della potenza reattiva e il monitoraggio continuo della qualità dell'energia. Inoltre, sono disponibili dispositivi che permettono la compensazione attiva ad alte prestazioni per stabilizzare le reti elettriche fornendo mitigazione delle armoniche, correzione del fattore di potenza e bilanciamento del carico.

Tabella 3: Criteri di impatto influenzati dai sistemi per il controllo dell'efficienza e della qualità dell'energia

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X		X			X			X

Sistemi di monitoraggio dei consumi energetici

La gestione energetica rappresenta la misurazione continua del sistema di distribuzione di energia elettrica tramite dispositivi intelligenti connessi a software per la raccolta, visualizzazione, analisi e reportistica dei dati.

I sistemi di monitoraggio dei consumi energetici sono necessari a:

- aumentare la consapevolezza dei consumi dei diversi vettori energetici con livelli di dettaglio personalizzabili;
- intraprendere qualsiasi azione di gestione dell'energia massimizzando l'efficienza (ad esempio, azioni di bilanciamento dei carichi e di demand-response, ricarica intelligente dei veicoli elettrici, autoconsumo a livello di edificio);
- proteggere dispositivi e strutture aumentandone il ciclo di vita;
- ottimizzare la continuità operativa dei sistemi tecnici dell'edificio;



- costituire il primo tassello per l'integrazione con le smart grid.

I sistemi di monitoraggio, fondamentali per la gestione efficiente di un edificio intelligente attraverso il BMS, sono tradizionalmente realizzati con misuratori (non necessariamente del DSO) sia per il rilevamento dei consumi a livello dei diversi vettori energetici (e quindi dell'intero edificio), sia per la misura dei consumi di specifici dispositivi all'interno dell'edificio stesso (ad esempio i sistemi di climatizzazione e di illuminazione) oltre che per il monitoraggio della potenza prodotta da impianti di produzione locali (come impianti FV, sistemi di cogenerazione e microeolici).

Con l'introduzione dei contatori elettronici di seconda generazione del DSO è stato reso disponibile un canale di comunicazione dedicato tra il meter e l'utente: la Chain 2. I vantaggi dell'utilizzo della Chain 2 al posto di misuratori non fiscali sono i seguenti:

- veicolazione dei dati del misuratore fiscale (gli stessi quindi, anche se non validati, che verranno in seguito utilizzati dal venditore di energia elettrica per la fatturazione);
- possibilità di implementare più funzioni avanzate di monitoraggio e controllo dei consumi con un costo ridotto, non dovendo installare misuratori dedicati.

Tabella 4: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di monitoraggio dei consumi energetici

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X		X		X	X			X

Sistemi per il conteggio e la rilevazione della presenza di persone

I sensori di presenza sono fondamentali per ridurre il consumo energetico degli impianti tecnologici di un ambiente, come quelli di ventilazione, riscaldamento, raffrescamento, climatizzazione e illuminazione. Vengono ad esempio utilizzati negli spazi comuni per l'accensione automatica delle luci.

Oltre ai rilevatori di presenza, che forniscono dati binari ("occupato" o "non occupato"), si possono utilizzare dei sistemi costituiti da uno o più sensori di conteggio aree, che forniscono il conteggio del personale che occupa una stanza o uno spazio particolare. Questi forniscono i dati necessari anche ad affrontare i problemi relativi alla qualità dell'aria, come ad esempio un elevato livello di CO2 o VOC, prima che le persone ne subiscano le conseguenze in termini di salute. Questi sistemi non rilevano l'identità delle persone garantendo quindi la privacy.

Tabella 5: Criteri di impatto influenzati dai sistemi per il conteggio e la rilevazione della presenza di persone



Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d'uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X		X	X	X	X		X	X	X

Sistemi di prenotazione degli spazi

La gestione degli spazi in ambienti chiusi si declina in una serie di applicazioni che si differenziano per la loro destinazione d'uso e che hanno la finalità comune di attivare il funzionamento di una certa dotazione impiantistica, in funzione della prevista occupazione degli spazi stessi e di garantire il corretto svolgimento delle attività operative durante la presenza degli occupanti.

Il sistema più diffuso è quello per la prenotazione di sale riunioni e postazioni di lavoro condivise, in linea con i nuovi modelli di lavoro ibrido tra casa e ufficio o di *coworking*, in cui le postazioni di lavoro sono costituite da uffici privati personalizzabili con dotazioni di tecnologie all'avanguardia e arredabili a seconda delle esigenze delle diverse tipologie di utente: dipendenti, consulenti od ospiti occasionali.

Nel settore alberghiero i sistemi di gestione PMS (*Property Management System*) consentono di svolgere diverse operazioni da un'unica posizione, quali la gestione delle prenotazioni e delle tariffe, l'emissione di documenti fiscali, il controllo dello stato di pulizia delle camere e le operazioni di check-in e check-out. È proprio durante queste operazioni che il PMS può interagire in maniera intelligente con l'edificio, consentendo ad esempio di generare le credenziali di accesso alla camera dell'ospite e a specifiche aree comuni, così come di attivare il corretto profilo di comfort della camera solo dal momento dell'arrivo dello stesso presso la struttura.

Anche nel settore sanitario sono diffusi specifici sistemi di prenotazione degli spazi, che riguardano sia le sale operatorie, da parte del personale medico, sia le camere di degenza, da parte del personale amministrativo che gestisce gli accessi dei pazienti dall'accettazione alla struttura ospedaliera fino alla dimissione.

Tabella 6: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di prenotazione degli spazi

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d'uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X		X	X	X	X				X



Sistemi di automazione e controllo degli impianti tecnologici (BACS, HBES)

Un sistema di automazione e controllo degli impianti tecnologici è un sistema, comprendente tutti i prodotti, i software e i servizi di ingegneria per il controllo automatico, il monitoraggio, l'ottimizzazione, il funzionamento, l'intervento umano e la gestione finalizzati ad ottenere servizi dell'edificio energeticamente efficienti, economici e sicuri. Tale sistema deve essere in grado di:

- consentire la comunicazione con i sistemi tecnici per l'edilizia e gli impianti ad essi connessi;
- monitorare, registrare e analizzare i flussi energetici;
- informare i responsabili dei servizi/della gestione tecnica dell'edificio su eventuali azioni da adottare per ottimizzare le prestazioni energetiche dell'edificio.

Attraverso i sistemi di automazione e controllo è dunque possibile gestire in maniera intelligente e automatizzata gli impianti presenti nell'edificio al fine di minimizzare il consumo energetico, e di conseguenza le emissioni di CO₂, garantire il comfort, la sicurezza e la salute degli occupanti, assicurandone, inoltre, l'integrazione con il sistema elettrico di cui l'edificio fa parte.

La capacità di acquisire i dati e le informazioni che caratterizzano il sistema edificio-impianto, dai consumi energetici alle condizioni ambientali interne ed esterne, dalle abitudini a comportamenti non ordinari degli occupanti, consente ai sistemi di automazione e controllo degli edifici non solo di supportare un uso efficiente e consapevole delle risorse e degli ambienti, ma anche di abilitare una interazione realmente integrata dell'edificio con infrastrutture a loro volta sempre più smart e rendendo di fatto il sistema edificio-impianto pronto a raggiungere il suo massimo potenziale energetico.

I sistemi BACS o HBES consentono di migliorare l'efficienza energetica, la facilità d'uso, la personalizzazione del funzionamento degli impianti adattandosi alle esigenze dell'occupante, il monitoraggio energetico di funzionamento, il controllo delle accensioni e del funzionamento da remoto degli impianti e dei sistemi tecnici dell'edificio.

Tabella 7: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di automazione e controllo degli impianti tecnologici (BACS/HBES)

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d'uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Ascensori

In uno smart building è importante considerare un impianto di ascensori con una visione d'insieme e in sinergia con altri componenti, anziché come un elemento isolato. Considerando il tema



dell'efficienza energetica possiamo fare riferimento ad almeno tre esempi rilevanti: ottimizzazione del controllo di ascensori, produzione attiva di energia e scambio di dati.

Ottimizzazione del controllo di ascensori: algoritmi intelligenti di gestione del traffico verticale possono includere nel loro obiettivo la riduzione del consumo energetico oltre che alla tradizionale riduzione dei tempi di attesa delle persone. Una visione di sistema impone l'integrazione di informazioni derivanti da componenti esterne ad un gruppo di ascensori negli algoritmi che puntano ad ottimizzare il trade-off tempi di attesa vs consumo energetico.

Produzione attiva di energia: un ascensore moderno non consuma solamente energia, ma è in grado di produrla attivamente in certi contesti¹³. La soluzione di isolare il sistema di ascensori e di conservare l'energia prodotta al suo interno per essere riutilizzata dallo stesso in un secondo momento non è ottimale in uno smart building. Per raggiungere l'ottimalità energetica occorre redistribuire l'energia in eccesso tra le varie componenti in un edificio.

Scambio di dati: in termini più generali, i BEMS possono sfruttare dati provenienti da ascensori in tempo reale o aggregati temporalmente, che possono fornire informazioni preziose. Ad esempio, il numero di viaggi di una cabina abbinati al carico può fornire stime sull'occupazione reale dei piani o sul flusso di persone in un edificio. È importante notare che molte informazioni in questo contesto possono essere ricavate con un costo energetico e tecnologico aggiuntivo quasi nullo. Infatti, gli ascensori moderni sono già connessi in una rete IoT che consente alle aziende incaricate alla manutenzione di monitorarne lo stato in tempo reale, o di pianificare in maniera ottimale gli interventi.

Tabella 8: Criteri di impatto influenzati dagli ascensori

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X		X		X	X	X

2.2.2 Manutenzione e previsione dei guasti

Un sistema integrato di Building Energy Management, grazie all'applicazione di tecnologie digitali al servizio degli impianti tecnici, consente l'ottimizzazione dei costi operativi, delle risorse e la riduzione dei guasti.

¹³Un ascensore è dotato di un contrappeso che solitamente bilancia il peso della cabina più il 50% della portata massima. Un esempio, controintuitivo, in cui viene prodotta energia è quando la cabina deve muoversi verso l'alto ma con un carico inferiore al 50% della sua portata. In questi casi, l'ascensore viene 'sollevato' dal contrappeso, e il motore deve frenare il movimento producendo energia. È importante notare che l'energia aggiuntiva viene recuperata in base al modello di invertitore di frequenza utilizzato per controllare i motori. Inoltre, questo ragionamento non coinvolge la totalità del consumo energetico di un ascensore: oltre al motore un ascensore necessita di energia per controllare le componenti elettroniche e l'impianto di illuminazione.



La necessità che gli impianti comunichino in maniera automatica i propri malfunzionamenti a un centro di assistenza è di fondamentale importanza per diminuire le inefficienze e i fermi impianto dovuti a guasti inaspettati e per attivare le strategie più adatte nei tempi più brevi possibili (manutenzione reattiva). Anche i dati raccolti durante il funzionamento svolgono un ruolo fondamentale in termini di previsione dei guasti, permettendo di anticipare le azioni correttive prima ancora che l'impianto mostri dei problemi (manutenzione predittiva).

Il rilevamento e la diagnosi automatizzata dei guasti hanno il potenziale per migliorare significativamente la manutenzione ed il funzionamento dei sistemi tecnici dell'edificio oltre che avere potenziali impatti sulle prestazioni energetiche di tali sistemi grazie al rilevamento ed alla diagnosi dei loro malfunzionamenti.

2.2.3 Comfort

Il comfort consiste nella percezione consapevole ed inconsapevole delle condizioni ambientali ottimali in termini di parametri termici, acustici e visivi. Il criterio di impatto è influenzato principalmente dalla presenza e dal funzionamento degli impianti aerulici, di illuminazione, di monitoraggio del rumore e di produzione dell'acqua calda sanitaria.

Impianti aerulici

Insieme di apparecchiature, dispositivi, accessori e controlli necessari per garantire un ambiente confortevole, salubre e sicuro per gli occupanti.

Gli impianti aerulici effettuano il controllo continuativo delle condizioni termiche, igrometriche, di qualità e di movimento dell'aria comprese entro i limiti richiesti per assicurare il comfort, la salute e il benessere delle persone, attraverso il monitoraggio e il controllo dei seguenti parametri:

- Temperatura ambiente;
- Umidità relativa;
- Velocità del fluido nei condotti aerulici;
- Qualità e purezza dell'aria (CO₂, VOC, carica virale).

Gli impianti aerulici si suddividono in:

- Impianti di climatizzazione;
- Impianti di ventilazione e ventilazione meccanica controllata;
- Impianti di raffrescamento;
- Impianti di riscaldamento;
- Impianti di sanificazione dell'aria.

Il funzionamento degli impianti aerulici può essere gestito sia tramite appositi controllori e sensoristica integrata, i quali consentono operazioni efficienti dal punto di vista energetico e operativo, sia attraverso segnali esterni dalla rete, i quali permettono una gestione flessibile di tali impianti. Attraverso sensori relativi alla qualità dell'aria e al rilevamento dell'occupazione opportunamente implementati nei diversi ambienti è possibile regolare e controllare gli impianti in funzione delle condizioni richieste. Attraverso queste tecnologie intelligenti e interconnesse, con protocolli di comunicazione standard e aperti, è possibile integrare gli impianti aerulici con il sistema di gestione e controllo dell'edificio (BMS) per monitorare e controllare il loro stato di funzionamento e i parametri ad essi associati. Il monitoraggio degli impianti attraverso il BMS



consente inoltre di gestire in maniera efficace gli eventuali guasti che occorrono e le necessità di manutenzione degli impianti, attivando le strategie più appropriate in funzione dei dati monitorati.

Tabella 9: Criteri di impatto influenzati dagli impianti aeraulici

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X*		X

**<https://www.ospedalebambinogesu.it/covid-bambino-gesu-ecco-come-viaggia-il-virus-nell-aria-con-un-colpo-di-tosse-99048/>*

Impianto di produzione di acqua calda sanitaria (ACS)

Gli Impianti ACS possono utilizzare pompe di calore, caldaie o altri apparecchi all'interno degli edifici (ambienti domestici e non) per la produzione di acqua calda sanitaria ad uso prettamente sanitario. Questi impianti possono essere inoltre alimentati da fonti di produzione di energia rinnovabile quali collettori solari termici. Grazie all'ausilio delle tecnologie intelligenti è possibile implementare controlli automatici della carica di accumulo sulla base della disponibilità locale di fonti rinnovabili, di sensoristica integrata all'accumulo e di segnali provenienti dalla rete di distribuzione in modo da ottimizzare il caricamento dell'accumulo per ridurre al minimo i consumi energetici, senza sfavorire il comfort di cui necessitano gli occupanti. Tali tecnologie possono permettere agli impianti ACS di essere integrati con un sistema di gestione e controllo dell'edificio (BMS) attraverso protocolli di comunicazione standard e aperti.

Tabella 10: Criteri di impatto influenzati dagli impianti di produzione di acqua calda sanitaria (ACS)

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X			X			X

Impianti di illuminazione ordinaria

Gli impianti di illuminazione ordinaria intelligenti permettono di operare il controllo dell'illuminazione in base alla capacità di rilevare lo stato di occupazione e regolare i livelli di



illuminazione o la tonalità della luce in uno spazio. In funzione delle diverse esigenze degli utenti, le tipologie di controllo dell'illuminazione si suddividono in diverse categorie. Il controllo dell'illuminazione basato sull'occupazione utilizza le tecnologie IoT, attraverso l'ausilio di sensori intelligenti, assicurando che la luce sia presente solo quando necessario. Questa tipologia di controllo viene spesso combinata con il controllo della regolazione della luce diurna, il quale mira a mantenere un livello di luce costante in un'ambiente. Il controllo dinamico e personale dell'illuminazione, "human centric lighting", introduce aspetti di flessibilità e benessere poiché consente all'impianto di illuminazione di adattarsi alle esigenze degli occupanti, assicurando benessere visivo, psico-fisico e biologico, il che implica una maggiore produttività, un maggiore comfort visivo e una maggiore sicurezza.

La personalizzazione e l'ottimizzazione che si ottengono utilizzando i controlli dell'illuminazione permettono sia di risparmiare energia sia di garantire che gli occupanti di un edificio ricevano il corretto illuminamento per le varie attività che svolgono ogni giorno promuovendo il benessere e le prestazioni biologiche ed emotive di un individuo.

Le tecnologie intelligenti utilizzate per controllare l'impianto di illuminazione, grazie all'ausilio di piattaforme IoT e di protocolli di comunicazione standard e aperti, permettono l'interconnessione dell'impianto con i sistemi tecnici dell'edificio (ad esempio controllo combinato con gli impianti termici, gli impianti di sicurezza e le schermature solari) e la sua integrazione con il sistema di gestione e controllo dell'edificio (BMS), il quale permette un coordinamento efficiente tra i diversi impianti, una gestione efficace della manutenzione e un maggior comfort.

Tabella 11: Criteri di impatto influenzati dagli impianti di illuminazione ordinaria

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X			X		X

Impianti di rilevamento del rumore

Il carico acustico è in aumento negli edifici anche per la maggiore presenza di apparecchiature tecnologiche ed è quindi una componente importante che ha un impatto sulle attività degli occupanti e che deve essere monitorata in maniera costante in alcuni ambienti critici, come ad esempio quello sanitario o industriale.

Per questo un impianto di monitoraggio del rumore, costituito da una serie di sensori che riportano il livello di rumore ad un software di supervisione dell'edificio, rappresenta uno strumento di analisi fondamentale per migliorare non solo il comfort, ma anche la comunicazione, la produttività e il benessere degli occupanti.



Tabella 12: Criteri di impatto influenzati dagli impianti di rilevamento del rumore

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
		X	X	X	X				X

2.2.4 Facilità d'uso

La facilità d'uso consiste nel "facilitare" l'interazione edificio-utente. Uno Smart Building, grazie all'integrazione dei diversi domini tecnici di applicazione che lo compongono e all'utilizzo delle tecnologie intelligenti che consentono la trasmissione dei dati, permette una miglior gestione di tutte le attività di conduzione, controllo e monitoraggio dell'edificio stesso e di ottimizzazione delle sue prestazioni energetiche.

Telegestione (BMS)

Il sistema BACS, per il controllo, la regolazione, l'automazione e il monitoraggio dei differenti sistemi tecnici presenti nell'edificio, dispone di una piattaforma software – Building Management System - BMS – come centro unico di coordinamento e monitoraggio per la supervisione e la gestione integrata degli impianti-sistemi tecnici presenti e per effettuare operazioni di telegestione dei medesimi.

La piattaforma di gestione e supervisione è una piattaforma aperta per poter rispondere alle esigenze richieste da un BMS ad elevata integrazione; permette la gestione e la supervisione sia di singoli e semplici edifici di dimensioni contenute sia di grandi e complessi edifici anche con elevata distribuzione geografica. Inoltre, presenta un'unica struttura operativa, funzionale e grafica per tutte le tipologie di impianto controllate: es. distribuzione elettrica, HVAC, controllo integrato ambiente, protezione incendio, sicurezza (prevenzione incendi e illuminazione), illuminazione ordinaria.

Il BMS consente quindi un approccio integrato per visualizzare e gestire tutti i dati relativi agli impianti tecnologici e ai sistemi tecnici dell'edificio attraverso una singola piattaforma grazie a un'unica interfaccia grafica avanzata e a dashboard personalizzabili su scala a livello di dispositivo, piano, edificio singolo e/o insieme di edifici. Gli strumenti di gestione e visualizzazione dei dati includono grafici, allarmi, programmi, registri delle tendenze e rapporti all'avanguardia i quali forniscono grandi quantità di dati in tempo reale che possono essere utilizzati per il processo decisionale volto a migliorare la gestione dell'energia, la salubrità dell'edificio, e la salute dei suoi occupanti, e ad aumentarne l'efficienza. Attraverso l'analisi degli indicatori chiave di prestazione è possibile ottimizzare il rendimento e il comfort, ridurre le emissioni di carbonio e rendere gli ambienti più sostenibili al fine di contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità, decarbonizzazione ed efficienza. Attraverso la telegestione è dunque possibile monitorare e gestire da remoto qualsiasi tipo di impianto tecnologico a servizio dell'edificio, contribuendo a ottimizzare,



inoltre, l'efficienza operativa e a massimizzare l'efficacia degli interventi di manutenzione al primo intervento (First Time Fix Rate).

Questo approccio permette di ridurre i costi operativi del sistema complessivo e i costi di formazione e manutenzione, di aumentare il risparmio di energia e generare valore aggiunto raccogliendo e condividendo grandi quantità di dati tra i diversi componenti del sistema consentendo una gestione più proficua dell'edificio. È quindi possibile disporre del completo controllo dell'intero edificio, di più edifici o di ogni stanza in ciascun edificio da una singola interfaccia utente.

Il sistema è caratterizzato un'architettura flessibile, completamente client-server, che consente una scalabilità da sistemi piccoli e medi a grandi e complessi, offrendo la soluzione più efficace per la crescente esigenza di integrazioni e mantenendo alto il valore dell'immobile nel tempo. L'utilizzo di interfacce Web fornisce inoltre all'operatore una maggiore flessibilità di funzionamento ed una facilità di estensioni future, come ad esempio applicazioni mobile per tablet e smartphone.

Tabella 13: Criteri di impatto influenzati dalla telegestione (BMS)

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d'uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

BMS as-a-service

La componente software dei sistemi di supervisione e controllo degli impianti tecnologici di un edificio può essere installata ed eseguita non solo su un server locale (on-premise), ma anche su un cloud privato o pubblico gestito da un provider di servizi in modalità as-a-service.

