



SMART BUILDING Roadshow

TWIN TRANSITION
la grande sfida della
rigenerazione del patrimonio
edilizio esistente e storico

IN COLLABORAZIONE CON





**SMART
BUILDING
Roadshow**

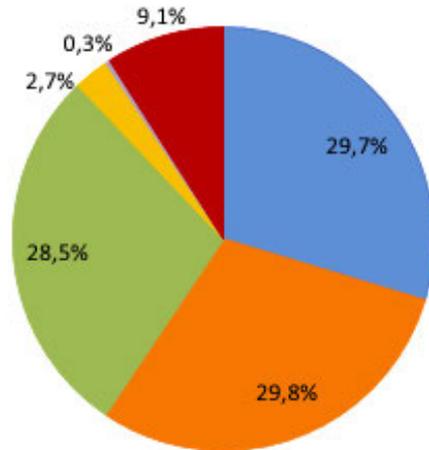
TWIN TRANSITION
la grande sfida della
rigenerazione del patrimonio
edilizio esistente e storico

Edificio e contesto: la scala urbana

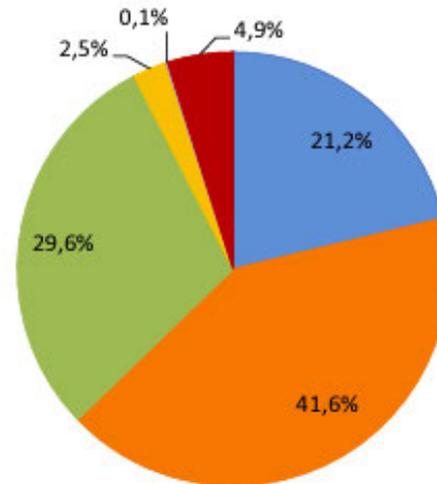
*Prof. Graziano Salvalai,
Dipartimento di Architettura, ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito
Milano, 26 Giugno 2024*

Energia finale per settore in Italia

1990

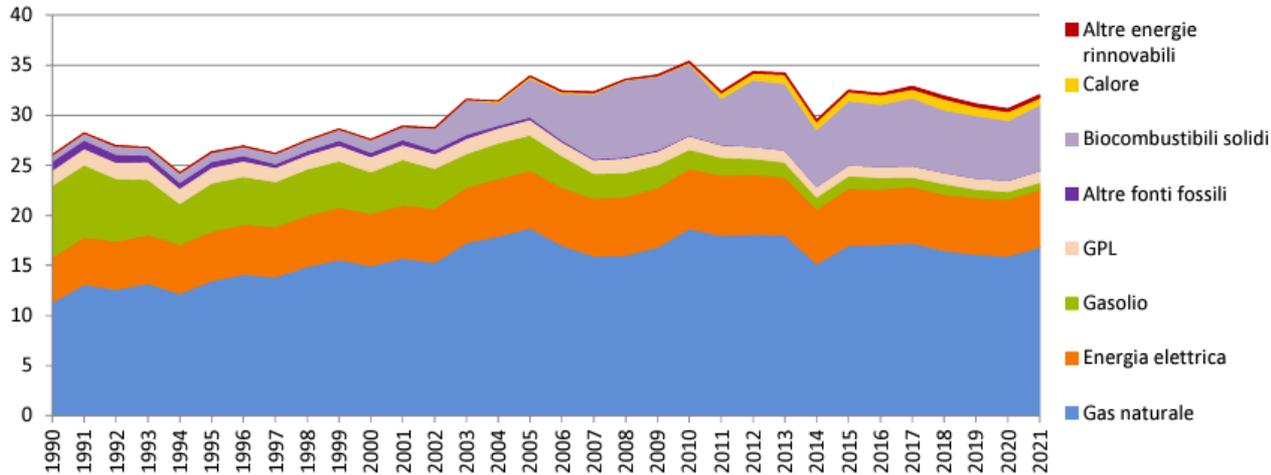


2021



- Industria
- Usi civili
- Trasporti
- Agricoltura
- Altri settori
- Usi non energetici

Energia finale settore residenziale per fonte in Italia



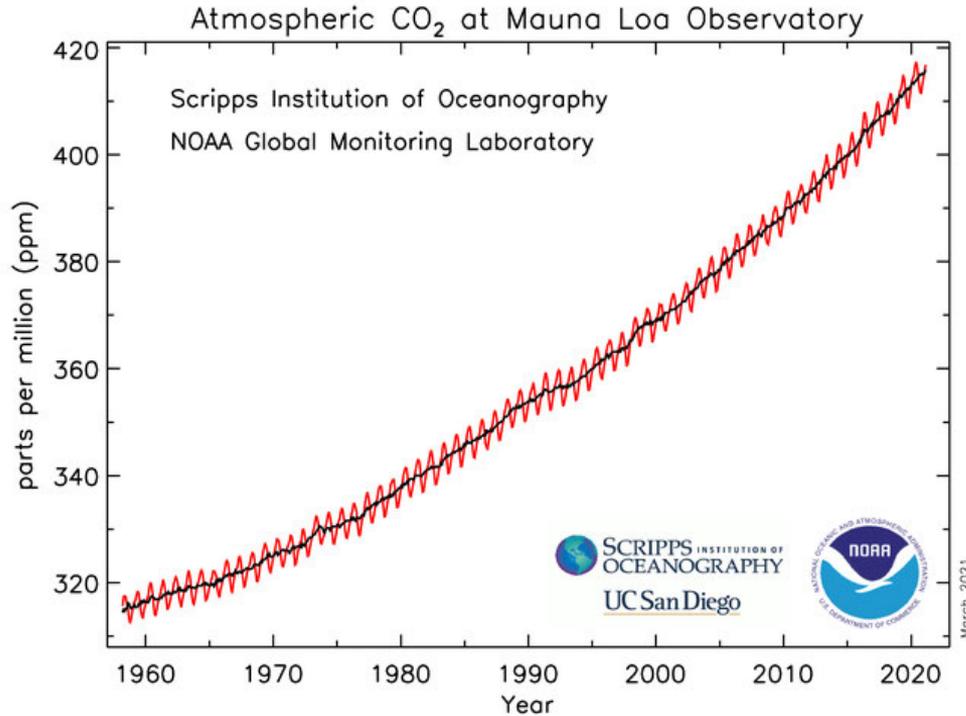
Fonte: EUROSTAT

50% gas naturale

20% biocombustibili solidi

18% energia elettrica

Inquinamento atmosferico



Maggio 2024

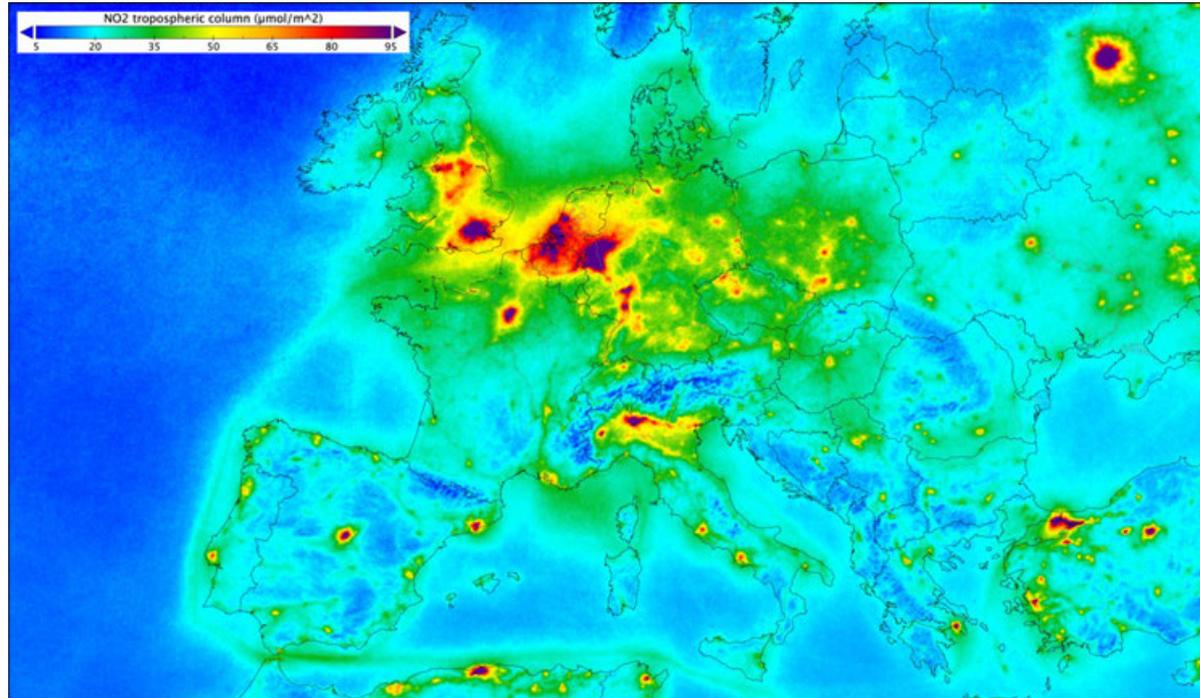
426.90 ppm

Maggio 2023

424.00 ppm

Livelli di biossido di carbonio misurati presso l'osservatorio NOAA di Mauna Loa Observatory, Hawaii (1958-2024).

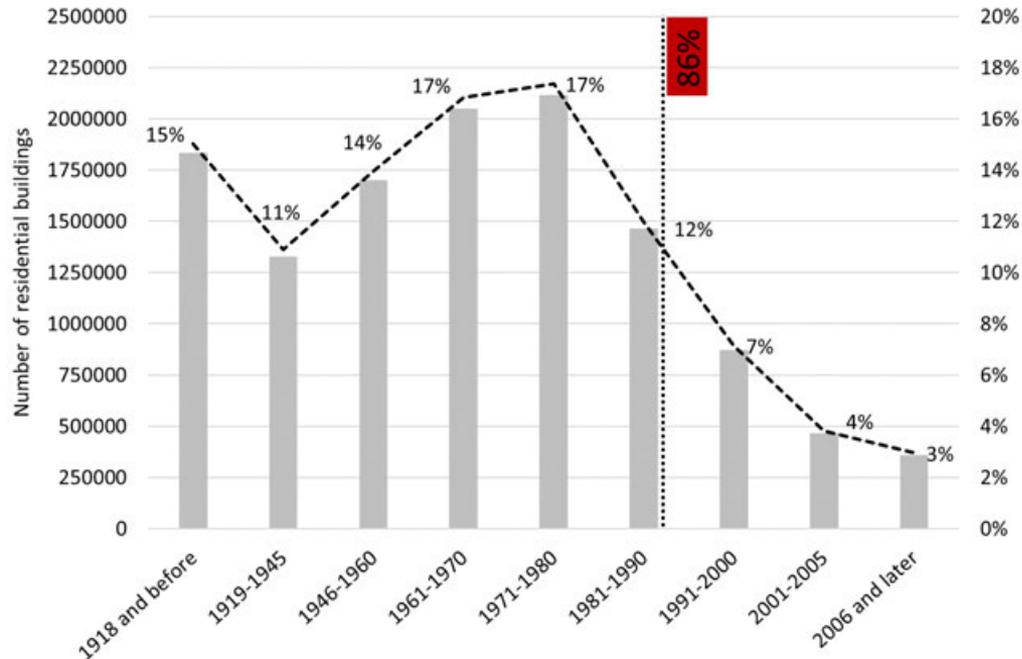
Inquinamento atmosferico



Biossido di azoto ($\text{NO} + \text{O}_2$) come risultato dei processi industriali – riscaldamento abitazioni e auto.

412 ppm
28 Maggio 2024

Edifici residenziali in Italia circa 12.500.000
Edifici unifamiliari 6.500.000
Edifici multifamiglia multipiano 1.200.000

