

In-class training

Utilizzo degli APE per la pianificazione energetica locale, regionale e nazionale

29 maggio 2024
Politecnico di Torino



Politecnico
di Torino



Calcolo degli indicatori dell'APE “migliorato” per future applicazioni

Franz Bianco Mauthe Degerfeld
Politecnico di Torino



Politecnico di Torino



I contenuti

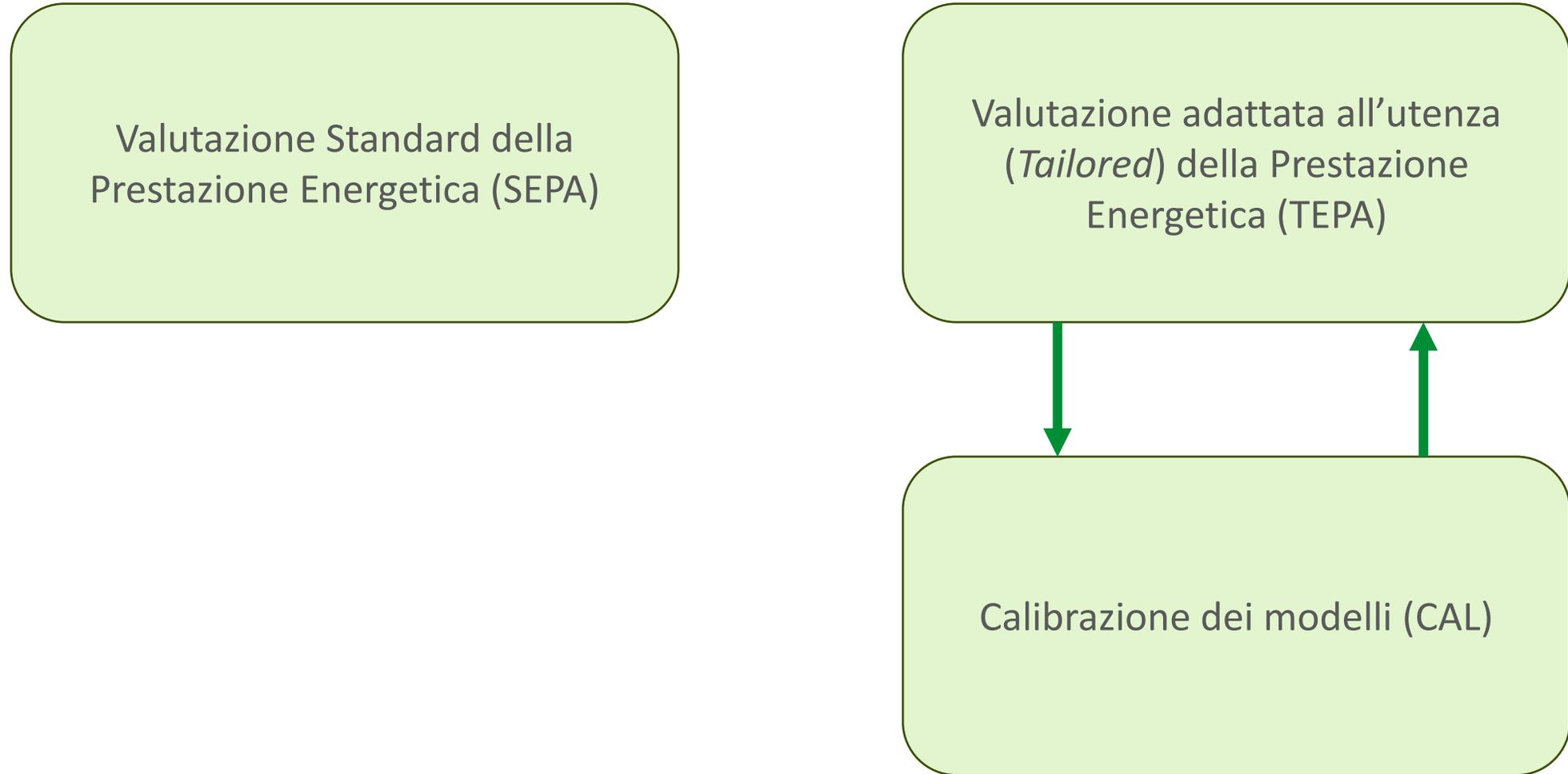
- Breve riepilogo delle procedure proposte nell'ambito di TIMEPAC per l'APE «migliorato»
- Applicazione delle procedure a 3 casi studio
 - Descrizione del caso studio
 - Descrizione delle procedure applicate
 - Applicazione delle procedure e presentazione dei risultati

Le procedure per migliorare la qualità dell'APE

Valutazione Standard della
Prestazione Energetica (SEPA)

Valutazione adattata all'utenza
(*Tailored*) della Prestazione
Energetica (TEPA)