In questa modalità di erogazione del servizio è messa a disposizione un'interfaccia basata sul Web, che consente agli utenti di monitorare il funzionamento degli impianti, di accedere a informazioni o di ricevere periodicamente dei report dettagliati sui consumi energetici e sulle prestazioni degli impianti, così come di approfondire le cause degli eventuali guasti e malfunzionamenti, ricevendo inoltre le raccomandazioni e le priorità di intervento delle relative azioni correttive suggerite da algoritmi di intelligenza artificiale.

Da questo punto di vista è possibile passare quindi da un modello di manutenzione reattiva ad uno di manutenzione su condizione, rilevando in modo automatico non solo i problemi già manifesti ma anche quelli di potenziale accadimento: questo grazie all'analisi combinata di punti fisici (I/O analogici e digitali) e punti virtuali (set-point, variabili calcolate) e degli scostamenti di valore dei dati in tempo reale, rispetto a serie storiche dello stesso edificio o di edifici comparabili per destinazione d'uso e fascia climatica.



La scelta di utilizzare il BMS in modalità as-a-service riduce i CAPEX migliora l'efficienza degli OPEX e assicura la scalabilità del sistema con un servizio di manutenzione in outsourcing.

Tabella 14: Criteri di impatto influenzati dai BMS as-a-service

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

2.2.5 Salute e benessere

Il monitoraggio di parametri ambientali legati alla qualità dell'aria interna, come, ad esempio, temperatura, umidità, CO₂ e composti organici volatili che respiriamo sono di fondamentale importanza ai fini del benessere e della salute delle persone. Controlli più intelligenti possono fornire una migliore qualità dell'aria interna rispetto ai controlli tradizionali, aumentando così il benessere degli occupanti, con un impatto proporzionale sulla loro salute. La presenza di inquinanti nell'aria interna degli edifici è determinata non solo dall'inquinamento esterno ma anche dalle caratteristiche strutturali dell'edificio stesso e dalla presenza di potenziali sorgenti inquinanti come, ad esempio, i materiali di arredo, costruzione e sostanze usate nelle operazioni di pulizia e manutenzione. La conoscenza di tali fattori di rischio per la salute è fondamentale per una loro corretta gestione da parte degli impianti tecnologici o con l'intervento di personale incaricato.

2.2.6 Informazione agli occupanti

L'occupante ricopre un ruolo fondamentale all'interno degli Smart Buildings; deve essere a conoscenza di come questo sta funzionando e di come l'impianto risponde alle sue esigenze. Le piattaforme software di gestione e controllo come gli odierni BMS, sono in grado di rendere disponibili informazioni agli occupanti, come ad esempio:

- il funzionamento e prestazioni degli impianti tecnologici e dei sistemi tecnici dell'edilizia inclusi eventuali guasti e/o allarmi;
- i consumi energetici per vettore energetico (sia in termini di kWh che in termini di CO₂, oppure in termini più comprensibili per l'occupante come la variazione di consumi rispetto ad un certo periodo storico o rispetto ad altri utenti simili, ecc.);
- occupazione degli spazi;
- qualità dell'aria interna;
- energia prodotta da fonti rinnovabili;
- stato di carica della batteria d'accumulo;
- raccomandazioni personalizzate per effettuare azioni di miglioramento.

Tali informazioni possono essere sfruttate dagli occupanti per aumentare la propria consapevolezza in relazione a come il loro modo di utilizzare i diversi servizi dell'edificio si ripercuote sui diversi parametri dell'edificio come, ad esempio, l'impatto ambientale, i consumi, i costi operativi.



Alcuni protocolli di certificazione dell'edificio prendono in considerazione il criterio relativo all'informazione agli occupanti tra i propri indicatori di prestazione chiave per valutare quanto un edificio sia in grado di contribuire alla salute e al benessere delle persone (certificazione WELL) o quanto un edificio sia pronto all'intelligenza (Smart Readiness Indicator).

2.2.7 Flessibilità energetica

Con flessibilità energetica si intende la flessibilità della domanda complessiva di elettricità di un edificio, inclusa la sua capacità di consentire la partecipazione attiva e passiva, nonché implicita ed esplicita, in relazione alla capacità della rete, ad esempio attraverso la flessibilità e le capacità di trasferimento del carico. L'attenzione non è solo sulle reti elettriche, ma include anche la flessibilità offerta alle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento. I dispositivi smart di nuova generazione, tra cui i contatori elettronici "Chain 2", i sistemi avanzati di gestione e le microgrid abilitano:

- la flessibilità energetica di cui la smart grid necessita;
- la partecipazione a nuovi modelli di autoconsumo collettivo, anche attraverso la costituzione di comunità energetiche;
- nuove forme di miglioramento del risparmio energetico degli utenti attraverso la consapevolezza dei propri consumi.

Smart Grid

La nascita di sistemi ibridi di produzione dell'energia e di sistemi di Demand Response, unitamente allo sviluppo di micro-grid a livello locale, connesse o meno alla rete, consente di attuare una reale trasformazione della rete elettrica in una "smart-grid" mediante l'impiego di tecnologie innovative che migliorano il monitoraggio, la gestione ed il controllo della rete, aumentando la visibilità e le disponibilità d'informazioni sugli asset in tempo reale, e consentendo ai DSO di assumere un ruolo attivo nella loro gestione. D'altro canto, nel paradigma delle smart grid, gli utenti possono conseguire benefici economici grazie alla conoscenza dei propri consumi energetici e alla possibilità di modificare il proprio profilo di prelievo in funzione dei segnali di attivazione che provengono dall'aggregatore, a fronte della remunerazione concordata per la partecipazione al servizio.

A tal proposito si riporta, in estrema sintesi, l'architettura di riferimento basata sulle interfacce principali "Chain 1", la quale permette una gestione più veloce dei dati validati di consumo acquisiti dal distributore e trasferiti entro un giorno al venditore di energia tramite il Sistema Informativo Integrato, e "Chain 2", che consente la fornitura di dati in tempo reale non validati al Dispositivo Utente (DU) e che possono essere utilizzati per migliorare la gestione energetica dell'edificio.

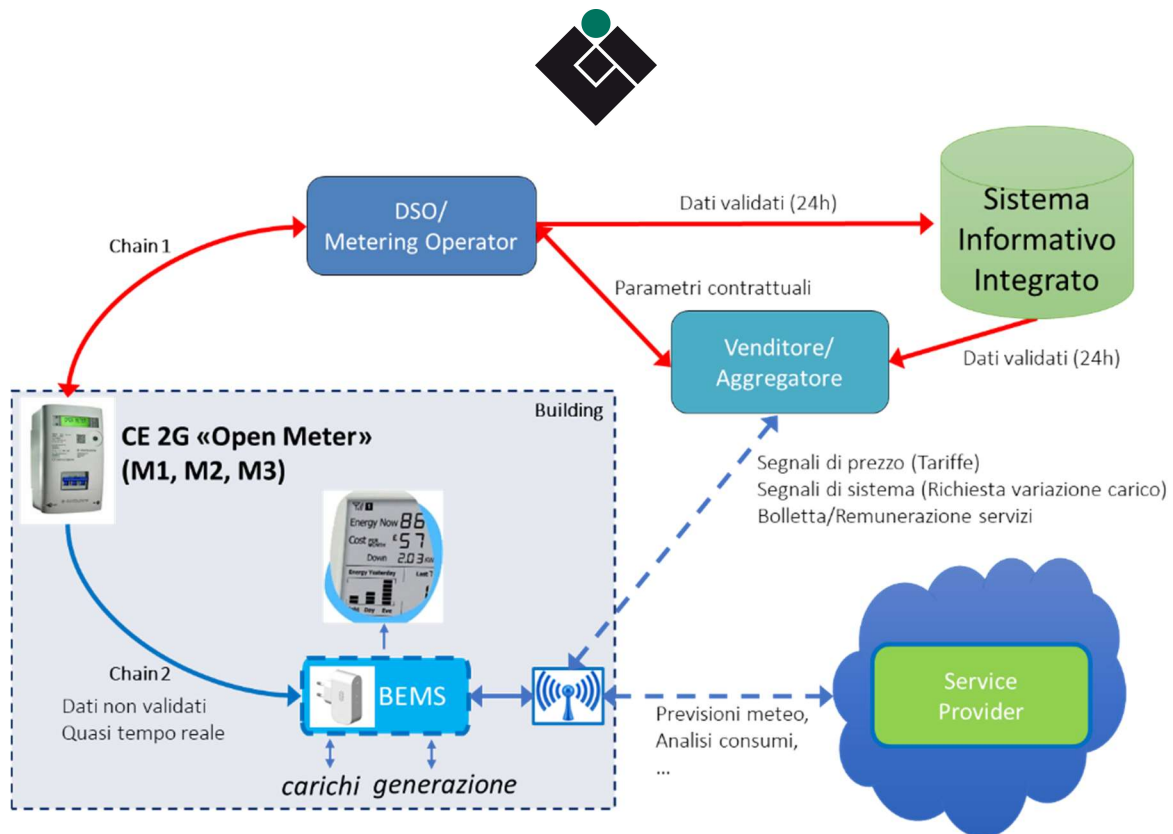


Figura 2: Esempio di architettura di riferimento basata sulle interfacce principali "Chain 1" e "Chain 2"

L'abilitazione del canale Chain 2 potrà inoltre supportare tutte le possibili soluzioni applicative nell'ambito dell'efficienza energetica, servizi innovativi di domotica e smart building.

Grazie all'automazione e ai sistemi di gestione dell'energia (Building Energy Management System – BEMS), gli edifici e le singole abitazioni stanno diventando sempre più smart, evolvendo in "nodi intelligenti" della smart grid, consentendo all'utente di consumare energia in modo consapevole e flessibile, permettendogli inoltre di partecipare attivamente all'esercizio della rete elettrica, contribuendo ad aumentarne l'efficienza e la sicurezza.

Microgrid

Un edificio servito da unità di generazione elettrica locali e dotato di opportuni sistemi per:

- la separazione in sicurezza dalla rete di distribuzione a cui è normalmente connesso,
- la gestione del bilanciamento tra produzione e carichi elettrici,
- l'ottimizzazione dei consumi e la partecipazione al mercato elettrico,

può in determinate circostanze separarsi fisicamente dalla rete di distribuzione e realizzare al suo interno un sistema elettrico in isola, realizzando di fatto una microgrid. Uno smart building dotato di tali sistemi presenterà dunque una propria flessibilità e resilienza rispetto a guasti sulla rete di distribuzione, incrementando la propria capacità di business-continuity e di prevenzione rispetto a danni provocabili da determinati guasti di rete. Un sistema elettrico isolato dovrà essere in grado di farsi carico autonomamente sia del bilanciamento locale tra produzione e assorbimenti dell'edificio, che di tutti gli aspetti di *power quality*: fluttuazioni di tensione, carichi a gradino, correnti di spunto elevate, armoniche di corrente, componente in corrente continua.

Il crescente sviluppo delle "micro-grid" all'interno del sistema/mercato elettrico, con l'estensiva partecipazione di Prosumers e di Comunità Energetiche, è essenziale poter ottimizzare il funzionamento delle reti locali. Soluzioni avanzate di software di gestione della micro-grid, 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.

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

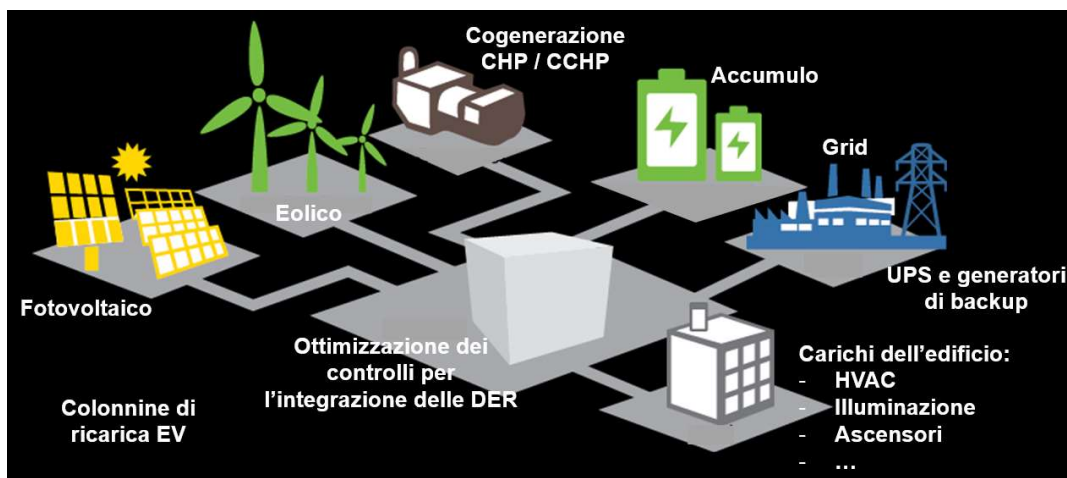


Figura 3: Esempio di architettura Microgrid

Tabella 15: Criteri di impatto influenzati dalle smart grid/micro-grid

Criteri di impatto*									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X			X	X		X

* Tabella comune per Smart Grid e Micro-grid



Impianti a fonti di energia rinnovabile (impianti FER)¹⁴

Le evoluzioni culturali e legislative (sia Europee che nazionali) degli ultimi decenni, sulla spinta del contrasto ai cambiamenti climatici attribuibili alle emissioni di CO₂, hanno visto una progressiva diffusione di sistemi di generazione di energia elettrica basati su fonti rinnovabili (FER) quali luce solare, vento, moti di masse d'acqua, ecc. Diffusione che sta avvenendo anche tramite impianti di piccola e media potenza per singole utenze, sempre più numerosi secondo il paradigma della Generazione Distribuita/Diffusa (GD) connessa alle reti MT e BT. Tale paradigma vede come particolare protagonista il Prosumer, un utente che è al tempo stesso consumatore e produttore di energia elettrica, e la cui produzione è finalizzata principalmente all'autoconsumo ovvero all'alimentazione dei carichi dello stesso utente, in ottica di elettrificazione dei consumi. L'utilizzo della produzione di un impianto FER elettrica può essere ottimizzato in funzione di specifiche esigenze (ad esempio: massimo autoconsumo complessivo oppure carichi prioritari): detta ottimizzazione viene realizzata attraverso EMS dedicato che può coincidere o essere coordinato con un BEMS.

Gli impianti a fonti di energia rinnovabile realizzabili presso edifici non riguardano solo la produzione di energia elettrica, ma anche quella di energia termica, principalmente: impianti a collettori solari termici e impianti a pompa di calore, anche geotermici. Questi impianti non producono energia elettrica, ma sistemi di controllo elettronici sono comunque necessari per la loro gestione e dispositivi elettrici (pompe) sono necessari per la vettorizzazione della potenza termica da essi prodotta.

Tabella 16: Criteri di impatto influenzati dagli impianti a fonti di energia rinnovabile (impianti FER)

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X			X	X		X

¹⁴ Per una panoramica specifica degli impianti di produzione e conversione fotovoltaica, comprensiva delle principali soluzioni tecniche, si rimanda alla Guida CEI 82-25 *Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica*. Nel contesto più specifico dello Smart Building si fa in particolare riferimento alle innovative tecnologie di moduli fotovoltaici integrati nelle strutture edilizie (facciate e coperture) quali i BIPV.

Per una panoramica generale sulle più diffuse fonti di energia elettrica utilizzate nell'ambito degli edifici, si rimanda alla Guida CEI 64-53 *Edilizia ad uso residenziale e terziario – Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici – Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale*.



Sistemi di accumulo di energia elettrica (EESS)¹⁵

L'esigenza di installare un sistema di accumulo può essere dettata da diverse ragioni:

- in presenza di generazione locale FER, tipicamente fotovoltaica e quindi di natura non programmabile, massimizzare l'autoconsumo dell'energia elettrica da essa prodotta e ottimizzare il bilanciamento tra produzione e consumi all'interno dell'impianto di Utenza o tra gli impianti di Utenza di un medesimo edificio o complesso;
- implementare una soluzione di backup in caso di blackout;
- incrementare la flessibilità complessiva dell'edificio tramite:
 - logiche di shift temporale dei carichi o di *curtailment* della potenza prelevata da rete,
 - offerta di servizi di rete al sistema elettrico;
- prioritizzazione di carichi specifici da alimentare attraverso impianti FER e sistemi di accumulo dell'energia elettrica EESS (p.e. pompe di calore, produzione di ACS, ricarica di veicoli elettrici).

Queste funzioni sono realizzate dal sistema di controllo del EESS, un Energy Management System (EMS), che a sua volta può essere messo a sistema (integrato funzionalmente) con l'impianto di produzione locale e/o con un BEMS (Building Energy Management System) che gestisce i servizi energetici dell'intero edificio.

Il quadro legislativo europeo (Direttiva 2018/2001/UE *sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili*, RED II, e la più recente Direttiva 2023/2413, RED III) indica chiaramente la necessità della massima diffusione di sistemi di accumulo sulla rete elettrica per permettere la più ampia ed efficace diffusione delle FER elettriche, delle configurazioni di Autoconsumo Collettivo e di Comunità Energetiche Rinnovabili, nonché per massimizzare la flessibilità delle singole utenze e contribuire attivamente al balancing del sistema elettrico.

Tabella 17: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di accumulo di energia elettrica (EESS)

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X		X			X	X		X

¹⁵ Per la definizione di "sistemi di accumulo di energia elettrica" si rimanda alle norme CEI 0-16 e CEI 0-21. Per una descrizione di maggior dettaglio degli EESS si rimanda alle norme della famiglia CEI EN IEC e CEI IEC/TS 62933.

Per una panoramica generale sull'integrazione tra BESS e FER elettriche nell'ambito degli edifici, si rimanda alla Guida CEI 64-53 *Edilizia ad uso residenziale e terziario – Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici – Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale, e alla norma CEI 64-8/8-2 Impianti elettrici a bassa tensione di utenti attivi (prosumer).*



Impianti di ricarica dei veicoli elettrici

La mobilità elettrica costituisce un ambito di primaria importanza vista la sempre più rapida diffusione dei veicoli alimentati a batteria e gli obiettivi delle nuove direttive europee. Le soluzioni di ricarica innovative che permettono di sfruttare al meglio tutta la potenza disponibile sono abilitate dal controllore dell'infrastruttura di ricarica (CIR)¹⁶, il quale, integrato con il sistema di gestione e controllo dell'edificio, attraverso le sue funzioni di power management consente di:

- rendere disponibili risorse di modulazione affinché il RO ("remote Operator") possa offrire/richiedere servizi ancillari;
- contribuire alla sicurezza del sistema elettrico fornendo i servizi di rete in condizioni di sotto-frequenza, sospendendo la ricarica del veicolo elettrico;
- raccogliere i dati relativi alla misura della potenza prelevata dall'infrastruttura di ricarica, alla potenza scambiata con la rete al punto di connessione e, opzionalmente, alla potenza prelevata ed immessa da eventuali generatori presenti (anche grazie a dispositivi utente che comunicano in Chain 2 con i misuratori);
- ottimizzare la potenza destinata alla ricarica dei veicoli elettrici, in funzione dell'assorbimento degli altri carichi (utilizzatori) presenti nell'utenza e dell'eventuale produzione locale di energia elettrica;
- regolare in maniera dinamica e parametrizzabile la potenza, prelevata dalla rete per la ricarica della batteria del veicolo.

Le innovative stazioni di ricarica dei veicoli elettrici offrono inoltre la connettività necessaria per assicurare autenticazione e autorizzazione degli utenti alla stazione di ricarica, generazione di report sullo stato di carica dell'auto elettrica, allocazione costi ai singoli utenti ed effettuare manutenzione remota. Attraverso tali stazioni, la ricarica può essere ottimizzata inoltre tramite i segnali di rete e i veicoli elettrici possono operare come fornitori/accumulatori di energia elettrica anche per gli edifici intelligenti (ad esempio attraverso le tecnologie V2I, Vehicle to Infrastructure, o V2B, Vehicle to Building).

Tabella 18: Criteri di impatto influenzati dagli impianti di ricarica dei veicoli elettrici

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X		X		X	X	X		X

¹⁶ Allegato X norma CEI 0-21



Gruppi statici di continuità UPS

Lo scopo dei gruppi statici di continuità (UPS) è proteggere dai disturbi elettrici gli apparati informatici e gli asset a valore attraverso il monitoraggio energetico, garantendo la sicurezza e la resilienza dell'impianto elettrico, la continuità di servizio e la flessibilità degli impianti per sopperire alle potenziali variazioni di destinazione d'uso a fronte di situazioni di emergenza. Tali disturbi possono essere dovuti a picchi di tensione che potrebbero danneggiare gli apparati così come micro-interruzioni e interruzioni di alimentazione che ne causerebbero lo spegnimento incontrollato. L'UPS permette il monitoraggio continuo della qualità dell'energia, la correzione delle armoniche e l'abbattimento della potenza reattiva per offrire un'alimentazione sicura ai dispositivi ad esso collegati. Specifici UPS possono essere utilizzati come riserva di energia per l'alimentazione delle utenze privilegiate normalmente destinate alla "safety", come ad esempio impianti di illuminazione di sicurezza. I gruppi di continuità devono essere provvisti di scheda di rete idonea al monitoraggio da remoto dello stato di funzionamento ed alla segnalazione di eventuali anomalie o guasti. Attraverso protocolli di comunicazione standard e aperti è possibile interconnettere l'impianto con il sistema di gestione e controllo dell'edificio (BMS).

Tabella 19: Criteri di impatto influenzati dai gruppi statici di continuità UPS

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X			X	X		X

2.2.8 Safety

I sistemi di safety devono essere realizzati in accordo alle rispettive norme tecniche di impianto e sottoposti 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.