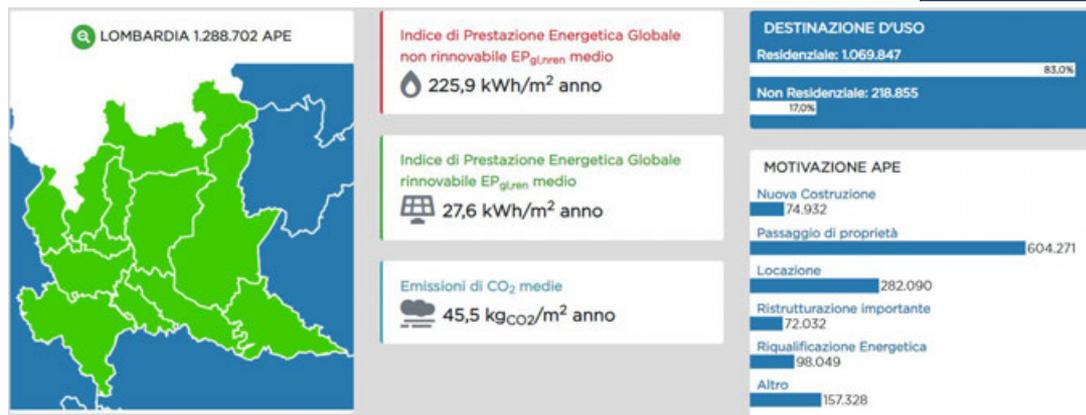


Qualità del parco edilizio italiano

Italia



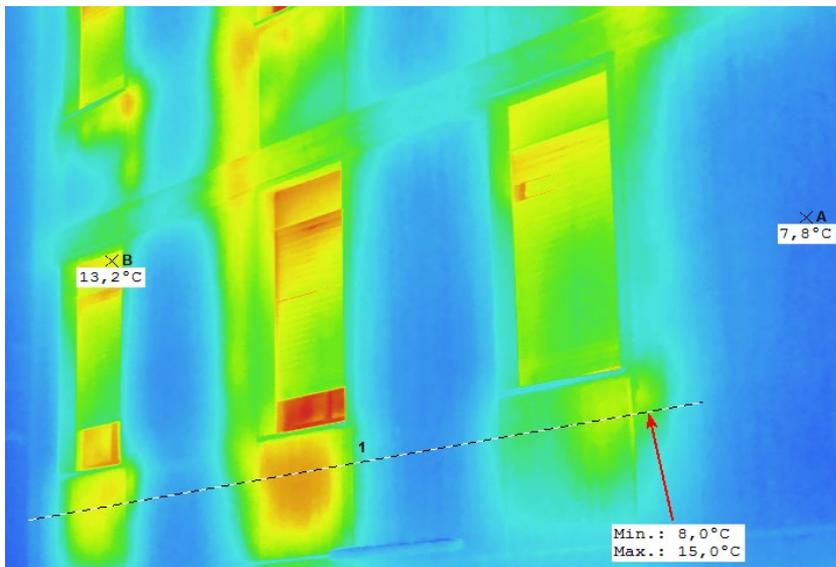
Regione Lombardia



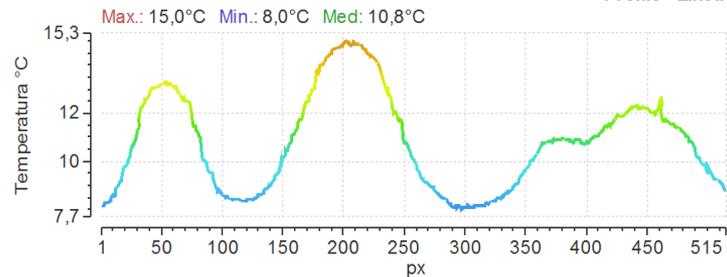
CLASSE ENERGETICA



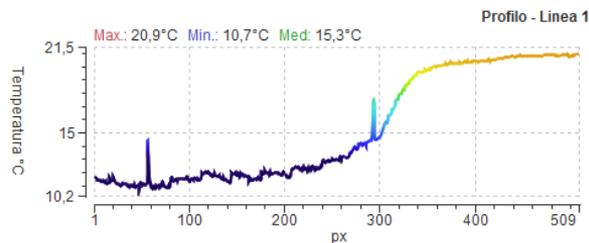
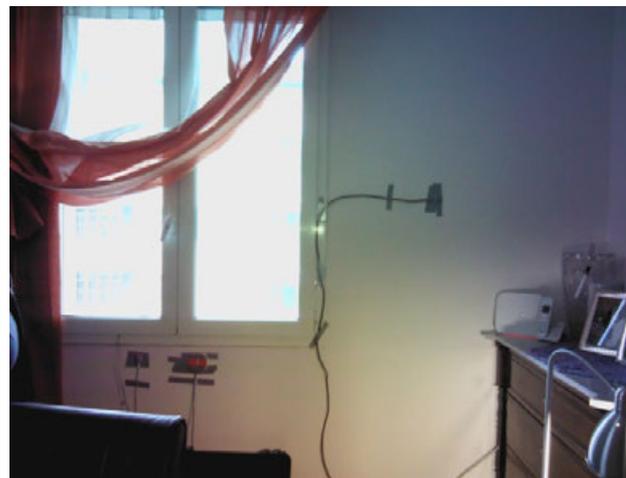
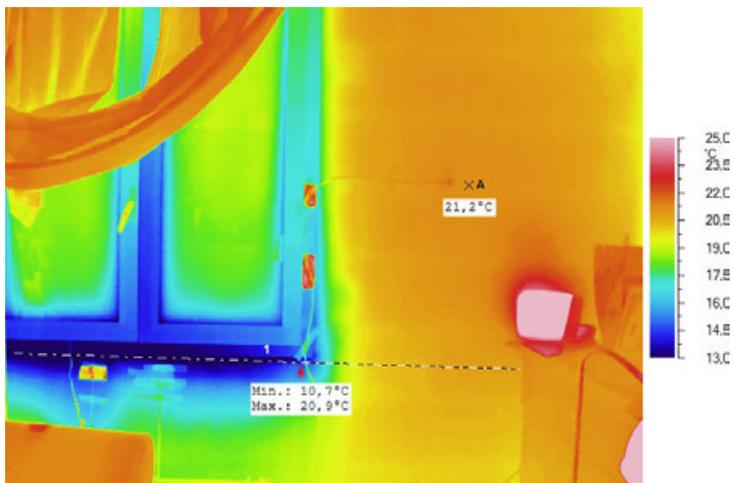
Qualità del parco edilizio italiano



Profilo - Linea 1



Qualità del parco edilizio italiano

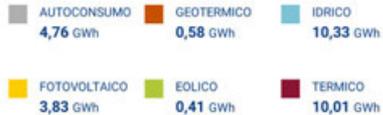


Produzione energia elettrica per fonte

Fonti primarie italia



27.05.2024



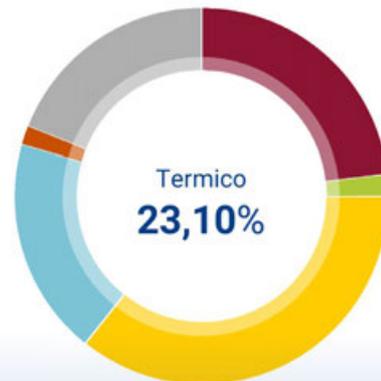
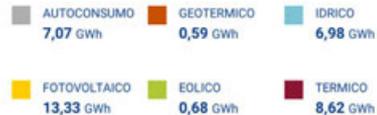
Ore: 07:00



Fonti primarie italia



27.05.2024

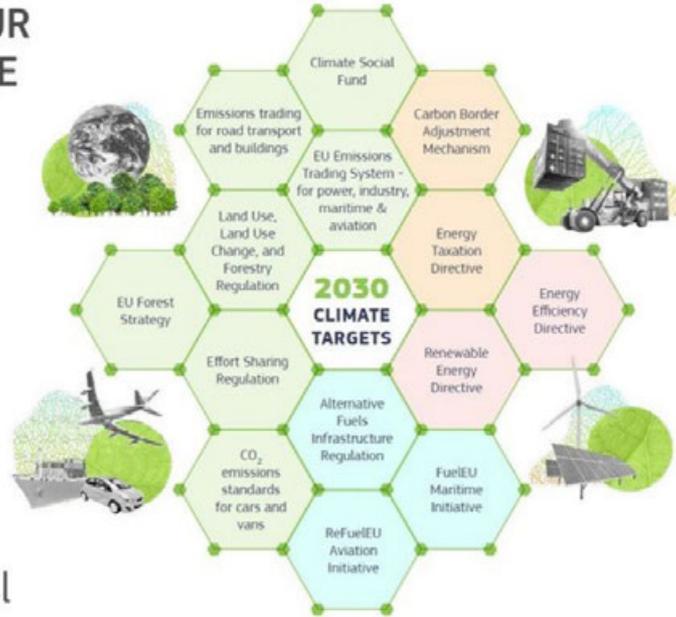


Ore: 11:00



EUROPEAN GREEN DEAL

REACHING OUR 2030 CLIMATE TARGETS



#EUGreenDeal

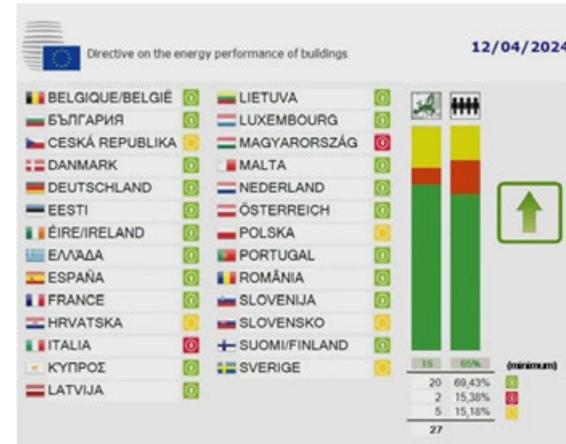
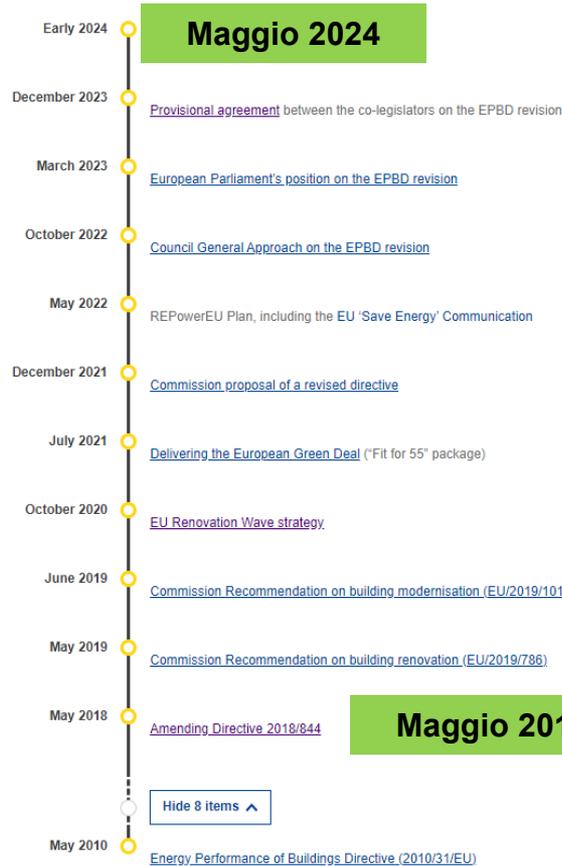


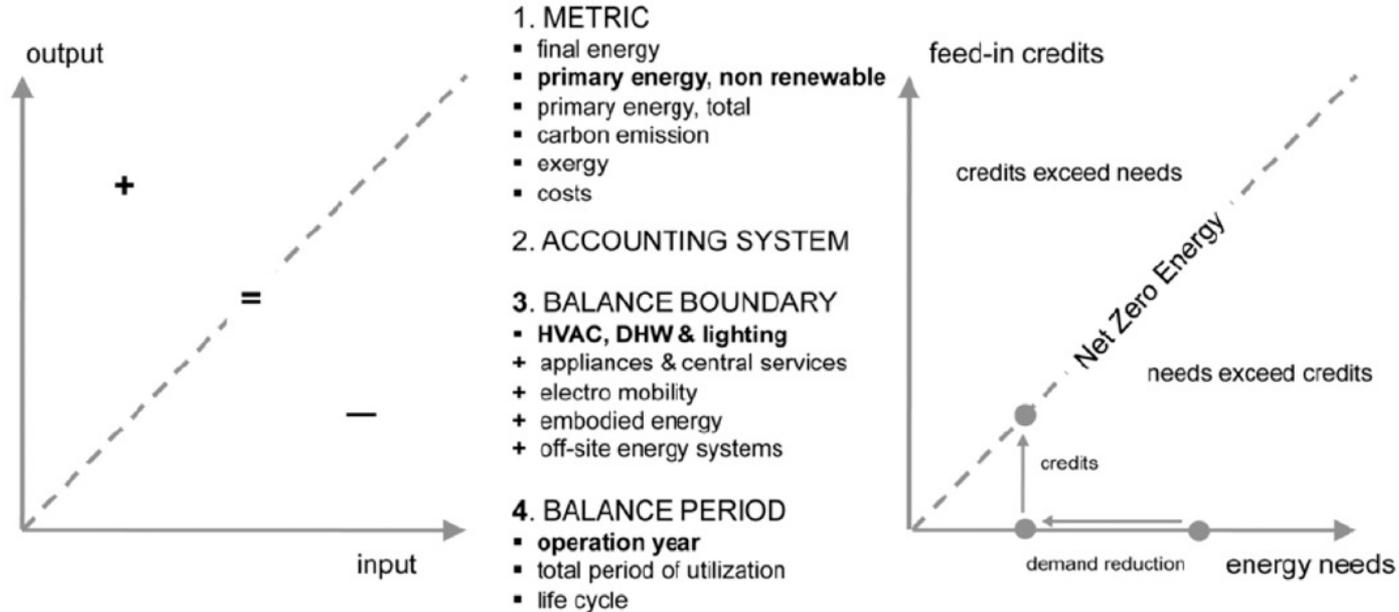
Nell' ottobre 2020, la Commissione ha presentato la strategia **Renovation wave**, come parte del **Green Deal europeo**.

EPBD (EU/2024/1275)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401275&pk_keyword=Energy&pk_content=Directive2

38 articoli
10 allegati



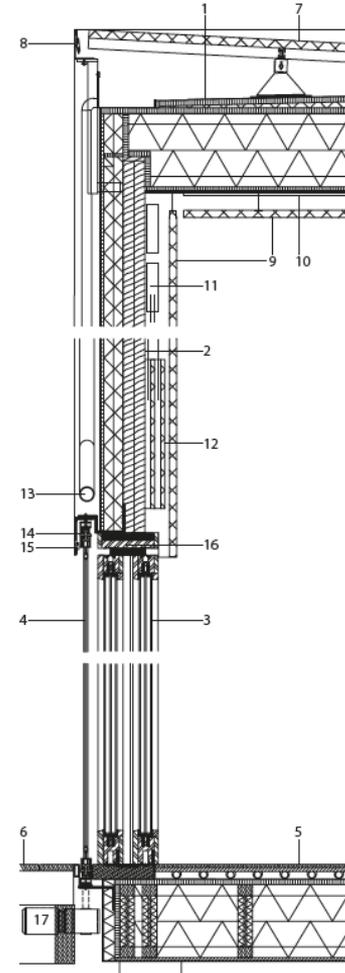


Riconciliare il fabbisogno energetico con l'energia disponibile in sito

Ridurre prima di produrre



Solar decathlon 2010 – Team Wuppertal



Direttiva per il rendimento energetico negli edifici

Il contesto normativo europeo

Targeted buildings (right) Timeline (below)	Public	Non-residential	Residential
2026	From the transposition date (29/05/2026), public bodies shall aim for buildings they occupy to be ZEB		
	By 31/12/2026, solar mandate applies to all new public and non-residential buildings with a useful floor area >250m ²		
2027			
2028	From 01/01/2028, new buildings owned by public bodies shall be ZEB		
2029			By 31/12/2029, solar mandate applies to all new residential buildings
2030		From 01/01/2030, all new buildings shall be ZEB	

EPBD EPBD (EU/2024/1275):

-Adottata **Aprile 2024**

-Pubblicata **Maggio 2024**

-Trasposizione a livello nazionale: **29 Maggio 2026**

Traiettoria nazionale per la ristrutturazione progressiva del parco immobiliare residenziale (29/05/2026), in linea con il piano nazionale di ristrutturazione degli edifici (2030, 2040), al fine di conseguire un parco immobiliare a emissioni zero entro il 2050 (piano da trasmettere entro il 31/12/2026 con primo draft al 31/12/2025)

La nuova EPBD richiede che tutti gli edifici siano a **Zero Emissioni** (art. 1-5-7-11):

- A partire dal **2030** per **tutti i nuovi edifici**.
- A partire dal **2028** per **gli edifici pubblici**.
- Entro il **2050** per **quelli esistenti**.

Gli Stati Membri devono pianificare politiche e misure in vista di una **completa eliminazione entro il 2040 dell'uso di combustibili fossili negli edifici**.

Fino all'applicazione dei requisiti di cui sopra, occorre far sì che tutti gli edifici di nuova costruzione siano almeno a energia quasi zero e soddisfino i requisiti minimi di prestazione energetica di cui all'art. 5 (livelli ottimali in funzione dei costi).

Per le nuove costruzioni:

GWP calcolato secondo l'allegato III, deve essere reso noto nell'APE (art. 7):

- dal **1° gennaio 2028**, per quelli con superficie coperta utile $> 1000 \text{ m}^2$;
- dal **1° gennaio 2030**, per tutti gli altri.

Entro il **1° gennaio 2027**, gli Stati membri dovranno:

- pubblicare e notificare alla EU una tabella di marcia, che specifichi i valori limite del GWP totale cumulativo nel corso del ciclo di vita dell'edificio;
- stabilire obiettivi a partire dal 2030;
- definire valori limite massimi, differenziati per zone climatiche e tipologie di edificio, in linea con gli obiettivi della neutralità climatica.