Le procedure per migliorare la qualità dell'APE



Le procedure per migliorare la qualità dell'APE

Valutazione economica (ECM)

Valutazione della qualità
dell'ambiente interno (IEQ)

Termico

IAQ

Valutazione dell'influenza dei BACS
(BACS)

I casi studio

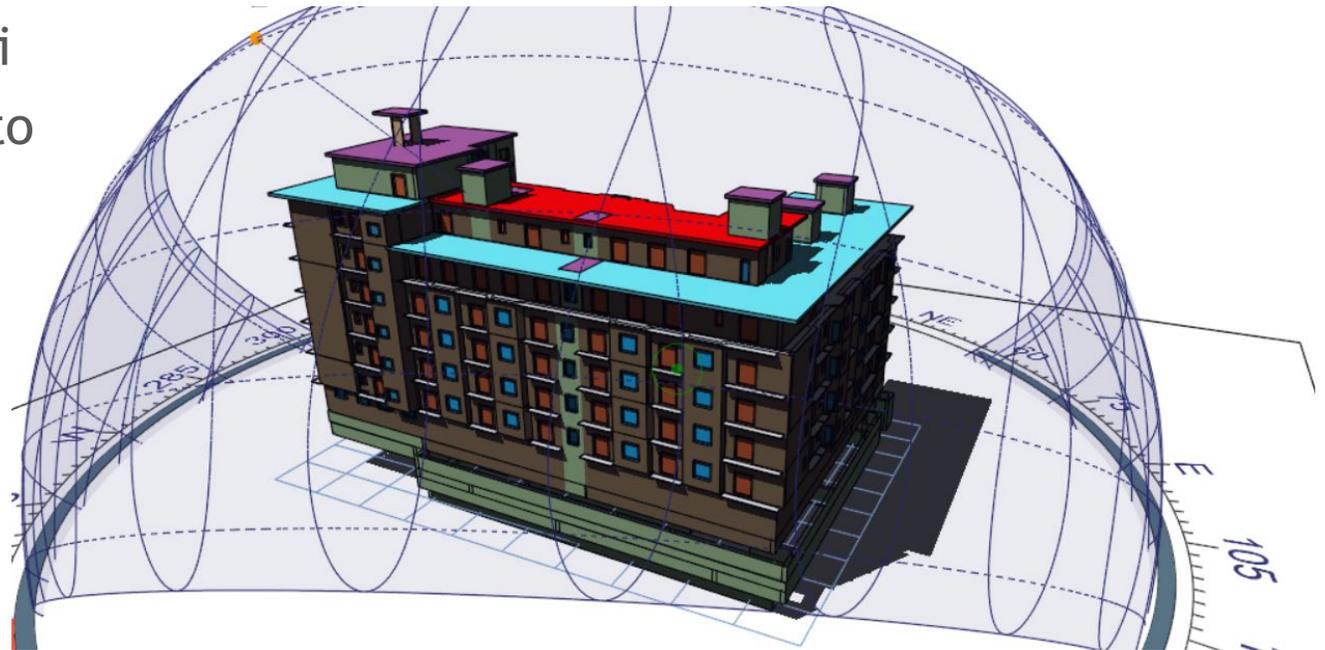
- 1 Condominio sito a Torino
- 2 scuole nella provincia di Torino

Item	Building general properties		Performed analyses					
	Use category List	Period of construction List	SEPA Performed (✓) Not performed (X)	TEPA Performed (✓) Not performed (X)	CAL Performed (✓) Not performed (X)	IEQ Performed (✓) Not performed (X)	ECM Performed (✓) Not performed (X)	BACS Performed (✓) Not performed (X)
<Choice from list>		<Choice from list>	<Yes/No>	<Yes/No>	<Yes/No>	<Yes/No>	<Yes/No>	<Yes/No>
IT-01	apartment block	1961-1975	✓	X	X	✓	✓	✓
IT-12	educational building	1961-1975	✓	✓	✓	✓	✓	✓
IT-13	educational building	1961-1975	✓	X	X	✓	✓	✓

Caso studio 1 (IT-01)