Si sottolinea che la regolare verifica, controllo e manutenzione di questi sistemi, come ad esempio gli impianti antincendio e di illuminazione di sicurezza, compresa la corretta compilazione del "registro dei controlli periodici" è fondamentale per assicurarne la perfetta funzionalità nell'istante in cui è richiesto l'intervento in "emergenza".

I sistemi di safety possono comunicare delle informazioni di valore quando sono integrati in una piattaforma BMS, per migliorare l'efficienza operativa e la sicurezza degli edifici sia in tempo reale che in logica di manutenzione predittiva.



Impianti di rivelazione incendi

Gli impianti di rivelazione incendi sono finalizzati a rivelare, automaticamente o manualmente, un principio di incendio e a 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.

L'integrazione di questi impianti in un sistema BMS consente la notifica delle informazioni ad un livello superiore di supervisione, che possa avere in tempo reale una visione più ampia dello scenario grazie alle ulteriori informazioni provenienti da altri impianti dello stesso sito, come ad esempio quello di videosorveglianza o di distribuzione elettrica. In questo modo, ad esempio, sarà possibile monitorare l'effettiva presenza di persone, il corretto comportamento degli impianti in condizioni di emergenza, come il sistema di ventilazione, l'indicazione delle uscite di emergenza o il funzionamento degli ascensori.

Il ruolo del BMS non è quello di agire direttamente sull'impianto di rivelazione incendi, ma di coordinare le informazioni provenienti da più impianti tecnologici migliorando la cognizione situazionale e il supporto decisionale per eventuali interventi locali.

Il BMS inoltre consente una effettiva rivelazione precoce degli incendi monitorando tutti gli impianti tecnologici di edificio, come ad esempio gli impianti elettrici per i quali è possibile rivelare con sensoristica dedicata anche la fase potenziale di innesco, caratterizzata ad esempio dal fenomeno dell'arco elettrico.

Tabella 20: Criteri di impatto influenzati dagli impianti di rilevazione incendi

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
	X		X		X		X		X

Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

I sistemi di evacuazione fumo e calore consentono di far defluire verso l'esterno di un edificio una parte del fumo e del calore che si sviluppano all'interno durante un incendio.

Il monitoraggio del loro funzionamento prima che si manifesti un incendio è fondamentale, così come il corretto azionamento nel caso sia presente un sistema ad evacuazione forzata. Per questo la centralizzazione di queste informazioni in un unico punto di supervisione e controllo come il BMS, insieme alle informazioni provenienti da altri impianti tecnologici dell'edificio, ha un impatto positivo dal punto di vista della facilità d'uso e della previsione dei guasti.



Tabella 21: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
	X		X				X		X

Impianti di illuminazione di sicurezza

L'implementazione di soluzioni digitali, integrate e connesse ai sistemi di gestione e controllo degli edifici (BMS), appositamente progettate mediante l'ausilio di piattaforme IoT (Internet of Things), di protocolli nativi (Modbus e BACnet i più comuni) e l'interoperabilità tra le centrali di controllo dell'impianto di illuminazione d'emergenza ed i sistemi BMS/BEMS, permette di sfruttare tutti i vantaggi delle nuove tecnologie per aumentare la sicurezza delle persone grazie ad una migliore affidabilità e prontezza di risposta dell'impianto di illuminazione d'emergenza. Tali soluzioni potrebbero essere in grado di permettere un'ottimale gestione degli apparecchi di illuminazione d'emergenza attraverso:

- l'esecuzione automatica delle verifiche ed i controlli richiesti dalle leggi e norme tecniche;
- la segnalazione degli apparecchi guasti e la redazione di test report digitali da allegare al Registro dei controlli periodici, con dati disponibili in forma digitale anche in Cloud;
- la facilitazione delle operazioni di manutenzione e l'indicazione sulla planimetria dell'edificio del luogo di installazione degli apparecchi;
- l'invio di messaggi di allarme e di segnalazioni specifiche ai manutentori, facility manager e proprietà degli edifici, per massimizzare la continuità di servizio con la pianificazione efficiente delle proprie attività e/o ridurre i tempi di ripristino in caso di interventi su guasto e per manutenzione;
- il conseguimento di benefici incrementali sulla sicurezza del parco installato attraverso un'unica interfaccia/piattaforma per una gestione più efficace degli impianti di sicurezza;
- la conformità ai requisiti di cogenza riferiti alle attività di verifica e controllo periodico degli impianti;
- l'ottimizzazione dei costi di gestione e di esercizio degli impianti



Tabella 22: Criteri di impatto influenzati dagli impianti di illuminazione di sicurezza

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X		X		X		X		X

Sistemi di allarme vocale per applicazioni di emergenza

I sistemi di allarme vocale per applicazioni di emergenza sono destinati principalmente a diffondere informazioni per la protezione delle vite umane all'interno di una o più aree specifiche di un edificio, all'interno o all'esterno di una struttura, durante un'emergenza.

Tali sistemi possono funzionare automaticamente o manualmente, dopo che il pericolo è stato individuato, avvisando gli occupanti dello stesso per un'evacuazione sicura e ordinata dall'edificio.

Il monitoraggio del loro funzionamento prima che si manifesti un evento critico è fondamentale, così come il controllo del loro corretto azionamento in funzione delle logiche di evacuazione che lo specifico evento in corso deve generare. Per questo la centralizzazione di queste informazioni in un unico punto di supervisione e controllo come il BMS, insieme alle informazioni provenienti da altri impianti tecnologici dell'edificio, ha un impatto positivo dal punto di vista della facilità d'uso e della previsione dei guasti.

Tabella 23: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di allarme vocale per applicazioni di emergenza

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
	X		X		X		X		X

2.2.9 Security

I sistemi di security sono progettati per garantire la protezione di beni, persone e edifici, così come la tutela del patrimonio aziendale o il controllo di determinate aree.



I benefici dei sistemi di security sono principalmente legati al loro effetto deterrente, come strumento di supporto agli interventi in tempo reale da parte degli operatori e anche come strumento di analisi a posteriori in fase investigativa da parte di personale autorizzato.

Come nel caso della safety, i sistemi di security possono comunicare delle informazioni di valore quando sono integrati in una piattaforma BMS, per migliorare l'efficienza operativa ed energetica e la sicurezza degli edifici sia in tempo reale che in logica di manutenzione predittiva.

Sistemi di videosorveglianza VSS

Un sistema di videosorveglianza (Video Surveillance System – VSS) deve essere progettato ed installato in conformità non solo alla norma tecnica, ma anche ai principi della legislazione vigente in materia di protezione dei dati personali e di controllo a distanza dei lavoratori.

La sua integrazione con gli altri sistemi di sicurezza dell'edificio, come i sistemi di controllo accessi, di allarme intrusione e rapina, di rivelazione incendi o di illuminazione di emergenza, consente di aumentare l'attenzione degli operatori nei confronti di zone dell'edificio in cui si svolgono delle attività potenzialmente critiche o che segnalino situazioni anomale, come un varco lasciato aperto per un tempo eccessivo, un'uscita di sicurezza ostruita, un sovraccarico elettrico o un principio di incendio.

La tecnologia adottata dai dispositivi di acquisizione e analisi delle immagini per le finalità di sorveglianza e sicurezza di beni, persone o edifici, può essere impiegata per generare informazioni utilizzabili anche da altre applicazioni, grazie ad algoritmi di analisi del contesto che convertono le immagini in metadati. Il conteggio delle persone o l'analisi del flusso delle persone in un edificio, senza identificazione degli individui, sono ad esempio informazioni utili ad una piattaforma di supervisione e controllo come il BMS, con un impatto positivo dal punto di vista dell'efficienza operativa potendo comunicare l'effettiva presenza di persone e quindi l'occupazione degli spazi all'interno dei diversi ambienti di un edificio.

Tabella 24: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di videosorveglianza VSS

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
	X		X		X		X	X	X

Sistemi di controllo accessi

Un sistema di controllo accessi offre la possibilità di controllare, monitorare, localizzare e limitare il movimento di persone, beni o veicoli, dentro, fuori e attorno ad un sito, un edificio o un'area specifica, in funzione di criteri di autorizzazione definiti e associati al possesso di credenziali di identificazione. I dispositivi che permettono di identificare un soggetto che chiede l'accesso ad una



struttura sono tipicamente rappresentati da lettori di credenziali, che possono non solo richiedere la volontarietà dell'atto di identificazione in prossimità del varco di accesso, ma anche riconoscere automaticamente il possesso di specifiche credenziali di tipo biometrico o di supporti attivi come tag RFID e telefonia mobile.

Le informazioni generate da un sistema di controllo accessi possono essere messe al servizio anche di ulteriori applicazioni differenti dalla security, come ad esempio la gestione dinamica dei parcheggi, il tracciamento e la localizzazione di beni aziendali necessari allo svolgimento delle attività lavorative, il corretto utilizzo di beni o macchinari da parte di personale qualificato, così come la localizzazione delle persone in tempo reale in caso di eventi critici per consentire agli operatori di sicurezza di effettuare una verifica accurata della presenza di persone durante le situazioni di evacuazione di emergenza.

Le informazioni relative alla presenza di persone in determinati spazi o allo stato di apertura di un varco in ambienti specifici possono essere infine sfruttate da un sistema BMS, al fine di regolare il funzionamento degli impianti aereali o di illuminazione in base alle reali esigenze di occupazione e di comprendere la causa di eventuali consumi energetici anomali, che possono essere indipendenti dall'efficienza di questi impianti o dalle condizioni climatiche esterne.

Tabella 25: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di controllo accessi

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X		X		X	X	X

Sistemi di allarme intrusione e rapina

Un sistema di allarme intrusione e rapina è finalizzato a rilevare e segnalare localmente e/o remotamente effrazioni e accessi non autorizzati in ambienti protetti, attivando eventualmente l'intervento di personale professionalmente preparato.

La centralizzazione delle informazioni relative allo stato di inserimento di questo sistema in un unico punto di supervisione e controllo come il BMS, insieme alle informazioni provenienti da altri impianti tecnologici dell'edificio, ha un impatto positivo dal punto di vista dell'efficienza energetica potendo comunicare l'effettiva presenza di persone e quindi occupazione degli spazi all'interno dei diversi ambienti di un edificio.



Tabella 26: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di allarme intrusione e rapina

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X		X			X	X

Sistemi di intercomunicazione di edificio

Un sistema di intercomunicazione consente alle persone di comunicare tra loro in tempo reale e in maniera bidirezionale, anche se si trovano in posizioni diverse all'interno dello stesso edificio o di diverse strutture collegate.

I sistemi di intercomunicazione riguardano sia le soluzioni relative agli impianti di citofonia e videocitofonia per gli edifici di uso civile comune, sia le applicazioni interfoniche che richiedono requisiti di sicurezza avanzata. La centralizzazione di queste informazioni in un unico punto di supervisione e controllo come il BMS, insieme alle informazioni provenienti da altri impianti tecnologici dell'edificio, ha un impatto positivo dal punto di vista della sicurezza, dell'efficienza operativa e della previsione dei guasti.

Tabella 27: Criteri di impatto influenzati dai sistemi di intercomunicazione di edificio

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
	X		X		X			X	X

2.2.10 Cybersecurity

La sicurezza informatica può essere definibile come aspetto di integrità e conservazione dei dati, oltre che garanzia di gestione delle informazioni, secondo elementi di riservatezza.

Per questo, l'ambiente di applicazione deve necessariamente comprendere tutti i dispositivi connessi ad infrastrutture di trasmissione ed archiviazione dei dati, il software ed i processi di scambio delle informazioni; sia in situazioni M2M che in contesti d'interazione tra le persone ed i dispositivi tecnologici dei vari sistemi.



Qualsiasi link connesso ad un dispositivo, se non correttamente contestualizzato a specifici parametri (es: caratteristiche dei dispositivi, policy di configurazione, architettura e collegamento alla rete LAN/WAN) potrebbe rappresentare una pericolosa “Back Door” per attacchi informatici.

Una circostanza questa che, oltre ai gravi problemi operativi e di sicurezza aziendale, potrebbe anche essere conseguenza di eventuali sanzioni amministrative, previste dall’attuale regolamento europeo sulla Privacy (G.D.P.R.)¹⁷.

Dunque, l’architettura HW e tutti i processi integrati ed interoperabili, all’interno di uno Smart Building, oltre ad ottimizzare le funzionalità ed evitare malfunzionamenti, devono anche essere in grado di prevenire ed eliminare eventuali problemi relativi alla sicurezza informatica.

La norma ISO/IEC 27032 – “Tecnologia dell’informazione - Tecniche di sicurezza - Linee guida per la sicurezza informatica”, rappresenta uno degli standard utili alla trattazione dell’argomento.

Reti di comunicazione

La digitalizzazione delle informazioni e la loro condivisione, alla base del funzionamento di un moderno Smart Building, richiede un processo più ampio nella progettazione dei sistemi tecnologici. Tra gli elementi necessari, a tale processo, occorre considerare anche un’analisi specialistica ed una validazione “IT/OT”, finalizzata a verificare la corretta rispondenza delle soluzioni, a requisiti di: connettività, interoperabilità e di cybersecurity. L’elemento indispensabile per un corretto risultato nell’integrazione dei sistemi deve prevedere che le tecnologie di comunicazione applicate (architettura, sistemi, protocolli, infrastrutture, etc.) siano progettate e realizzate per massimizzare lo scambio delle informazioni, in modo sicuro ed efficiente.

Tale processo, in relazione all’evoluzione tecnica e normativa, non potrà più essere considerato come propedeutico all’infrastruttura di connettività in ambito esclusivo “Office” (es. PC, stampanti, telefoni, access point, etc.) ma dovrà necessariamente comprendere le interconnessioni verso tutti i sistemi presenti all’interno di un edificio (es. sistemi di videosorveglianza e controllo accessi, sistemi digitali audio/video, illuminazione, automazione, termoregolazione, metering, sistemi di sicurezza, SCADA).

Le reti di comunicazione e l’interscambio dei dati, tra i dispositivi, diventano così un elemento trasversale, che può incidere significativamente su tutti i criteri di impatto, dal momento che la loro valenza si riflette su tutti i sistemi di edificio ed è alla base della possibile implementazione di funzionalità e servizi. Per questo motivo risulta fondamentale effettuare scelte in grado di minimizzare eventuali situazioni di obsolescenza precoce delle soluzioni, sia tecniche che in ambito normativo e legislativo.

¹⁷ [REGOLAMENTO \(UE\) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679) (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679)



Tabella 28: Criteri di impatto influenzati dalle reti di comunicazione

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Cablaggio strutturato

La necessità di implementare alcuni aspetti normativi e le conseguenti funzionalità, vedono nel cablaggio strutturato l'infrastruttura ideale per la razionalizzazione della connettività e lo scambio dei dati tra i vari dispositivi, presenti in uno smart building, ed afferenti ai diversi sistemi tecnologici.

Infatti, l'esigenza di una connettività diffusa e la possibilità di ridurre o unificare i protocolli di comunicazione (es. Ethernet, TCP/IP), concorre a ripensare il ruolo del cablaggio strutturato, da applicazione prevalentemente "ICT office", ad architettura principale ed univoca nella distribuzione delle connessioni di rete per tutti i dispositivi dei sistemi di edificio (es. ICT, AV, BACS, BMS, TBM).

Questo scenario evidenzia come le scelte progettuali, le modalità di realizzazione e la selezione delle componenti del cablaggio strutturato, debbano essere eseguite tenendo conto del percorso di convergenza, tra le soluzioni derivanti dal mondo ICT ed i sistemi di Building Automation.

Infatti, in ambito di Smart Building, potrebbe risultare di particolare interesse la possibilità di implementare nuovi prodotti e/o standard (es. SPE-Single Pair Ethernet, PoE++ [802.3 bt], PoE Lighting, LiFi, SDVoE), sulle infrastrutture, nuove o esistenti, correttamente dimensionate e con caratteristiche tali da garantire l'adeguata connettività, funzionalità ed espandibilità.

Tabella 29: Criteri di impatto influenzati dal cablaggio strutturato

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Edge computing

L'implementazione di soluzioni di Smart Building, con dotazioni funzionali e servizi integrati, possono richiedere una maggiore quantità di dati di interscambio tra i dispositivi e/o gli occupanti.

Questa caratteristica, oltre a richiedere throughput trasmissivi adeguati, in sede locale (LAN), devono considerare la capacità delle connessioni remote (WAN) e gli aspetti di ridondanza ai guasti ed alla conseguente possibile perdita di connettività verso i dispositivi remoti (Cloud).

Elementi di valutazione come l'interruzione di servizi e di operatività all'interno dell'edificio, l'effettiva necessità di remotizzare informazioni con esclusiva finalità ed utilizzo on-site e l'esigenza specifica di trasmettere in real-time i dati verso dispositivi remoti, contribuiscono a stabilire priorità e schema dell'architettura di sistema, in modo ottimizzato e maggiormente affidabile e funzionale.

L'applicazione di soluzioni di Edge Computing, nella gestione dei processi e delle informazioni di uno Smart Building, contribuiscono a migliorare le caratteristiche di affidabilità e performance, specialmente se vengono abbinate anche a soluzioni in Cloud.

Le applicazioni Edge, di tipo distribuite, prevedono normalmente un numero di apparati informatici installati all'interno dell'edificio stesso (ad esempio: server, storage, switch, router o soluzioni iperconvergenti) che gestiscono la trasmissione, l'elaborazione e la memorizzazione delle informazioni, prevalentemente in modo locale. Tali infrastrutture informatiche, si fanno carico delle applicazioni e dei processi di gestione e governo dell'edificio, che per motivi di continuità operativa, tempi ristretti di polling nell'interscambio delle informazioni, non possono essere totalmente basate su soluzioni di Cloud Computing.

Questo tipo di architettura consente di ottimizzare molti degli aspetti di condivisione delle informazioni verso i dispositivi remoti (es. server e storage), come l'invio di dati già elaborati localmente e quindi filtrati ed in forma aggregata. Allo stesso modo, in caso di fault delle connessioni geografiche, i processi e le informazioni sono gestite dai dispositivi locali, i quali provvedono automaticamente all'invio ed al mirror dei dati, al ripristino della connettività remota.

Nello studio ed implementazione di architetture di sistema è di fondamentale importanza dimensionare correttamente i locali tecnici, che dovranno ospitare le apparecchiature e gli armadi del cablaggio strutturato (Distribuzione di Comprensorio - CD, Distribuzione di edificio BD, Distribuzione di piano - FD).

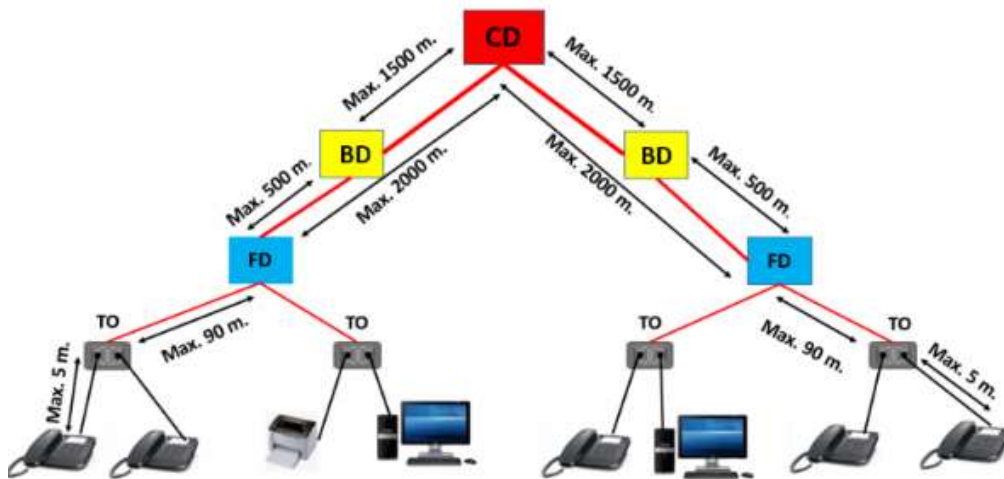


Figura 4: Esempio di architettura per applicazione di soluzioni Edge Computing

Le valutazioni devono tener conto degli apparati che dovranno essere installati e di possibili espansioni o implementazione di tecnologie emergenti. Su questo aspetto, è di fondamentale importanza considerare anche gli spazi necessari per la movimentazione, l'installazione e la manutenzione dei dispositivi, oltre che al corretto dimensionamento delle linee di alimentazione e dei sistemi di raffreddamento di tutti i locali tecnici, ed in particolar modo per i locali di tipo Micro Data Center (es. "Centri Stella" ICT/BACS) che sono normalmente adibite al contenimento dei server/storage e delle apparecchiature di rete WAN e LAN Core.

Tabella 30: Criteri di impatto influenzati dall'edge computing

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Micro Data Center

La migrazione in cloud, la digitalizzazione diffusa, le esigenze dell'industria 4.0 e la necessità della continuità di servizio legata alla disponibilità locale dei dati, che per vari motivi non possono essere remotizzati, sono alcuni tra i fenomeni che contribuiscono alla diffusione di applicazioni Edge Computing e Micro Data Center. L'infrastruttura informatica locale gestisce tipicamente processi critici vitali per l'attività svolta ed un fermo implica la sospensione delle attività locali (ad esempio per inaccessibilità dei dati o per mancanza di connessione). Agli elementi hardware tipicamente necessari per la realizzazione di un Micro Data Center, si aggiungono quelli che dipendono dalla criticità dell'installazione, dall'ambiente e dalle esigenze di monitoraggio:



- Sistema di monitoraggio ambientale (es. sensori di temperatura, umidità, presenza liquidi, fumo, apertura porte);
- Gestione dei carichi termici (ventilazione e/o condizionamento dell'armadio o della sala);
- Protezioni fisica e controllo accessi (della sala o dell'armadio stesso);
- Rivelazione e spegnimento incendi (della sala o dell'armadio stesso);
- Monitoraggio centralizzato da remoto e cybersecurity.