Riduzione del consumo energetico medio degli edifici esistenti residenziali (Art. 9)

Entro 24 mesi, elaborare **una traiettoria nazionale per la ristrutturazione progressiva del parco immobiliare residenziale**, in linea con **il piano nazionale di ristrutturazione degli edifici (2030, 2040)**. La traiettoria nazionale deve:

- essere espressa come un calo del consumo medio di energia primaria (kWh/m²anno) dell'intero parco immobiliare residenziale durante il periodo 2020-2050;
- individuare il numero di edifici residenziali e di unità immobiliari residenziali, o in alternativa la superficie da questi ultimi coperta:
 1. da **ristrutturarsi ogni anno**;
 2. rappresentativa del **43%** degli edifici residenziali e delle unità immobiliari residenziali **con le prestazioni peggiori**.

Secondo il Piano Nazionale il **consumo medio di energia primaria degli edifici esistenti residenziali deve, rispetto al 2020:**

- diminuire del **16% entro il 2030;**
- diminuire del **20-22% entro il 2035;**
- essere equivalente o inferiore, entro il 2040 e successivamente ogni cinque anni, **a un valore di riferimento**, determinato a livello nazionale e derivato da un progressivo calo del consumo medio di energia primaria dal 2030 al 2050;
- almeno il **55% della riduzione** del consumo medio di energia primaria sia ottenuto attraverso la ristrutturazione del **43% degli edifici con le peggiori prestazioni (in Italia circa 3,2 milioni di abitazioni)**

Impianti solari (art. 10):

Gli edifici devono essere provvisti **di impianti solari adeguati** secondo le seguenti scadenze temporali:

- entro il **31 dicembre 2026**, per gli edifici di nuova costruzione, pubblici e non residenziali, con **superficie coperta utile >250 m²**;
- entro il **31 dicembre 2027** per:
 1. edifici pubblici con **superficie coperta utile >2000 m²**;
 2. edifici esistenti **non residenziali con superficie coperta utile >500 m²**, se sottoposti a una ristrutturazione importante, a un'azione richiedente un'autorizzazione amministrativa per ristrutturazioni edilizie, a lavori sul tetto o all'installazione di un sistema tecnico per l'edilizia;
- entro il **31 dicembre 2028**, per gli edifici pubblici con superficie coperta utile **>750 m²**;
- entro il **31 dicembre 2029**:
 1. per gli edifici di **nuova costruzione residenziali**;
 2. per **i parcheggi coperti di nuova costruzione** adiacenti agli edifici;
- entro il **31 dicembre 2030**, per gli edifici pubblici con **superficie coperta utile >250 m²**.

Passaporto di ristrutturazione (Art. 12):

Entro 24 mesi dalla data di entrata in vigore della Direttiva, l'attestato di prestazione energetica deve essere conforme al modello di cui all'allegato VIII.

Il passaporto di ristrutturazione, finalizzato a una ristrutturazione profonda per fasi, deve contenere una serie di informazioni, tra cui:

- la **tabella di marcia delle varie fasi**, rappresentate graficamente ed esposte nella loro sequenza ottimale;
- per ciascuna fase: la descrizione delle misure di ristrutturazione; il risparmio energetico stimato (energia finale e primaria) e il miglioramento % rispetto alla fase precedente; la riduzione stimata delle emissioni operative di gas serra; i risparmi economici e il tempo di ritorno dell'intervento, con o senza agevolazioni fiscali; la classe energetica raggiungibile; la quota individuale o collettiva di produzione e autoconsumo di energia rinnovabile.

Generatori di calore (Art. 17):

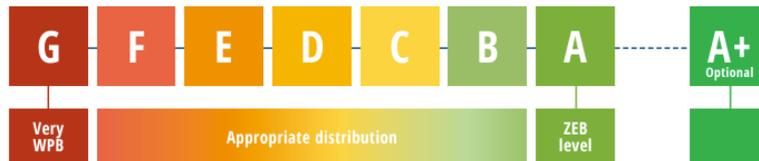
A decorrere dal **1° gennaio 2025**, non saranno più disponibili gli incentivi finanziari per l'installazione di **caldaie "uniche" alimentate a combustibili fossili**.

Attestato di prestazione energetica (Art. 19,20,21):

Entro 24 mesi dalla data di entrata in vigore della Direttiva, l'attestato di prestazione energetica deve essere conforme al modello di cui all'allegato V.

11 indicatori obbligatori

23 indicatori opzionali



A+, corrispondente agli edifici la cui soglia massima di consumo energetico sia inferiore di almeno il 20% rispetto a quella prevista per gli edifici a emissioni zero.

EPC RECAST

ENERGY PERFORMANCE
CERTIFICATE RECAST



EC signature date
30 April 2020

Start date
1 September 2020

End date
30 June 2024

Funded under
SOCIETAL CHALLENGES - Secure, clean and
efficient energy

Total cost
€ 2 751 017,50

EU contribution
€ 2 494 325,14



Coordinated by
CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU
BATIMENT
France

EPC RECAST -
H2020 programm

<https://epc-recast.eu/>



www.epc-recast.eu



@EpcRecast

See you online!



EPC-RECAST



@epcrecast

R

RELIABILITY

E

ENERGY AND BEYOND

C

COMPARABILITY

A

AWARENESS, ACCEPTANCE & USER-FRIENDLINESS

S

STANDARDS & SMART-READINESS

T

TRANSPARENCY

EPC RECAST
ENERGY PERFORMANCE
CERTIFICATE RECAST

CSTB
for better environment construction

tecnalia
Inspiring Business

Fraunhofer
IBP

LUXEMBOURG
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



POLITECNICO
MILANO 1863



ENBEE
Environment & Building Energy Efficiency



RPM
RESEARCH TO MARKET
SOLUTION

REHVA
Federation of
European Heating,
Ventilation and
air Conditioning
Associations

Struttura a tre fasi

STEP 1 – Sopralluogo e collezione dati

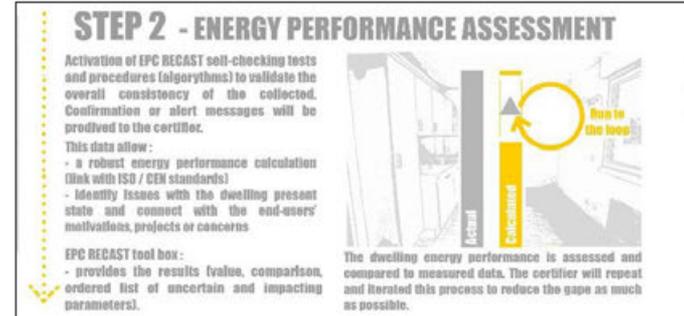
TARGET: Durata ≤ 0.5 giornate, on-site

STEP 2 – Energy Performance Assessment

TARGET: Step 2 + Step 3 ≤ 0.5 giornate, in ufficio

STEP 3 – Certificazione & Renovation Roadmap

TARGET: Step 2 + Step 3 ≤ 0.5 giornate, in ufficio



Approccio basato su un toolkit online

Miglioramento della raccolta dei dati

→ scansione/ misura/ database

Miglioramento della qualità e credibilità della procedura

→ ISO/CEN standards : M/480 mandate

Confronto con l'energia misurata

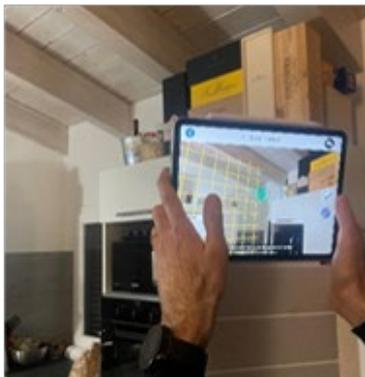
→ calibrazione del modello / indicatori

Miglioramento delle strategie di riqualificazione

→ Renovation roadmaps



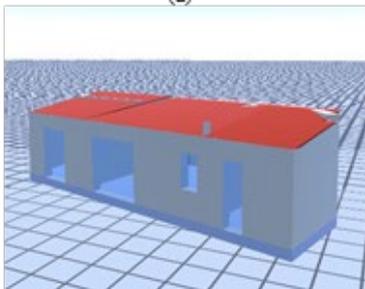
Rilievo geometrico accurato attraverso la tecnologia Lidar



(a)



(b)



(c)

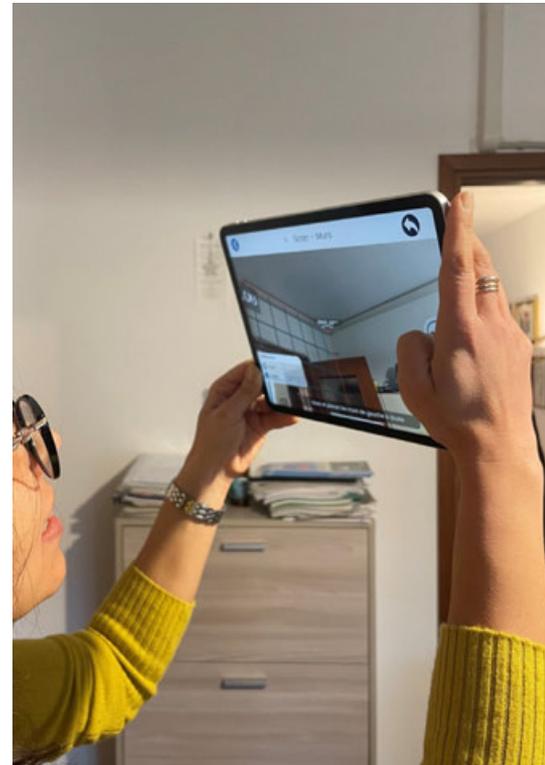
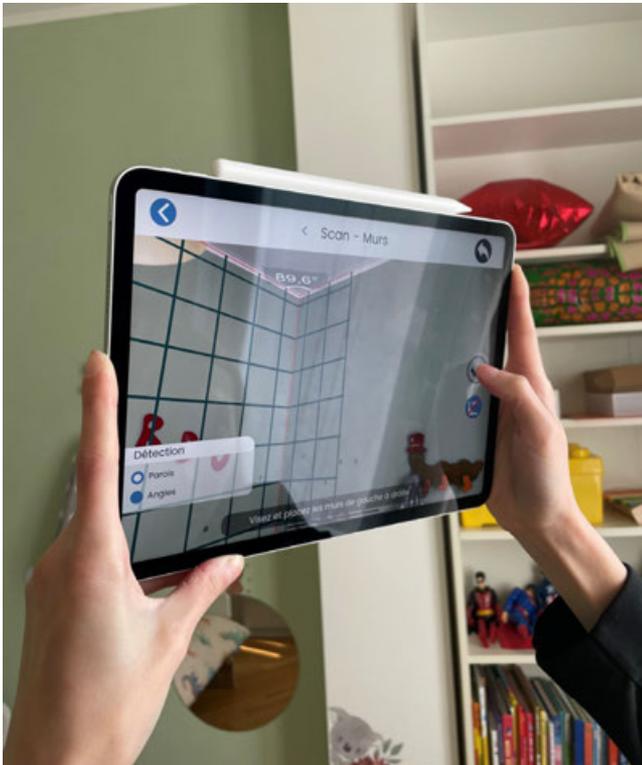


(d)

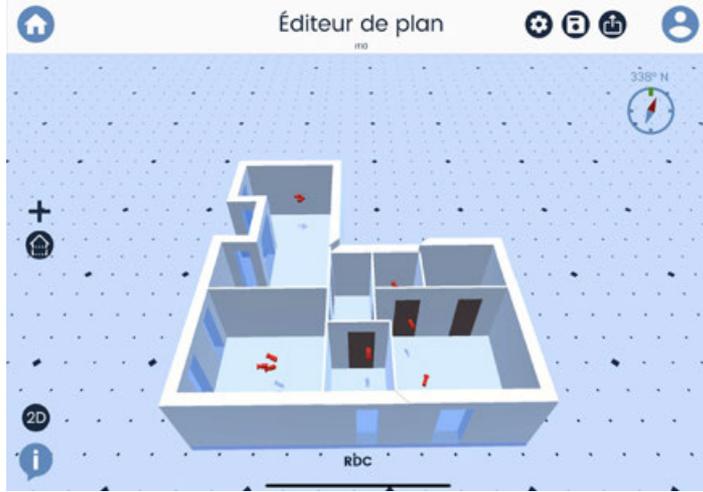


(e)

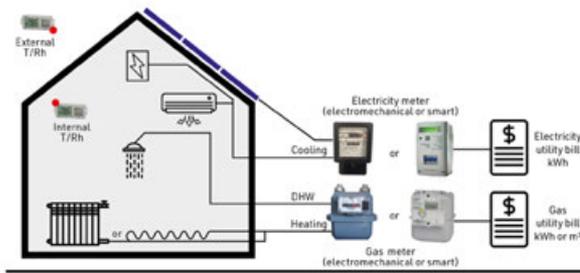
Rilievo geometrico accurato attraverso la tecnologia Lidar



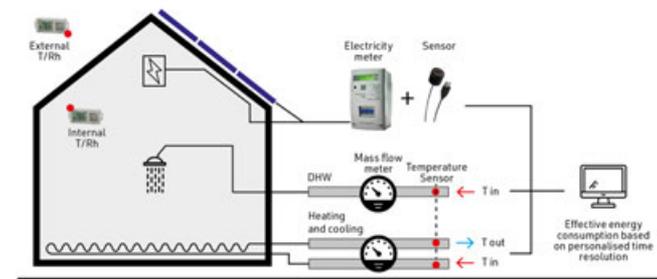
Rilievo geometrico accurato attraverso la tecnologia Lidar



Monitoraggio dei consumi reali e verifica dei dati calcolati



Bollette + reste di sensori



Condizioni ambientali



Gateway di trasmissione dati



EPC recast platform



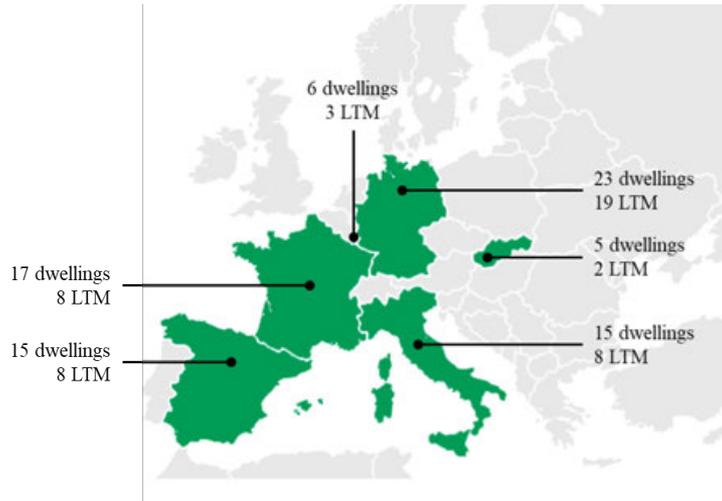
Energia elettrica



Energia termica



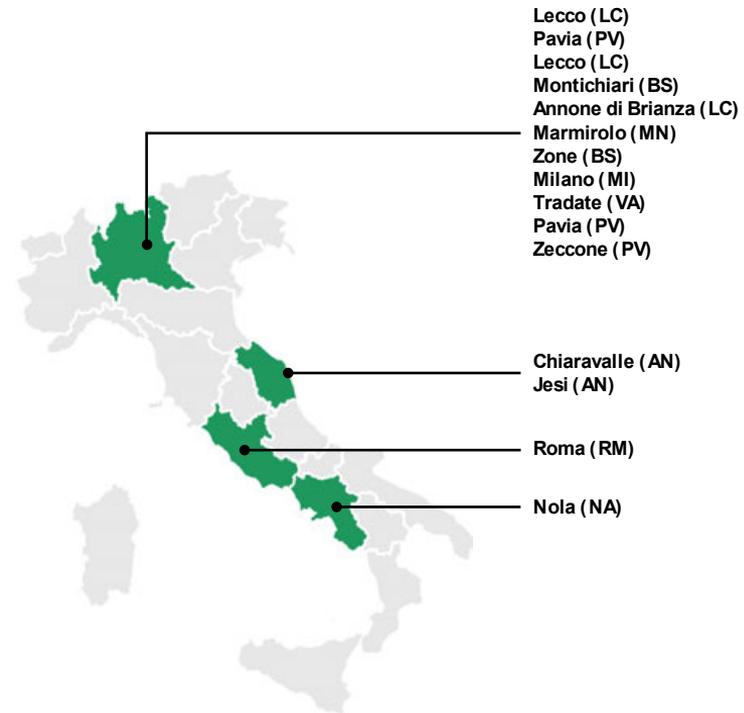
Edifici pilota in 6 diversi Stati



80 edifici pilota diversi per:

- Tipologia
- Anno di costruzione
- Tipologia di riqualificazione
- Tipologia di impianto
- Performance energetica

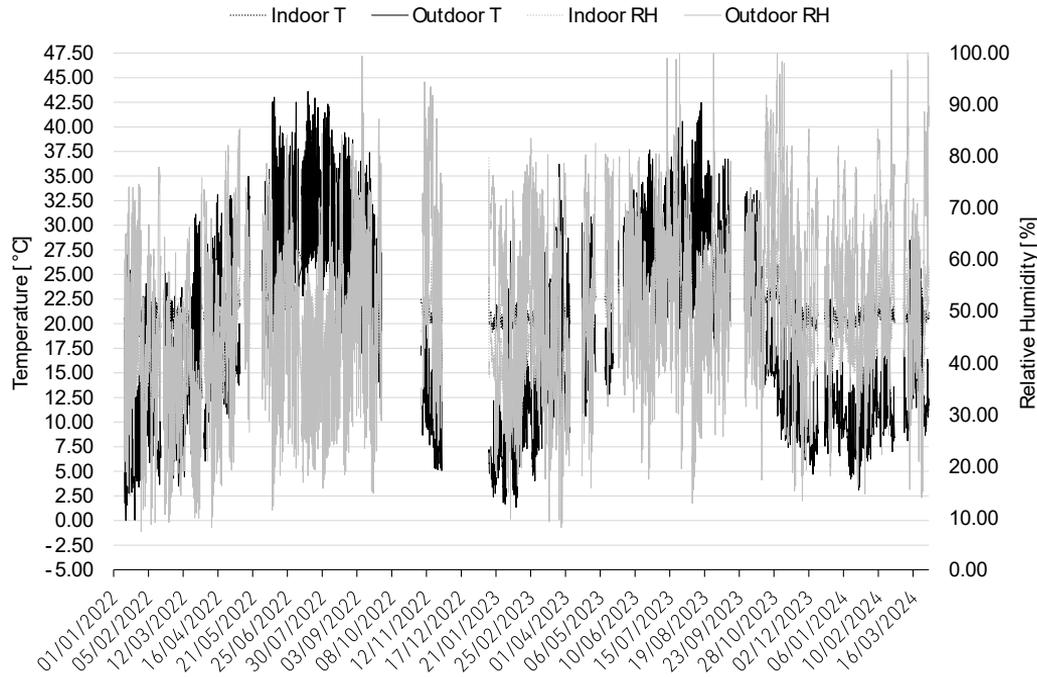
48 edifici monitorati



15 Edifici pilota

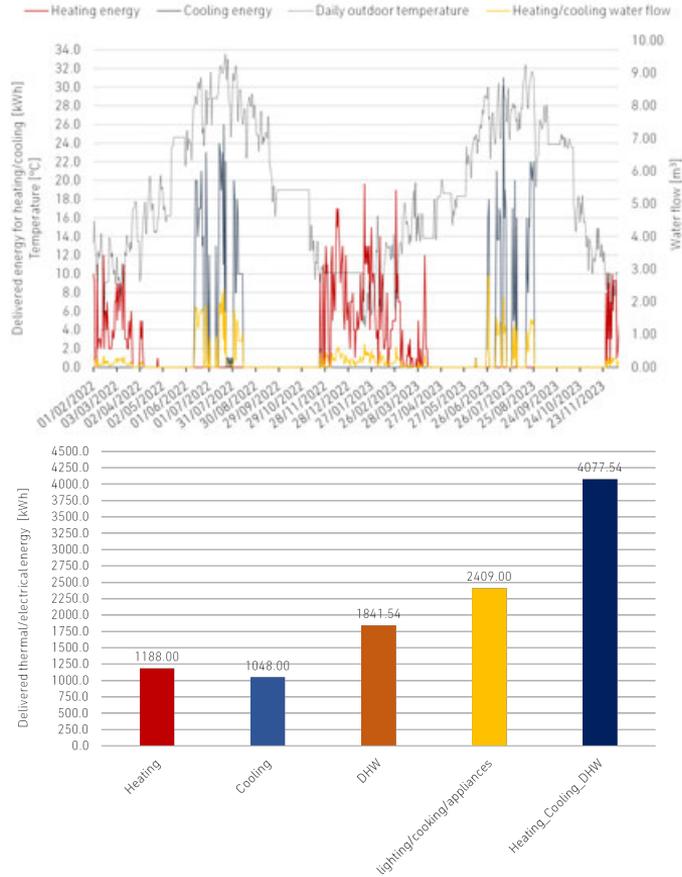
8 Edifici monitorati

Monitoraggio sul lungo periodo



Misura delle condizioni climatiche esterne ed interne

Monitoraggio sul lungo periodo



Energia giornaliera misurata per vettore [kWh]

Aggregazione annuale energia per utilizzo [kWh]:

- Riscaldamento
- Raffrescamento
- ACS
- Electricità



Periodo di monitoraggio: 01/2023-12/2023

Energia calcolata con il nuovo approccio

$PE_{EPCR,tot}$: 252.26 kWh/m²y

$PE_{EPCR,H}$: 229.01 kWh/m²y

$PE_{EPCR,DHW}$: 19.74 kWh/m²y



EPC
RECAST

Energia reale misurata (calibrata)

$PE_{B,tot}$: 251.06 kWh/m²y

$PE_{B,H}$: 219.87 kWh/m²y

$PE_{B,DHW}$: 31.19 kWh/m²y

$PE_{B,el}$: 24.68 kWh/m²y



LTM

Energia calcolata con la procedura standard

$PE_{SEPC,tot}$: 315.75 kWh/m²y

$PE_{SEPC,H}$: 298.00 kWh/m²y

$PE_{SEPC,DHW}$: 17.75 kWh/m²y



STANDARD
EPC

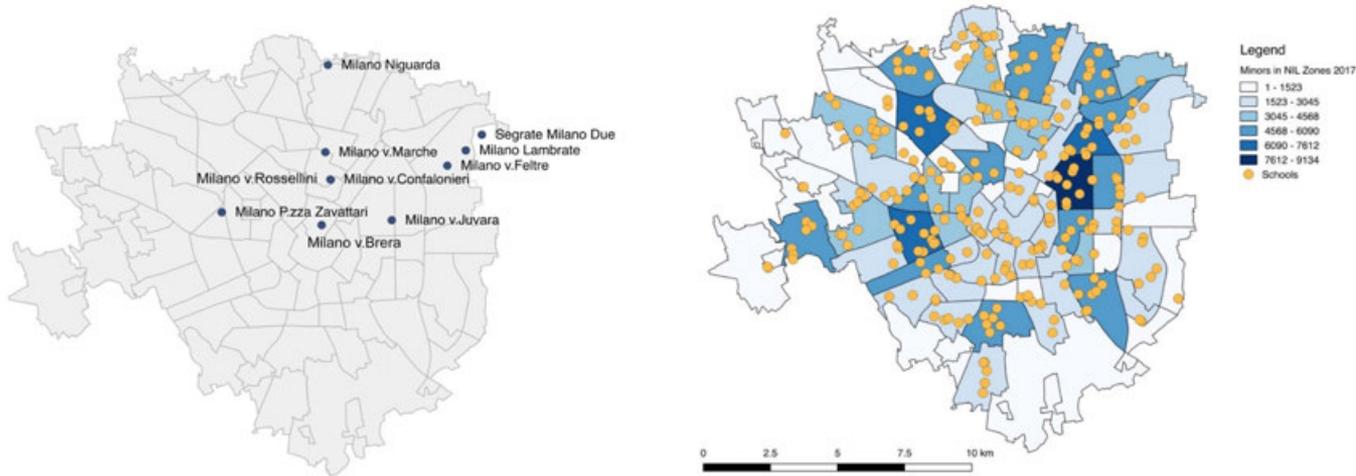


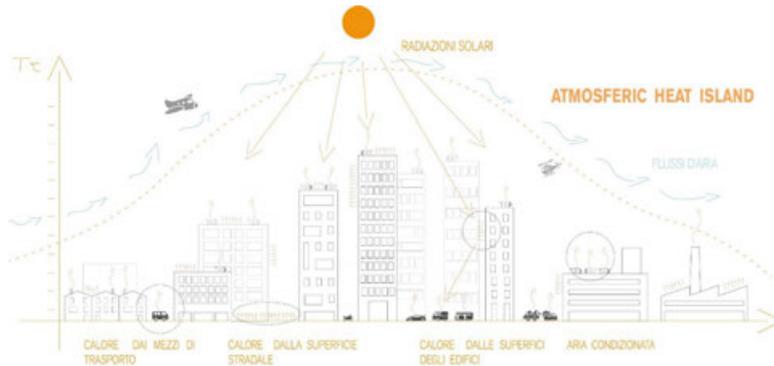
BE S²ECURe

Built Environment Safer in Slow and Emergency Conditions
through behaviorUral assessed/designed Resilient solutions

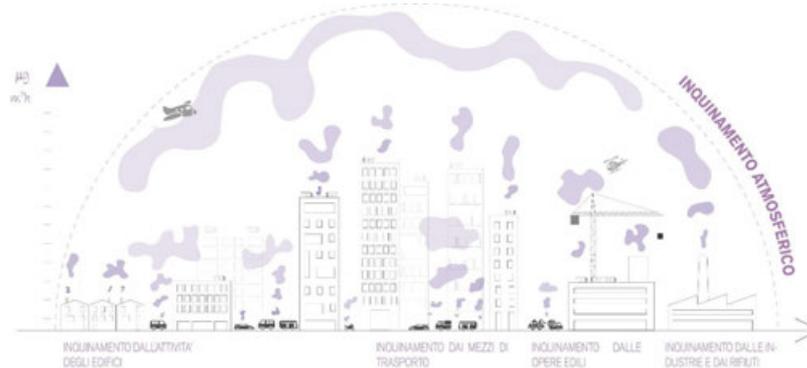
PRIN
Programmi di Ricerca Scientifica
di Rilevante Interesse Nazionale

<https://en.bes2ecure.net/>





Isola di calore urbano



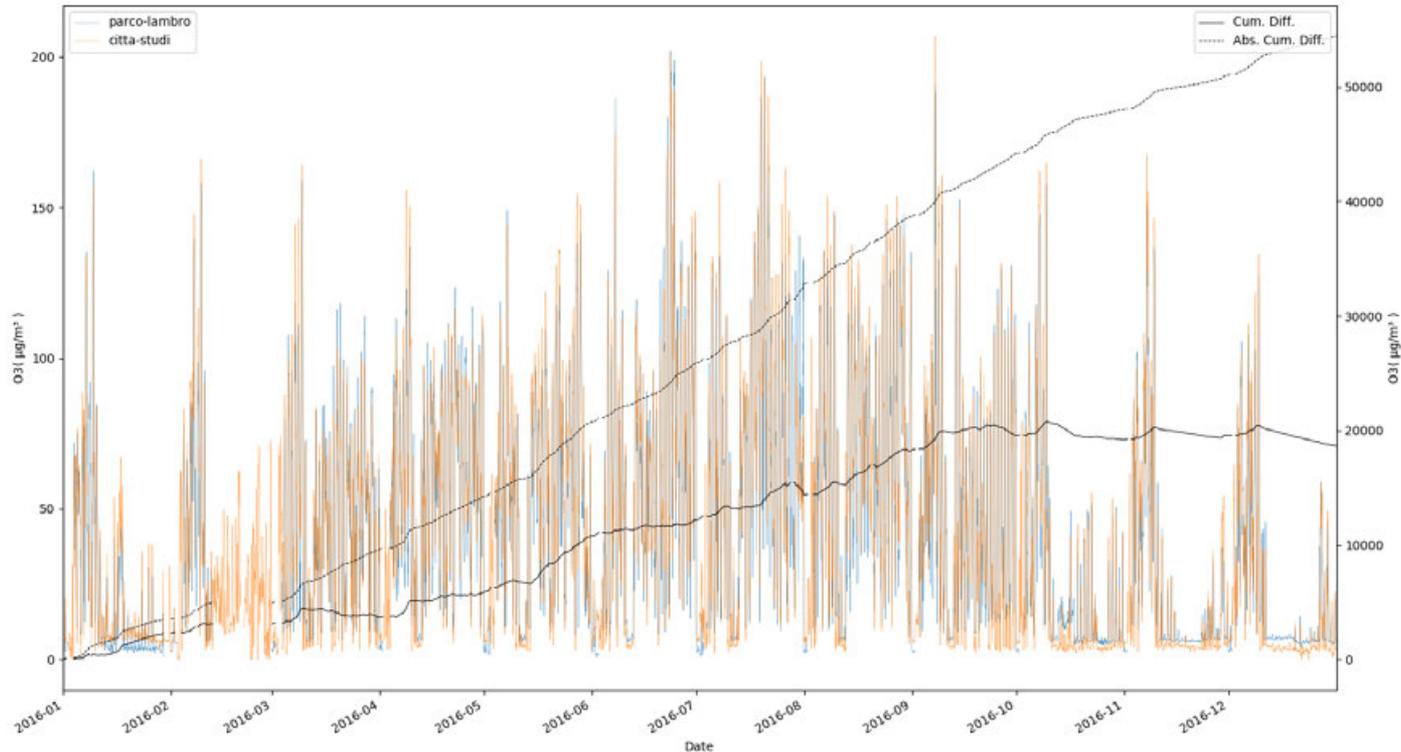
Inquinamento dell'aria

"A slow-onset disaster (**SLOD**) is defined as one that **emerges gradually over time. ...**"