Descrizione del caso studio – L'involucro

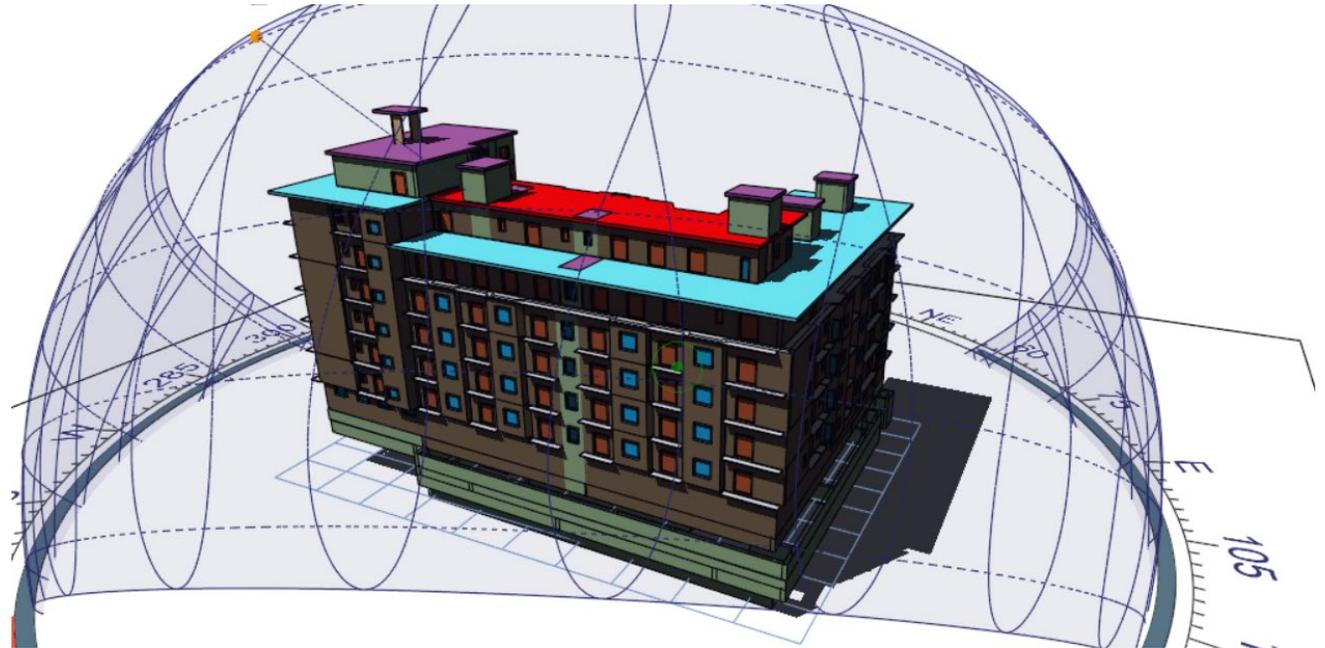
- Condominio sito a Torino edificato tra il 1960 e il 1975 con circa 40 appartamenti
- Struttura portante in calcestruzzo armato
- Pareti esterne in laterizio forato isolato ($s = 45 \text{ cm}$, $U = 0,4 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Solai e copertura in laterocemento ($s = 30 \text{ cm}$, $U = 0,7 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Finestre a vetro singolo con telaio in legno ($U = 4,9 - 6,2 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Superficie netta calpestabile di circa 6000 m^2



Caso studio 1 (IT-01)

Descrizione del caso studio – I sistemi impiantistici

- Sono presenti unicamente i servizi di riscaldamento e acqua calda sanitaria
- L'edificio è allacciato al teleriscaldamento, a servizio di riscaldamento e acs
- Sono presenti radiatori sulle pareti esterne come terminali di emissione
- La regolazione del riscaldamento è unicamente climatica (con compensazione con sonda esterna)



Caso studio 1 (IT-01)

Informazioni di partenza

- I dati attuali dell'edificio riferiti all'involucro e ai sistemi impiantistici sono provenienti da una precedente analisi
- Non essendo disponibili indagini sull'uso dell'edificio, i dati riferiti ai profili di occupazione e di uso dei dispositivi (illuminazione e altro) sono stati desunti dalle norme vigenti (EN 16798-1:2017)
- Non sono presenti dati misurati di consumo

Caso studio 1 (IT-01)

Le analisi considerate

SEPA

TEPA

CAL

ECM

BACS

IEQ

Caso studio 1 (IT-01)

ECM – Cosa serve?

Per le valutazioni energetiche

- Simulazioni energetiche fatte su modelli uguali, fatto salvo per le misure di efficientamento energetico

Per le valutazioni dei costi

- Si determina, per ogni misura/componente, la vita utile (in modo da prevedere l'eventuale costo di sostituzione nel periodo calcolo) e i costi di manutenzione
- Si considerano le variazioni del costo dell'energia nel periodo di calcolo
- Si determinano i costi degli interventi considerati (es. da prezziari regionali, indagini di mercato)

Caso studio 1 (IT-01)

ECM – Le misure studiate

Analizzando l'edificio emerge che:

- L'involucro dell'edificio, in particolar modo i componenti finestrati, non risultano essere particolarmente prestanti
- Il sistema di regolazione del riscaldamento non è efficiente