Il livello minimo di monitoraggio da remoto necessario per una corretta gestione dell'infrastruttura fisica a protezione di quella informatica richiede la presenza di schede di rete almeno per la parte di UPS (e/o distribuzione elettrica) e di monitoraggio ambientale in grado di generare allarmi e di interfacciarsi con il sistema di gestione e controllo dell'edificio (BMS). Tali elementi permettono di monitorare tramite i singoli elementi intelligenti connessi in rete l'alimentazione e le condizioni ambientali della sala e sono il livello minimo di monitoraggio richiesto. Al crescere della complessità e della criticità è necessario implementare un sistema di monitoraggio centralizzato che permetta di raccogliere all'interno di un'unica applicazione le informazioni dei diversi elementi. Il monitoraggio centralizzato può essere completato con un sistema di reportistica predittiva che fornisca informazioni non solo sullo stato di funzionamento dei diversi elementi, ma anche sul loro stato di salute, sulle performance e sugli interventi opportuni ad anticipare eventuali guasti.

Anche tali infrastrutture necessitano di particolare attenzione ai fini di concorrere all'efficienza energetica attraverso un'attenta scelta e dimensionamento dei seguenti elementi:

- Carico informatico;
- Sistema di condizionamento;
- Gruppo di continuità (UPS);
- Distribuzione elettrica, antincendio, illuminazione e servizi, altri impianti a servizio.

Tabella 31: Criteri di impatto influenzati dai micro data center

Criteri di impatto									
Efficienza energetica	Manutenzione e previsione dei guasti	Comfort	Facilità d' uso	Salute e benessere	Informazione agli occupanti	Flessibilità energetica	Safety	Security	Cybersecurity
X	X	X*	X	X	X		X		X

**se installato in ambienti non tecnici*



3. Valorizzazione dell'indicatore Smart Readiness Indicator, SRI

I contenuti legislativi sono di fondamentale importanza per trainare lo sviluppo e l'applicazione di soluzioni relative agli edifici intelligenti, considerando che soluzioni tecnologiche digitali e innovative sono disponibili e fruibili allo scopo.

Gli attuali obblighi legislativi nazionali (DM 26/06/2015) prevedono la necessità di dotare gli edifici non residenziali con alcune funzioni relative all'automazione dell'edificio (raggiungimento almeno della classe B della norma UNI EN 15232 attualmente sostituita dalla UNI EN ISO 52120-1). La nuova direttiva EPBD III (Direttiva per la prestazione energetica degli edifici 2018/844/UE¹⁸) riconosce la necessità di dotare gli edifici di sistemi tecnologici "intelligenti" e introduce un fattore "evolutivo" nella classificazione e valutazione delle loro prestazioni attraverso l'applicazione del nuovo parametro denominato "SRI" (Smart Readiness Indicator). Di fronte ad un processo che, in tempi molto rapidi, potrebbe trasformarsi da semplice visione innovativa ad obbligo tecnico/legislativo, occorre individuare eventuali percorsi obbligatori ed anticipare con razionalità molti degli aspetti che essi implicano (progettazione integrata, rischio obsolescenza precoce, ritorno dell'investimento - R.O.I.).

In questa ottica, il presente capitolo vuole offrire una panoramica sul tema dell'indicatore SRI con lo scopo di sensibilizzare ed indirizzare tutte le possibili figure professionali coinvolte nel possibile processo operativo di analisi ed applicazione.

3.1 Introduzione allo Smart Readiness Indicator

Una delle tematiche principali affrontate dalla Direttiva per la prestazione energetica degli edifici (2018/844/UE¹⁸) è di sviluppare l'utilizzo delle tecnologie pronte all'intelligenza ("smart ready") nel settore edifici.

L'intelligenza di un edificio si riferisce alla sua capacità di rilevare, integrare, interpretare, comunicare e rispondere attivamente in modo efficiente alle mutevoli condizioni in relazione al funzionamento dei sistemi tecnici per l'edilizia, all'ambiente esterno (comprese le reti energetiche) e alle richieste degli occupanti dell'edificio.

L'Unione Europea, a partire dalla prima emanazione della Direttiva EPBD (2002/91/CE) del 2002, ha considerato determinante attuare e definire un percorso di evoluzione normativa per l'efficientamento energetico degli edifici. Nelle prime fasi, l'area di maggiore focalizzazione della direttiva è stata maggiormente individuata nell'involucro edilizio. La roadmap di revisione della stessa ha successivamente introdotto l'aspetto di automazione dell'edificio e di monitoraggio dei sistemi tecnologici quale ulteriore elemento di contribuzione all'ottimizzazione dei consumi ed al raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica.

Nel 2017 la Commissione Europea ha avviato un **primo studio tecnico** per esaminare la possibile rilevanza e fattibilità a favore dell'introduzione di uno schema di valutazione atto a identificare la prontezza degli edifici all'intelligenza.

L'analisi per definire gli aspetti di un possibile indicatore è stata condotta da un consorzio composto da VITO NV, Waide Strategic Efficiency, Ecofys e Offis5.

¹⁸ [Direttiva per la prestazione energetica degli edifici \(2018/844/UE\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG) (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.156.01.0075.01.ENG)



Durante questa prima fase sono stati identificati una serie di principi guida per definire la metodologia di calcolo, tra cui il concetto di neutralità tecnologica, l'utilizzo di informazioni e dati tangibili, la definizione dei parametri necessari per determinare una completa analisi (domini tecnici, criteri di impatto, funzionalità chiave e livelli di funzionalità), oltre che la possibilità di introdurre ulteriori elementi fattoriali di adeguamento.

Da questo primo studio e con l'emanazione della EPBD III (2018/844/UE¹⁸), con l'articolo 8 è stato introdotto il quadro normativo di valutazione della prontezza all'intelligenza degli edifici attraverso il nuovo indicatore, denominato SRI (Smart Readiness Indicator), che consente di valutare la capacità degli edifici (o delle unità immobiliari) di adattare il loro funzionamento alle esigenze dell'occupante, ottimizzando anche l'efficienza energetica, le prestazioni complessive e di adeguare il loro funzionamento in relazione a segnali provenienti dalla rete (flessibilità energetica), in un possibile contesto evolutivo di distretti, città e reti intelligenti.

Con un **secondo studio tecnico** concluso nel 2020, a seguito di una ulteriore fase di test, sono state perfezionate e razionalizzate la metodologia e i parametri precedentemente individuati attraverso la pubblicazione del report finale sull'indicatore SRI della Commissione Europeo⁷. Come previsto dall'art. 8 dell'EPBD III (844/2018), per istituire lo Smart Readiness Indicator sotto forma di un sistema comune europeo facoltativo, la Commissione Europea ha adottato i Regolamenti Delegato (EU 2020/2155¹⁹) ed Esecutivo (EU 2020/2156²⁰), nei quali sono definiti rispettivamente il quadro metodologico di calcolo dell'indicatore e delle eventuali modalità di attuazione del nuovo indicatore da parte dei singoli Stati membri.

Vista la complessità e le possibili differenziazioni climatiche ed urbane esistenti tra i paesi comunitari, è stata predisposta una **terza fase di verifica** (2021-2023), attraverso l'utilizzo volontario di un pacchetto di valutazione aggiornato, al termine della quale verranno valutati e adottati gli eventuali elementi correttivi e/o integrativi. Allo stesso modo, l'analisi sui dati acquisiti dovrà anche verificare eventuali considerazioni tecniche ed economiche che potrebbero differenziare l'adozione dei criteri SRI su nuove costruzioni, ristrutturazioni o come semplice ammodernamento ("retrofit") di edifici esistenti.

3.2 Obiettivi, vantaggi e benefici dello Smart Readiness Indicator

Gli edifici ricoprono un ruolo fondamentale nel trinomio transizione energetica, ecologica e digitale grazie alla possibilità che hanno di:

- partecipare attivamente al regime di gestione della domanda nella loro capacità di stoccaggio di calore e freddo e di uso differito nel tempo di determinati apparecchi;
- produrre e stoccare l'energia da fonti rinnovabili in condivisione e in autoconsumo;
- partecipare al mercato elettrico, ai meccanismi di "Capacity Market" e ai servizi di flessibilità tra cui anche la "Demand-Response".

L'indicatore SRI, grazie alla completa integrazione dei domini tecnologici presenti al suo interno, aumenterà la consapevolezza dei benefici delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) intelligenti, come i sistemi per l'automazione, il monitoraggio elettronico ed il controllo degli edifici, in termini di efficienza energetica, comfort e sicurezza, rendendo il loro valore aggiunto più

¹⁹ [Regolamento Delegato \(EU 2020/2155\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32020R2155) (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32020R2155)

²⁰ [Regolamento Esecutivo \(EU 2020/2156\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32020R2156) (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32020R2156)



tangibile per gli attori del settore e motivando tutte le parti interessate (utenti, proprietari, amministratori, inquilini e fornitori di servizi) ad accelerare gli investimenti in queste tecnologie.

Attraverso l'implementazione dell'indicatore SRI, la Commissione Europea intende sostenere l'adozione dell'innovazione tecnologica nel settore delle costruzioni, stimolando l'integrazione delle tecnologie intelligenti negli edifici.



Figura 5: Vantaggi delle tecnologie intelligenti negli edifici⁷

Il vantaggio offerto da questa nuova modalità di classificazione degli edifici, con estesi parametri qualitativi, favorisce gli aspetti ambientali (maggiore presenza di edifici ad alta efficienza – Edifici a zero emissioni, “ZEB”, e/o Edifici a energia positiva, “PEB”) e una più accurata e realistica possibilità di valutazione economica del patrimonio immobiliare (e degli eventuali investimenti) comprendendo una più ampia e prospettica potenzialità dell'immobile stesso.

Dovendo definire gli elementi che concorrono a determinare l'intelligenza di un edificio, bisogna fare riferimento alla capacità dei sistemi tecnologici installati di rilevare, analizzare e predisporre autonomamente le azioni necessarie per generare la miglior condizione di efficienza energetica e funzionale, sulla base di parametri ambientali interni/esterni e di occupazione.

L'impiego di nuove tecnologie ed una maggiore integrazione e condivisione dei dati tra i dispositivi è indispensabile per poter realizzare edifici con sistemi di automazione dinamici che, attraverso una costante supervisione e regolazione, consentono la riduzione dei consumi energetici e la possibilità di una maggiore interazione degli occupanti nell'uso degli spazi e dei servizi/utility (comfort, funzionalità, personalizzazione, etc.).

La Commissione Europea ha valutato diversi scenari di impatto potenziale dell'indicatore SRI a livello Europeo in termini di riduzione di emissioni CO₂, da circa 9 milioni a oltre 30 milioni di tonnellate, e risparmio di energia primaria al 2050, da circa 55 TWh/anno a 219 TWh/anno²¹.

L'applicazione di sistemi di produzione da fonti rinnovabili con accumulo dell'energia favorisce la costruzione di edifici ad energia positiva (PEB) rendendo più efficiente e flessibile anche la gestione e lo scambio dell'energia tra l'edificio e la rete di distribuzione, oltre che la creazione di eventuali comunità energetiche.

²¹ [Scheda informativa sullo Smart Readiness Indicator](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2022-03/SRI-Factsheet-20220313.pdf) (https://energy.ec.europa.eu/system/files/2022-03/SRI-Factsheet-20220313.pdf)



L'adozione del parametro SRI deve essere vista in un contesto più generale di trasformazione tecnologica che vede un forte sviluppo nella digitalizzazione ed un incremento di connettività tra i dispositivi. L'integrazione tra il mondo informatico e quello dell'automazione di edificio diventa così un processo necessario ed univoco per il raggiungimento degli obiettivi indicati dallo Smart Readiness Indicator.

Allo stesso modo, gli aspetti di contribuzione all'efficienza energetica, attraverso l'utilizzo di sistemi elettrici per la casa e l'edificio ("HBES") e sistemi di automazione e controllo dell'edificio ("BACS"), già sviluppati con la norma UNI EN 15232 (ed. 2012 e 2017) attualmente sostituita dalla UNI EN ISO 52120-1(2022), devono essere considerati come parte integrante di una nuova e più complessa analisi che tenga conto anche degli elementi di sostenibilità e di un modello di design incentrato sull'uomo per lo sviluppo degli spazi e delle funzionalità di un edificio.

3.3 Evoluzione della normativa relativa all'automazione degli edifici: dai BACS allo Smart Readiness Indicator

Lo Smart Readiness Indicator è l'evoluzione di un processo di valutazione dell'automazione e dell'intelligenza degli edifici (figura 6). Fino ad oggi, infatti, l'unico modo per quantificare il grado di automazione degli edifici è l'utilizzo della norma UNI EN 15232 (ed. 2012 e 2017), attualmente UNI EN ISO 52120-1. Grazie a questa norma è possibile classificare l'automazione degli edifici, ma solo con 4 livelli (Classe A, Classe B, Classe C, Classe D), che già oggi si sono rivelati insufficienti. Con l'adozione dell'indicatore SRI, la classificazione verrebbe estesa a 7 livelli in funzione del risultato totalizzato (A: 90 - 100%; B: 80 - 90%; C: 65 - 80%; D: 50 - 65%; E: 35 - 50%; F: 20 - 35%; G: <20%, Regolamento Delegato¹⁹, allegato VIII).

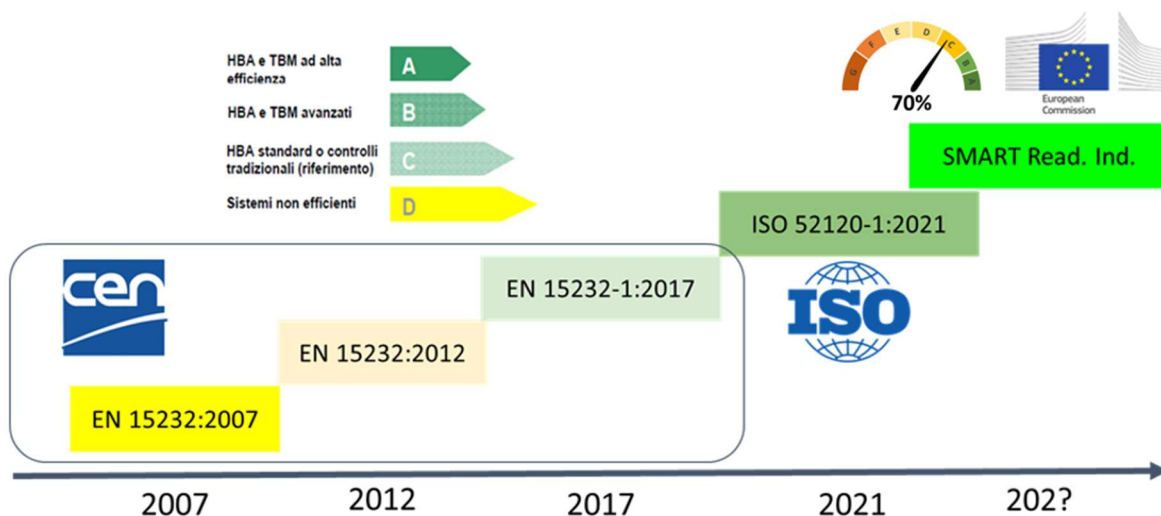


Figura 6: Evoluzione della normativa BACS

Serve un metodo per avere una classificazione più precisa e specifica in modo tale che il livello di intelligenza di un sistema e di un edificio sia una caratteristica tecnica verificabile e non solo un discutibile slogan commerciale.

Lo Smart Readiness Indicator è un progetto che avrà in questi anni un suo processo di evoluzione dettato dall'evoluzione sia delle tecnologie che dalle logiche che le sfruttano in termini di efficienza energetica di impatto ambientale al fine di avere dei sistemi edilizi ad emissioni nulle. Nella nuova proposta della direttiva europea sulla prestazione energetica degli edifici, attualmente in fase di



approvazione, l'indicatore di prontezza degli edifici all'intelligenza potrebbe essere introdotto a livello obbligatorio a partire dal 2025 per edifici non residenziali aventi una certa taglia di potenza termica degli impianti.

3.4 Elementi principali dello Smart Readiness Indicator

La Commissione Europea ha consolidato la metodologia di calcolo dello Smart Readiness Indicator proponendo un catalogo di 54 servizi intelligenti, 3 diversi metodi di calcolo (metodi A, B, C descritti al successivo capitolo 8) ed i possibili percorsi di attuazione per gli Stati Membri.

In particolare, come riportato dall'art. 4 e dagli allegati da I a IV del Regolamento Delegato¹⁹, per valutare l'indicatore SRI di un edificio, o di una unità immobiliare, possono essere utilizzati punteggi disaggregati, espressi in percentuale, associati ad uno o a tutti i seguenti elementi:

- a) tre funzionalità chiave, definite nell'allegato I del Regolamento Delegato¹⁹:
 - i. la capacità di mantenere l'efficienza energetica e il funzionamento dell'edificio mediante l'adattamento del consumo energetico, ad esempio usando energia da fonti rinnovabili;
 - ii. la capacità di adattare la propria modalità di funzionamento in risposta alle esigenze dell'occupante, prestando la dovuta attenzione alla facilità d'uso, al mantenimento di condizioni di benessere igrotermico degli ambienti interni e alla capacità di comunicare dati sull'uso dell'energia;
 - iii. la flessibilità della domanda di energia elettrica complessiva di un edificio, inclusa la sua capacità di consentire la partecipazione alla gestione attiva e passiva, nonché la gestione della domanda implicita ed esplicita, della domanda relativamente alla rete, ad esempio attraverso la flessibilità e le capacità di trasferimento del carico.



Figura 7: Funzionalità chiave dello Smart Readiness Indicator⁷

- b) nove domini tecnici, definiti nell'allegato IV del Regolamento Delegato¹⁹:
 - i. riscaldamento;
 - ii. acqua calda sanitaria;
 - iii. raffrescamento;
 - iv. ventilazione;



- v. illuminazione;
- vi. involucro dinamico dell'edificio;
- vii. elettricità;
- viii. ricarica dei veicoli elettrici;
- ix. monitoraggio e controllo.

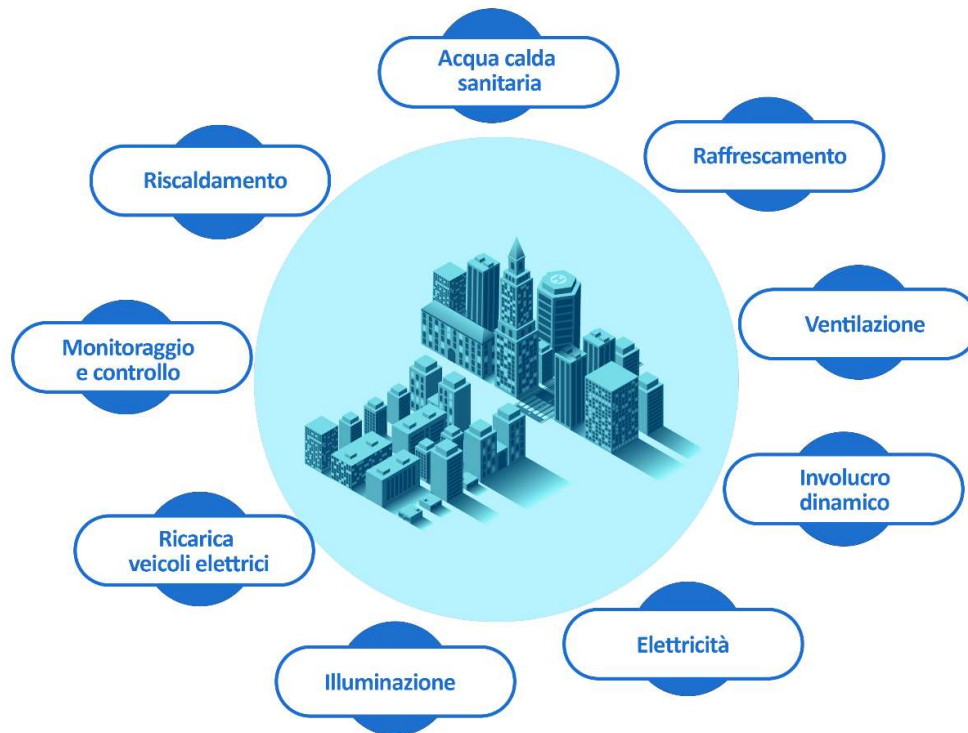


Figura 8: Domini tecnici dello Smart Readiness Indicator⁷

- c) sette criteri d'impatto, definiti all'allegato II del Regolamento Delegato¹⁹:
- i. efficienza energetica;
 - ii. manutenzione e previsione dei guasti;
 - iii. comfort;
 - iv. facilità d'uso;
 - v. salute e benessere;
 - vi. informazione agli occupanti;
 - vii. flessibilità per la rete e stoccaggio.