Mappatura degli inquinanti e delle temperature

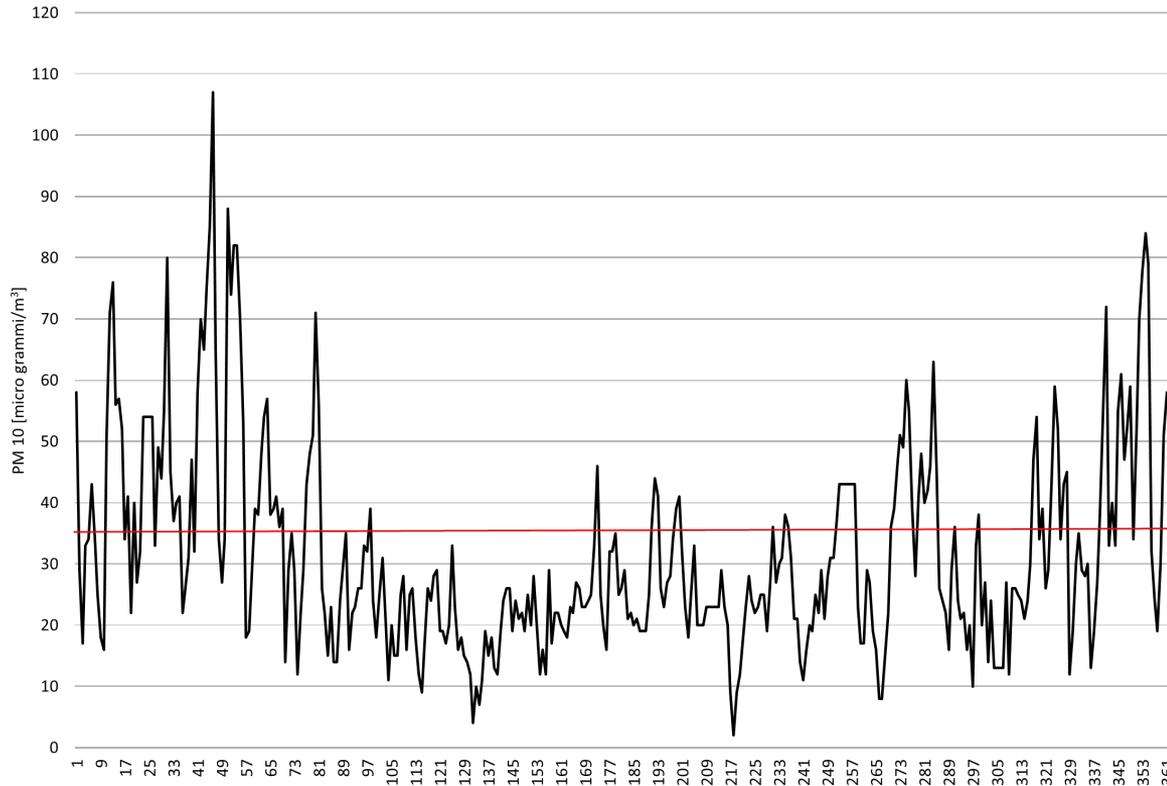


Mappatura degli inquinanti



Ozone concentration comparison between Parco Lambro (large greenery coverage) and Città Studi (low greenery coverage)

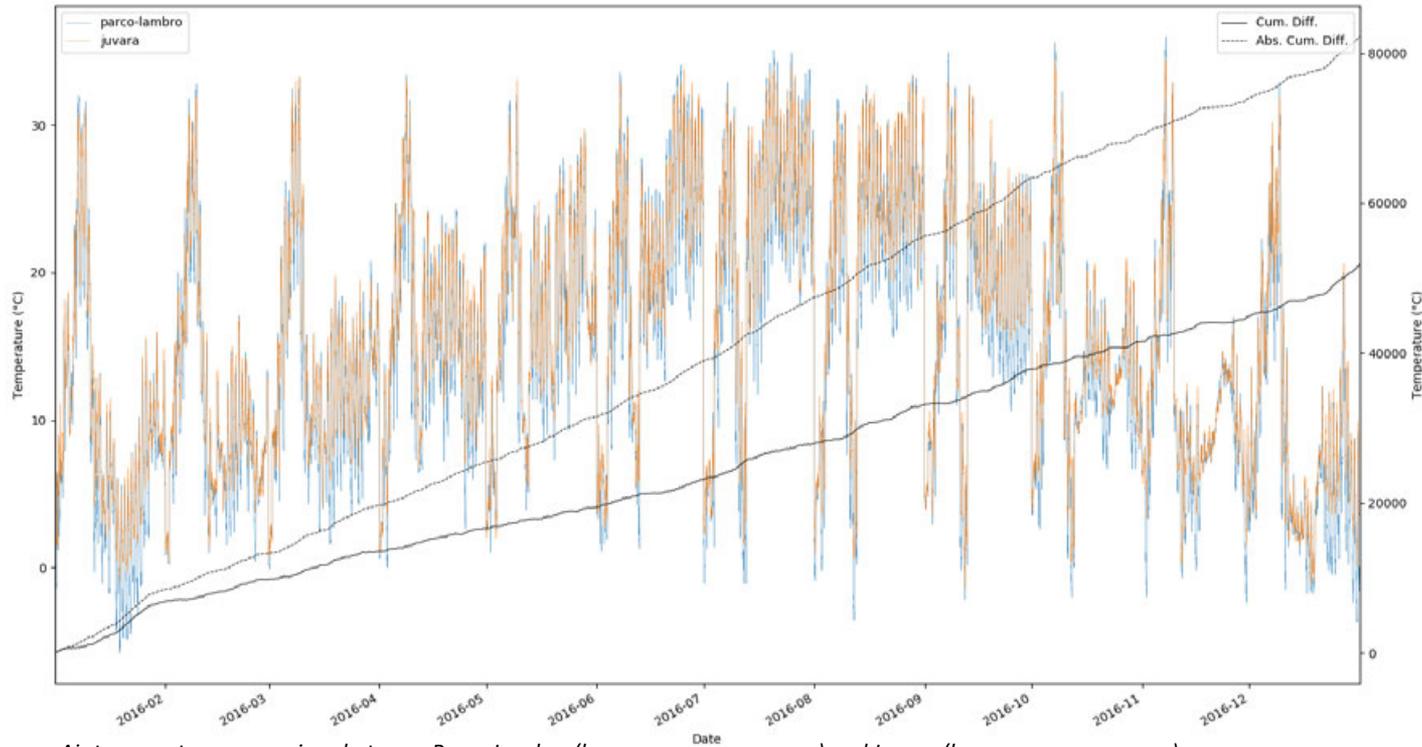
Mappatura degli inquinanti



2023: 52 giorni sopra soglia

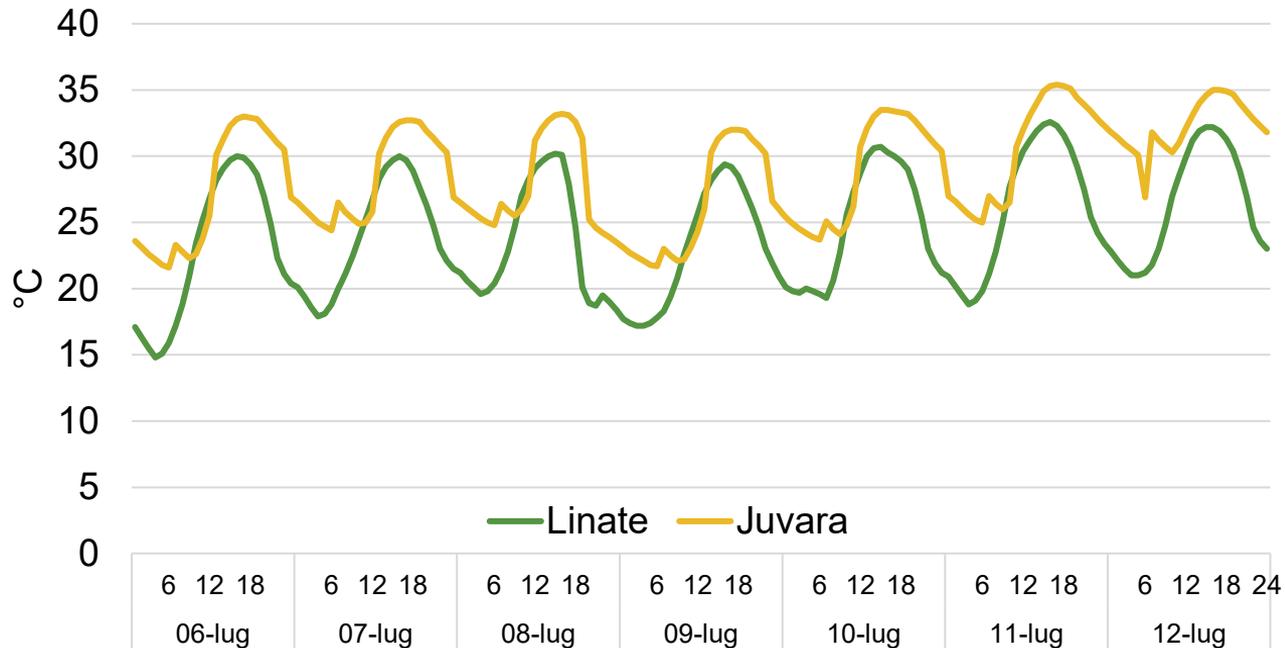
Stazione di monitoraggio
ARPA, Milano - Via Senato

Mappatura delle temperature

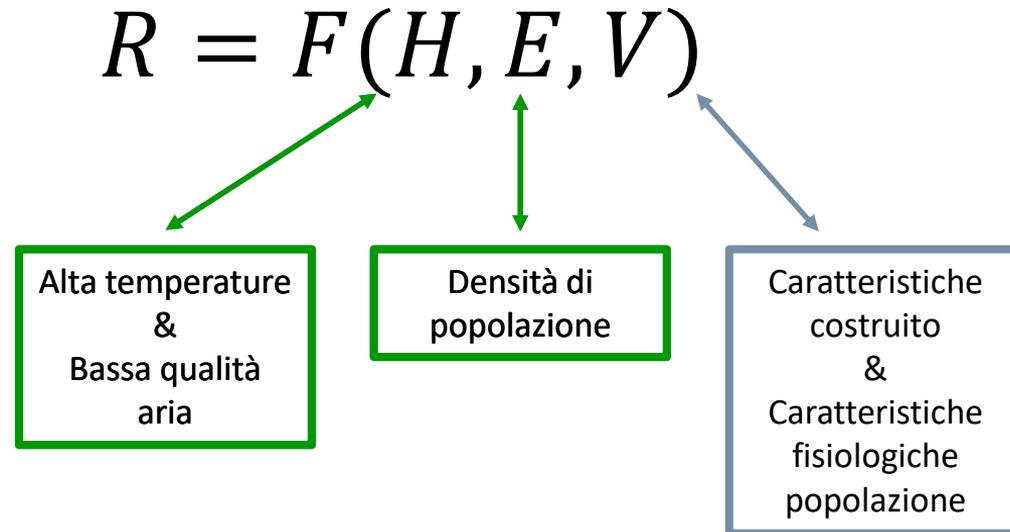


Air temperature comparison between Parco Lambro (large greenery coverage) and Juvara (low greenery coverage)

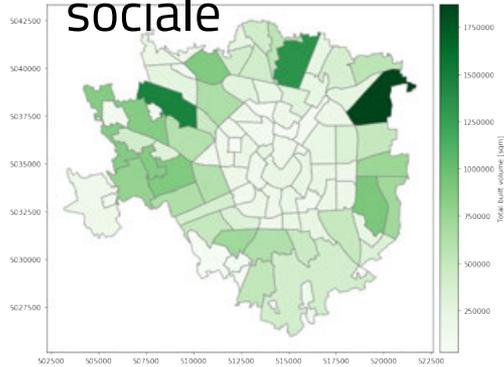
Confronto temperature urbane e periferiche



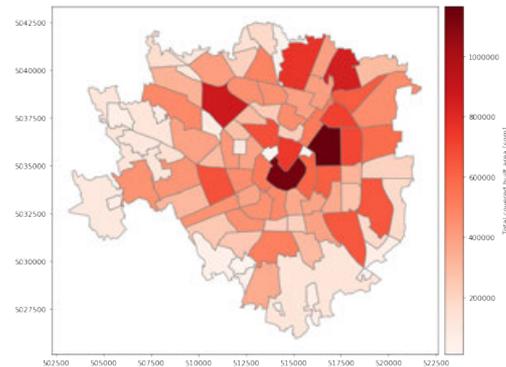
Analisi del rischio – Zone di interesse dalla macro alla meso scala



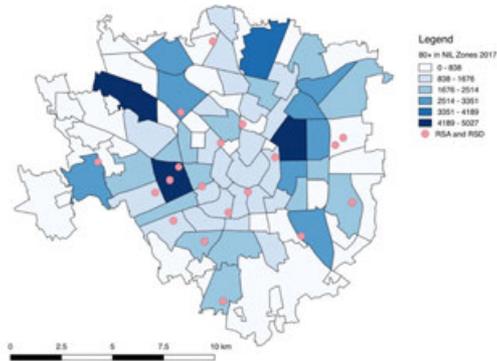
Mappatura dell'esposizione della vulnerabilità fisica e sociale



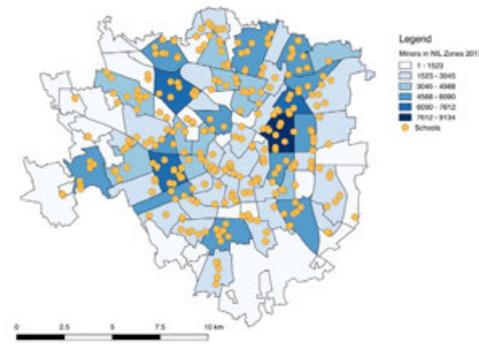
Total areen areas coveraee per Local Identiv Unit.



Total built area (Superficie Coperta - SC) in the Local Identity Unit.