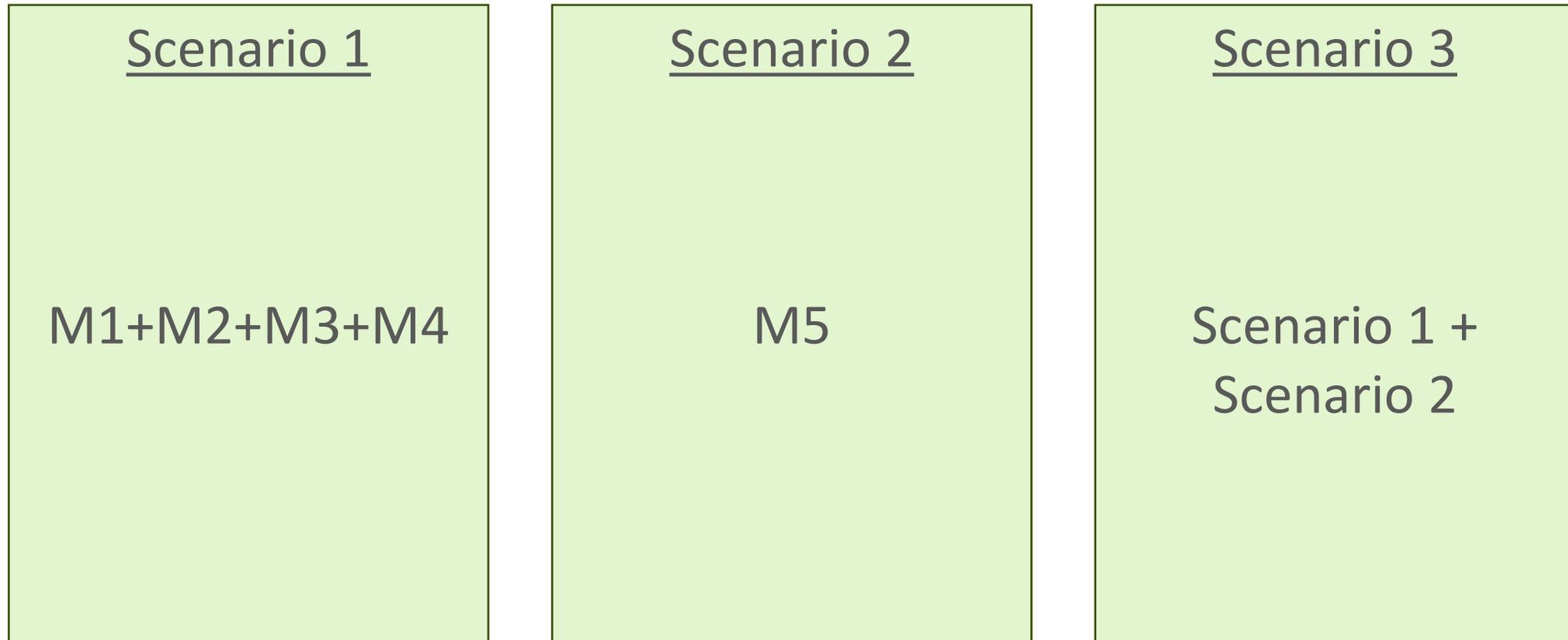
Alla luce di ciò si valutano le seguenti misure:

- Isolamento delle pareti esterne (M1)
- Isolamento della copertura (M2)
- Isolamento del pavimento su locali non climatizzati (M3)
- Sostituzione dei componenti trasparenti (M4)
- Modifica del sistema di regolazione del riscaldamento con inserimento di valvole termostatiche (M5)

Caso studio 1 (IT-01)

ECM – Le misure studiate

Le misure sono state raggruppate e valutate in 3 scenari:



Caso studio 1 (IT-01)