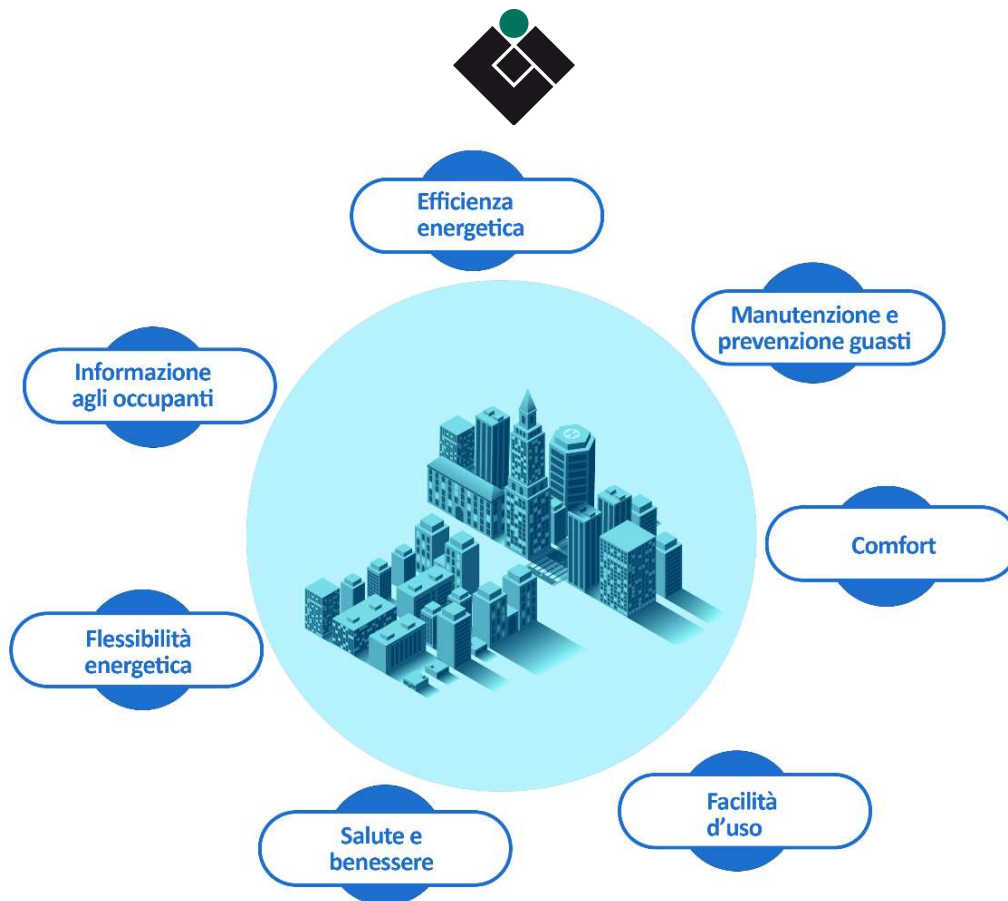


Figura 9: Criteri di impatto dello Smart Readiness Indicator⁷

3.5 Elementi non inclusi nello Smart Readiness Indicator ma da tenere in considerazione per una sua completa efficacia

All'interno di un edificio intelligente, e di conseguenza nella valutazione dell'indicatore di prontezza all'intelligenza di un edificio, non devono mancare quei servizi che fanno riferimento e che impattano le categorie di:

- safety;
- security;
- cybersecurity.

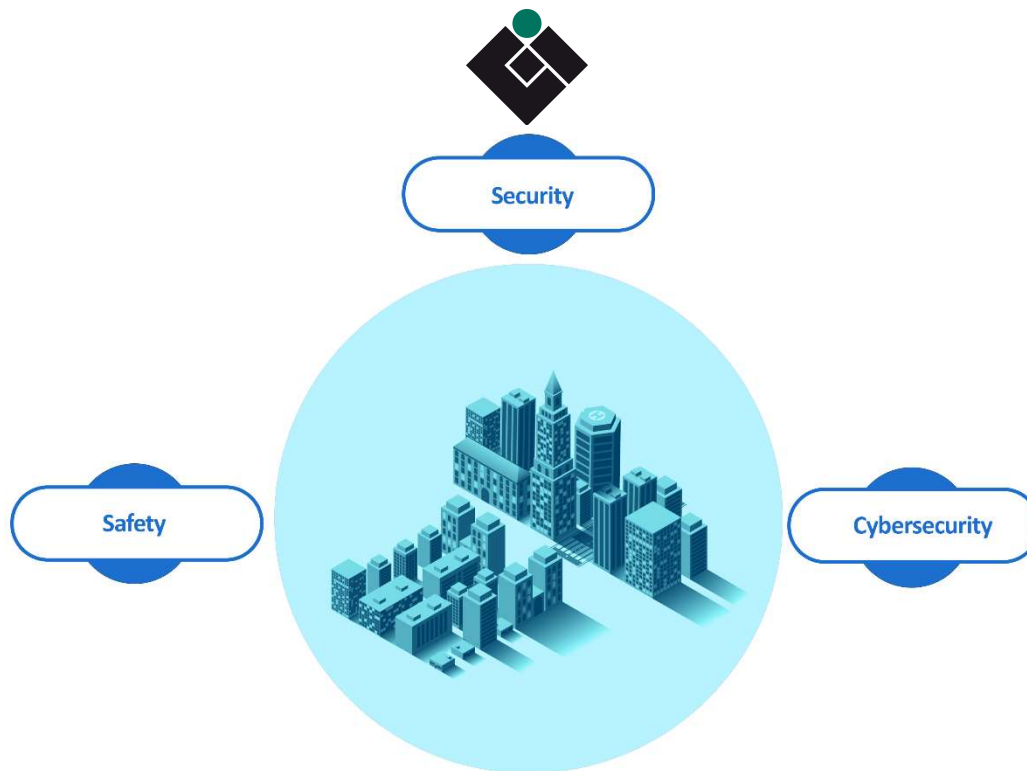


Figura 10: Criteri di impatto non compresi nello Smart Readiness Indicator

Safety

- Impianti di rivelazione incendi;
- Sistemi per il controllo di fumo e calore;
- Impianti di illuminazione di emergenza.

Security

- Sistemi di videosorveglianza (VSS);
- Impianti di controllo accessi;
- Impianti antintrusione;

Cybersecurity

- Reti di comunicazione;
- Cablaggio strutturato;
- Edge computing;
- Micro Data Center.

In aggiunta ai servizi che fanno riferimento e che impattano le categorie di safety, security e cybersecurity, un edificio intelligente deve tenere in considerazione anche quei servizi che permettono di beneficiare l'utilizzo dinamico degli spazi da parte degli occupanti:

Uso dinamico degli spazi da parte degli occupanti

La gestione degli spazi in ambienti chiusi si declina in una serie di applicazioni che riguardano sia il movimento delle persone, sia l'occupazione temporanea degli spazi in funzione della loro destinazione d'uso, al fine di garantire il corretto svolgimento delle attività operative durante la presenza degli occupanti in un edificio.



- Sistemi per il conteggio e la rilevazione della presenza di persone;
- Sistemi di prenotazione degli spazi (PMS, Accettazione ospedaliera, sale riunioni ...);
- Sistemi di trasporto (Ascensori, scale mobili);
- Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza;
- Sistema di assistenza / chiamata di emergenza.

3.6 Asseverazione dello Smart Readiness Indicator

Il Regolamento Delegato (EU 2020/2155¹⁹) del 14 ottobre 2020 all'art. 3 "Accreditamento e qualifica degli esperti dell'indicatore di prontezza all'intelligenza" indica quanto segue:

"Qualora decidano di attuare il sistema di indicatore di predisposizione all'intelligenza, gli Stati membri possono decidere che gli esperti accreditati o qualificati per il rilascio degli attestati di prestazione energetica, o per l'ispezione degli impianti di riscaldamento, degli impianti di condizionamento dell'aria, degli impianti di riscaldamento o di condizionamento dell'aria e ventilazione combinati di cui alla direttiva 2010/31/UE, o per lo svolgimento degli audit energetici a norma della direttiva 2012/27/UE, sono competenti anche per il rilascio dei certificati relativi all'indicatore di predisposizione (ndr "prontezza") all'intelligenza. In tal caso, gli Stati membri possono decidere di fissare prescrizioni supplementari per la qualifica degli esperti ai fini del rilascio dei certificati relativi all'indicatore di predisposizione all'intelligenza, in particolare per quanto concerne la loro formazione."

3.7 Metodologia di valutazione

Il quarto capitolo del report finale sull'indicatore SRI⁷ propone l'applicazione di tre distinti metodi per il calcolo del nuovo indicatore:

- Metodo A: metodo semplificato con un catalogo di 27 servizi intelligenti da valutare, applicabile a edifici di bassa complessità (case unifamiliari, piccoli condomini). Il metodo semplificato consente solo di informare l'utente sul livello di prontezza all'intelligenza del proprio edificio o unità immobiliare, anche tramite strumenti di auto-valutazione che saranno resi disponibili online dalla Commissione Europea sul proprio sito (vedi capitolo 9) e non può essere utilizzato per l'emissione di una certificazione SRI.
- Metodo B: metodo dettagliato con catalogo completo contenente tutti i 54 servizi intelligenti previsti dalla metodologia di calcolo Europea, applicabile a edifici con un maggior grado di complessità (ad es. grandi edifici non residenziali, grandi condomini). Prevede l'emissione del certificato a seguito di sopralluogo dell'edificio e dei relativi impianti da parte di un esperto qualificato;
- Metodo C: ancora in fase di studio e considerato una potenziale evoluzione dell'indicatore SRI, è basato sull'applicazione di tecnologie intelligenti capaci, oltre a gestire gli impianti, di misurare e verificare gli effettivi livelli di funzionalità raggiunti dall'edificio.

La procedura di calcolo prevista dal metodo A e dal metodo B si basa su un approccio tipo checklist secondo tre fasi:

1. individuazione, dopo un triage iniziale, dei servizi smart ready presenti nell'immobile tra quelli del catalogo;



2. attribuzione a ciascun servizio di un punteggio valutato in base al livello funzionale raggiunto secondo una scala di valori pre-implementata;
3. calcolo di un punteggio parziale e dell'indicatore SRI complessivo dell'edificio con un metodo di valutazione di tipo multicriterio.

3.8 Certificato SRI (esempi)

L'allegato 9 del Regolamento Delegato (EU 2020/2155¹⁹) del 14 ottobre 2020 stabilisce le informazioni del certificato che saranno (lista non esaustiva):

- a) ID unico del certificato,
- b) data di emissione e data di scadenza del certificato,
- c) un testo informativo che precisa l'ambito di applicazione dell'indicatore di predisposizione all'intelligenza, in particolare per quanto riguarda gli attestati di prestazione energetica,
- d) informazioni generali sull'edificio o sull'unità immobiliare (tipo di edificio o di unità immobiliare, superficie, anno di costruzione e, se del caso, di ristrutturazione, ubicazione),
- e) se disponibile, la classe di prestazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare specificata in un attestato di prestazione energetica valido,
- f) la classe di predisposizione all'intelligenza dell'edificio o dell'unità immobiliare,
- g) facoltativamente, il punteggio totale di predisposizione all'intelligenza dell'edificio o dell'unità immobiliare,
- h) i punteggi di predisposizione all'intelligenza per le tre funzionalità chiave indicate nell'allegato I del presente regolamento,
- i) il punteggio di predisposizione all'intelligenza per criterio d'impatto,
- j) facoltativamente, i punteggi di ciascun ambito tecnico per ciascun criterio d'impatto,
- k) se possibile, le informazioni disponibili sulla connettività, in particolare circa l'esistenza di un'infrastruttura fisica interna all'edificio predisposta per l'alta velocità, come l'etichetta facoltativa «predisposta per la banda larga»,
- l) se possibile, le informazioni disponibili su interoperabilità, cybersicurezza dei sistemi e protezione dei dati, compresa, se del caso, la conformità a norme stabilite di comune accordo, e informazioni sui rischi connessi,
- m) un testo informativo che precisi che il certificato rispecchia la predisposizione all'intelligenza alla data di emissione e che eventuali modifiche significative dell'edificio e dei suoi sistemi inciderebbero sulla predisposizione all'intelligenza e richiederebbero pertanto un aggiornamento delle informazioni riportate nel certificato,
- n) facoltativamente, raccomandazioni su come migliorare la predisposizione all'intelligenza dell'edificio o dell'unità immobiliare tenendo conto, se del caso, del valore del patrimonio,
- o) facoltativamente, informazioni aggiuntive sulle ipotesi formulate nel calcolo dei punteggi, quali i fattori di ponderazione dei criteri d'impatto utilizzati per calcolare i punteggi di predisposizione all'intelligenza per le funzionalità chiave.

Il certificato potrà essere in forma sia cartacea che digitale accessibile via un QR code e potrà avere due forme diverse:

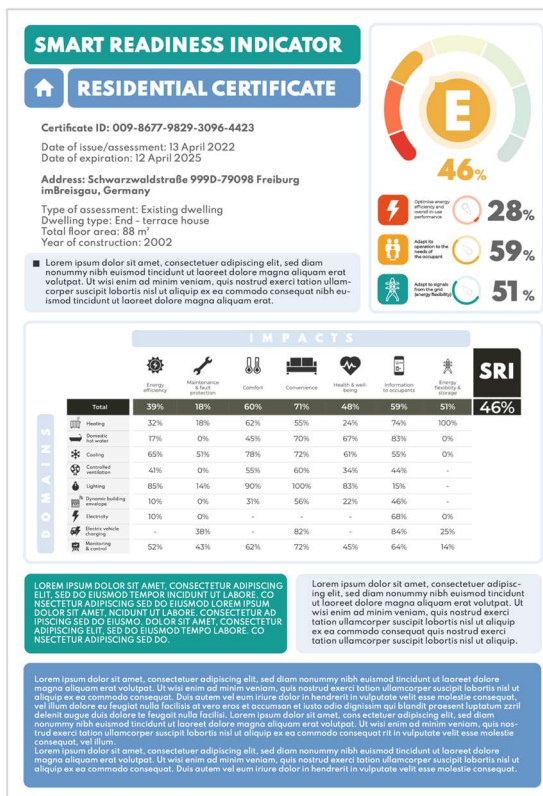
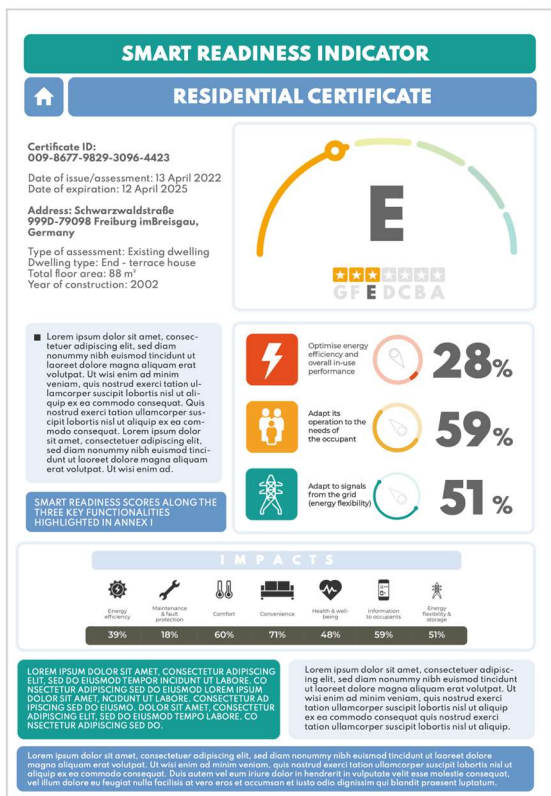


Figura 11: Proposte di certificato SRI con e senza punteggio dettagliato

Il certificato relativo all'indicatore di predisposizione all'intelligenza è valido al massimo dieci anni. Tuttavia, in caso di modifica significativa in un edificio o un'unità immobiliare, tale da incidere sulla valutazione iniziale della prontezza all'intelligenza, è raccomandato un nuovo certificato. (Art 4 comma 6 del Regolamento Esecutivo (EU 2020/2156 [6]) del 14 ottobre 2020).



3.9 Caso applicativo (esempio): Edificio non residenziale - Ospedale

DATI DELL'EDIFICIO

Tipologia di edificio	Non residenziale	Piani dell'edificio	6
Destinazione d'uso	Ospedale	Anno di costruzione	2002
Ubicazione	Centro Italia	Stato dell'edificio	Originario
Superficie utile totale [m²]	> 25.000	Rilevanza dell'edificio	Nessuna

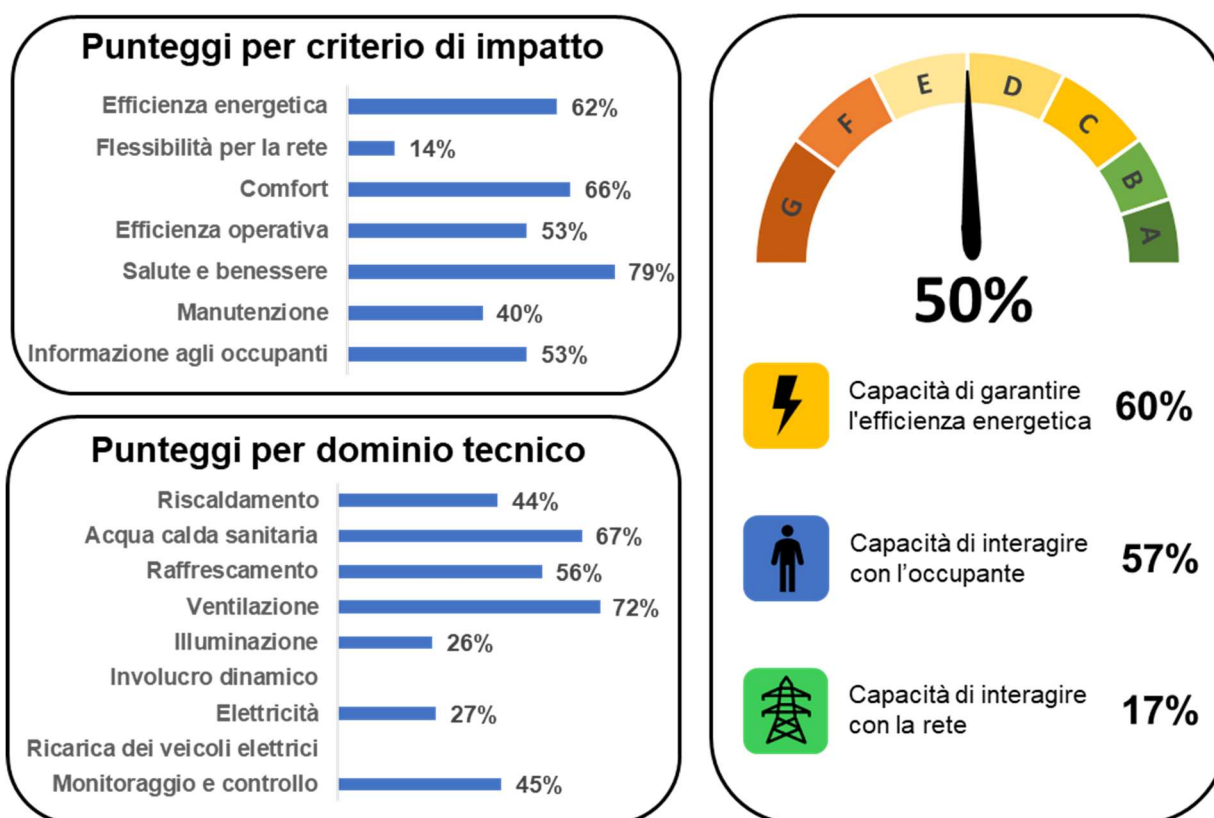


Figura 12: Risultati del caso applicativo

3.10 Valore dell'edificio grazie allo Smart Readiness Indicator

Lo Smart Readiness Indicator permette di valutare l'edificio attraverso parametri come il comfort, la flessibilità, la sicurezza, la qualità dell'aria, l'utilizzo di acqua ed energia, la gestione dei rifiuti, l'efficienza operativa e così via. Tali parametri sono stati elaborati in modo da coprire una vasta gamma di funzionalità che un edificio deve possedere per soddisfare le esigenze delle persone che lo occupano. La prontezza all'intelligenza di un edificio o di un'unità immobiliare si basa sulla valutazione dei servizi smart-ready presenti o pianificati al momento della progettazione e sul loro livello di funzionalità. La valutazione mira a determinare con sufficiente affidabilità quali servizi sono presenti o pianificati e, in caso affermativo, il livello di funzionalità per ciascuno di questi servizi. In relazione alla metodologia utilizzata, lo stesso valore dell'edificio è associato a una percentuale che



esprime quanto l'edificio sia vicino (o lontano) dal massimo valore di intelligenza (edificio di riferimento). Più alta risulta essere questa percentuale, più l'edificio è considerabile smart. L'indicatore SRI è infatti misurato su una scala da 0 a 100%, dove 0% rappresenta la peggiore prestazione e 100% la migliore. Grazie all'introduzione dell'indicatore SRI e di una metodologia di calcolo comune, il valore di un edificio non è quindi più limitato al solo prezzo di acquisto o al reddito generato dalla locazione, ma comprende anche la valutazione dell'efficienza energetica, del comfort, della sicurezza degli occupanti e l'adattabilità alle nuove tecnologie intelligenti introdotte dal progresso tecnologico in atto. Un edificio assume dunque un valore sociale grazie ai benefici forniti a proprietari, inquilini e alla società nel suo complesso, un valore economico grazie all'aumento di competitività nel mercato ed un valore ambientale dato dalla propensione alla sostenibilità energetica. In **primo luogo**, lo Smart Readiness Indicator è uno strumento utile per motivare i proprietari ad adottare misure come l'efficienza energetica e il comfort degli occupanti e per migliorare la qualità del proprio edificio. In **secondo luogo**, aiuta gli investitori e gli acquirenti a valutare il valore e la competitività a lungo termine degli edifici, soprattutto in un'industria immobiliare in rapida evoluzione. Infine, in **terzo luogo**, rappresenta un importante strumento per raggiungere gli obiettivi riguardanti la sostenibilità dell'edificio, promuovendo la riduzione dell'impronta di carbonio ed un conseguente stile di vita più sostenibile. Per quanto riguarda il valore sul mercato si prevede che l'indicatore SRI eserciti un'influenza sull'adozione da parte dello stesso mercato di servizi e tecnologie intelligenti sia con un effetto di "pull" marketing che con un effetto "push" marketing. L'effetto di richiamo del mercato è guidato dall'impatto che le valutazioni dell'indicatore SRI avrà sulle proprietà grazie all'introduzione di servizi e tecnologie intelligenti, anche attraverso la sensibilizzazione tra le parti interessate. L'effetto di spinta del mercato è invece il risultato del quadro comune che l'indicatore SRI garantisce ai fornitori di servizi per promuovere le proprie offerte. Questi effetti trainanti del mercato convergono ad una logica che include tutte le dimensioni dell'edificio intelligente: sostenibilità, iperefficienza, resilienza e centralità della persona.