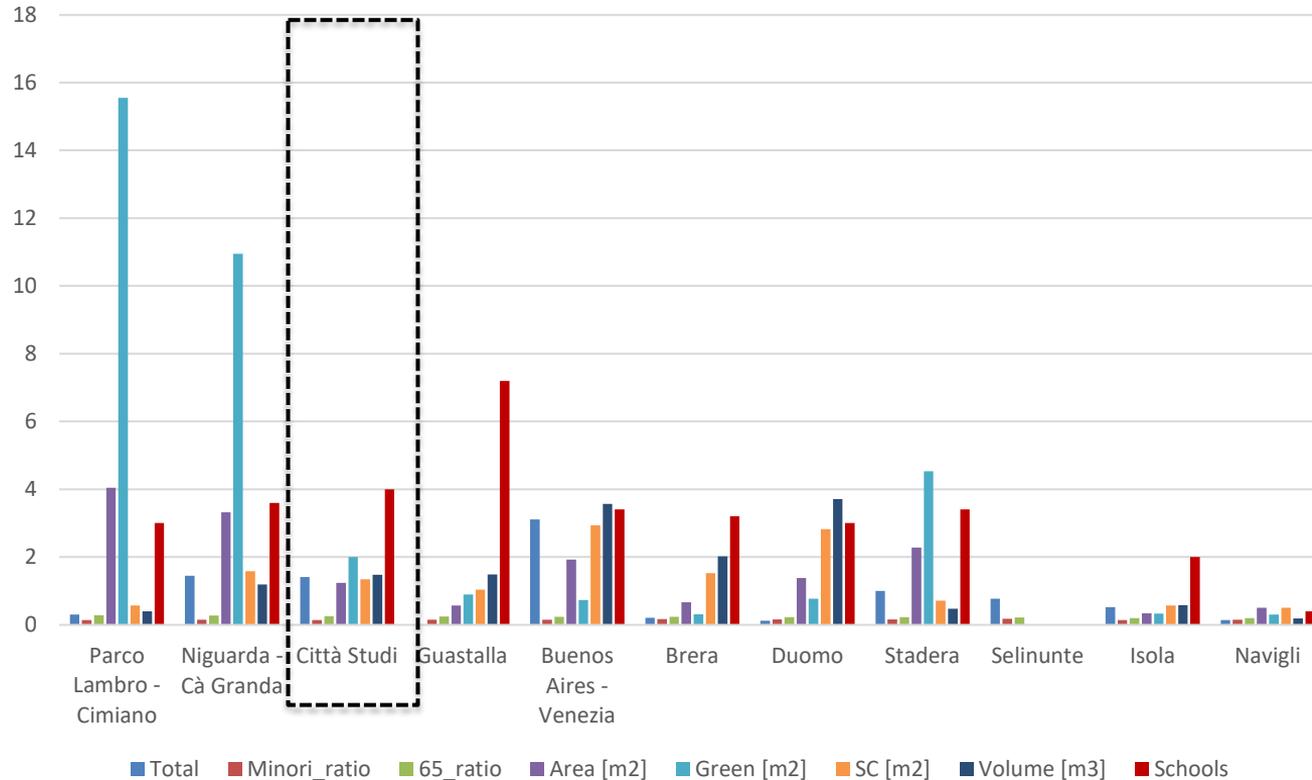


Number of over 80 citizens in NILs in Milano and location of open RSA e RSD promoted by Regione Lombardia (2017).

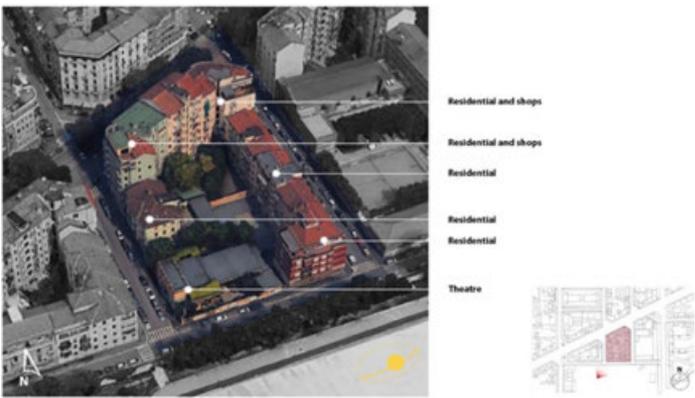
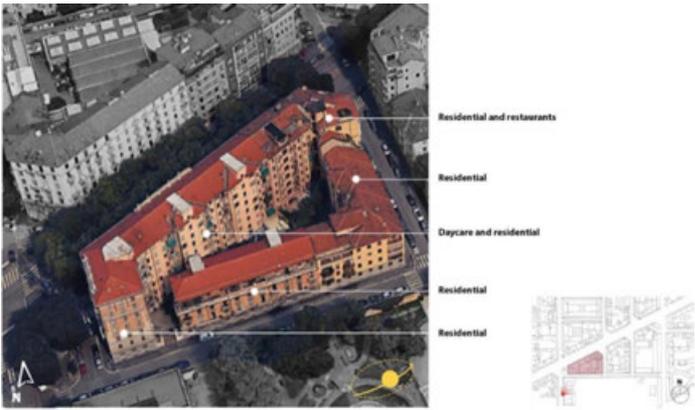


Number of minors in NILs in Milano and location of public schools (2017).

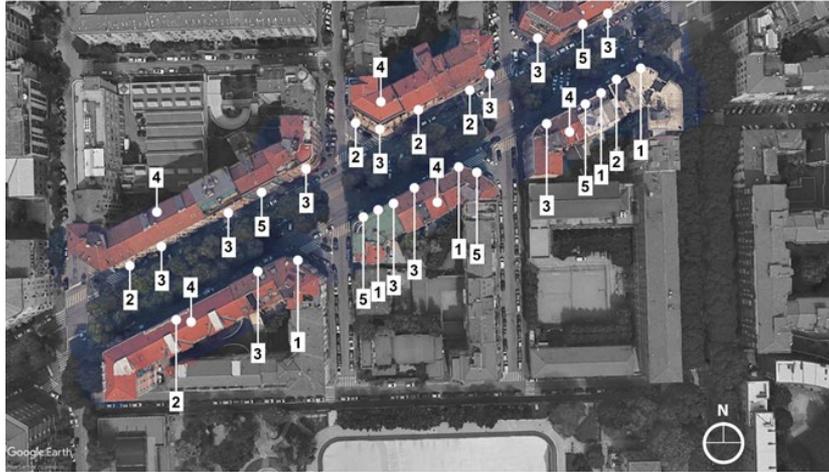
Mappatura dell'esposizione e della vulnerabilità sociale



Analisi della vulnerabilità fisica



Analisi della vulnerabilità fisica



LEGEND:

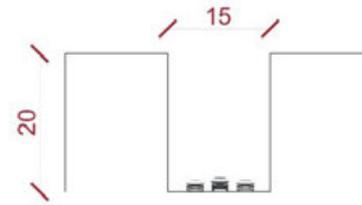
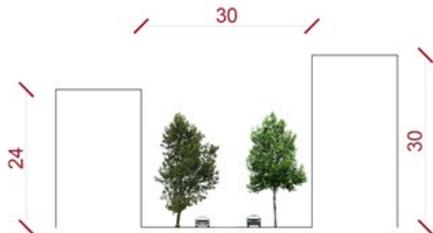
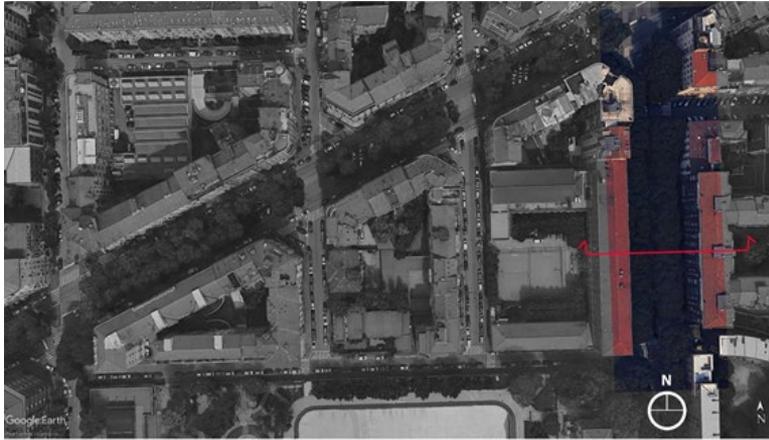
- 1 - Marble
- 2 - Stone cladding
- 3 - Plaster
- 4 - Clay roof tiles
- 5 - Small bricks
- 6 - Ceramic

Asfalto fresco	0,05
Tetto scuro	0.1
Foresta	0.1 - 0.2
Prato verde	0.25

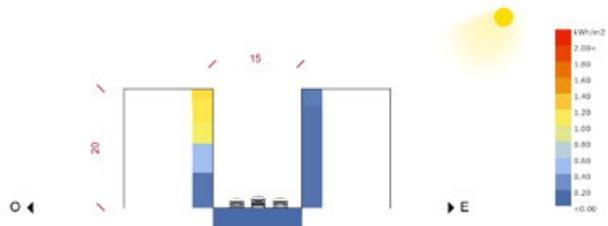
Mappatura del potere riflettente delle superfici (albedo)



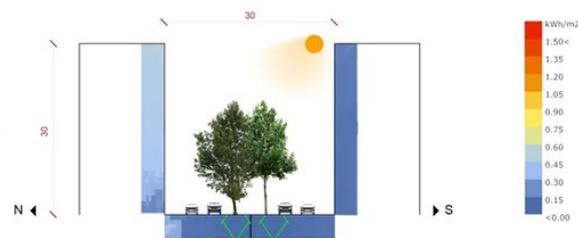
Analisi della vulnerabilità fisica



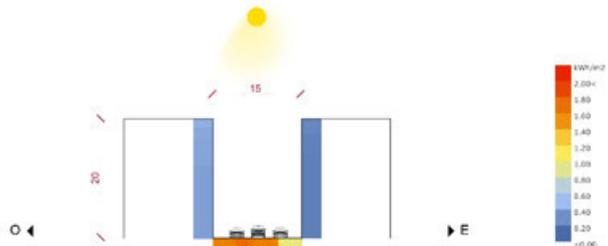
Radiation Analysis
Milano, Limate_ITA_2005
21 JUN 08:00 - 21 JUN 09:00



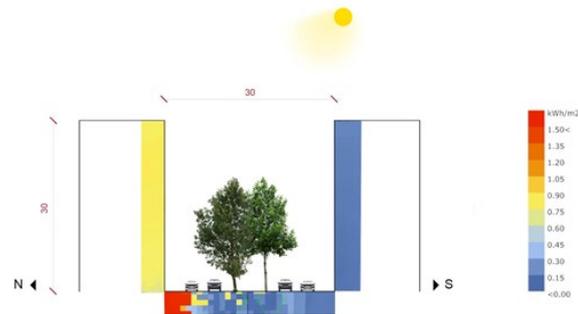
Radiation Analysis
Milano, Limate_ITA_2005
21 JUN 08:00 - 21 JUN 09:00



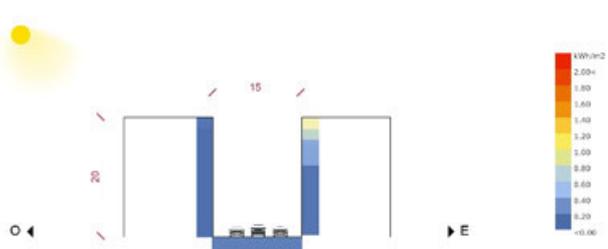
Radiation Analysis
Milano, Limate_ITA_2005
21 JUN 12:00 - 21 JUN 13:00



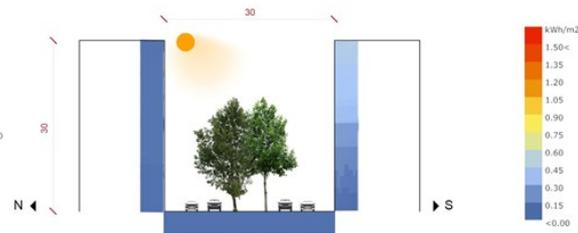
Radiation Analysis
Milano, Limate_ITA_2005
21 JUN 12:00 - 21 JUN 13:00



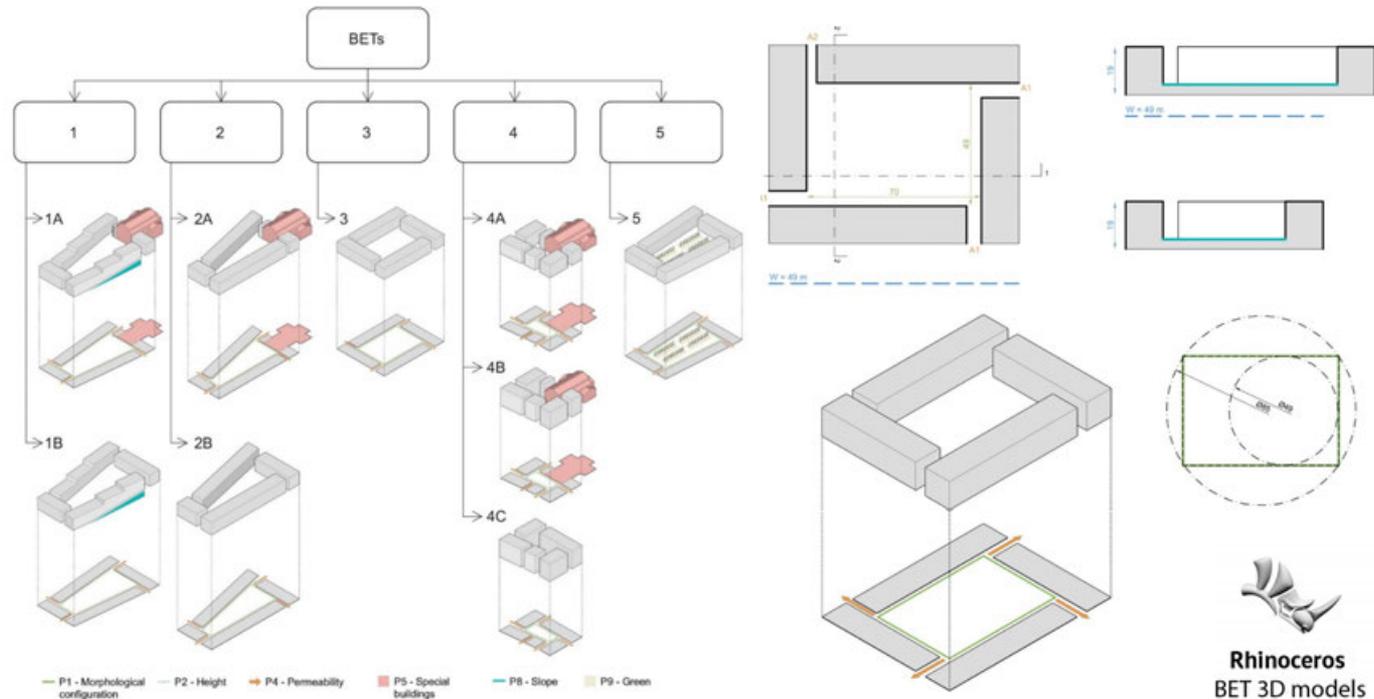
Radiation Analysis
Milano, Limate_ITA_2005
21 JUN 18:00 - 21 JUN 19:00