ECM – I risultati energetici e i costi degli scenari

ECM

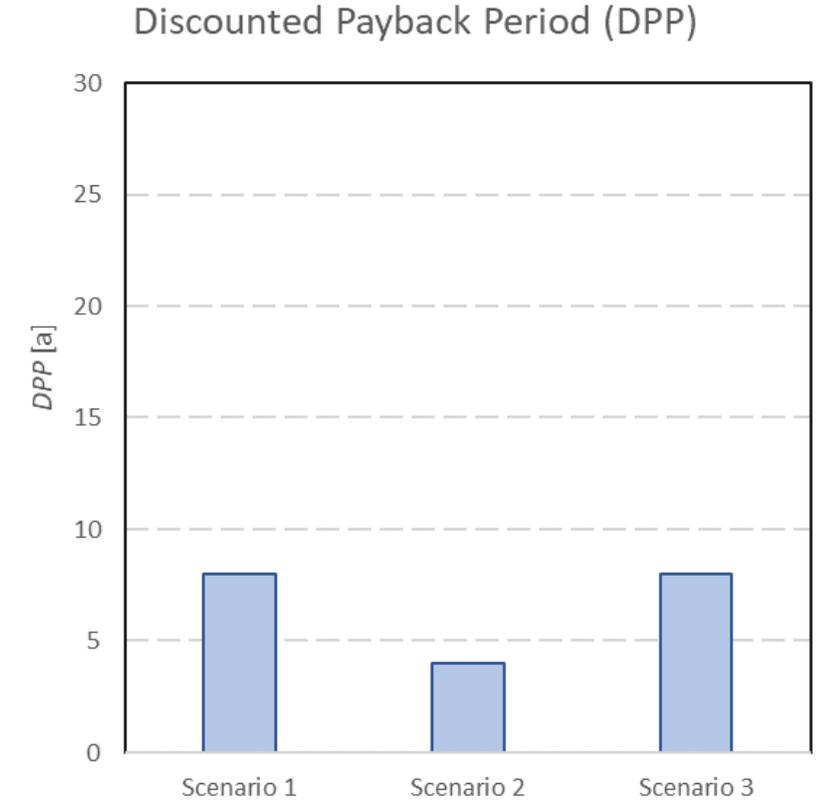
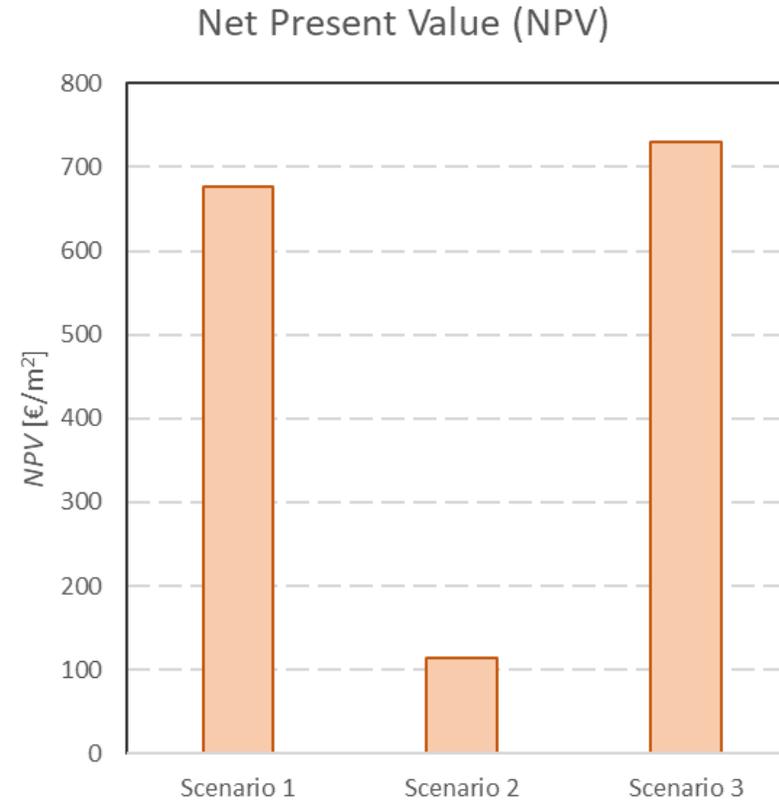
	Stato di fatto	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Misure implementate	-	M1 + M2 + M3 + M4	M5	Scenario 1 + Scenario 2
Energia consegnata [kWh/m ²]	320,78	67,98 (-79%)	293,35 (-9%)	47,97 (-85%)
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento/raffrescamento [kWh/m ²]	481,17	101,98 (-79%)	440,03 (-9%)	71,96 (-85%)
	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabbisogno di energia primaria totale [kWh/m ²]	502,59	124,98 (-75%)	461,44 (-8%)	93,37 (-81%)
Emissioni di CO2 [kg/m ²]	100,52	24,68 (-75%)	92,29 (-8%)	18,67 (-81%)
Costo dell'investimento [€/m ²]	-	205,22	9,61	214,82

Caso studio 1 (IT-01)

ECM – Descrizione degli indicatori economici

	NPV	DPP
	[€/m ²]	[a]
Scenario 1	677	8
Scenario 2	114	4
Scenario 3	730	8

Best economic scenario (NPV)	Scenario 3
Best economic scenario (DPP)	Scenario 2



Caso studio 1 (IT-01)

IEQ – Cosa serve?

Valutazione della qualità dell'aria interna

- Classe di comfort dell'ambiente, livello di inquinamento dell'edificio
- Dati della zona considerata (superficie, volume, occupanti)

Valutazione del comfort termico

- Classe di comfort dell'ambiente, livello di inquinamento dell'edificio
- Temperature operative della zona considerata

Caso studio 1 (IT-01)

IEQ – Analisi della qualità dell'aria

Representative space intended use	Residential
Comfort category	Category II
Building polluting level	Very low
Conditioned net floor area	14 m²
Conditioned net volume	37.8 m³
Number of occupants	1
Design / Measured external air flow rate	1.1 1/h