3.11 Dallo Smart Readiness Indicator agli edifici cognitivi (Intelligenza artificiale e apprendimento automatico)

Gli smart buildings sono edifici basati sui dati i cui processi sono automatizzati e guidati dall'uso di telemetria di dati storici e/o in tempo reale e che ricevono comandi digitali attraverso tali processi, i quali non includono solo l'analisi e il monitoraggio dei dati, ma anche processi decisionali che influiscono positivamente sulla funzionalità dell'edificio. In un edificio intelligente basato sui dati, l'uso degli stessi è finalizzato ai processi decisionali automatici (controllo) o umani (utenti). Gli edifici intelligenti si connettono alle infrastrutture della rete energetica e, attraverso un attento controllo delle risorse e dell'energia utilizzata, creano efficienze, migliori prestazioni e risparmi sui costi, collegando le persone e le comunità alle opportunità della rete intelligente. Il concetto di edificio intelligente è in continua evoluzione verso il cosiddetto "edificio cognitivo intelligente", grazie all'integrazione di una piattaforma di apprendimento automatico tramite intelligenza artificiale con sensori "IoT" e tecnologia 5G. Sia gli edifici intelligenti che quelli cognitivi hanno caratteristiche simili che combinano dispositivi "IoT", connettività online ed efficienza energetica. Una differenza fondamentale è l'automazione: mentre gli edifici intelligenti offrono interfacce per controllare le operazioni delle strutture, gli edifici cognitivi le gestiscono automaticamente. Le reti avanzate utilizzano sensori per rilevare le posizioni degli inquilini e prevedere dove si troveranno prima di attuare le conseguenti ottimizzazioni. Gli edifici intelligenti possono, ad esempio, garantire all'utente il controllo degli elettrodomestici mentre gli edifici cognitivi li attivano automaticamente



in relazione alle esigenze della rete e delle tariffazioni; entrambi sono progettati per mettere al centro i bisogni delle persone. Gli “edifici cognitivi intelligenti” hanno la capacità di imparare in base alle informazioni raccolte in tempo reale dai numerosi sensori “IoT” sparsi al loro interno, dalle condizioni esterne e dalle esperienze passate; possono analizzare i “big data” derivanti con piattaforme di auto apprendimento e lo sviluppo di interfacce ad hoc, di apprendere il comportamento degli occupanti e le condizioni al contorno, come un organismo capace di apprendere in modo adattivo dall’ambiente circostante e auto-organizzarsi nelle funzionalità impiantistiche, offrendo prestazioni sempre più in linea con le esigenze personalizzate degli utenti. L’intelligenza artificiale, ad esempio, consente di analizzare nei dettagli l’effettiva fruizione dei locali e di modellizzare il comportamento degli occupanti al fine di ottenere predittività, efficienza energetica, efficienza operativa, benessere e soddisfazione degli utenti.

I sistemi di gestione dell’edificio (BMS) sono piattaforme che centralizzano il controllo dei sistemi in tutta una struttura. Rispetto agli edifici tradizionali, ove un facility manager dovrebbe gestire manualmente ogni processo, che si tratti di sicurezza, illuminazione, accesso all’edificio, HVAC o qualcos’altro, un BMS consente il controllo delle funzioni in un’unica piattaforma o dashboard centralizzata.

Un sistema di gestione dell’edificio intelligente/integrato (“IBMS”, “IBEMS”) unificherà i processi e gli strumenti delle diverse strutture, indipendentemente dalla piattaforma o dal protocollo, utilizzando motori di apprendimento automatico per vagliare i set di dati che raccolgono dai sensori in tutta la loro struttura.



4. Casi applicativi conformi al PNRR

Lo scopo dei presenti casi applicativi è quello di fornire un esempio di soluzioni impiantistiche conformi al PNRR atte a determinare i requisiti minimi di qualità, affidabilità e funzionalità dei sistemi nelle fasi di progettazione, realizzazione ed esercizio del sistema nelle sue varie componenti, inclusi esempi di schemi architettonici di impianti e di sistema da considerare come migliori pratiche per un'adozione efficace delle tecnologie digitali.

4.1 Richiamo ai principali requisiti prestazionali di efficienza energetica per progetti PNRR

Come già anticipato, attraverso il PNRR vengono introdotte alcune sfide aggiuntive di efficientamento energetico per il settore degli edifici rispetto a quelle già presenti nell'attuale quadro regolatorio.

Ogni linea di investimento del Piano è stata classificata in accordo alla metodologia DNSH ai fini dell'approvazione del Piano da parte della Commissione europea. Rispetto all'obiettivo "mitigazione dei cambiamenti climatici" del DNSH, anche in funzione del tagging climatico, ovvero tracciare gli effetti e la contribuzione delle misure sul clima, gli investimenti sono stati classificati in:

- **Regime 1:** l'Investimento contribuirà sostanzialmente al raggiungimento dell'obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici;
- **Regime 2:** l'Investimento si limiterà a «non arrecare danno significativo».

Tale informazione di dettaglio sarà fondamentale per scegliere, all'interno della scheda tecnica relativa la misura di intervento, il corretto Regime relativo ai vincoli DNSH da adottare obbligatoriamente per tutti gli interventi rientranti in quell'investimento. Per il settore edifici, in particolar modo vengono prese come riferimento le schede tecniche della [GUIDA OPERATIVA PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DI NON ARRECARRE DANNO SIGNIFICATIVO ALL'AMBIENTE \(cd. DNSH\)](#):

- **Scheda 1 – Costruzione di nuovi edifici**
- **Scheda 2 – Ristrutturazioni e riqualificazioni di edifici residenziali e non residenziali**

In sintesi, a seconda della tipologia di costruzione (nuova o riqualificazione) e del regime di applicazione (Regime 1 o Regime 2), si applicano le prescrizioni indicate, considerando di verificare sempre quale prevalga sulle altre in quanto più restrittive, come indicato in Tabella 32:

Tabella 32: Prescrizioni per la mitigazione del cambiamento climatico (DNSH)

DNSH: Mitigazione del cambiamento climatico		
	Nuovi edifici (Scheda 1)	Ristrutturazione (Scheda 2)
Regime 1	Il fabbisogno di energia primaria (EP _{gl,tot}) che definisce la prestazione energetica dell'edificio risultante dalla costruzione è almeno del 20% inferiore alla soglia fissata per i requisiti degli edifici NZEB. La soglia fissata per i requisiti degli edifici corrisponde al 40% del	Una ristrutturazione o una riqualificazione è ammissibile a finanziamento quando soddisfa una delle seguenti soglie alternative: <ul style="list-style-type: none">• Ristrutturazione importante (corrispondente a ristrutturazione importante primo livello e secondo livello): la ristrutturazione è conforme ai requisiti stabiliti nei regolamenti edilizi



	fabbisogno di energia primaria dell'edificio di riferimento (EP _{gl,tot} , limite) calcolato secondo il Decreto interministeriale 26 giugno 2015, Appendice A, Capitolo 1.	applicabili per la "ristrutturazione importante" definiti dal Decreto interministeriale 26 giugno 2015 (e che recepiscono la direttiva sul rendimento energetico degli edifici - EPBD). • In alternativa, l'intervento deve consentire un risparmio nel fabbisogno di energia primaria globale (EP _{gl,tot}) almeno pari al 30% rispetto al fabbisogno di energia primaria precedente l'intervento.
Regime 2	Il fabbisogno di energia primaria globale non rinnovabile che definisce la prestazione energetica dell'edificio risultante dalla costruzione non supera la soglia fissata per i requisiti degli edifici NZEB nel Decreto interministeriale 26 giugno 2015.	L'intervento rispetta i requisiti della normativa vigente in materia di efficienza energetica degli edifici.

Decreto interministeriale 26 giugno 2015 (Decreto Requisiti Minimi): per nuove costruzioni non residenziali, ristrutturazioni importanti di I livello e riqualificazione (o nuova installazione) degli impianti termici con generatore >100kW (per interventi di riqualificazione energetica o importanti di II livello) viene richiesto un livello minimo di automazione, corrispondente con la classe B della UNI EN 15232, attualmente UNI EN ISO 52120-1.

Decreto Legislativo 48/2020 (attuazione della Direttiva 844/2018): ove tecnicamente ed economicamente fattibile, entro il 1° gennaio 2025 gli edifici non residenziali, dotati di impianti termici con potenza nominale superiore a 290 kW, sono dotati di sistemi di automazione e controllo.

Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi: è attribuito un punteggio premiante al progetto che, per l'uso di impianti tecnologici, di climatizzazione e di illuminazione, prevede un sistema di automazione, controllo e gestione tecnica delle tecnologie a servizio dell'edificio (BACS – Building Automation and Control System) corrispondente alla classe di efficienza A, come definita nella Tabella 1 della norma UNI EN 15232-1 e successive modifiche o norma equivalente (attualmente UNI EN ISO 52120-1).

In tale contesto, lo Smart Building (edificio intelligente) rappresenta la soluzione attraverso la quale, raggiungendo la classe A della norma UNI EN ISO 52120-1 e garantendo i vincoli di efficienza energetica prescritti dalla metodologia DNSH e/o CAM applicabili, è possibile ridurre i consumi energetici finali attraverso l'integrazione dei domini tecnologici presenti nell'edificio e favorire la diffusione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili, con conseguente riduzione delle emissioni climalteranti.

4.2 Tipica architettura di integrazione degli impianti basata su protocolli aperti

Visti i molteplici impianti e servizi che un edificio "intelligente" deve gestire e coordinare, risulta di fondamentale importanza la loro interconnessione attraverso apposite tecnologie che ne abilitano la gestione integrata ed efficiente, resiliente e flessibile (BACS/HBES, BMS/BEMS). Di seguito, a titolo



esemplificativo, viene rappresentata una tipica architettura di integrazione degli impianti tecnici di un edificio “intelligente” per la loro gestione automatizzata attraverso l’adozione di una infrastruttura di supervisione e controllo, con gli obiettivi di minimizzare il consumo energetico e la propria impronta di carbonio nell’ambiente e garantire il comfort, la sicurezza e la salute degli occupanti, assicurandone, inoltre, la continuità delle operazioni durante il suo ciclo di vita.

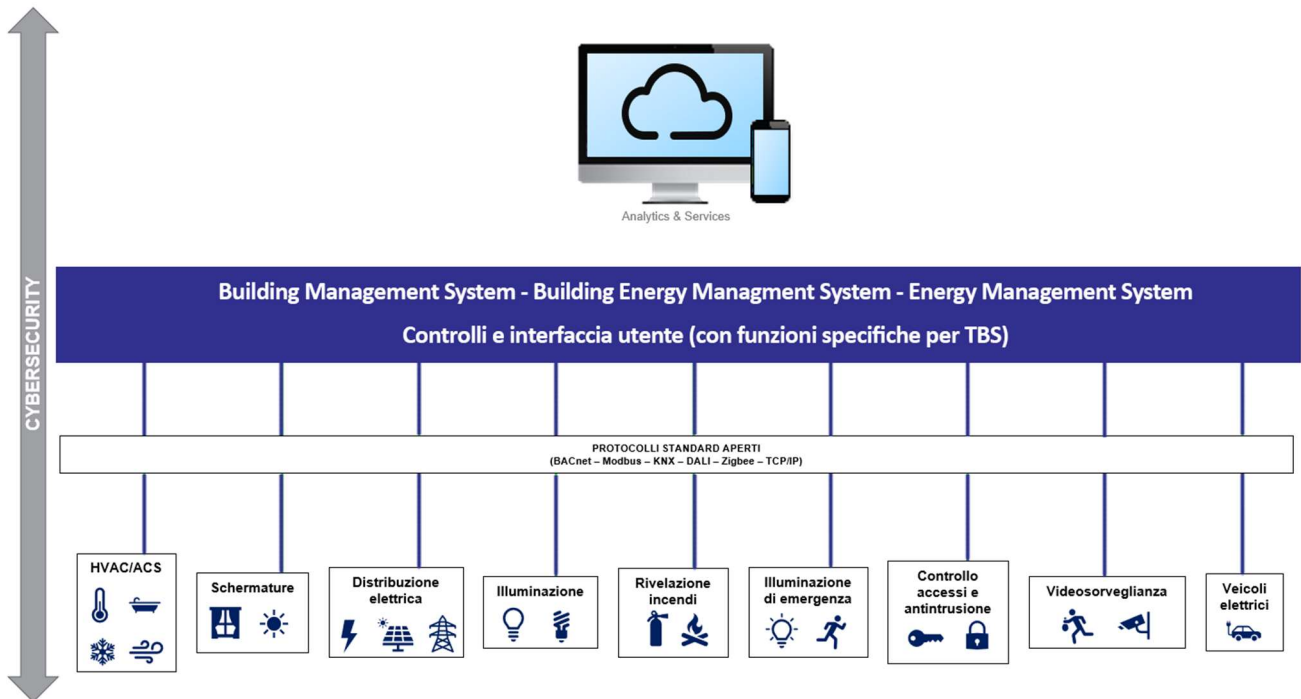


Figura 13: Integrazione degli impianti mediante la trasmissione dei dati con protocolli aperti (elenco di TBS non esaustivo)

4.3 Funzionamento del sistema di distribuzione e gestione di energia elettrica

Gli impianti di Bassa Tensione (BT), Media Tensione (MT) e i sistemi di Building Energy Management System (BEMS), con i rispettivi sistemi di monitoraggio dei dati, sono particolarmente critici per garantire la corretta funzionalità, flessibilità e resilienza delle strutture. Di seguito vi è una descrizione semplificata relativa al funzionamento di questi impianti / sistemi.

4.3.1 Bassa e Media Tensione

Descrizione generale degli impianti MT-BT intelligenti

Un edificio “intelligente” richiede impianti elettrici che siano in grado di interagire ed interconnettersi verso sistemi di gestione e controllo che integrano logiche di gestione avanzate per ottimizzare il funzionamento dell’edificio in ottica di efficientamento energetico, e permettere di assicurare caratteristiche di flessibilità e resilienza per adattarsi alle mutevoli condizioni di esercizio anche quelle maggiormente critiche. La progettazione degli impianti elettrici, attraverso l’integrazione di sistemi di monitoraggio e controllo, dovrà inoltre assicurare aspetti di ridondanza attraverso l’ausilio di generatori e UPS per garantire il corretto funzionamento, la sicurezza e la continuità d’esercizio, oltre che la flessibilità degli impianti per sopperire alle potenziali variazioni di destinazione d’uso a fronte di situazioni di emergenza.



Il sistema MT-BT intelligente è una soluzione innovativa per la gestione, l'uso efficiente e il monitoraggio dei consumi energetici elettrici e per la conseguente riduzione delle emissioni. Tale sistema si basa sulla combinazione di appositi sensori e attuatori (come: unità di controllo elettroniche degli interruttori, quadri, misuratori e analizzatori di rete, UPS, relè di protezione, piattaforma software di monitoraggio termico e di consumo, controllo e gestione della distribuzione elettrica in BT e/o MT e misuratori di potenza elettrica) con un sistema di controllo ad essi connesso in grado di gestire il consumo dell'energia elettrica in maniera intelligente, recuperando o rilasciando energia in base allo stato del processo e degli impianti. Il sistema garantisce agli operatori di ricevere notifiche relative alle condizioni che possono causare l'interruzione della fornitura di energia elettrica in BT e/o MT in modo che l'anomalia possa essere corretta immediatamente ed evitare la perdita di alimentazione e di continuità delle operazioni.

Dati raccolti / monitorati

Qualità e disponibilità della rete elettrica rappresentano un aspetto importante che necessita di essere monitorato. In particolare, come riportato in Tabella 33, devono essere monitorati dati quali:

Tabella 33: Esempio di dati raccolti che devono essere monitorati

Impianto	Dati raccolti/monitorati
Bassa e Media Tensione	Stato dei dispositivi e delle attrezzature
	Allarmi elettrici, compresi quelli inviati al personale di manutenzione attraverso SMS
	Informazioni sui test dei gruppi elettrogeni, tra cui i tempi di funzionamento e di follow-up
	Strumenti di gestione delle situazioni critiche e l'assistenza per il ripristino
	Dati sui consumi energetici
	Informazioni sulla manutenzione
	Tracciabilità degli eventi e degli allarmi
Media Tensione	Picchi di consumo per ottimizzare i profili di carico e ridurre la potenza impegnata
	Tempi di utilizzo dei carichi
	Istogrammi di confronto anno su anno, mese su mese, settimana su settimana, giorno su giorno, fasce orarie
	Target di miglioramento dei consumi energetici
	Ripartizione dei consumi energetici sui diversi processi primari e rispettivi centri di costo



Schede per la manutenzione, con elenco delle attività e della documentazione per strutturare un piano di azione manutentiva

Benefici principali

La soluzione MT-BT intelligente consente di garantire costantemente la disponibilità e la continuità di alimentazione degli impianti tecnologici a supporto del processo primario delle strutture. Tali soluzioni sono ideali per assicurare la resilienza e l'affidabilità dell'alimentazione e della distribuzione di energia elettrica, necessaria per l'erogazione dei servizi agli occupanti. A volte questi problemi di affidabilità sono imputati agli operatori del sistema di distribuzione elettrico, ma talvolta possono essere imputati a guasti o malfunzionamenti dei dispositivi, errori dell'operatore o ad aspetti di qualità dell'alimentazione elettrica.

4.3.2 Building Energy Management System (BEMS)

Descrizione generale del sistema di gestione energetica

La gestione energetica rappresenta la misurazione e l'elaborazione continua dei dati relativi al sistema di distribuzione di energia tramite dispositivi intelligenti connessi a software per la raccolta, visualizzazione, analisi e reportistica dei dati. Il sistema di controllo, gestione e monitoraggio degli impianti e dei relativi consumi energetici (Building Energy Management System - BEMS) è in grado di garantire la sicurezza, l'efficienza energetica e operativa, la continuità di servizio (resilienza e flessibilità), monitorando il loro corretto funzionamento e analizzando i consumi di energia a servizio del processo primario specifico.

Dati raccolti / monitorati

Il BEMS raccoglie e memorizza automaticamente i consumi in tempo reale e i dati di funzionamento degli impianti, elettrici e meccanici, a intervalli temporali definiti con le finalità riportate a titolo esemplificativo in Tabella 34:

Tabella 34: Dati raccolti e monitorati da un BEMS

Dati raccolti / monitorati
Calcolare e riportare il consumo di energia per i sistemi soggetti al controllo BEMS nonché i costi energetici evitabili associati a guasti identificati
Classificare i guasti in base a varie priorità (energia, comfort e impatto sulla manutenzione del sistema)
Confrontare i set-point degli output (dei controllori) con le condizioni effettive per trovare i dispositivi guasti
Confrontare i valori misurati dai sensori e segnalare quelli difettosi, individuando gli errori fuori range
Determinare gli errori al di sopra dei valori di soglia
Determinare la stabilità dei dispositivi di controllo



Determinare se la programmazione dei tempi di fermo impianto sia stata implementata correttamente e se eventualmente possa essere migliorata per risparmiare ulteriore energia

Diagnosticare i misuratori di flusso per garantire che le letture rientrino nei valori attesi

Generare report di efficienza degli impianti

Monitorare e gestire la potenza reattiva e la qualità dell'energia

Benefici principali

La soluzione BEMS consente di garantire la disponibilità e la continuità di funzionamento e alimentazione degli impianti tecnologici a supporto del processo primario, assicurando resilienza e flessibilità. Il BEMS è dedicato al monitoraggio energetico delle strutture critiche ed è in grado di fornire informazioni per gli utenti sul loro sistema di distribuzione elettrica. Raccoglie automaticamente i dati dalla rete elettrica della struttura e li presenta come informazioni utili e significative tramite un'interfaccia web. La piattaforma di monitoraggio, controllo e gestione consente di raccogliere, aggregare, normalizzare e riepilogare i dati di utilizzo, all'interno dei report creati dall'utente. Nell'ipotesi che tutti gli strumenti siano comunicanti, è possibile analizzare i dati raccolti all'interno del software di supervisione, il quale è in grado di fornire informazioni utili all'utente come diagrammi unifilari, finestre di allarme e report specialistici sullo stato dei componenti; il software consente il monitoraggio remoto e continuativo delle apparecchiature di distribuzione elettrica per una riduzione dei tempi di intervento in caso di situazioni anomale attraverso i servizi digitali avanzati.

4.4 Caso applicativo: Ospedale “intelligente”

4.4.1 Descrizione generica del caso applicativo relativo ad un ospedale “intelligente”

Le strutture ospedaliere sono costituite da uno o più edifici che svolgono attività complesse, integrando processi e criticità di natura diversa per garantire la risoluzione delle problematiche sanitarie di cui i pazienti sono portatori.

I processi di un Ospedale possono essere suddivisi in processi primari, di natura prettamente sanitaria e che si svolgono in ambienti quali pronto soccorso, sale operatorie o laboratori di analisi, e processi di supporto, di natura non sanitaria, ma che impattano direttamente e risultano indispensabili per lo svolgimento dei processi primari e che si svolgono in ambienti quali locali tecnici, sale server, uffici, cucine e aree comuni.

