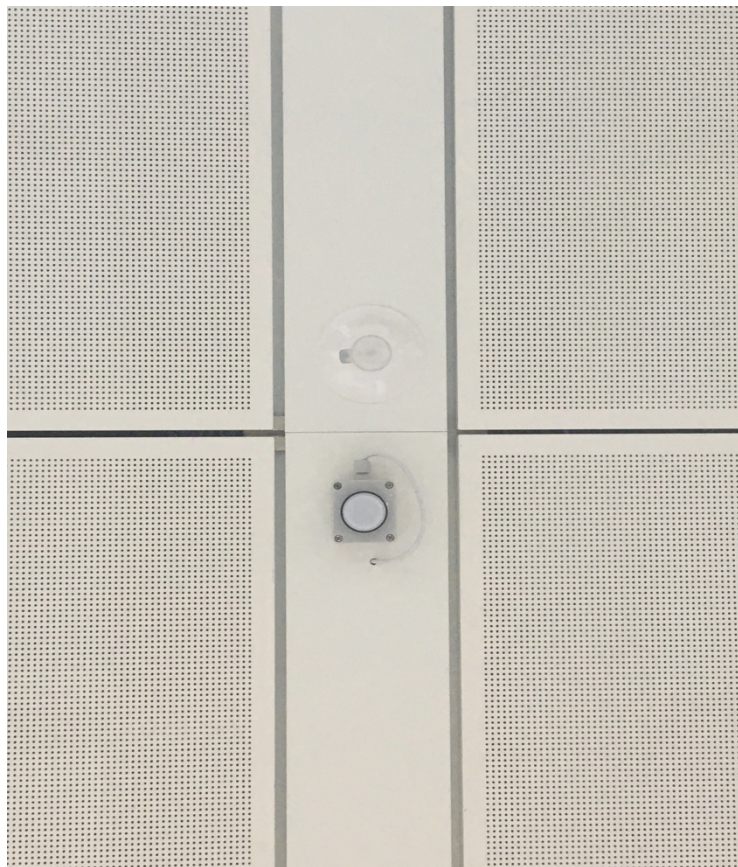




72° CONGRESSO NAZIONALE ATI
6-8 SETTEMBRE 2017 - GRAND HOTEL TIZIANO,
LECCE

RISPARMIO ENERGETICO ED INNOVAZIONI TECNOLOGICHE PER GLI SMART BUILDINGS

Prof. Ing. Marco Beccali

EXISTING DEFINITIONS

Smart Buildings are buildings which integrate and account for intelligence, enterprise, control, and materials and construction as an entire building system, with adaptability, not reactivity, at the core, in order to meet the drivers for building progression: energy and efficiency, longevity, and comfort and satisfaction.

Buckman & Beck [4]

A smart home needs to be a comfortable, energy efficient living space in which consumers can benefit from self-generation of electricity and smart and interoperable appliances which have been designed to last and manage consumption through consumer-friendly smart metering systems.

BEUC [5]

Smarter buildings are well managed, integrated physical and digital infrastructures that provide optimal occupancy services in a reliable, cost effective, and sustainable manner.

IBM Research Collaboratory

Smart Buildings are self-aware and grid-aware, interacting with a smart grid whilst focusing on the real-time demand side response and an increased granularity of controls.

Kiliccote et al [8]

A smart building is the integration of building, technology, and energy systems. These systems may include building automation, life safety, telecommunications, user systems and facility management systems.

Smart Buildings LLC [7]

ENERGY EFFICIENCY
COMFORT
INTEROPERABILITY
SELF-GENERATION
CONSUMER-FRIENDLINESS
RELIABILITY
HEALTH
AUTOMATION
GRID-AWARENESS
DEMAND FLEXIBILITY
RENEWABLE ENERGY
COST-EFFECTIVENESS
PRODUCTIVITY
ANALYSIS
INTEGRATION
SELF-AWARENESS

A Smart Building has a functional, comfortable and healthy indoor environment and its very low energy demand allows for a wide choice of cost-effective, renewable energy sources to be used to fulfil that demand.

EuroACE [10]

[...] the power of buildings to make our bodies healthier, our minds calmer, and our work more efficient. From workplace sensors that continuously monitor air quality to wearables that track your health data, we have more information about the environment and health than ever before.

WELL Building Institute [9]

Smart buildings give us unprecedented insight into a building's performance – at a single site or across an enterprise – by integrating building systems and utilizing advanced analytics in order to monitor, measure and manage the building in the most efficient way.

Johnson Controls [12]

Smart buildings figure out behaviour and behave according to impacts of parameters around it.

CABA [13]

Smart buildings improve the productivity of people and processes by leveraging technology & actionable information to help you & your building make better decisions and become smart, efficient and sustainable.

Siemens [11]

WHAT IS A SMART BUILDING?

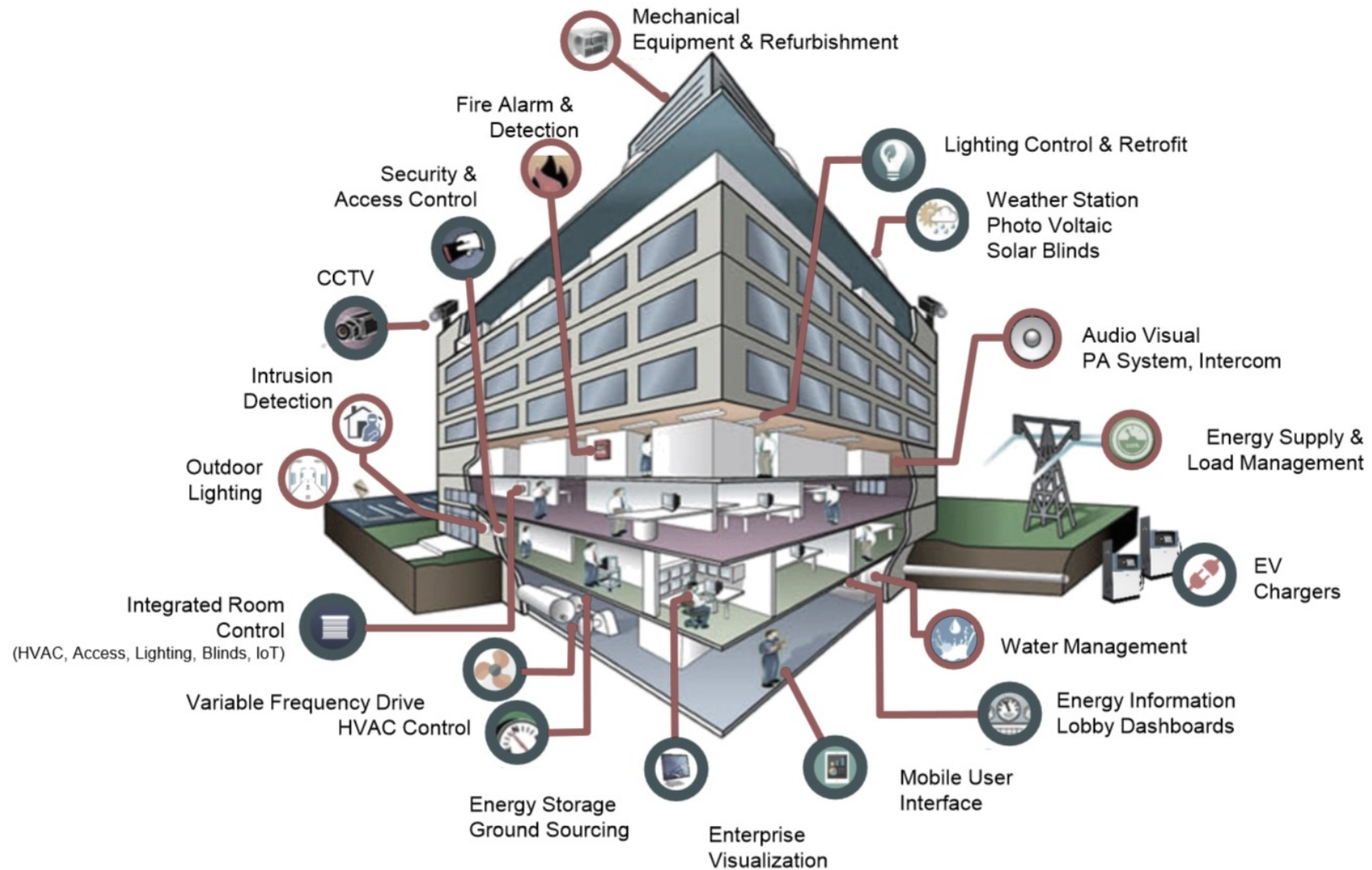
A smart building is highly energy efficient and covers its very low energy demand to a large extent by on-site or district-system-driven renewable energy sources.

A smart building (i) stabilises and drives a faster decarbonisation of the energy of the energy system through energy storage and demand-side flexibility; (ii) empowers its users and occupants with control over the energy flows; (iii) recognises and reacts to users' and occupants' needs in terms of comfort, health, indoor air quality, safety as well as operational requirements.

Un edificio intelligente è un edificio altamente energeticamente efficiente, che copre la sua domanda energetica in larga misura da fonti energetiche rinnovabili convertite in loco o nel distretto del sistema. Un edificio intelligente (i) consolida e guida la decarbonizzazione più rapida del sistema energetico tramite la conservazione dell'energia e la flessibilità della domanda; (ii) abilita i suoi utenti e gli occupanti a controllare i flussi energetici; (iii) riconosce e reagisce alle esigenze degli utenti e degli occupanti in termini di comfort, salute, qualità dell'aria interna, sicurezza e requisiti operativi.