Design / Measured			Minimum for IAQ	
1.10	1/h	≥	1.10	1/h

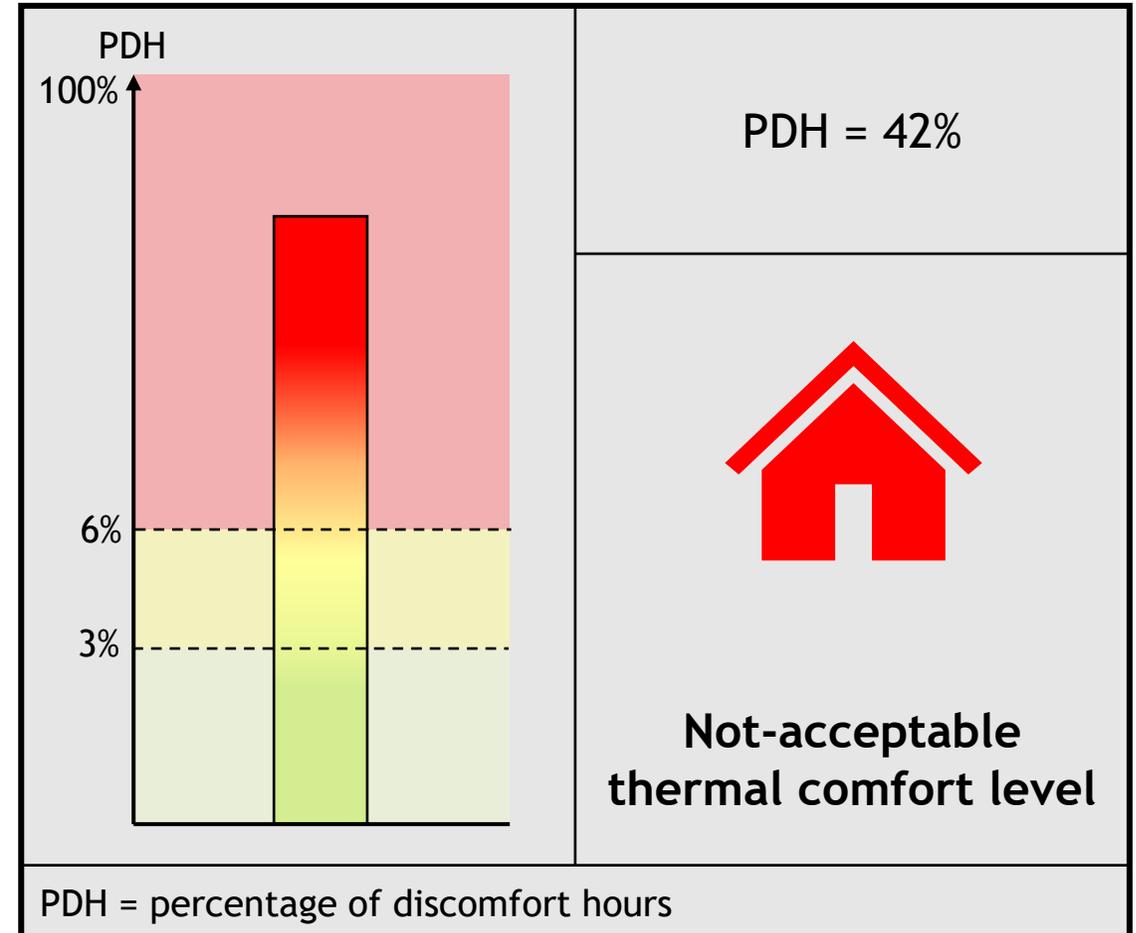
Minimum air flow rate for IAQ is guaranteed!

Caso studio 1 (IT-01)

IEQ – Analisi del comfort termico

Evaluation period		
	Month	Day
Start	4	16
End	10	14

Comfort evaluation results		
	Comfort	Discomfort
n of hours	2533	1835
% of hours	58%	42%