Alla Salute è dedicata la **Missione 6** del PNRR, che stanziava incentivi specifici per alcune componenti di intervento, tra cui quelle finalizzate al potenziamento e alla creazione di strutture e presidi territoriali, come le Case della Comunità e gli Ospedali di Comunità, per i quali sono rispettivamente allocati i seguenti fondi (inclusivi di quota PNRR, PNC e REACT EU), riportati in Tabella 35:



Tabella 35: Fondi PNRR per la missione 6 dedicata alla salute

Missione		Linea di investimento	Investimento	Fondi
Regime 1	M6C1	1.1	Case della Comunità e presa in carico della persona (1350 strutture)	2 mld€
		1.3	Sviluppo delle cure intermedie (400 strutture)	1 mld€
Regime 2	M6C2	1.2	Verso un ospedale sicuro e sostenibile (116 interventi)	3,09 mld€

I benefici attesi riguardano la maggior sicurezza di pazienti e strutture, la riqualificazione del luogo di lavoro per il personale sanitario e il miglioramento dell’impatto ambientale delle strutture:

- <https://www.italiadomani.gov.it/it/Interventi/investimenti/case-della-comunita-e-presa-in-carico-della-persona.html>
- <https://www.italiadomani.gov.it/it/Interventi/investimenti/rafforzamento-dell-assistenza-sanitaria-intermedia-e-delle-sue-strutture-ospedali-di-comunita.html>
- <https://www.italiadomani.gov.it/it/Interventi/investimenti/verso-un-nuovo-ospedale-sicuro-e-sostenibile.html>

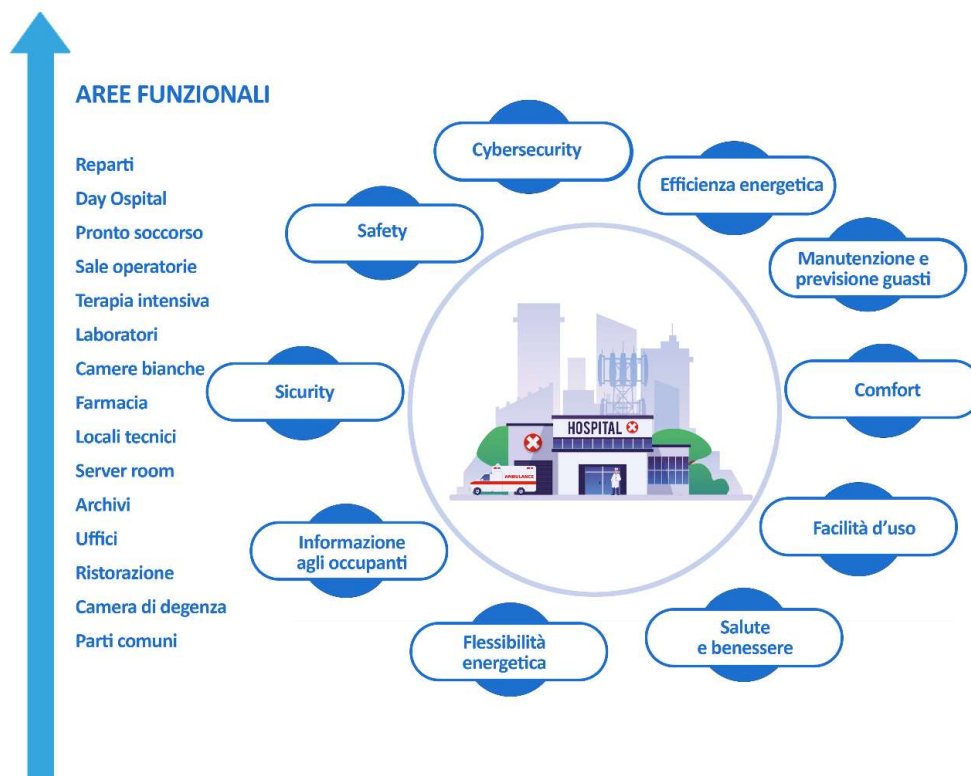


Figura 14: Criteri di impatto di un ospedale “intelligente”



4.4.2 Suddivisione ambienti sanitari

In generale, gli ambienti sanitari, se valutati in ottica energetica ed impiantistica, possono essere suddivisi in 5 macroambienti, come riportato in Tabella 36:

Tabella 36: Suddivisione degli ambienti sanitari

Aree di degenza	Aree dove è fondamentale garantire il comfort e la protezione dei malati	Day hospital
		Camere di degenza
		Camere di degenza post-operatoria
Aree di specializzazione	Aree dove sono svolte le attività sanitarie di maggior complessità e sono collocati macchinari specifici e fortemente energivori	Pronto soccorso
		Sale di diagnostica
		Sala di preanestesia
		Sala operatoria
		Sala post-operatoria
		Terapia intensiva o rianimazione
		Specializzazione clinica (per pazienti interni)
Aree di supporto	Spazi ausiliari alle attività sanitarie propriamente dette	Ambulatori (Per pazienti esterni)
		Laboratorio di analisi
		Camere bianche
		Farmacie
		Uffici
		Archivi
		Ristorazione
Aree tecniche		Server & Data room



	Aree dove sono collocati impianti o sistemi produttivi, definibili severi da un punto di vista del comfort termo-igrometrico	Cabina MT-BT e servizi elettrici
Aree esterne e parcheggi	Aree esterne e parcheggi (esterni e/o interni)	Parcheggi
		Aree esterne

4.4.3 Mappatura Domini Tecnici di applicazione / Tipologia di impianti per criterio di impatto prevalente

Vista la complessità e la quantità dei diversi domini tecnici di applicazione (impianti) che potrebbero essere presenti in un ospedale “intelligente”, descritti nel capitolo 4 del presente documento, nelle seguenti tabelle (da Tabella 37 a Tabella 46) viene rappresentata la loro classificazione per criterio di impatto prevalente.

Tabella 37: Impianti per ottenere efficienza energetica

Efficienza energetica					
Impianti Ambienti	Monitoraggio dei consumi	Automazione e controllo impianti tecnologici (BACS, HBES)	Impianti elettrici	Power quality	Mobilità verticale (*)
Aree di degenza	X	X	X	X	X
Aree ad alta specializzazione	X	X	X	X	X
Aree di supporto	X	X	X	X	X
Aree tecniche	X	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X	X		X

(*) La presenza degli impianti di mobilità verticale dipende da come sono strutturati gli edifici e gli accessi ai diversi ambienti



Tabella 38 :Impianti per la manutenzione e la previsione dei guasti

Manutenzione e previsione dei guasti				
Impianti Ambienti	Software di gestione nativi degli impianti (*)	Software di gestione integrato (BMS, BEMS)	Software di manutenzione (Analytics & Advisors)	Realtà aumentata (*)
Aree di degenza	X	X	X	X
Aree ad alta specializzazione	X	X	X	X
Aree di supporto	X	X	X	X
Aree tecniche	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X	X	X

(*) In funzione della tipologia e della collocazione dell'impianto / degli impianti

Tabella 39: Impianti per ottenere comfort

Comfort				
Impianti Ambienti	Impianti aeraulici (*)	Produzione ACS	Illuminazione ordinaria	Rilevamento del rumore
Aree di degenza	X	X	X	X
Aree ad alta specializzazione	X	X	X	X
Aree di supporto	X	X	X	X
Aree tecniche	X (**)		X	
Aree esterne e parcheggi			X	

(*) Gli impianti aeraulici comprendono gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, sanificazione dell'aria, ventilazione meccanica e climatizzazione. (**) La ventilazione e la climatizzazione per gli ambienti relativi alle cabine elettriche e ai data center vengono effettuate principalmente per motivi di sicurezza per il loro corretto funzionamento



Tabella 40: Impianti per ottenere facilità d'uso

Salute e benessere		
Impianti Ambienti	Prenotazione spazi	Conteggio e rilevazione presenza
Aree di degenza	X	X
Aree ad alta specializzazione	X	X
Aree di supporto		X
Aree tecniche		
Aree esterne e parcheggi		

Tabella 41: Impianti per la salute e il benessere

Salute e benessere					
Impianti Ambienti	Sanificazione dell'aria e VMC (*)	Impianto idrico-sanitario	Sterilizzazione e purificazione	Cappe chimiche	Impianti per il controllo particellare
Aree di degenza	X	X	X		
Aree ad alta specializzazione	X	X	X		X
Aree di supporto	X	X	X	X	X
Aree tecniche					
Aree esterne e parcheggi					

(*) Gli impianti di sanificazione dell'aria e gli impianti VMC sono parte degli impianti aeraulici, ma di fondamentale importanza per la salute e il benessere degli occupanti in questa tipologia di applicazione



Tabella 42: Impianti per l'informazione agli occupanti

Informazione agli occupanti			
Impianti Ambienti	Sistemi sanitari informativi	Allarme sonoro per applicazioni di emergenza	Sistemi di assistenza/chiamata di emergenza
Aree di degenza	X	X	X
Aree ad alta specializzazione	X	X	X
Aree di supporto	X	X	X
Aree tecniche		X	
Aree esterne e parcheggi		X (*)	

(*) In riferimento a parcheggi interni

Tabella 43: Impianti per ottenere flessibilità energetica

Flessibilità energetica							
Impianti Ambienti	Grid/ Microgrid	Impianti rinnovabili	Impianti di accumulo	Impianti di ricarica dei	Gruppo elettrogeno	Gruppi di continuità UPS (*)	Impianto di co/ trigenerazione
Aree di degenza					X	X	
Aree ad alta specializzazione					X	X	
Aree di supporto					X	X	
Aree tecniche	X	X	X		X	X	X
Aree esterne e parcheggi				X			



(* Non è possibile collegare tutti i carichi ai gruppi statici di continuità UPS (es. alcune prese/strumentazione per area); quanto più efficienti sono gli impianti, quanto più è possibile sfruttare al meglio i gruppi di continuità UPS

Tabella 44: Impianti per la sicurezza da rischi accidentali (Safety)

Safety					
Impianti Ambienti	Illuminazione d' emergenza	Rivelazione incendi	Sistemi per il controllo di fumo e calore	Impianti gas anestetici/ medicali	Apparecchiature tecnologiche ed elettromedicali
Aree di degenza	X	X	X	X	X
Aree ad alta specializzazione	X	X	X	X	X
Aree di supporto	X	X	X		X
Aree tecniche	X	X	X		
Aree esterne e parcheggi	X	X			

Tabella 45: Impianti per la sicurezza da atti intenzionali nocivi (Security)

Security				
Impianti Ambienti	Video-sorveglianza	Controllo accessi	Antintrusione	Inter-comunicazione di edificio
Aree di degenza		X		X
Aree ad alta specializzazione	X (*)	X		X
Aree di supporto	X	X	X	X
Aree tecniche	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X	X	X



(*) in riferimento al pronto soccorso

Tabella 46: Impianti per la sicurezza informatica di reti e sistemi di comunicazione (Cybersecurity)

Cybersecurity (*)				
Impianti Ambienti	Reti di comunicazione	Cablaggio strutturato/Wi-Fi	Edge computing	Micro data center
Aree di degenza	X	X	X	X
Aree ad alta specializzazione	X	X	X	X
Aree di supporto	X	X	X	X
Aree tecniche	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X		

(*) Riferimento alle pratiche migliori di cybersecurity per i servizi ospedalieri: ENISA, ACN

4.4.4 Tipica architettura di distribuzione di energia elettrica per un ospedale “intelligente”

La tipica architettura di un ospedale è caratterizzata da uno o più edifici per i quali l’impianto di distribuzione di energia elettrica rappresenta il punto cardine per il corretto funzionamento e la corretta erogazione dei servizi ospedalieri in un ambiente digitale, garantendo flessibilità e resilienza.

In Figura 15 viene illustrata una tipica architettura integrata di distribuzione di energia elettrica per un ospedale “intelligente”.

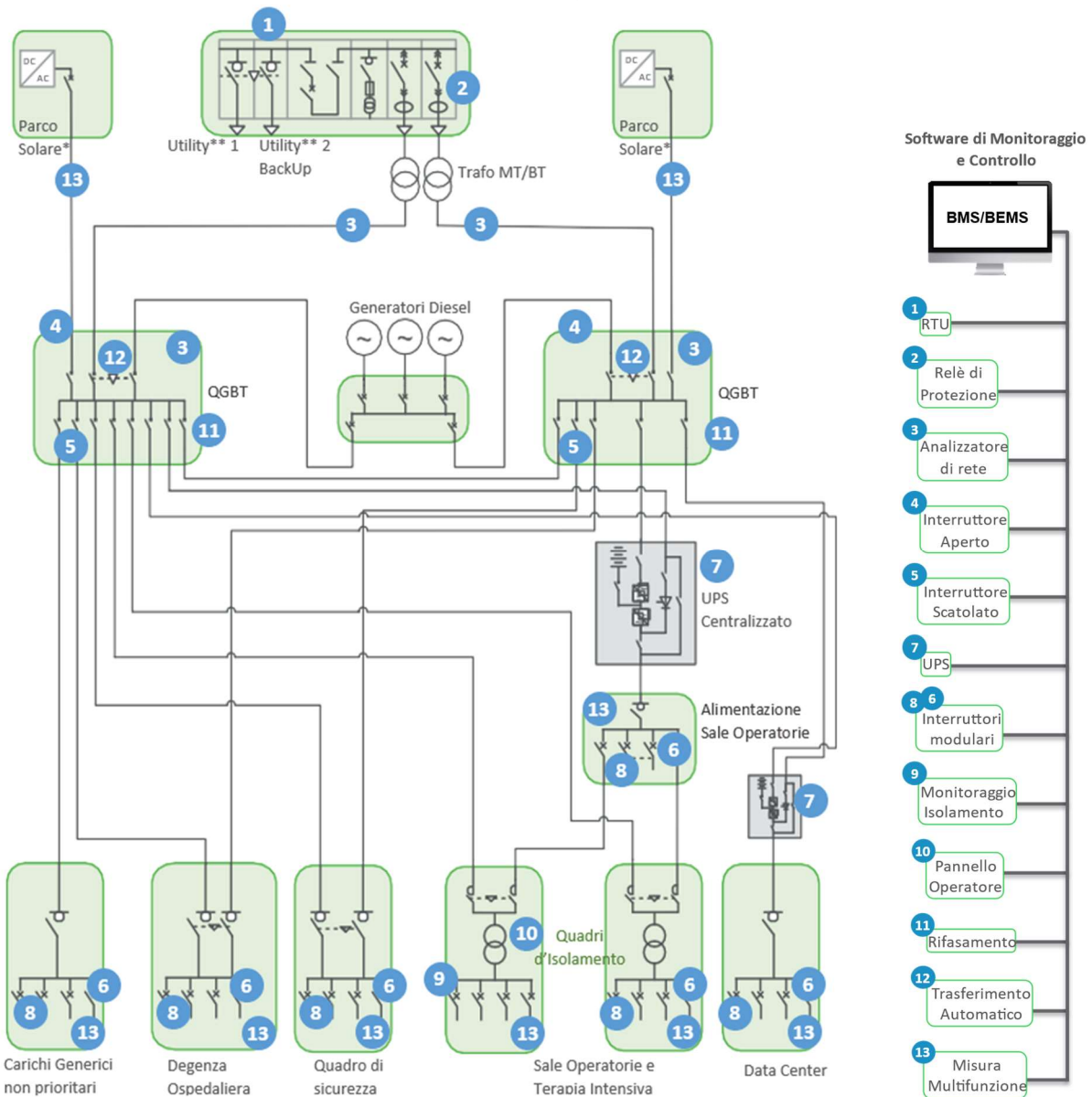


Figura 15: Distribuzione di energia elettrica in un ospedale “intelligente”

* In funzione della potenza, il parco solare può attestarsi anche sulla cabina di media tensione (MT)

** Utility: linea che proviene dal distributore/da un'altra cabina di media tensione inserita ad anello

4.5 Caso applicativo: Scuola “intelligente”

4.5.1 Descrizione generica del caso applicativo relativo ad una scuola “intelligente”

Al tema delle strutture scolastiche il PNRR dedica ampio spazio, sia per quanto riguarda la costruzione di nuovi edifici all'interno della **Missione 2**, sia per quanto riguarda la messa in sicurezza e la progressiva riduzione dei consumi energetici delle scuole esistenti all'interno della **Missione 4**.



All'istruzione sono inoltre dedicate ulteriori risorse del PNRR, a supporto di alcune componenti di intervento, tra cui quelle finalizzate al potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione (dagli asili nido alle università), attraverso la digitalizzazione delle infrastrutture scolastiche, al fine di trasformare l'attuale sistema scolastico in **"Scuola 4.0"**.

Di seguito, in Tabella 47, vengono riportate alcune linee di investimento relative al settore scolastico, per le quali sono stati allocati i seguenti fondi (inclusivi di quota PNRR, PNC e REACT EU):

Tabella 47: Fondi PNRR per la Missione 2 e la Missione 4 dedicate al settore scolastico

	Missione	Linea di investimento	Investimento	Fondi
Regime 1	M2C3	1.1	Piano di sostituzione di edifici scolastici e di riqualificazione energetica (212 scuole)	1,2 mld€
	M4C1	1.7	Alloggi per studenti e riforma della legislazione sugli alloggi per studenti	0,96 mld€
Regime 2	M4C1	1.1	Piano per asili nido e scuole dell'infanzia	4,6 mld€
		1.2	Piano di estensione del tempo pieno e mense (1000 edifici)	0,96 mld€
		1.3	Potenziamento infrastrutture per lo sport a scuola (400 edifici)	0,30 mld€
		3.2	Scuola 4.0: scuole innovative, cablaggio, nuove aule didattiche e laboratori	2,1 mld€
		3.3	Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica (2.4mln m ²)	3,9 mld€

- <https://www.italiadomani.gov.it/content/sogei-nq/it/Interventi/investimenti/scuola-4-0-scuole-innovative-nuove-aule-didattiche-e-laboratori.html>
- <https://www.italiadomani.gov.it/Interventi/investimenti/piano-di-sostituzione-di-edifici-scolastici-e-di-riqualificazione-energetica.html>

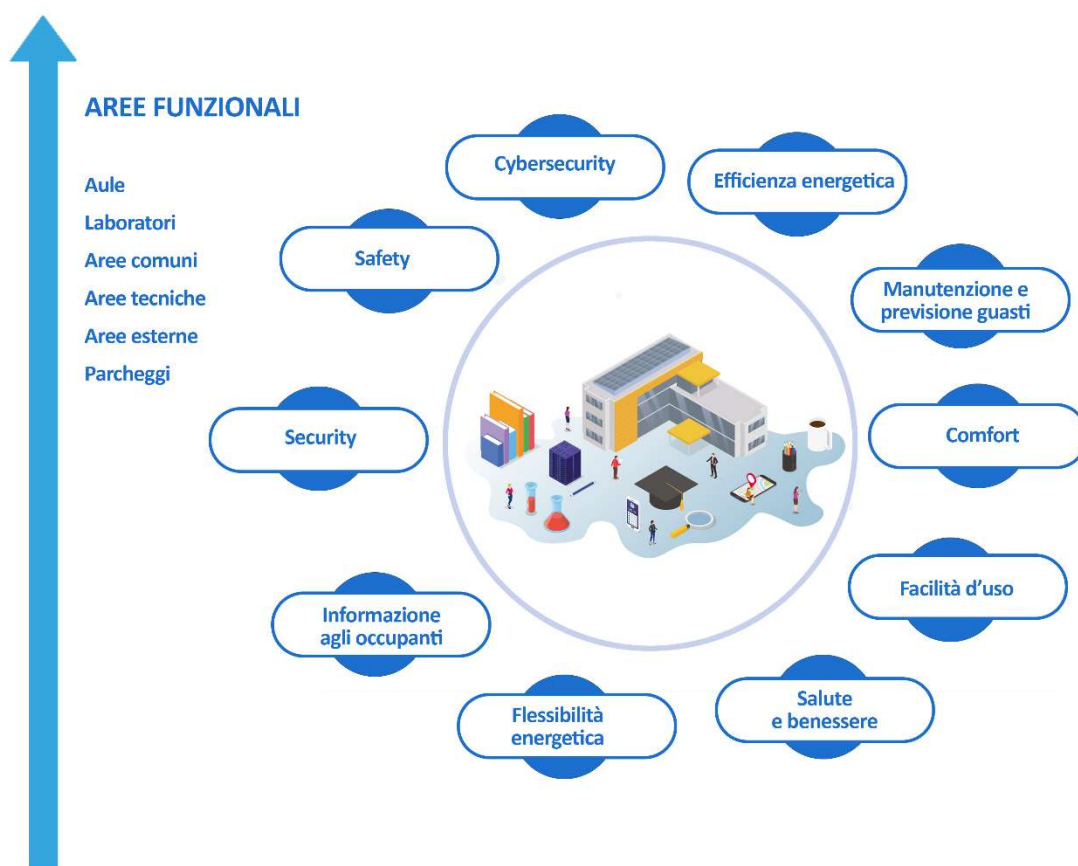


Figura 16: Criteri di impatto di una scuola "intelligente"

4.5.2 Suddivisione ambienti scolastici

In generale, gli ambienti scolastici, se valutati in ottica energetica ed impiantistica, possono essere suddivisi in 5 macroambienti, come riportato in Tabella 48:

Tabella 48: Ambienti scolastici suddivisi per le valutazioni energetica e impiantistica

Aule	Aree dove è fondamentale garantire il comfort e la protezione degli studenti
Laboratori	Aree dove sono svolte le attività scolastiche di maggior complessità e sono collocati macchinari specifici e fortemente energivori
Aree comuni	Spazi ausiliari alle attività scolastiche
Aree tecniche	Aree dove sono collocati impianti o sistemi produttivi, definibili severi da un punto di vista del comfort termo-igrometrico
Aree esterne e parcheggi	Aree esterne e parcheggi (esterni e/o interni)



4.5.3 Mappatura Domini Tecnici di applicazione / Tipologia di impianti per criterio di impatto prevalente

Vista la complessità e la quantità dei diversi domini tecnici di applicazione (impianti) che potrebbero essere presenti in una scuola “intelligente”, nelle seguenti tabelle (da Tabella 49 a Tabella 58) viene rappresentata la loro classificazione per criterio di impatto prevalente.