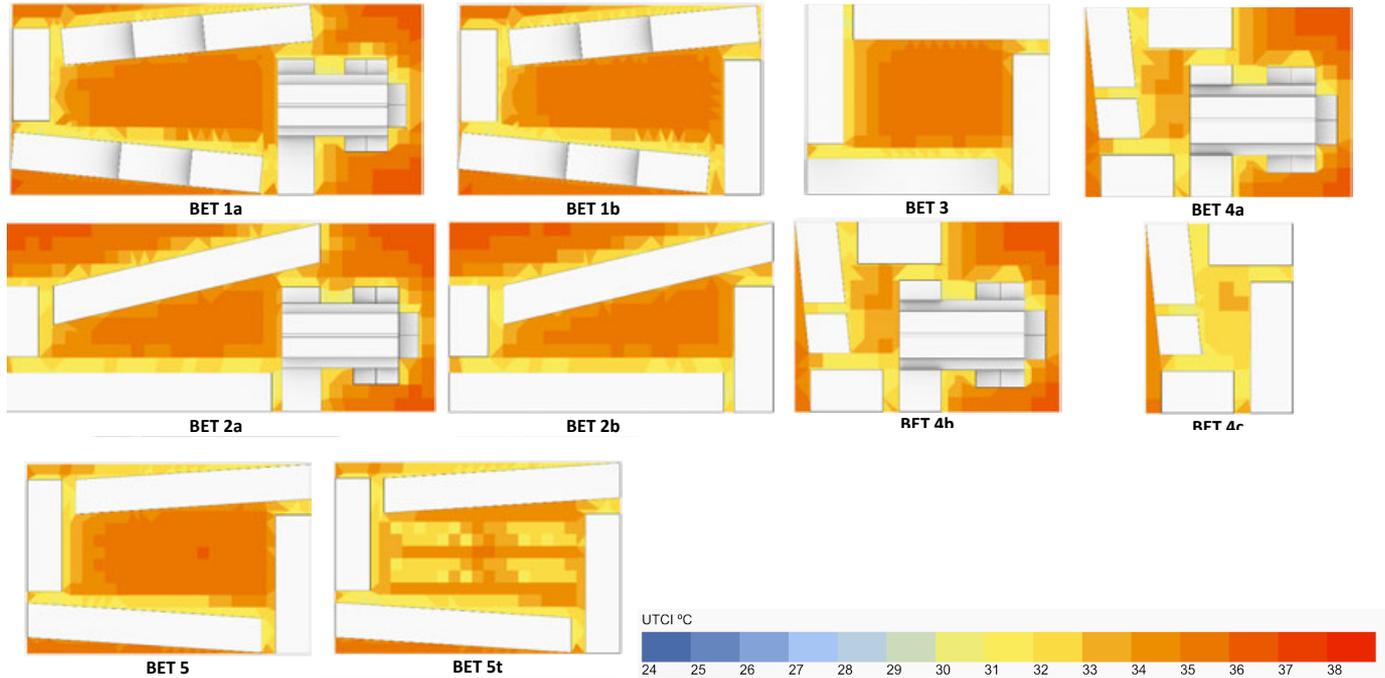
Radiation Analysis
Milano, Limate_ITA_2005
21 JUN 18:00 - 21 JUN 19:00



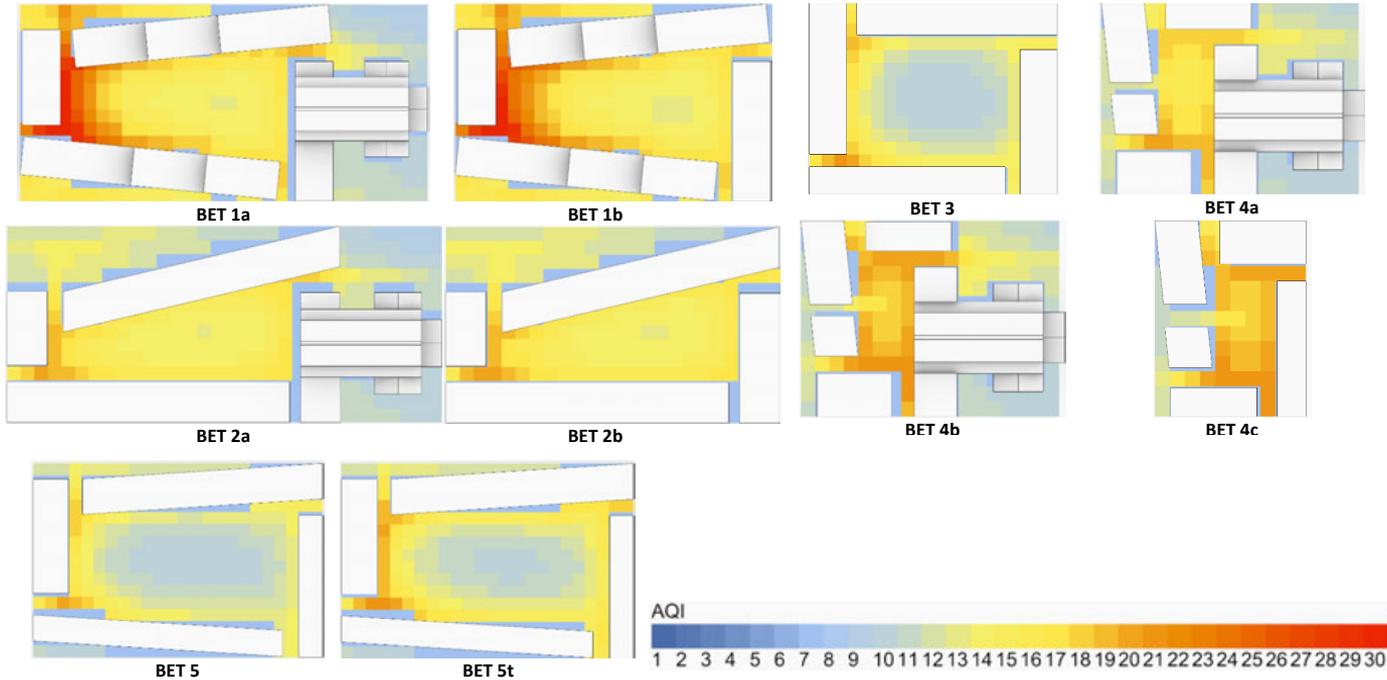
Analisi del rischio – Metodologia su archetipi digitali



Analisi UTCI

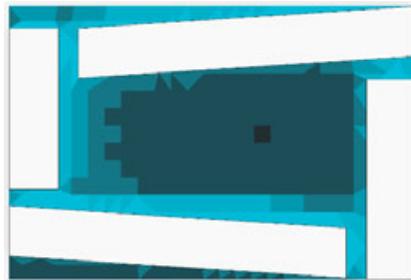


Risultati AQI



Analisi del rischio

$$PA [\%] = \begin{cases} -0.0859 UTCI^2 + 4.019 UTCI + 54.119 & \text{for } OO \text{ (transient behaviour)} \\ -0.2485 UTCI^2 + 12.914 UTCI - 85.681 & \text{for } PO \text{ (1 - hour behaviour)} \end{cases}$$



BET 5



BET 5t

Acceptability/Presence probability [%]



$$WLR_{age} = \frac{WL_{BET,OO}}{body\ weight_{age}}$$

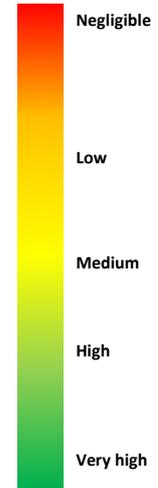
$$short\ term\ pollution\ risk_i = \left(\frac{\Delta_{pollutant}}{10} \right) \cdot (RR_i - 1)$$

Rischio di disidratazione

Banca data strategie di mitigazione



Category	Measures identification	Urban heat island (UHI)				Air pollution			
		Level of implementation	Effect on UHI			Potential impact	Effect on air pollution		Potential impact
			air temperature level reduction	Solar radiation reflection	Heat dissipation		Particulate matter dissipation	Particulate matter reduction	
Morphological Factors	BE morphology	+	✓		✓	High	✓		High
	Vegetation (tree and barriers)	+++	✓			Very high	✓	✓	Very high
Materials	Urban surface and roughness	+	✓	✓	✓	Medium			Negligible
	Façade vegetation cover	+	✓			Low		✓	High
	Photocatalytic surface	+				Low		✓	High
	PBR façades	+	✓			Low		✓	High
	Reflective/Cool roof	++	✓	✓	✓	Low			Medium
	Green roof	++	✓	✓		High		✓	Medium
	Cool pavement	++	✓	✓	✓	High			Negligible
Energy efficiency	Ground vegetation	+	✓	✓		High		✓	High
	Passive strategies and energy active systems	++	✓	✓		High		✓	Low
	Energy from renewable	++				High		✓	Very high



Mitigation potential



<https://www.mezeroe.eu/>



Measuring Envelope products and systems
contributing to next generation of healthy nearly
Zero Energy Buildings - G.A. 953157

Promuovere innovazione e standardizzazione nel
settore delle costruzioni.

Informazioni relative al progetto

MEZeroE

ID dell'accordo di sovvenzione: 953157



DOI

[10.3030/953157](https://doi.org/10.3030/953157)

Data della firma CE

2 Dicembre 2020

Data di avvio

1 Gennaio 2021

Data di completamento

31 Gennaio 2026

Finanziato da

INDUSTRIAL LEADERSHIP - Leadership in enabling
and industrial technologies - Advanced materials

Costo totale

€ 17 133 862,50

Contributo UE

€ 14 728 371,75



Il consorzio MEZeroE

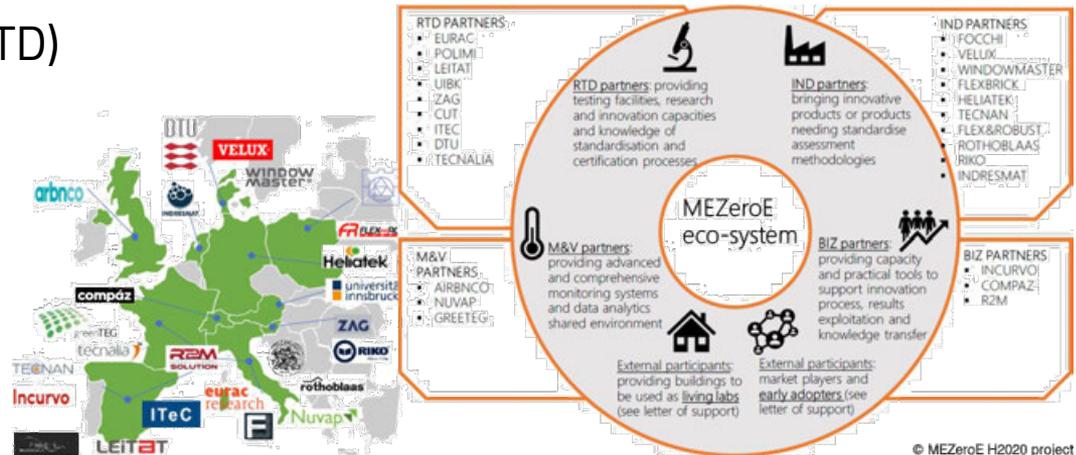
25 partner suddivisi in quattro settori, rappresentativi di una grande porzione del continente europeo:

Ricerca e sviluppo tecnologico (RTD)

Industria (IND)

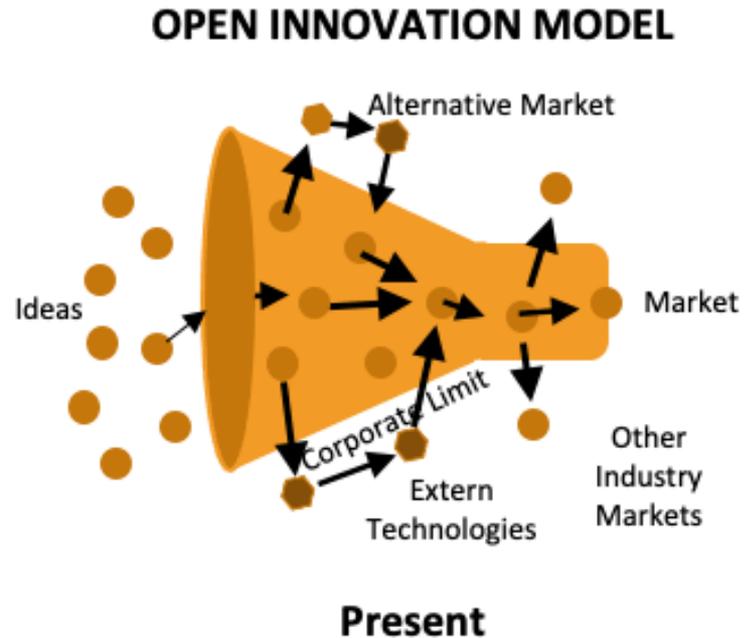
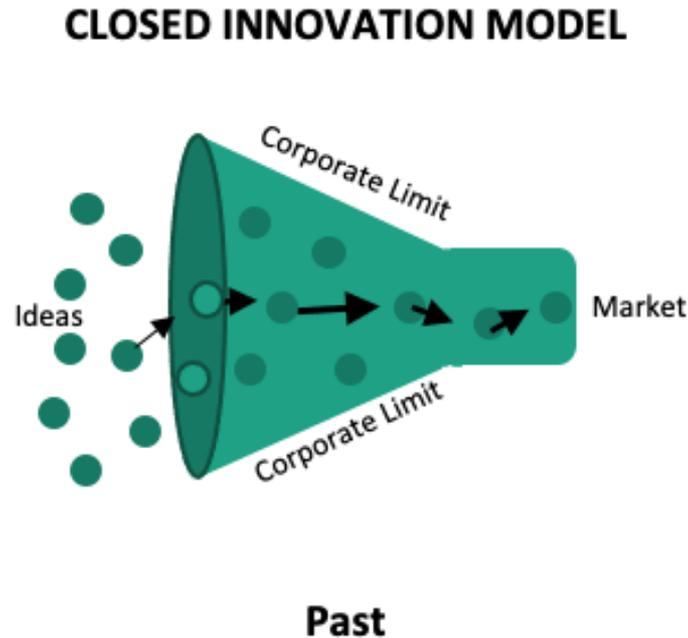
Misurazione e verifica (M&V)

Business (BIZ)



Obiettivo dell'Open Innovation

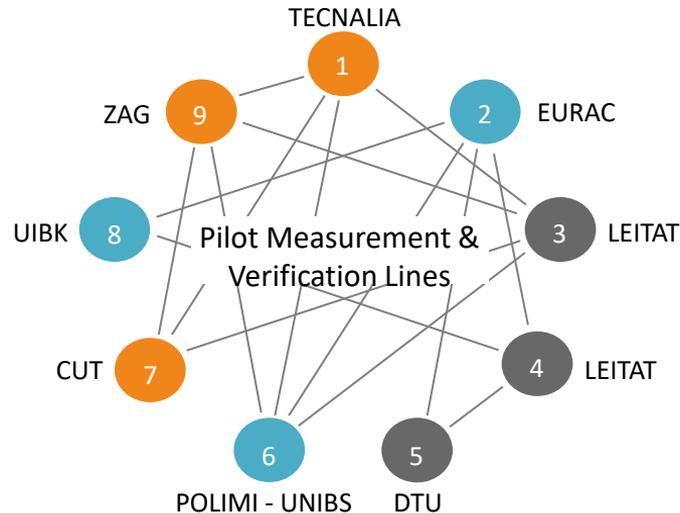
L'obiettivo dell'Open Innovation è quello di permettere alle imprese di far fronte alle nuove dinamiche di mercato e rimanere competitive.