SMART BUILDING



Risparmio energetico e innovazioni tecnologiche per gli Smart Buildings_Prof. Ing. Marco Beccali

CHALLENGES

AIR POLLUTION AND HEALTH ISSUES RELATED TO THE BUILDING STOCK

Between **30% and 50%** of excess winter mortality is attributed specifically to housing conditions (Keatinger)

AN INEFFICIENT BUILDING STOCK

75% of the building stock is energy inefficient (EC)

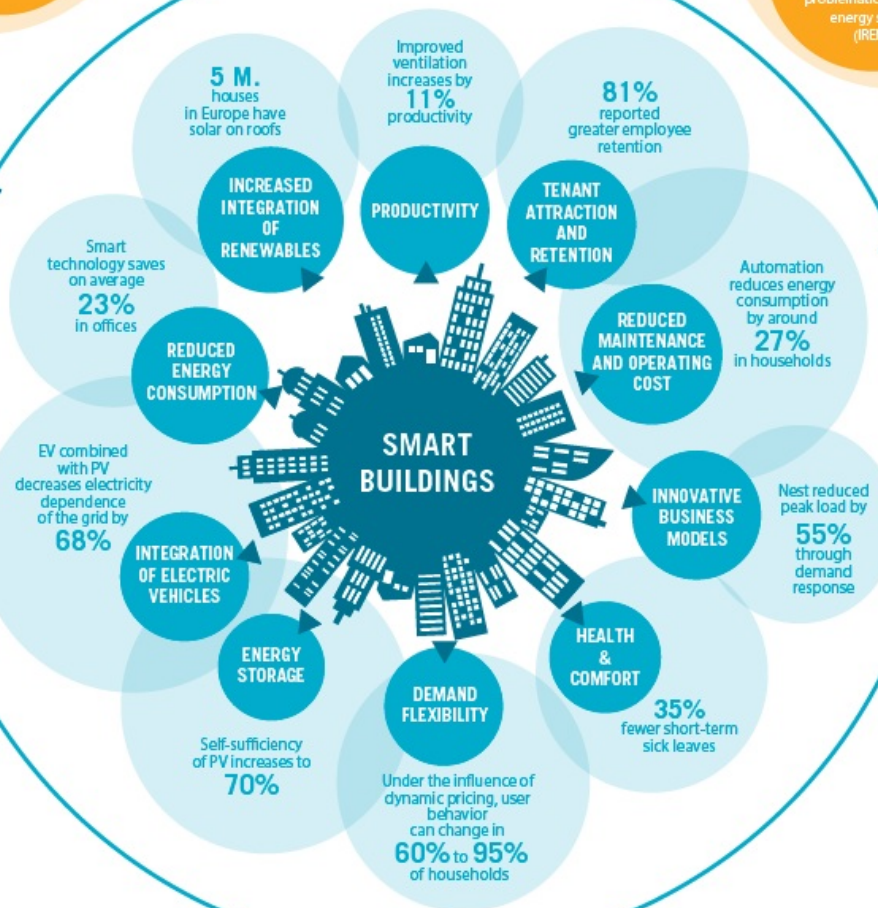
AMBITIOUS DECARBONISATION TARGET

EU aims to cut emissions from houses and office buildings by around **90%** by 2050 (EC)

AN INCREASED SHARE OF VARIABLE RENEWABLE ENERGY

A number of EU countries are predicted to have a share of VRES over **30% by 2030**, problematic for a static energy system (IRENA)

FOR THE ENERGY SYSTEM



FOR THE OCCUPANTS

BENEFITS

News
& Materiali

Gli accordi internazionali siglati a Parigi per limitare il riscaldamento globale al di sotto di 2 °C pongono l'accento sulla necessità che l'Europa acceleri la transizione verso sistemi energetici "intelligenti".



COP21 • CMP11

PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

Affinché gli edifici europei contribuiscano efficacemente all'obiettivo globale del clima, l'ambiente costruito deve subire una profonda trasformazione e diventare intelligente ed efficiente



Insieme ad un aggiornamento tecnologico degli edifici anche le reti e le infrastrutture energetiche devono adeguarsi ai nuovi schemi di interazione

Il sistema edilizio europeo ed il sistema energetico sono nelle fasi iniziali di un cammino “verso l'intelligenza”: un cambiamento radicale da un sistema centralizzato che impiega prevalentemente combustibile fossile e con un elevato consumo di energia verso uno che è più efficiente, decentrato, focalizzato sui consumatori e alimentato da energie rinnovabili



- Alcuni paesi hanno già adottato misure legislative per diffondere tecnologie e pratiche “smart” come ad esempio: incoraggiare l'efficientamento dei sistema di riscaldamento, incentivare l'accumulo di energia negli edifici o installare contatori intelligenti.
- Mentre questi passi preparatori e ispiratori sono cruciali, è necessaria però un'intensificazione di queste azioni. Ciò significa un cambiamento di mentalità per riconoscere gli edifici come parte integrante dell'infrastruttura energetica dell'Europa e sfruttare appieno le loro capacità estese.

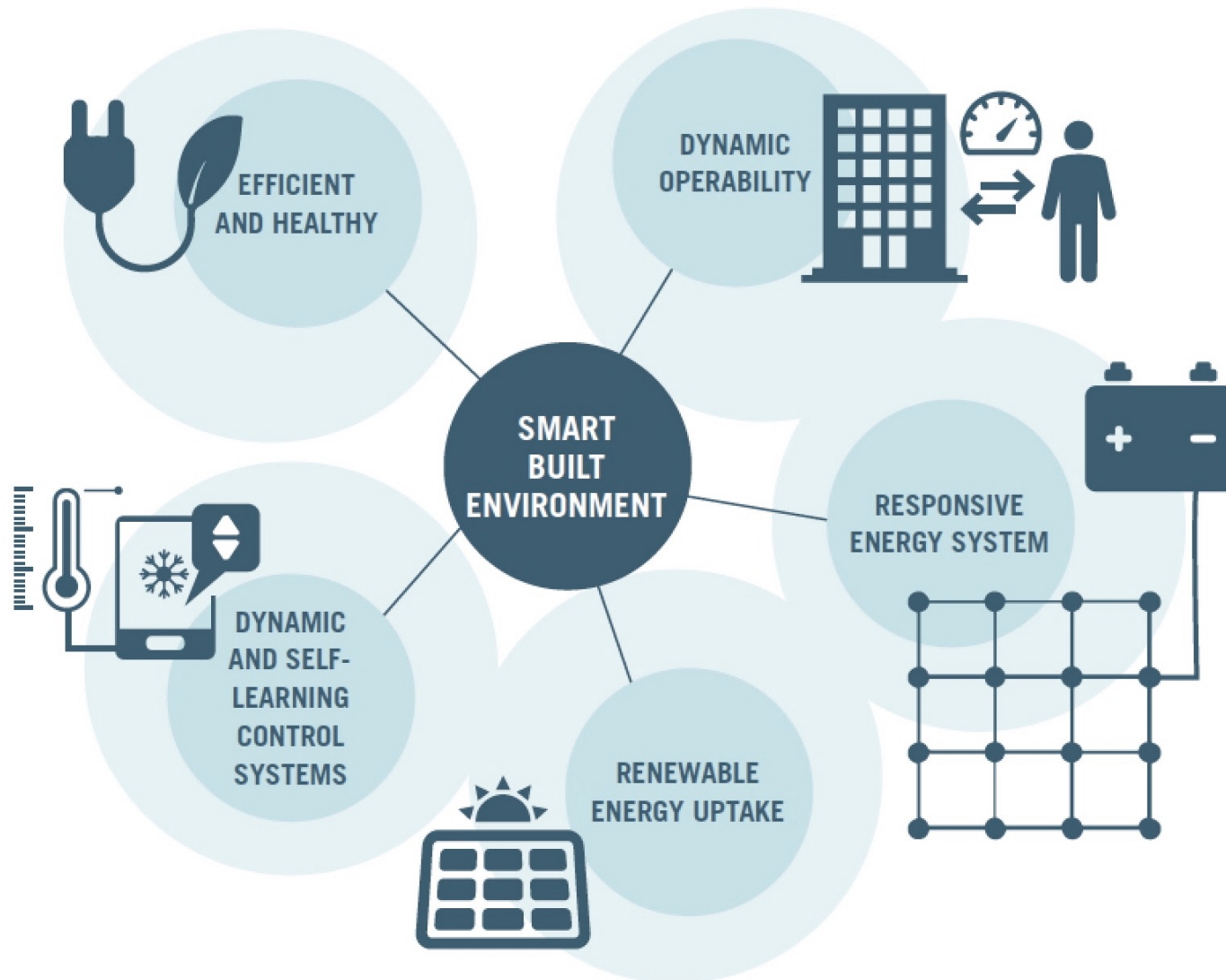


- L'approccio attuale della legislazione europea non è sufficiente a incoraggiare gli edifici intelligenti, promuovendo solo l'implementazione di contatori intelligenti e di sistemi di misura intelligenti ai sensi della Direttiva sulla prestazione dell'energia (EPBD) e della Direttiva sull'efficienza energetica (EED).
- La revisione in corso dell'EPBD e dell'EED è l'occasione primaria per sostenere la transizione anche attraverso le conseguenti legislazioni nazionali di sostegno



I 5 pilastri dello smart built environment

Figure 1 - Five pillars of a smart built environment (Source: BPIE own analysis)