Tabella 49: Impianti per ottenere efficienza energetica

Efficienza energetica					
Impianti Ambienti	Monitoraggio dei consumi	Automazione e controllo impianti tecnologici (BACS, HBES)	Impianti elettrici	Power quality	Mobilità vertical (*)
Aule	X (**)	X	X		X
Laboratori	X	X	X	X	X
Aree comuni	X	X	X		X
Aree tecniche	X	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X	X		

(*) La presenza degli impianti di mobilità dipende da come sono strutturati gli edifici e gli accessi ai diversi ambienti

(**) Il monitoraggio dei consumi per le aule viene effettuato prendendo in considerazione gruppi di aule



Tabella 50: Impianti per la manutenzione e previsione dei guasti

Manutenzione e previsione dei guasti				
Impianti Ambienti	Software di gestione nativi degli impianti (*)	Software di gestione integrato (BMS, BEMS)	Software di manutenzione (Analytics & Advisors)	Realtà aumentata (*)
Aule	X	X	X	X
Laboratori	X	X	X	X
Aree comuni	X	X	X	X
Aree tecniche	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X	X	X

(*) In funzione della tipologia e della collocazione dell'impianto / degli impianti

Tabella 51: Impianti per ottenere comfort

Comfort				
Impianti Ambienti	Impianti aeraulici (*)	Produzione ACS	Illuminazione ordinaria	Rilevamento del rumore
Aule	X		X	X
Laboratori	X		X	X
Aree comuni	X	X	X	
Aree tecniche	X (**)		X	
Aree esterne e parcheggi			X	

(*) Gli impianti aeraulici comprendono gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, sanificazione dell'aria, ventilazione meccanica e climatizzazione.

(**) La ventilazione e la climatizzazione per gli ambienti relativi alle cabine elettriche e ai data center vengono effettuate principalmente per motivi di sicurezza per il loro corretto funzionamento



Tabella 52: Impianti per ottenere facilità d'uso

Salute e benessere		
Ambienti \ Impianti	Prenotazione spazi	Conteggio e rilevazione presenza
Aule		X
Laboratori	X	X
Aree comuni		X
Aree tecniche		
Aree esterne e parcheggi		

Tabella 53: Impianti per la salute e il benessere

Salute e benessere		
Ambienti \ Impianti	Sanificazione dell'aria e VMC*	Impianto idrico-sanitario
Aule	X	
Laboratori	X	
Aree comuni	X	X
Aree tecniche		
Aree esterne e parcheggi		

(*) Gli impianti di sanificazione dell'aria e gli impianti VMC sono parte degli impianti aerulici, ma di fondamentale importanza per la salute e il benessere degli occupanti in questa tipologia di applicazione



Tabella 54: Impianti per l'informazione agli occupanti

Informazione agli occupanti		
Ambienti \ Impianti	Sistemi scolastici informativi	Allarme sonoro per applicazioni di emergenza
Aule	X	X
Laboratori	X	X
Aree comuni	X	X
Aree tecniche		X
Aree esterne e parcheggi		X (*)

(*) In riferimento a parcheggi interni

Tabella 55: Impianti per ottenere flessibilità energetica

Flessibilità energetica						
Ambienti \ Impianti	Grid/microgrid	Impianti rinnovabili	Impianti di accumulo	Impianti di ricarica dei veicoli elettrici	Gruppi di continuità UPS	Impianto di co/trigenerazione
Aule						
Laboratori					X	
Aree comuni						
Aree tecniche	X	X	X		X	X
Aree esterne e parcheggi				X		



Tabella 56: Impianti per la sicurezza da rischi accidentali (Safety)

Safety			
Impianti Ambienti	Illuminazione d'emergenza	Rivelazione incendi	Sistemi per il controllo di fumo e calore
Aule	X	X	X
Laboratori	X	X	X
Aree comuni	X	X	X
Aree tecniche	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X (*)	

(*) In riferimento a parcheggi interni

Tabella 57: Impianti per la sicurezza da atti intenzionali nocivi (Security)

Security				
Impianti Ambienti	Videosorveglianz a	Controllo accessi	Antintrusione	Intercomunicazi one di edificio
Aule			X	
Laboratori	X	X	X	X
Aree comuni	X	X	X	X
Aree tecniche	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X		X	X



Tabella 58: Impianti per la sicurezza informatica di reti e sistemi di comunicazione (Cybersecurity)

Cybersecurity (*)				
Impianti Ambienti	Reti di comunicazione	Cablaggio strutturato/Wi- Fi	Edge computing	Micro data center
Aule	X	X		
Laboratori	X	X	X	X
Aree comuni	X	X		
Aree tecniche	X	X	X	X
Aree esterne e parcheggi	X	X		

(*) Riferimento alla cybersecurity per i servizi nel settore dell'educazione: SSAT, Framework Nazionale per la Cybersecurity e la Data Protection (<https://www.ncsc.gov.uk/section/education-skills/cyber-security-schools>)



4.5.4 Tipica architettura di integrazione di impianti per una scuola “intelligente”

La tipica architettura di una scuola è caratterizzata da uno o più edifici per i quali l’impianto di distribuzione di energia elettrica rappresenta l’elemento primario per la corretta erogazione dei servizi scolastici coadiuvato da un’opportuna digitalizzazione di tutti gli impianti tecnologici.

Di seguito, in Figura 17, è illustrata una tipica architettura integrata degli impianti per una scuola “intelligente”.

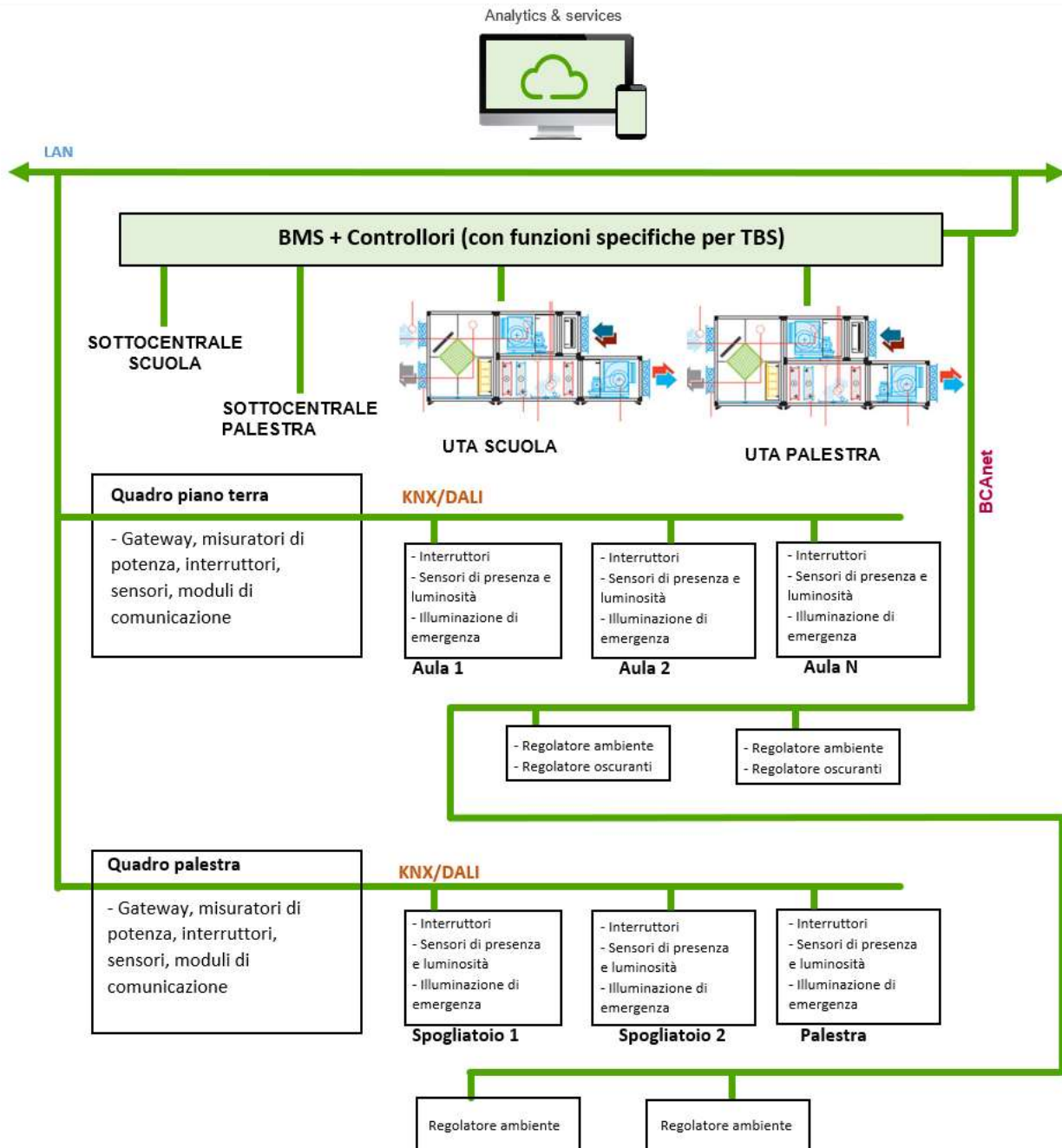


Figura 17: Tipica architettura integrata degli impianti di una scuola “intelligente”



4.5.5 Architettura tipica di integrazione delle aule di una scuola “intelligente”

Di seguito, in Figura 18, si riporta una tipica architettura di integrazione delle aule di una scuola “intelligente” in cui è presente sia la parte di regolazione degli impianti aeraulici, sia la parte di monitoraggio della qualità dell’aria (temperatura, umidità relativa, CO₂, VOC), non solo a servizio del comfort ma anche della sicurezza degli occupanti. Il comfort si completa con la regolazione dell’illuminazione (manuale/automatica) e delle eventuali schermature solari.

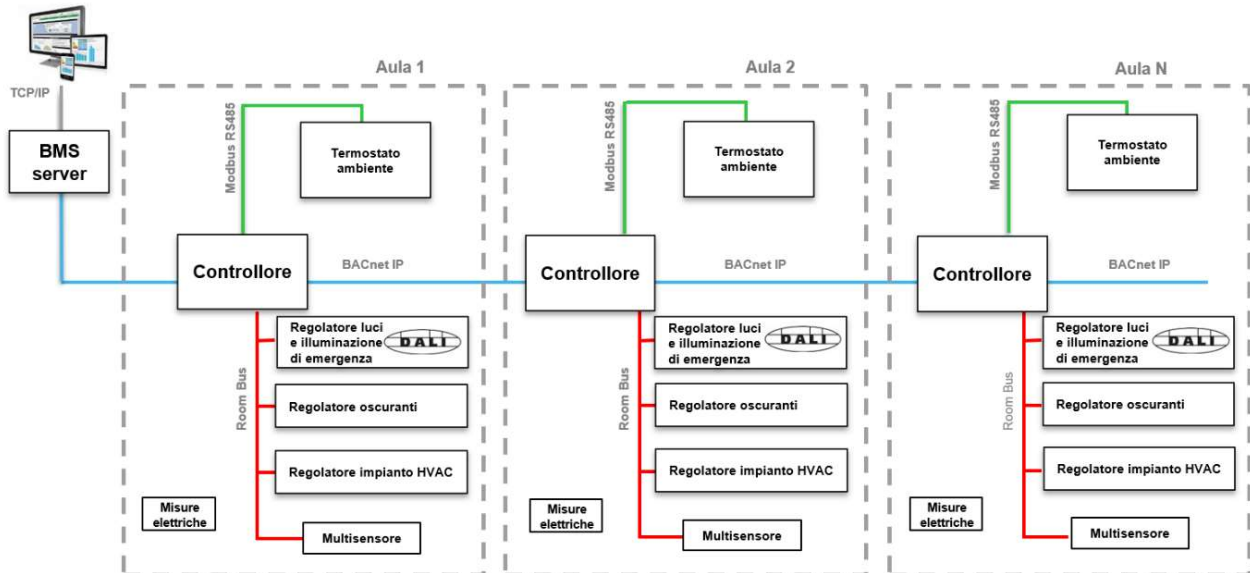


Figura 18: Tipica architettura integrata delle aule di una scuola “intelligente”

4.5.6 Tipica architettura di integrazione per la distribuzione di energia elettrica di una scuola “intelligente”

Nell’ambito della distribuzione elettrica si prendono in considerazione gli impianti sia di Media sia di Bassa Tensione che vengono integrati in un sistema di gestione dell’edificio tramite protocolli aperti di tipo standard, per esempio Modbus. Un impianto intelligente può mettere a disposizione informazioni per evitare l’innesco di un incendio fin dalle sue fasi iniziali attraverso la rilevazione di calore e/o arco elettrico.

Di seguito, in Figura 19, si riporta un’architettura di base da integrare con impianti specifici in funzione della specializzazione scolastica e dei fabbisogni energetici della struttura.

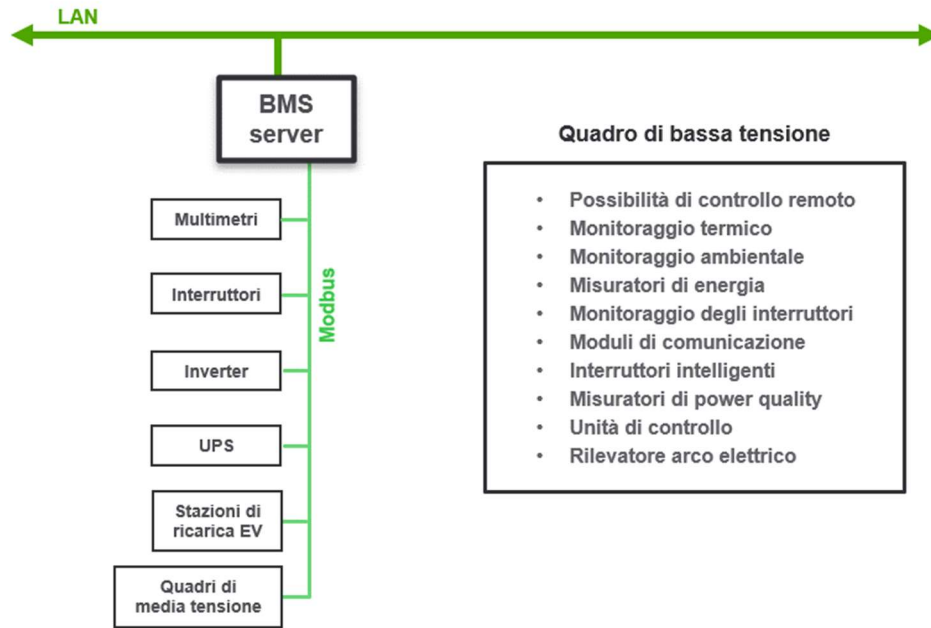


Figura 19: Tipica architettura integrata per la distribuzione di energia elettrica in una scuola “intelligente”

4.5.7 Tipica architettura di integrazione per l’impianto di illuminazione d’emergenza di una scuola “intelligente”

Di seguito, in Figura 20, si riporta una tipica architettura di integrazione per l’impianto di illuminazione di emergenza (apparecchi di illuminazione e di segnalazione di sicurezza) di una scuola “intelligente” con diagnosi centralizzata e integrata al sistema di gestione dell’edificio attraverso l’ausilio di protocolli aperti di tipo standard, ad esempio Modbus o BACnet.



Figura 20: Tipica architettura integrata per l’impianto di illuminazione di emergenza in una scuola “intelligente”



4.5.8 Tipica architettura di integrazione per la rivelazione incendi di una scuola “intelligente”

Di seguito, in Figura 21, si riporta una tipica architettura di integrazione per la rivelazione incendi di una scuola “intelligente” con rivelazione automatica di fumo, calore e monossido di carbonio e integrata al sistema di gestione dell’edificio (BMS/BEMS) per una comprensione rapida del luogo specifico di sviluppo di un possibile incendio e per la gestione di eventuali interventi necessari.

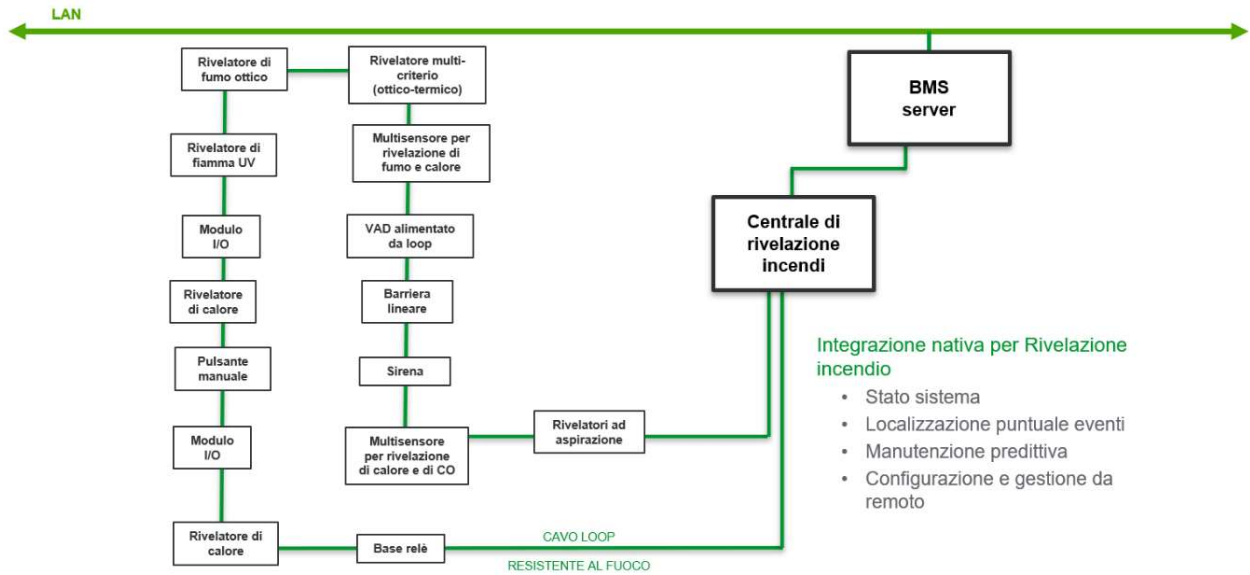


Figura 21: Tipica architettura integrata per l’impianto di rivelazione incendi di una scuola “intelligente”



5. Glossario

ACS - Acqua Calda Sanitaria

AUC - Autoconsumo Collettivo

AV – Audio Video

BACS - Building Automation Control System

BEMS - Building Energy management System

BESS - Battery Energy Storage System

BMS - Building Management System

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BT - Bassa Tensione

CAPEX – CAPital EXpenditurs

CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano

CER - Comunità Energetica Rinnovabile

CIR - Controllore dell'Infrastruttura di Ricarica

CSRD - Corporate Sustainability Reporting Directive

DNSH - Do Not Significant Harm

DR - Demand Response

DSO - Distribution System Operator

DU - Dispositivo Utente

EED - Energy Efficiency Directive

EESS - Electrical Energy Storage Systems

EMS - Energy Management System

ENISA - European Network and Information Security Agency

EPBD - European Performance of Building Directive

ESG - Environmental, Social and Governance

FER - Fonti a Energia Rinnovabile

FESR - Fondi Europei per lo Sviluppo Regionale

FV - Fotovoltaico

GD - Generazione Distribuita

GDPR - General Data Protection Regulation

HBES - Home and Building Electronic System

HVAC - Heating, Ventilation and Air Conditioning

HW - HardWare



ICT - Information and Communication Technology
IEC - International Electrotechnical Commission
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
I/O - Input/Output
IoT - Internet of Things
ISO - International Standard Organisation
IT – Information Technology
ITU - International Telecommunication Union
LAN - Local Area Network
LEED - Leadership in Energy and Environmental Design
LiFi - Light Fidelity
M2M - Machine to Machine
MT - Media Tensione
nZEB - nearly Zero Energy Building
OPEX – Operational EXpenditurs
OT – Operational Technology
PEB - Positive Energy Building
PED - Positive Energy District
PEN - Positive Energy Neighbourhoods
PMS - Property Management System
PNC - Piano Nazionale Complementare
PNRR - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
POD - Point of Delivery
PoE - Power over Ethernet
RED - Renewable Energy Directive
RFID - Radio Frequency Identification
RO - Remote Operator
RTU – Remote Terminal Unit
SDVoE - Software Defined Video over Ethernet
SEFC - Sistemi di Evacuazione di Fumo e Calore
SPE – Single Pair Ethernet
SRI - Smart Readiness Indicator
TBM - Technical Building Management



TBS - Technical Building System

TR - Technical Regulation

TS - Technical Specification

TSO - Transmission System Operator

U4SSC - United for Smart Sustainable Cities)

UE - Unione Europea

UNECE - United Nations Economic Commission for Europe

UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione

UPS - Uninterruptable Power Supply

V2* - Vehicle to * ²²

VOC - Volatile Organic Compounds

VSS - Video Surveillance System

WAN - Wide Area Network

ZEB - Zero Emission Building

CEI – dicembre 2023

²² Esempi: Vehicle to Building, Vehicle to Grid, Vehicle to Home, Vehicle to Infrastructure o Vehicle to Everything.