L'Open Innovation Test Bed del progetto MEZeroE

L' Open Innovation Test Bed (OITB) è definita come un insieme di entità che forniscono un accesso comune e unico ad infrastrutture e laboratori e ai loro relativi servizi, necessari per lo sviluppo, la sperimentazione e la messa sul mercato di prodotti innovativi.

La MEZeroE OITB è strutturata secondo 9 Pilot Lines che rispondono ai requisiti tecnici del regolamento per i prodotti da costruzione n.305/2011, secondo 3 macro famiglie: **sicurezza, benessere ed efficienza prestazionale per prodotti di involucro.**



Technical requirements
(EU regulation No 305/2011)

- Safety
- Health
- Efficiency

Attività di ricerca applicata: Open Innovation approach

Il **B**uilding **E**nergy **E**fficient pilot è una delle PM&VL la n.6

'Multi-layer dry nZEB Enabler Envelope Solution characterization facing Health and Safety requirement'



(© MEZeroE H2020 project)

Il prototipo – Building Energy Efficient pilot

Principali strategie di progetto:



Assemblaggio a secco



Involucro stratificato



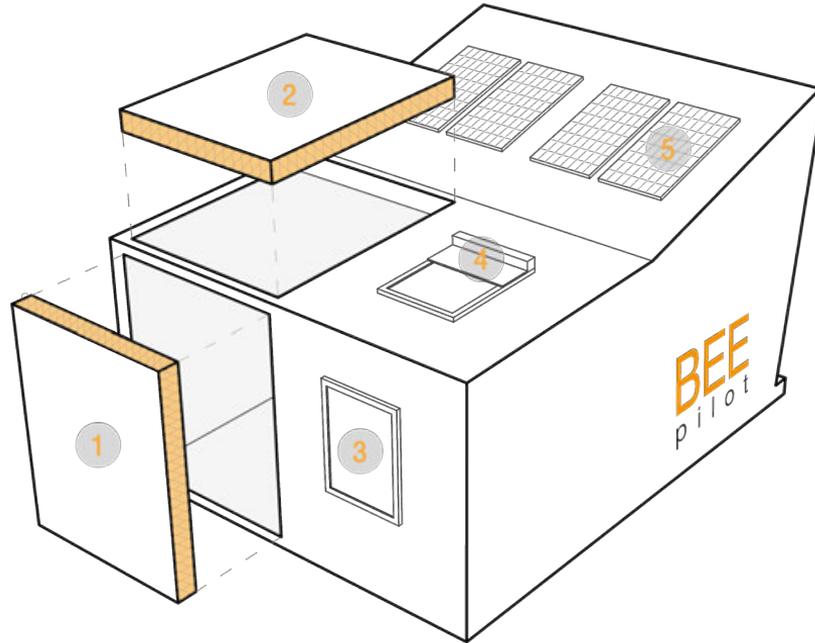
Orientabilità



Sensorizzazione

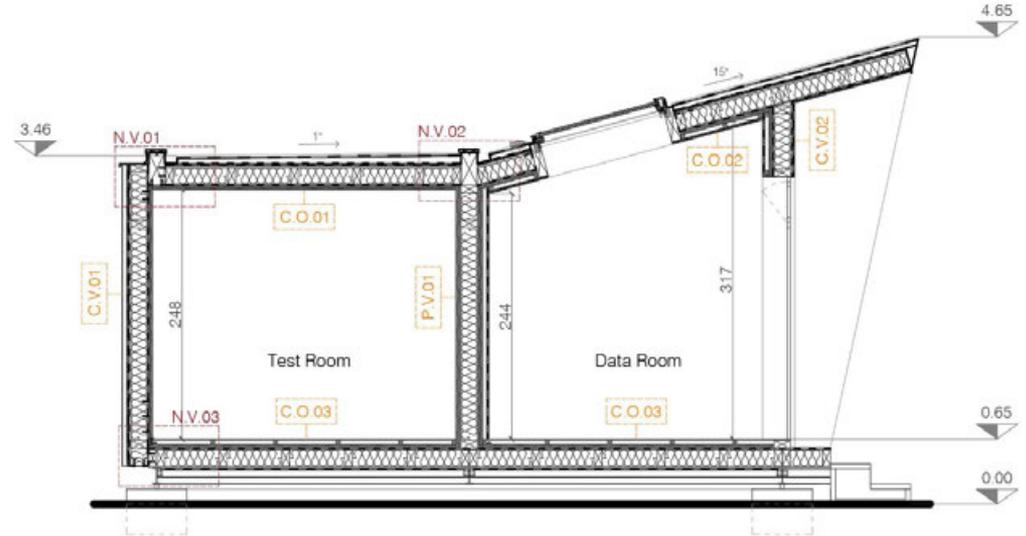
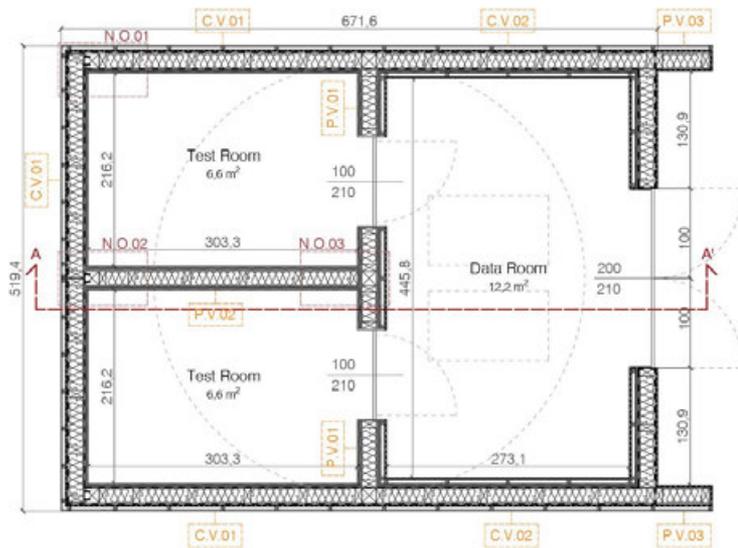


Adattabile

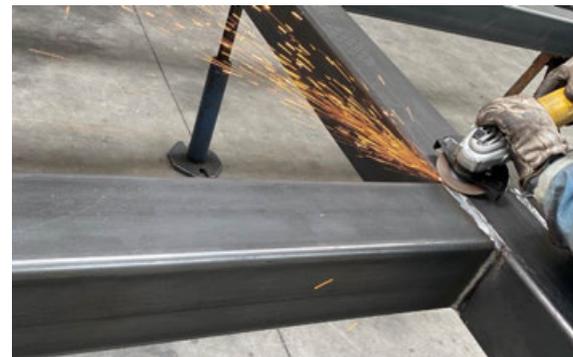


Il prototipo – Building Energy Efficient pilot

Due ambienti a temperatura controllata (Test Room) + Zona di acquisizione dati (Data Room)



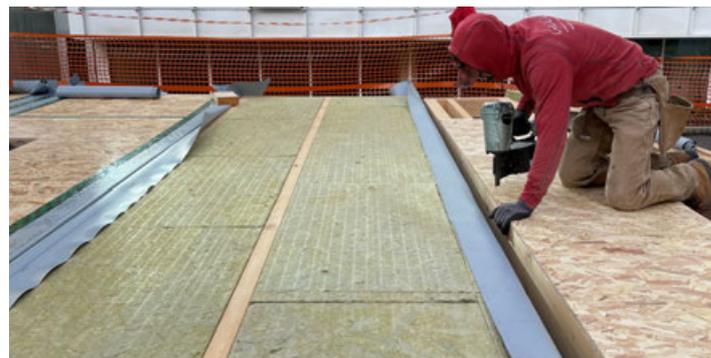
Il prototipo – Building Energy Efficient pilot



(© POLIMI)



Il prototipo – Building Energy Efficient pilot



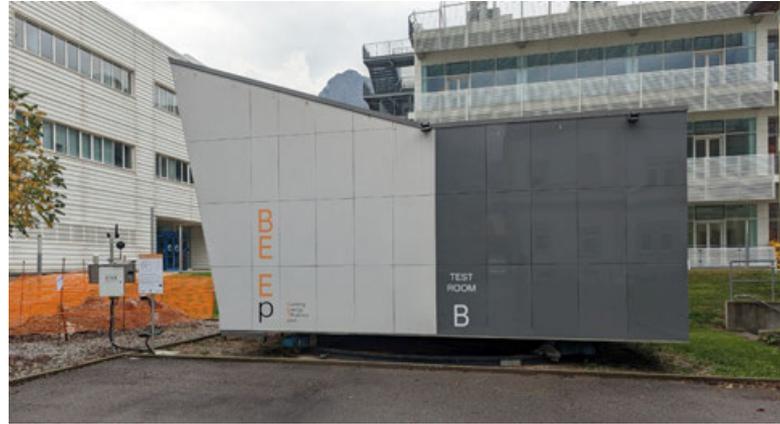
Il prototipo – Building Energy Efficient pilot



Il prototipo – Building Energy Efficient pilot



Il prototipo – Building Energy Efficient pilot

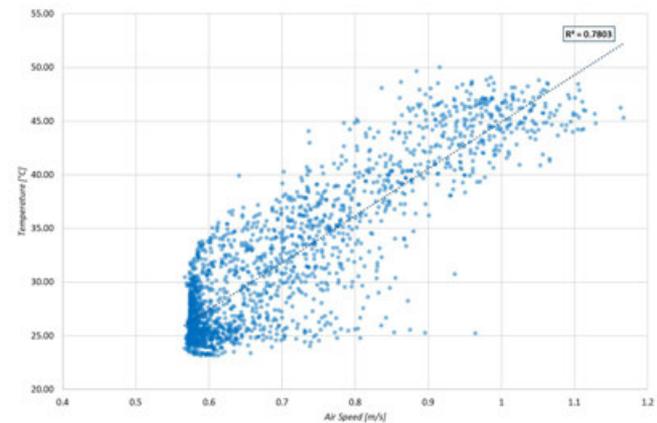
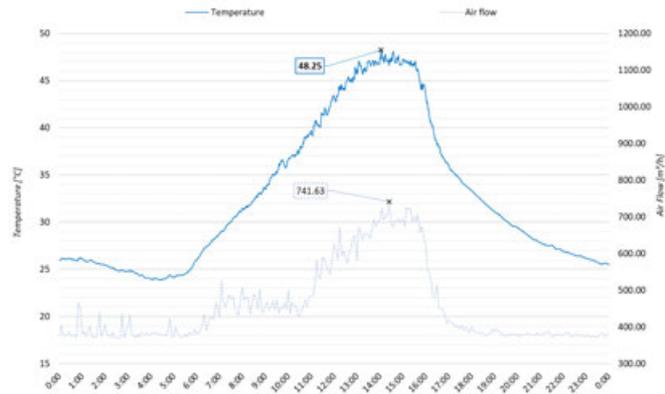
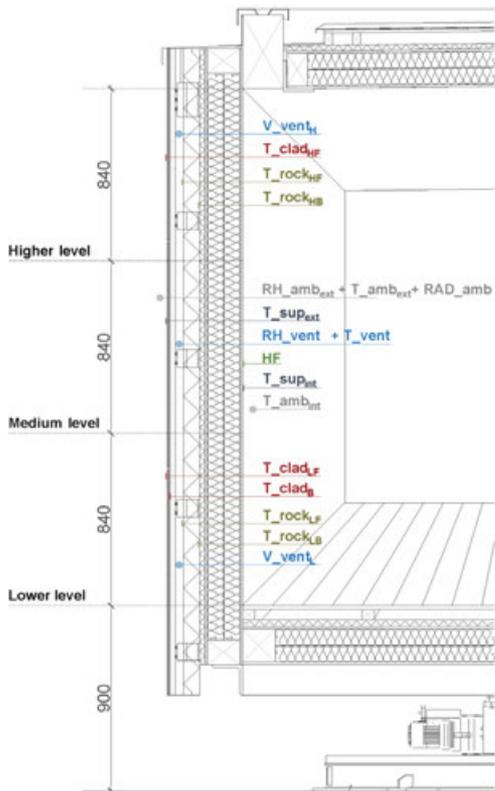


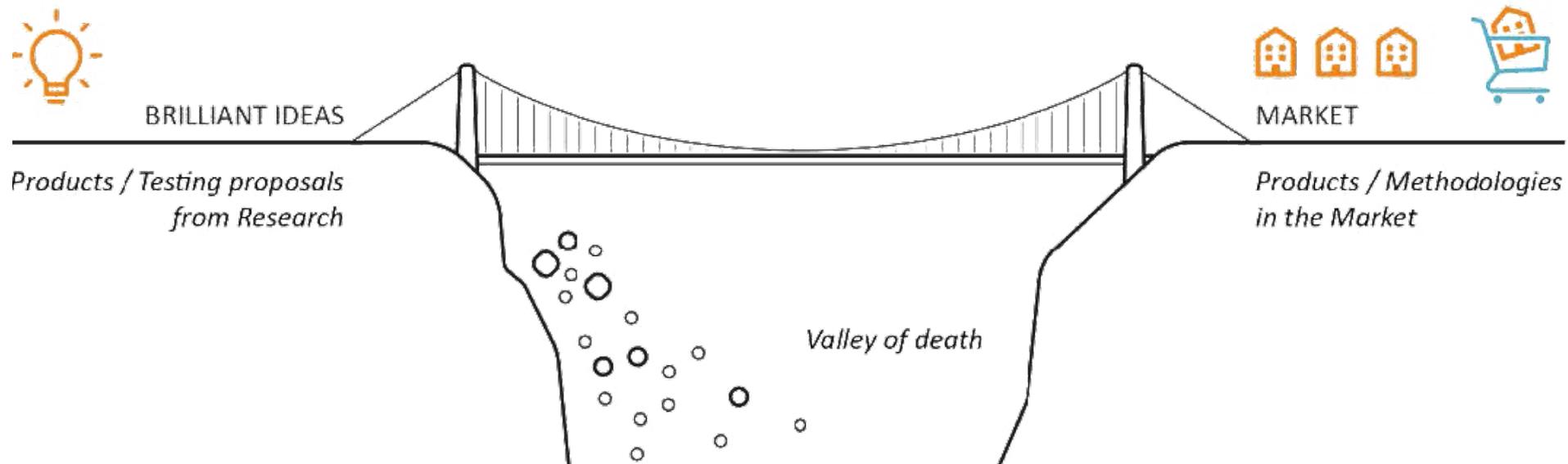
Test Room B

Copertura: Bytum Base 2500 + Bytum Slate 3500 + Clima Control 80

Parete: Traspir Evo 160 + Clima Control 80

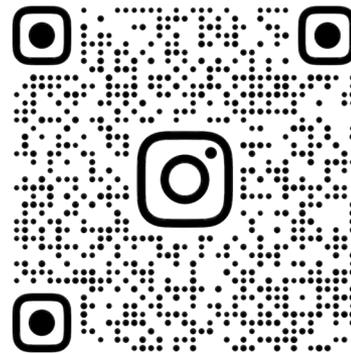
Analisi termoigrometriche su facciata ventilata







BEELab



Grazie per l'attenzione

graziano.salvalai@polimi.it