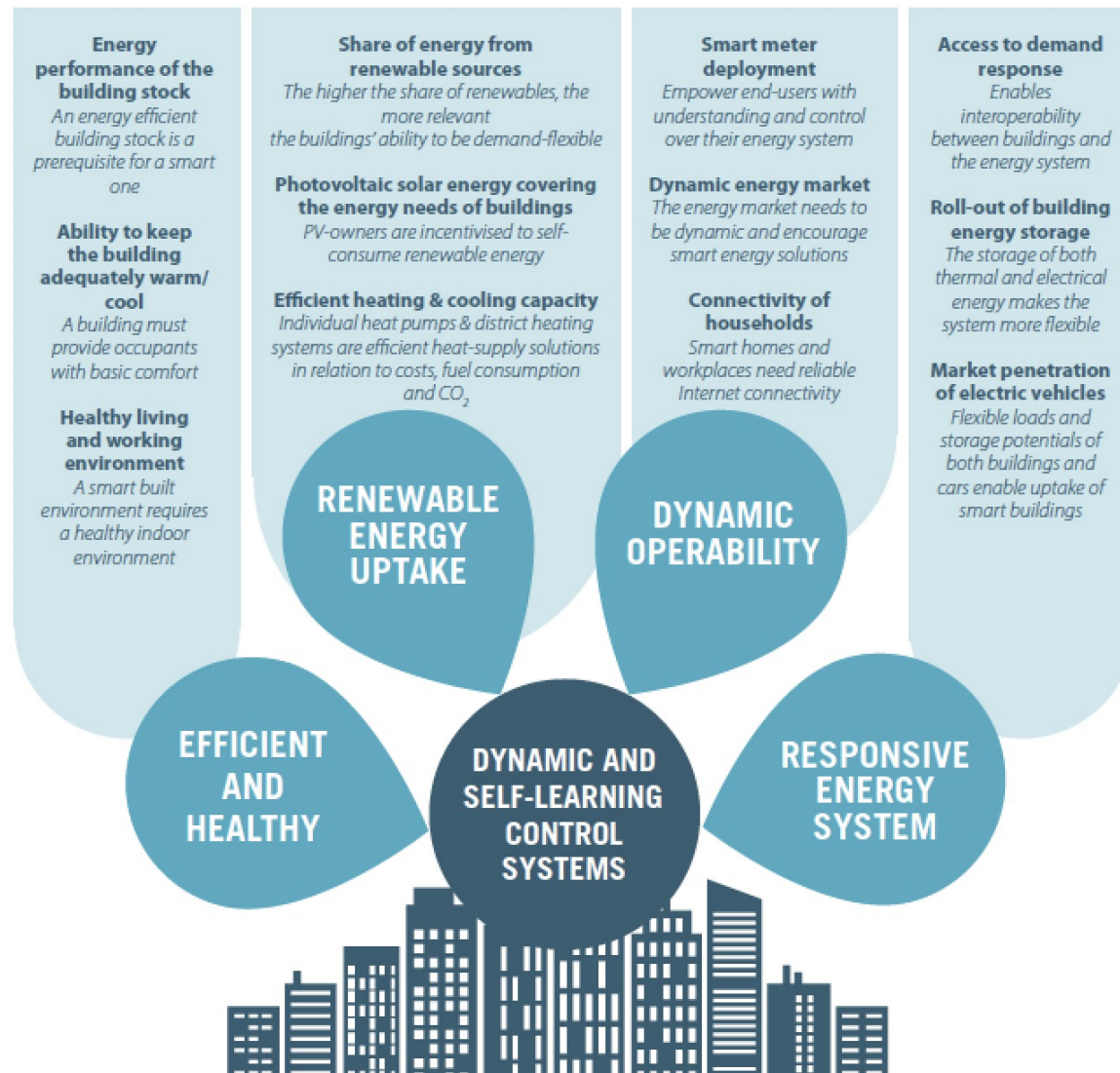


Fonte: Buildings Performance Institute Europe (BPIE), 2017

Risparmio energetico e innovazioni tecnologiche per gli Smart Buildings_Prof. Ing. Marco Beccali

Caratteristiche dello smart built environment

Figure 2 – Characteristics of a smart built environment (Source: BPIE own analysis)



Fonte: BPIE, 2017

A CHE PUNTO SIAMO?



A CHE PUNTO SIAMO?

La Commissione europea ha proposto un “indicatore di intelligenza” (smartness indicator), da raffinare nei prossimi anni, per valutare la capacità tecnologica attuale di un edificio ad interagire con i suoi occupanti e la rete e gestire efficacemente le funzioni e le prestazioni.

Secondo la Commissione, l'indicatore dovrebbe riguardare: le caratteristiche che aumentano la capacità degli occupanti e dell'edificio stesso di adeguarsi ai requisiti di comfort e agli altri requisiti operativi, di interagire in ottica demand-response e di contribuire al funzionamento regolare e sicuro dei vari sistemi energetici e infrastrutture locali a cui l'edificio è collegato.

È in discussione una proposta di revisione della direttiva EPBD (Commissione europea, Bruxelles, 30.11.2016)

Smart-Ready Built Environment Indicators² (Fonte: BPIE)

$$SBEI = \frac{\left(\left(\frac{BEP + FEC}{2} \right) + CMF + IAQ \right) + \left(SM + \frac{DP + FLX}{2} + CON \right) + \left(DR + BES + EV \right) + \left(RES + PV + \frac{HP + DH}{2} \right)}{12}$$

SBEI = Smart Built Environment Indicator

BEP = Building envelope performance

(Source: EU Building Stock Observatory [2] - Year of data: 2014)

$$= \frac{U \text{ value}_{\text{residential}}}{\% \text{ residential}} + \frac{U \text{ value}_{\text{non-residential}}}{\% \text{ non-residential}}$$

FEC = Final energy consumption

(Source: EU Building Stock Observatory [2] - Year of data: 2014)

$$= \frac{\text{Energy consumption}_{\text{residential}}}{\% \text{ residential}} + \frac{\text{Energy consumption}_{\text{non-residential}}}{\% \text{ non-residential}}$$

CMF = Ability to keep adequately warm/cool

(Source: EU Building Stock Observatory [2] - Year of data: 2014)

$$= 1 - \frac{\% \text{ of pop incapable to keep home (warm+cool)}}{2}$$

IAQ = Healthy living and working environment

(Source: EU Building Stock Observatory [2] - Year of data: 2013)

= 1 - (% of population living in a dwelling with a leaking roof, damp walls, floors or foundation, or rot in window frames or floor)

SM = Smart meter deployment

(Source: Acer [13] - Year of data: 2015)

= % dwellings with a smart meter

DP = Dynamic pricing

(Source: Acer [13] - Year of data: 2015)

= % of standard household consumers supplied under dynamic pricing for supply and network charges of electricity in EU MS

RES = Renewables energy consumption

(Source: Eurostat [5] [7] - Year of data: 2014)

= % of renewables in final energy consumption

FLX = Flexible market

(Source: EU Building Stock Observatory [2], ACER [14]

- Year of data: 2014)

= Market share of the largest generator in the electricity market + switching rates (electricity)

RES = Renewables energy consumption

(Source: Eurostat [5] [7] - Year of data: 2014)

= % of renewables in final energy consumption

PV = Photovoltaics

(Source: Eurostat [5] [7] - Year of data: 2014)

$$= \frac{PV \text{ Production (TOE)}}{\text{population} * \text{energy need per capita}}$$

HP = Heat pumps

(Source: EU Building Stock Observatory [2] - Year of data: 2014)

= % of population with heat pumps

DH = District heating

(Source: European Commission JRC [10] - Year of data: 2005)

= Share of district heating in final energy consumption for heating

CON = Connectivity

(Source: Eurostat [3] - Year of data: 2016)

= % households with Internet connection

DR = Demand response

(Source: SEDC [8], EC JRC [9] - Year of data: 2015)

= Evaluation (based on assessments made by JRC and SEDC) of the demand response market

BES = Building energy storage

(Sources: GTAI [15], European Commission's DG

Energy [11] - Year of data: 2016)

= % of buildings with energy storage

EV = Electric vehicles

(Sources: ACEA [15] - Year of data: 2015)

= The market share of EVs of total new car registrations

BUILDING ENVELOPE	
Grade	U-value
5	<0.29
4	0.29 - 0.80
3	0.81 - 1.30
2	1.30 - 1.80
1	>1.80

HEALTHY LIVING AND WORKING ENVIRONMENT	
Grade	Share (%)
5	>99
4	92 - 99
3	84 - 91
2	75 - 83
1	<75

DYNAMIC PRICING	
Grade	Evaluation of electricity market
5	Fully dynamic pricing
4	Hourly pricing (for majority of users)
3	Hourly pricing (for minority of users)
2	Static Time of Use pricing
1	Fixed pricing

BUILDING ENERGY STORAGE	
Grade	Share of dwellings
5	>1
4	1 - 3
3	0,1 - 0.99
2	0,001 - 0.099
1	<0,001

PHOTOVOLTAICS	
Grade	Share of gross energy consumption
5	>8
4	6 - 8
3	3 - 5
2	1 - 2
1	<1

FINAL ENERGY CONSUMPTION	
Grade	kWh/m ²
5	<50
4	50 - 115
3	116 - 182
2	183 - 248
1	>248

SMART METER DEPLOYMENT	
Grade	Share (%)
5	>99
4	50 - 99
3	25 - 49
2	1 - 24
1	<1

FLEXIBLE MARKET	
Grade	Score
5	>90
4	75 - 90
3	60 - 74
2	45 - 59
1	<45

ELECTRIC VEHICLES	
Grade	Share of EVs from new car registrations
5	>75
4	50 - 75
3	25 - 49
2	10 - 24
1	<10

HEAT PUMPS	
Grade	Share of primary energy consumption
5	>6.50
4	4.01 - 6.50
3	1.51 - 4.00
2	0.10 - 1.50
1	<0.10