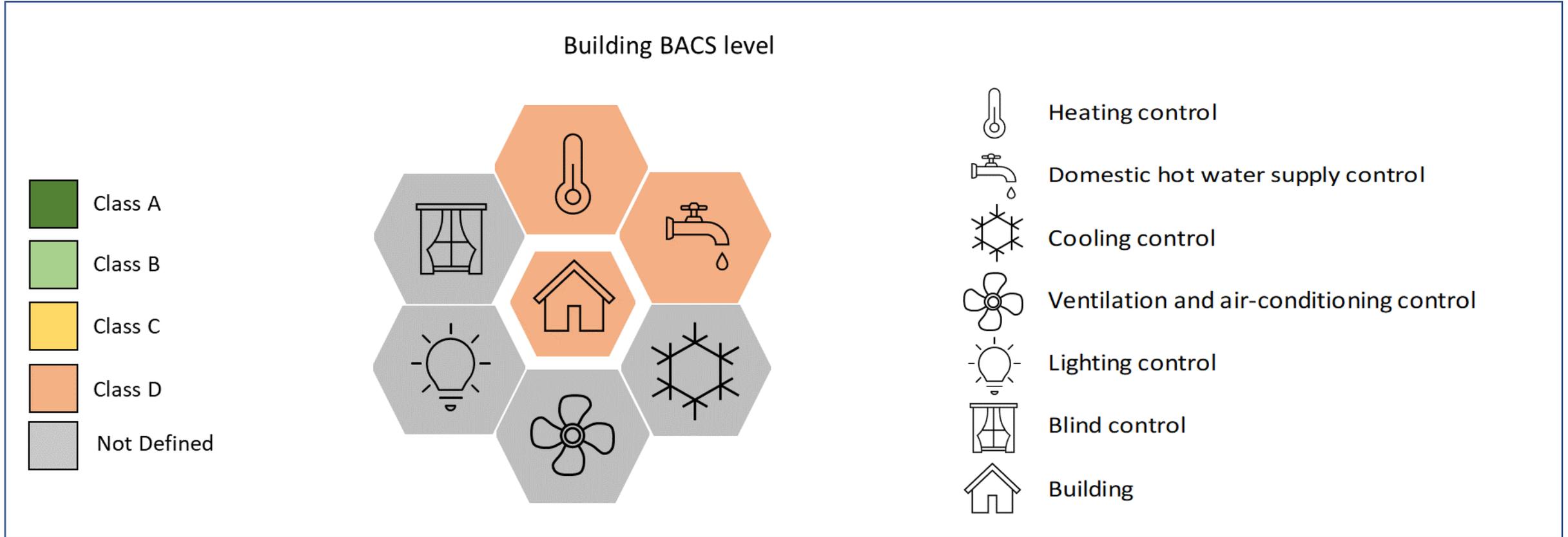
Caso studio 1 (IT-01)

BACS – Cosa serve?

- Livelli delle funzioni BAC riferite ai servizi considerati
- Dati di consumo nella situazione iniziale
- Dati di consumo dopo gli interventi migliorativi

Caso studio 1 (IT-01)

BACS – Analisi della classe dell'edificio e dei servizi



Caso studio 1 (IT-01)

BACS – Studio delle misure migliorative

BACS

Building service	Heating control
BACS function	Emission control
BACS function status in the original state	No automatic control
BACS function status in the improved state	Individual room control

Primary energy need for the building in the original state - E_{p0}	3234258	kWh
Primary energy need for the building with the function improvement implemented - E_{pi}	2837783	kWh
Percentage reduction of E_p	12%	-

La modifica, pur portando a del risparmio a livello energetico, non altera la classe BACS dell'edificio

Caso studio 2 (IT-12)

Descrizione del caso studio – L'involucro

- Scuola per l'infanzia sita in provincia di Torino edificata nel 1980
- Struttura portante in calcestruzzo armato
- Pareti esterne in calcestruzzo con isolamento interno in polistirene ($s = 20 \text{ cm}$, $U = 0,8 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Solai e copertura in calcestruzzo armato prefabbricato ($s = 28 \text{ cm}$, $U = 0,8 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Finestre a vetro singolo con telaio in alluminio ($U = 4,5 - 6,0 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Superficie netta calpestabile di circa 700 m^2



Caso studio 2 (IT-12)

Descrizione del caso studio – I sistemi impiantistici

- Sono presenti unicamente i servizi di riscaldamento, acqua calda sanitaria, e illuminazione
- L'edificio utilizza una caldaia a gas tradizionale come generatore a servizio di riscaldamento e acs
- Sono presenti radiatori sulle pareti esterne come terminali di emissione
- La regolazione del riscaldamento è unicamente climatica (con compensazione con sonda esterna)



Caso studio 2 (IT-12)

Informazioni di partenza

- I dati attuali dell'edificio riferiti all'involucro e ai sistemi impiantistici sono provenienti da una precedente diagnosi energetica
- Sono presenti alcuni dati riferiti all'occupazione (densità/numero di occupanti e orari di utilizzo)
- Sono presenti dati misurati di consumo. In particolare sono disponibili i consumi mensili di gas metano per un'annualità

Caso studio 2 (IT-12)

Le analisi considerate

SEPA

TEPA

CAL

ECM

BACS

IEQ

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – Cosa serve?