ABILITY TO KEEP ADEQUATELY WARM/COOL	
Grade	Share (%)
5	>99
4	92 - 99
3	84 - 91
2	75 - 83
1	<75

CONNECTIVITY	
Grade	Score (%)
5	>99
4	92 - 99
3	84 - 91
2	75 - 83
1	<75

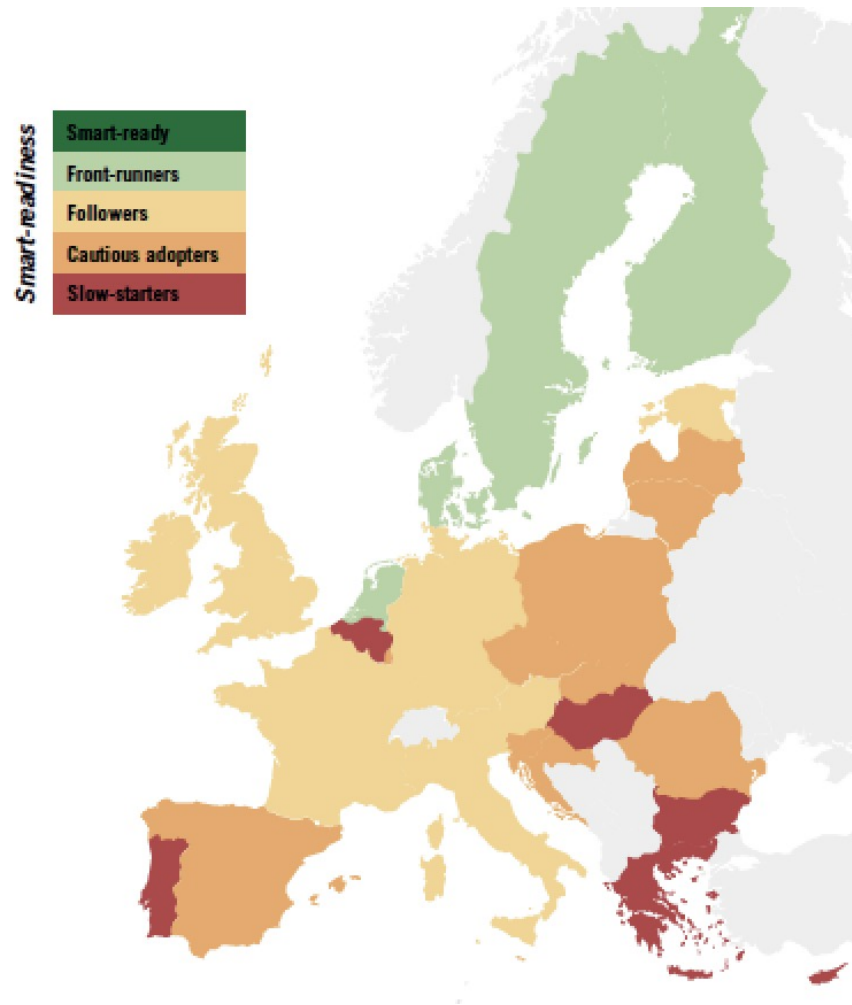
DEMAND RESPONSE	
Grade	Evaluation of DR market
5	Commercially open
4	Open for majority of actors
3	Open only for major industries/actors
2	Very low participation
1	Closed

RENEWABLE ENERGY	
Grade	Share of gross energy consumption
5	>50
4	38 - 50
3	24 - 37
2	10 - 23
1	<10

DISTRICT HEATING	
Grade	Share of DH in final energy consumption for heating
5	>50
4	34 - 50
3	18 - 33
2	1 - 17
1	<1

IS EUROPE READY FOR SMART BUILDINGS?

Nessun paese è realmente pronto a trarre vantaggi che la rivoluzine smart apporterà, incluso l'uso dell'energia in maniera più verde, più salutare e più felssibile.



Fonte: Buildings Performance Institute Europe (BPIE), 2017

Risparmio energetico e innovazioni tecnologiche per gli Smart Buildings_Prof. Ing. Marco Beccali

	BUILDING PERFORMANCE	HEALTHY LIVING & WORKING ENVIRONMENT	ABILITY TO KEEP AD-EQUATELY WARM/COOL	SMART METER DEPLOYMENT	DYNAMIC MARKET		CONNECTIVITY	DEMAND RESPONSE	BUILDING ENERGY STORAGE	ELECTRIC VEHICLES	EFFICIENT HEATING CAPACITY		RENEWABLE ENERGY	PHOTOVOLTAICS	SMART-READINESS	
					Flexibility in the market	Dynamic pricing					District heating	Heat pumps				
Sweden	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	Sweden
Finland	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Finland
Denmark	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Denmark
Netherlands	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Netherlands
Estonia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Estonia
United Kingdom	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	United Kingdom
Austria	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Austria
Germany	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Germany
France	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	France
Ireland	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Ireland
Italy	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Italy
Spain	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Spain
Poland	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Poland
Latvia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Latvia
Slovakia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Slovakia
Slovenia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Slovenia
Czech Republic	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Czech Republic
Luxembourg	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Luxembourg
Malta	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Malta
Romania	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Romania
Croatia	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Croatia
Lithuania	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Lithuania
Belgium	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Belgium
Greece	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Greece
Portugal	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Portugal
Bulgaria	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Bulgaria
Hungary	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Hungary
Cyprus	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Cyprus

LE AZIONI DA INTRAPRENDERE



PRINCIPLE 1
Maximise the buildings' energy efficiency first



PRINCIPLE 2
Increase on-site or nearby RES production and self-consumption



PRINCIPLE 3
Stimulate energy-storage capacities in buildings



PRINCIPLE 4
Incorporate demand response capacity in the building stock



PRINCIPLE 5
Decarbonise the heating and cooling energy for buildings



PRINCIPLE 6
Empower end-users via smart meters and controls



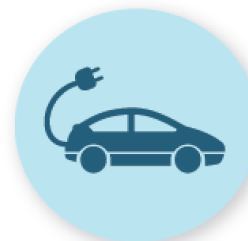
PRINCIPLE 7
Make dynamic price signals available for all consumers



PRINCIPLE 8
Foster business models aggregating micro energy-hubs



PRINCIPLE 9
Build smart and interconnected districts



PRINCIPLE 10
Building infrastructure to drive further market uptake of electric vehicles



Progressivamente, alcune misure legislative che riguardano diversi settori in diversi paesi stanno aprendo la strada verso un parco edilizio più intelligente.

Ad esempio, la **Germania** ha lanciato un piano per aumentare il numero di sistemi di accumulo negli edifici, mentre **Svezia, Finlandia e Italia** hanno già completato efficaci azioni di introduzione di contatori intelligenti. Il **Regno Unito** e la **Francia** incoraggiano le attività di demand-response e la **Danimarca** sta conducendo una campagna di sviluppo del teleriscaldamento a biomassa. Nei **Paesi Bassi** l'uso dei veicoli elettrici non è marginale. La **Finlandia** ha investito ingenti risorse sull'impiego di pompe di calore.



Tutti i casi studio dimostrano l'importanza dei sistemi di controllo dinamici e autoadattivi e delle tecnologie ICT. Oggi, questi sistemi svolgono un ruolo del tutto marginale nel settore dell'edilizia residenziale, ma l'importanza di questa tecnologia è destinata a crescere rapidamente.

La Heat Roadmap Europe afferma correttamente che il mix richiesto di soluzioni per l'efficienza energetica è diverso tra i paesi. Tutti e 28 gli Stati membri non dovrebbero mirare a identici “smart built environment” ma piuttosto adattare le soluzioni al contesto specifico del paese.





Tuttavia, malgrado il ventaglio di soluzioni tecnologiche disponibili sia amplissimo, non bisogna mai sottovalutare il ruolo di una accurata progettazione e gestione dei sistemi.



Pacchetti hardware e software a “basso costo” vengono oggi proposti per la regolazione degli impianti tecnologici e di altre funzioni dell’edificio.



Molto spesso le potenzialità di tali sistemi sono del tutto sottoutilizzate.



Gli strumenti normativi oggi disponibili non forniscono sempre un valido supporto in tal senso ma si limitano a definire “potenziali” di risparmio spesso disattesi nella pratica.

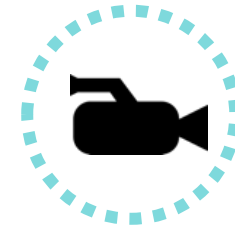
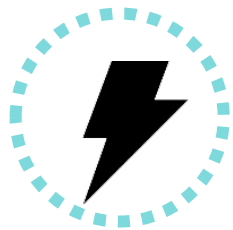
Un esempio, oggetto di studio presso UNIPA, riguarda i sistemi domotici per il controllo dell’illuminazione.

BUILDING AUTOMATION

Introducendo sistemi per l'automazione, il monitoraggio e il controllo negli edifici, è possibile ridurre i consumi di energia elettrica e di combustibile dei diversi sottosistemi:

- riscaldamento/raffrescamento
- ventilazione
- illuminazione

La riduzione dei consumi cresce man mano che si passa da una classe di automazione più bassa ad una più elevata



NORMATIVE

Tra le principali normative che trattano il tema dei sistemi di controllo vi sono:

- European Technical Standard EN 15232 “Energy Performance of Buildings – Impact of Building Automation, Control, and Building Management”
- 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”
- prEN 15193: Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting



BAC METHOD _EN 15232

The European standard EN15232: "Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Control and Building Management" provides a list of BACS and TBM functions that can affect the energy performance of buildings and introduces four different BAC efficiency classes.

HBA e TBM ad alta efficienza

A

HBA e TBM avanzati

B

HBA standard o controlli tradizionali (riferimento)

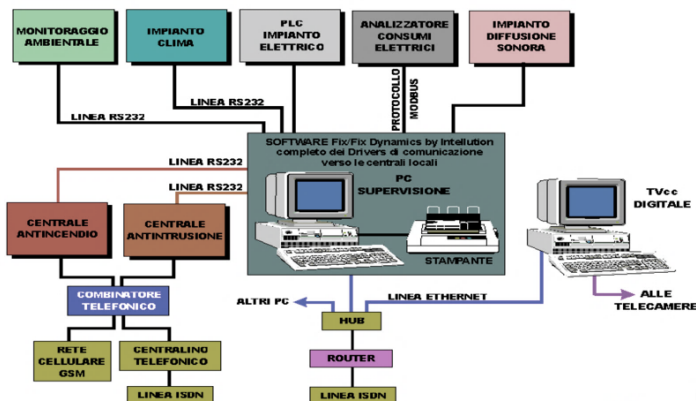
C

Sistemi non efficienti

D

CLASSE A

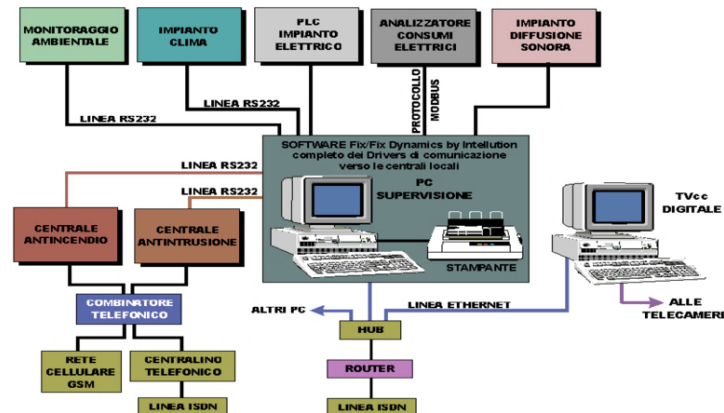
Come la classe B ma con livelli di precisione più elevati



udu

CLASSE B

Impianti automatizzati con sistemi BUS ma anche con sistemi di controllo centralizzati per una gestione coordinata dei diversi sottosistemi



udu

CLASSE C

Impianti automatizzati con apparecchi di controllo tradizionali o sistemi BUS

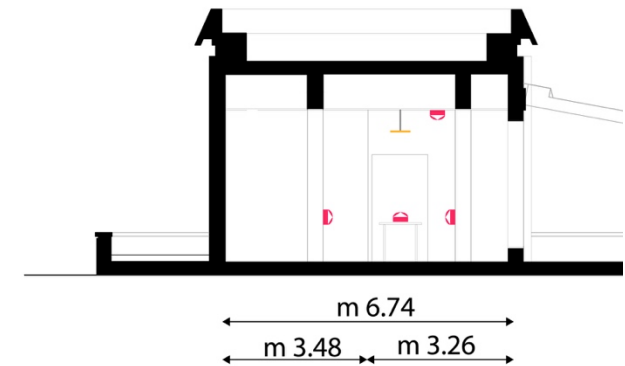
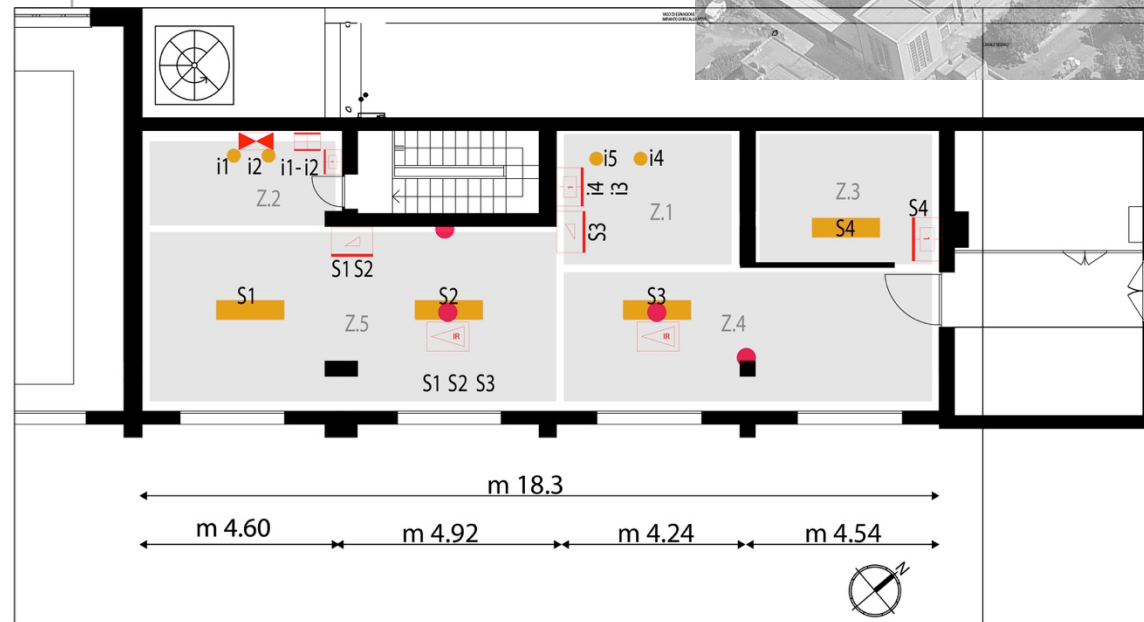
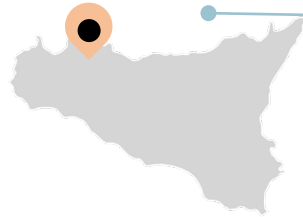


Risparmio energetico e innovazioni tecnologiche per gli Smart Buildings_Prof. Ing. Marco Beccali

Non-residential Building Types	BAC efficiency factors $f_{BAC,e}$			
	D	C (Reference)	B	A
	No automatic control	Standard automatic control	Advanced automatic control TBM level highlighted	Advanced automatic control TBM all function
Offices	1,10	1	0,93	0,87
Lecture Hall	1,06	1	0,94	0,89
Education buildings (Schools)	1,07	1	0,93	0,86
Hospitals	1,05	1	0,98	0,96
Hotels	1,07	1	0,95	0,90
Restaurants	1,04	1	0,96	0,92
Wholesale and retail trade service buildings	1,08	1	0,95	0,91
Other types: - Sport facilities - Storage - Industrial buildings - etc.		1		

La Norma EN 15232 e la Guida CEI 205-18 forniscono due metodi per calcolare il risparmio di energia elettrica dei diversi sottosistemi: in funzione della tipologia dell'edificio e della classe del sistema vengono assegnati dei fattori di riduzione dei consumi

LABORATORY@DEIM.UNIPA

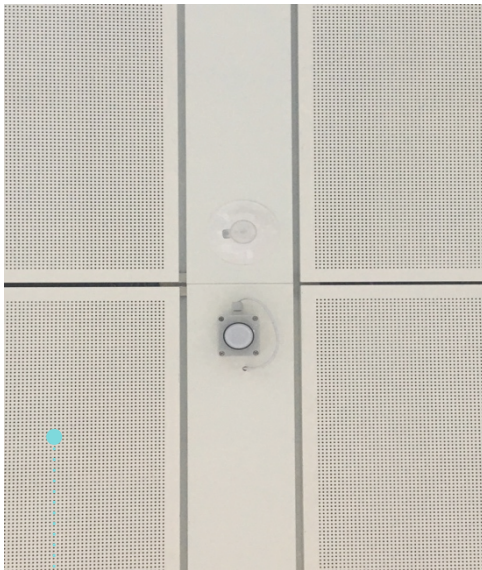


LEGEND



CAMPAGNA DI MISURE STRUMENTAZIONE

2 sensori di illuminamento
installati su due pareti opposte.



2 sensori di illuminamento
installati sul soffitto.



Sensori per esterno per la misurazione
dell'illuminamento e della radiazione solare
diffusa.

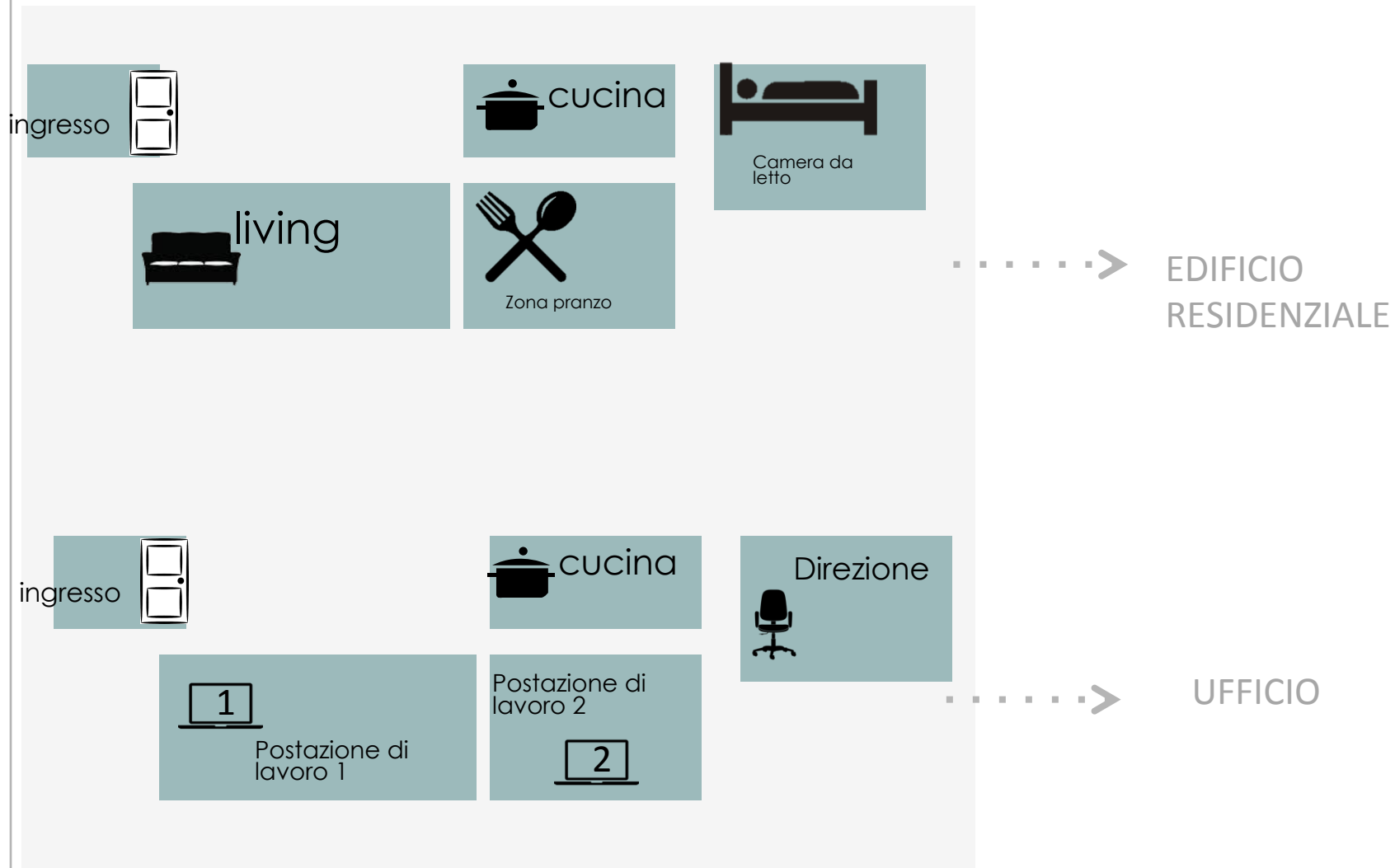
Strumento Siemens per la misurazione della
potenza, della tensione e della corrente.



2 sensori di
illuminamento
installati
orizzontalmente
ad una altezza
pari a quella di
un tipico piano
di lavoro.



SCENARI TESTATI_ USI FINALI



SCOPO



VALIDARE

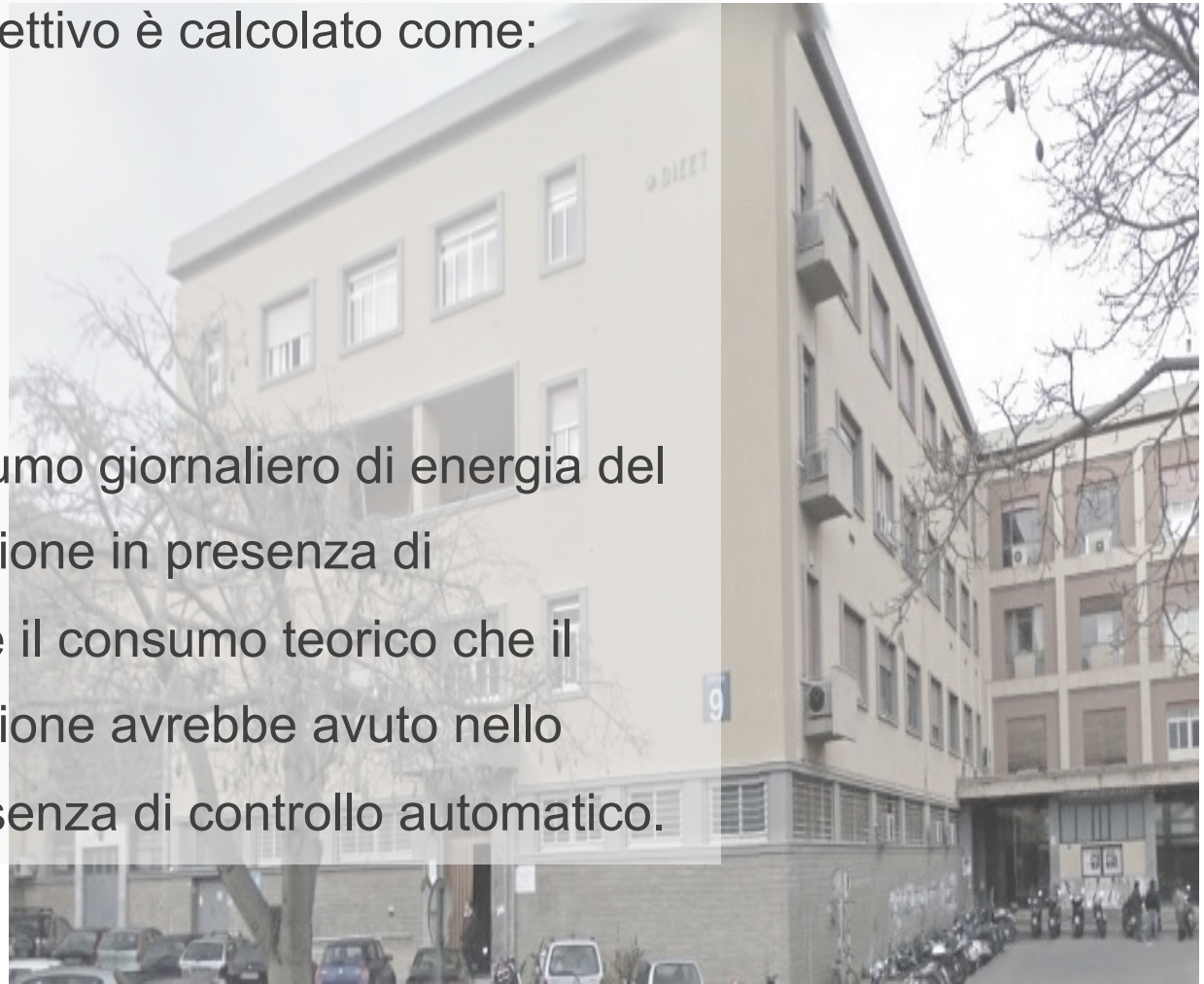
il metodo semplificato del fattore
BAC utilizzando i risultati di una
campagna sperimentale di
misurazione.

BAC METHOD EN 15232

In generale il BF effettivo è calcolato come:

$$BF = E_{AUT} / E_D$$

dove E_{AUT} è il consumo giornaliero di energia del sistema di illuminazione in presenza di automazione e E_D è il consumo teorico che il sistema di illuminazione avrebbe avuto nello stesso giorno in assenza di controllo automatico.



RISULTATI_

STRATEGIE DI CONTROLLO

Per ogni scenario considerato, il consumo energetico del sistema di illuminazione è stato misurato:

- In assenza di controllo automatico di tutti gli apparecchi luminosi;
- In presenza di controllo di automazione con funzione ON/OFF come funzione di un prestabilito set-point;
- In presenza di controllo dimmer della luce artificiale.

RISULTATI_

BAC FACTORS

Residential Buildings	Actual Class C lighting system	Theoretical Class C lighting system	Percentage difference	Actual Class A lighting system	Theoretical Class A lighting system	Percentage difference
Summer	0.89	0.93	4.3%	0.61	0.85	28.2%
Winter	0.99		6.4%	0.95		11.8%
Yearly	0.94		1.1%	0.78		8.2%
Office Buildings	Actual Class C lighting system	Theoretical Class C lighting system	Percentage difference	Actual Class A lighting system	Theoretical Class A lighting system	Percentage difference
Summer	0.95	0.91	4.4%	0.64	0.79	18.9%
Winter	0.93		2.2%	0.72		8.9%
Yearly	0.94		3.3%	0.68		14.0%

CONCLUSIONI

È necessario ricordare che:

nella pratica solo il confronto tra valori annuali è significativo;

I singoli valori di BF possono differire notevolmente dai fattori BAC teorici, essendo fortemente dipendenti dal contributo della luce naturale della giornata specifica;

essendo fattori BAC definiti per assistere nella stima dei consumi annuali degli edifici, un confronto sulla base di valori stagionali non è utile, anche se fornisce importanti indicazioni sul comportamento del sistema durante tutto l'anno;

sia per il settore residenziale che per l'ufficio, il fattore BAC misurato per i sistemi di illuminazione della Classe C è molto vicino a quello teorico. Infatti, in questi casi le differenze percentuali non superano il 5%.

La “complessità” dei DLCs

Difficoltà legate alla loro progettazione e installazione:

- Limiti dei software di modellazione utilizzati per simulare il funzionamento dei DLCs e per prevedere risparmi energetici raggiungibili e vantaggi economici connessi;
- il grado di accettazione delle persone che preferiscono generalmente gestire personalmente i sistemi di illuminazione.

Bellia, L., Fragliasso, F., & Stefanizzi, E. (2016). Why are daylight-linked controls (DLCs) not so spread? A literature review. *Building and Environment*, 106, 301-312.

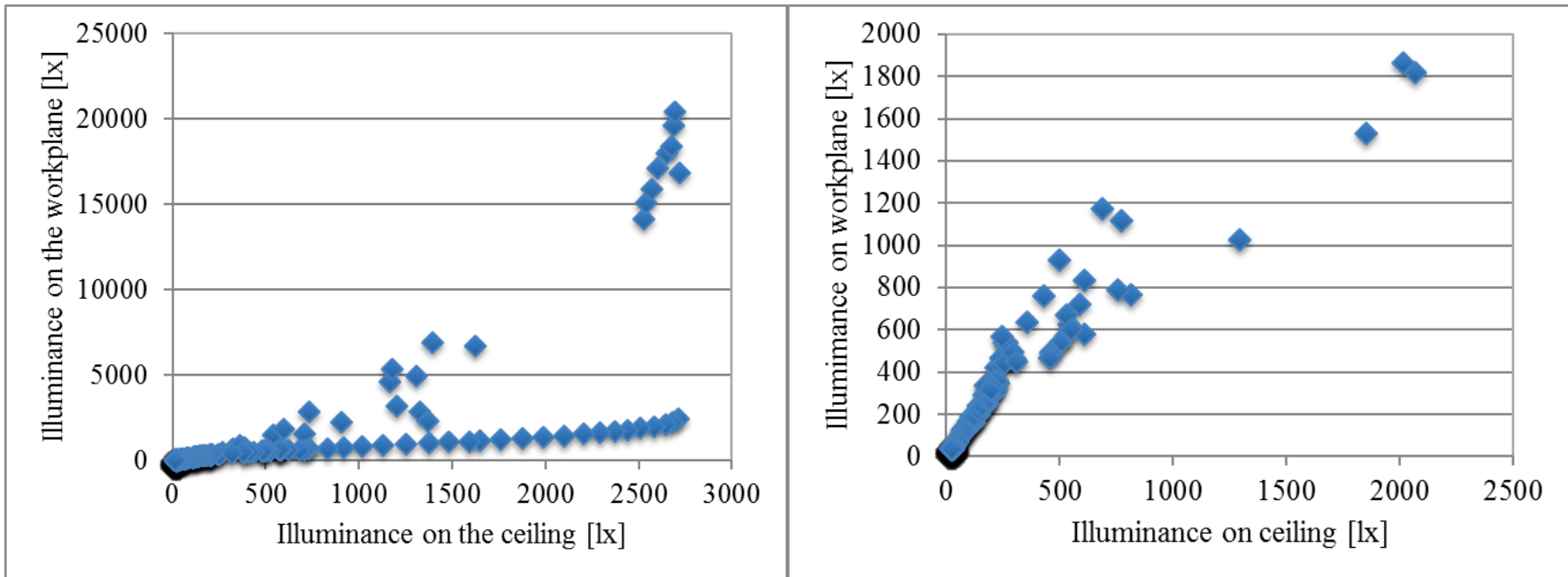
La “complessità” dei DLCs

- Molti parametri influenzano le prestazioni del risparmio energetico realizzabili con i sistemi di controllo dell'illuminazione per ogni categoria di controlli.
- Alcuni dipendono dalla tipologia del sistema di controllo sono come la strategia di controllo, il pattern di occupazione, la tipologia del sensore, la posizione del sensore, la risposta spaziale del sensore, la risposta spettrale del sensore e sensibilità, il ritardo del sensore, l'algoritmo di controllo, il processo di calibrazione.
- Altri dipendono dalle caratteristiche del sistema vi sono le variazioni del sistema di illuminazione in potenza assorbita a seconda dell'impostazione dei sistemi (scene luminose totali ecc.), la relazione tra consumo di potenza e uscita di luce correlata, rapporto tra il segnale del sensore e la luce correlata l'uscita, la localizzazione e la zonizzazione degli apparecchi e l'efficacia del sistema

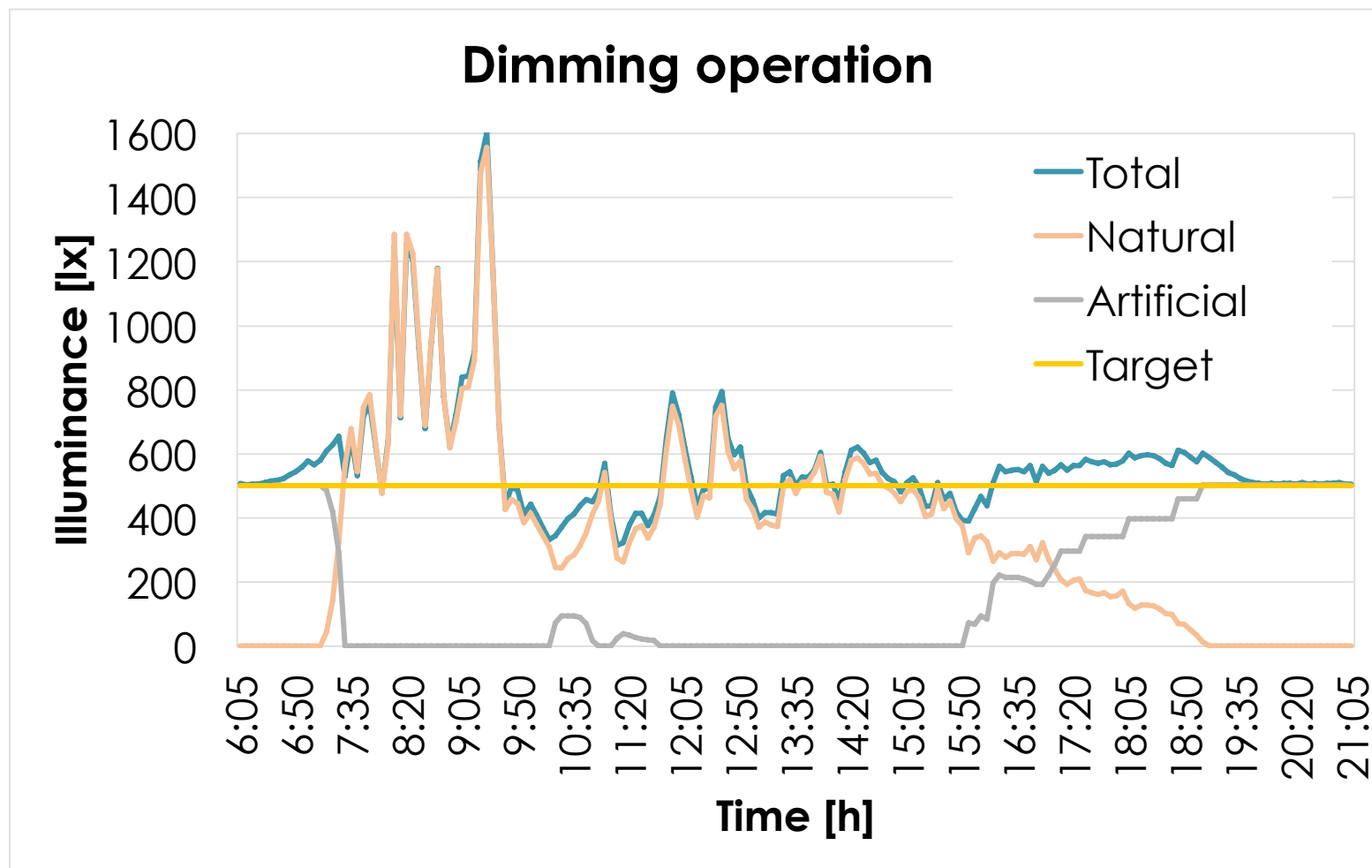
Bellia, L., Fragliasso, F., & Stefanizzi, E. (2016). Why are daylight-linked controls (DLCs) not so spread? A literature review. *Building and Environment*, 106, 301-312.

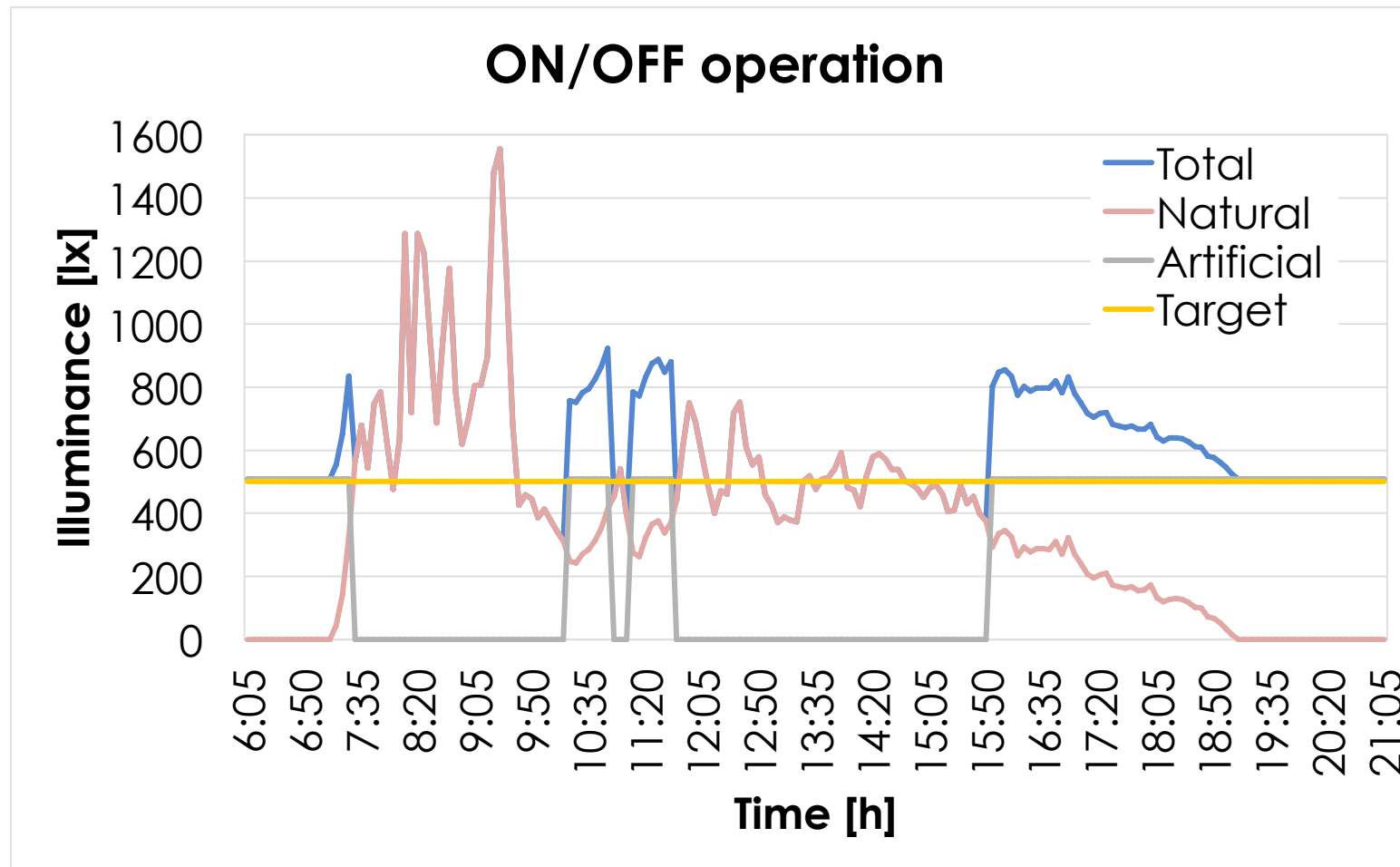
PROBLEMA

— Illuminamento misurato sul soffitto vs illuminamento misurato sul piano di lavoro
(1: clear sky, 2: cloudy sky).

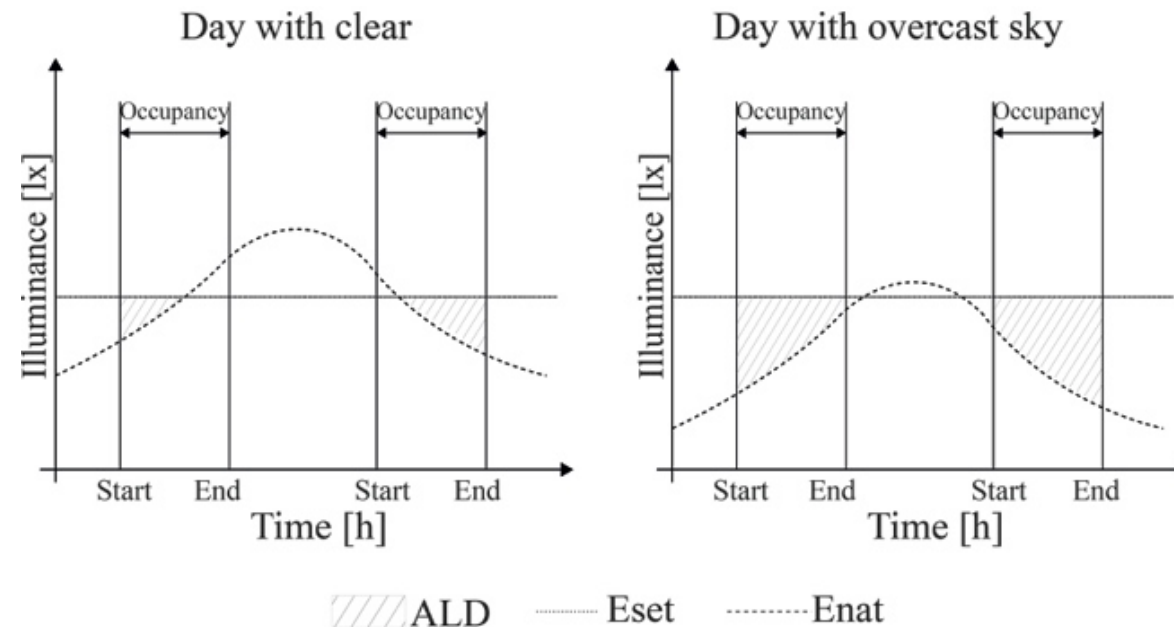


Quando il fotosensore è installato sul soffitto è praticamente impossibile stabilire una relazione certa fra l'illuminamento misurato (utilizzato per la regolazione) e quello che si verifica sul piano di lavoro





A.L.D.= Artificial Light Demand

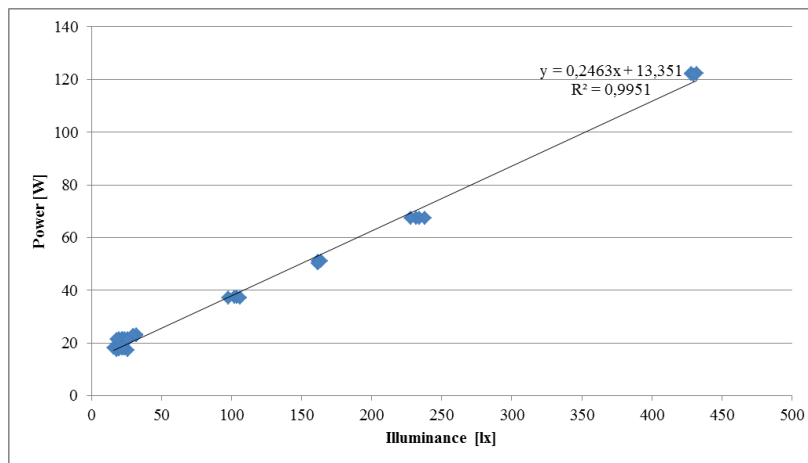


Bonomolo, M., Beccali, M., Brano, V. L., & Zizzo, G. (2017). A set of indices to assess the real performance of daylight-linked control system. *Energy and Buildings*.

E.R.I.= Energy Ratio of Illuminance

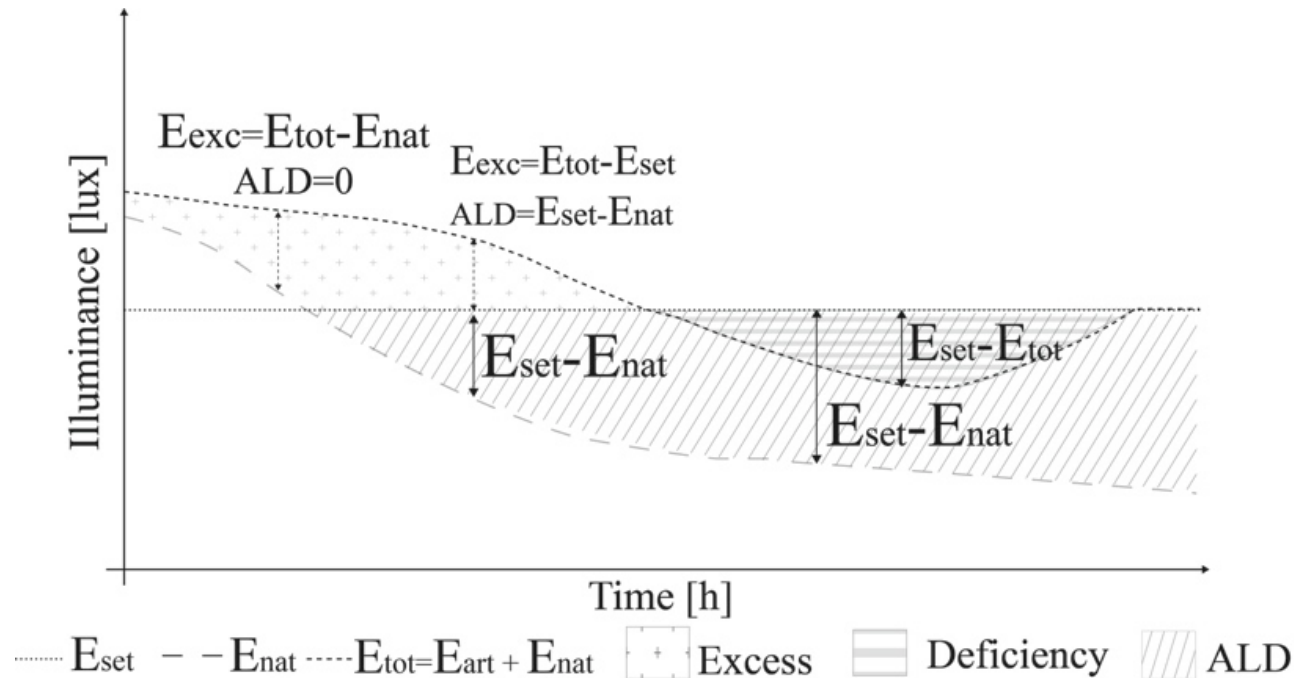
ERI= Consumo Elettrico/ ALD

[Wh/lx·h]



Presumendo che esista una relazione proporzionale tra l'illuminamento fornito nel tempo ($\text{lx} \cdot \text{h}$) e il consumo di energia elettrica (Wh) per un fattore k ($\text{Wh} / \text{lx} \cdot \text{h}$), quest'ultimo può essere destinato ad essere una caratteristica del sistema osservato e anche come valore obiettivo per l'ERI. In un sistema ideale, il consumo sarà strettamente proporzionale all'ALD, mentre in un sistema reale il consumo misurato potrebbe portare ad una maggiore (o inferiore) di $k \cdot \text{ALD}$ e ERI avrà un risultato diverso da k .

O.A.R.= Over illuminance Avoidance Ratio
 U.A.R.= Under illuminance Avoidance Ratio



Questi due indici misurano la quantità di luce in eccesso e in difetto che il sistema fornisce durante il suo esercizio

CONSIDERAZIONI UTILI

La ricerca ha dimostrato la capacità degli indici proposti di evidenziare situazioni in cui un basso consumo specifico è in parte o prevalentemente dovuto all'incapacità del sistema di soddisfare l'illuminazione minima.

Il controllo in modalità dimmer ha presentato valori inferiori di ERI rispetto alle quello on-off insieme a una minore presenza di sovra-illuminazione.

Quanto più vicino l'indice ERI al riferimento ideale $Wh / lx \cdot h$ più il sistema funziona correttamente anche in termini di illuminamento. La relazione tra ALD e consumo elettrico è proporzionale solo in teoria in quanto un sistema reale non funziona sempre come previsto. In generale, questo metodo può essere utile per valutare le prestazioni del sistema in termini di consumo minimo raggiungibile, insieme alla garanzia di comfort visivo.

Pertanto, potrebbe essere utilizzato per valutare le prestazioni del sistema in diversi giorni e, di conseguenza, con condizioni di luce diverse.

La sua applicazione potrebbe essere utile anche in fase di commissioning o di monitoraggio ex post.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Credits: Arch. Marina Bonomolo

72º CONGRESSO NAZIONALE ATI

6-8 SETTEMBRE 2017 - GRAND HOTEL TIZIANO, LECCE