CAL

1. Dati misurati (consumi, temperature)
2. Dati climatici reali
3. Dati simulati (consumi, temperature)

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – I primi passi

- Costruzione del modello *tailored*
- Analisi dei dati di consumo disponibili

Measurement period		Measured data	
Start	End	Energy consumption	Daily energy consumption
[m/d/y]	[m/d/y]	[kWh]	[kWh/d]
01/01/2017	31/01/2017	27464	886
01/02/2017	28/02/2017	20705	739
01/03/2017	31/03/2017	18985	612
01/04/2017	30/04/2017	9642	321
01/05/2017	31/05/2017	7117	230
01/06/2017	30/06/2017	3797	127
01/07/2017	31/07/2017	2704	87
01/08/2017	31/08/2017	2704	87
01/09/2017	30/09/2017	0	0
01/10/2017	31/10/2017	7097.16	229
01/11/2017	30/11/2017	23050.86	768
01/12/2017	31/12/2017	21699.02	700

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – I primi passi

CAL

- Reperimento dei corrispettivi dati climatici



The screenshot shows the ARPA Piemonte website interface. At the top, there is a navigation bar with links: CHI SIAMO, SERVIZI E INFORMAZIONI, TRASPARENZA, LAVORA CON NOI, ARPA COMUNICA, and CONTATTI. Below the navigation bar is a banner for 'Festa dell'Aria' on Thursday, May 30, 2024, for schools, with a QR code for registration. The main content area is titled 'Richiesta dati orari meteorologici' and contains a form with two columns of dropdown menus for selecting parameters and stations, and an 'aggiungi alla lista' button. To the right of the form is a box with 'Istruzioni per la compilazione'.

Tu sei qui: [Home](#) / [Dati ambientali](#) / Richiesta dati orari meteorologici

Richiesta dati orari meteorologici

1. Selezionare il parametro e la stazione: 2. Stazioni-parametri selezionati (massimo 3):

Scegli un parametro ▼

Scegli una provincia ▼

Scegli una stazione ▼

aggiungi alla lista

Istruzioni per la compilazione

1- Selezionare il parametro di interesse. Selezionare la provincia, la stazione e cliccare su "aggiungi alla lista". Le località indicate sono quelle dove è ubicata una stazione di rilevamento: per verificare le condizioni meteorologiche registrate in una località diversa da quelle in cui si trova una stazione, è necessario richiedere i dati registrati dalla stazione più vicina e quindi più rappresentativa. E' possibile selezionare fino

<https://www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici>

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – I primi passi

- Reperimento dei corrispettivi dati climatici

Richiesta dati orari meteorologici

1. Selezionare il parametro e la stazione: 2. Stazioni-parametri selezionati (massimo 3):

Scegli un parametro ▼

Scegli una provincia ▼

Scegli una stazione ▼

aggiungi alla lista

Scegli un parametro ▼

- Precipitazione
- Temperatura aria
- Velocita' Vento
- Direzione Vento
- Raffica
- Pressione
- Radiazione
- Umidita'

<https://www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici>

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – I primi passi

- Reperimento dei corrispettivi dati climatici

Richiesta dati orari meteorologici

1. Selezionare il parametro e la stazione: 2. Stazioni-parametri selezionati (massimo 3):

Scegli un parametro ▼

Scegli una provincia ▼

Scegli una stazione ▼

aggiungi alla lista

Scegli una provincia ▼

Scegli una provincia

Alessandria

Aosta

Asti

Biella

Cuneo

Hautes-Alpes

Genova

Novara

Piacenza

Savona

Torino

Verbano-Cusio-Ossola

Vercelli

<https://www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici>

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – I primi passi

- Reperimento dei corrispettivi dati climatici

Richiesta dati orari meteorologici

1. Selezionare il parametro e la stazione: 2. Stazioni-parametri selezionati (massimo 3):

Scegli un parametro ▼

Scegli una provincia ▼

Scegli una stazione ▼

aggiungi alla lista

Scegli una stazione ▼

Scegli una stazione

- ALADISTURA (Dal 1993 a oggi)
- ANDRATEPINALBA (Dal 1999 a oggi)
- AVIGLIANA (Dal 1991 a oggi)
- BALME (Dal 2006 a oggi)
- BARCENISIO (Dal 1994 a oggi)
- BARDONECCHIAMELEZET (Dal 2002 al 2010)
- BARDONECCHIAPIANDELSOLE (Dal 2003 a oggi)
- BARDONECCHIAPRANUDIN (Dal 2005 a oggi)
- BAUDUCCHI (Dal 1993 a oggi)
- BEAULARDDORADIBARDONECCHIA (Dal 1997 a oggi)
- BELMONTE (Dal 1988 al 2004)
- BERTODASCO (Dal 1989 a oggi)
- BOBIOPELLICE (Dal 2001 a oggi)
- BORGOFRANCOD IVREA (Dal 1988 a oggi)
- BORGONE (Dal 1991 a oggi)
- BRANDIZZOMALONE (Dal 2000 a oggi)
- CALUSO (Dal 2001 a oggi)
- CAMINIFREJUS (Dal 1990 al 2005)
- CANDIALAGO (Dal 1988 a oggi)

50 km

i

<https://www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici>

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – I primi passi

CAL

- Reperimento dei corrispettivi dati climatici

Richiesta dati orari meteorologici

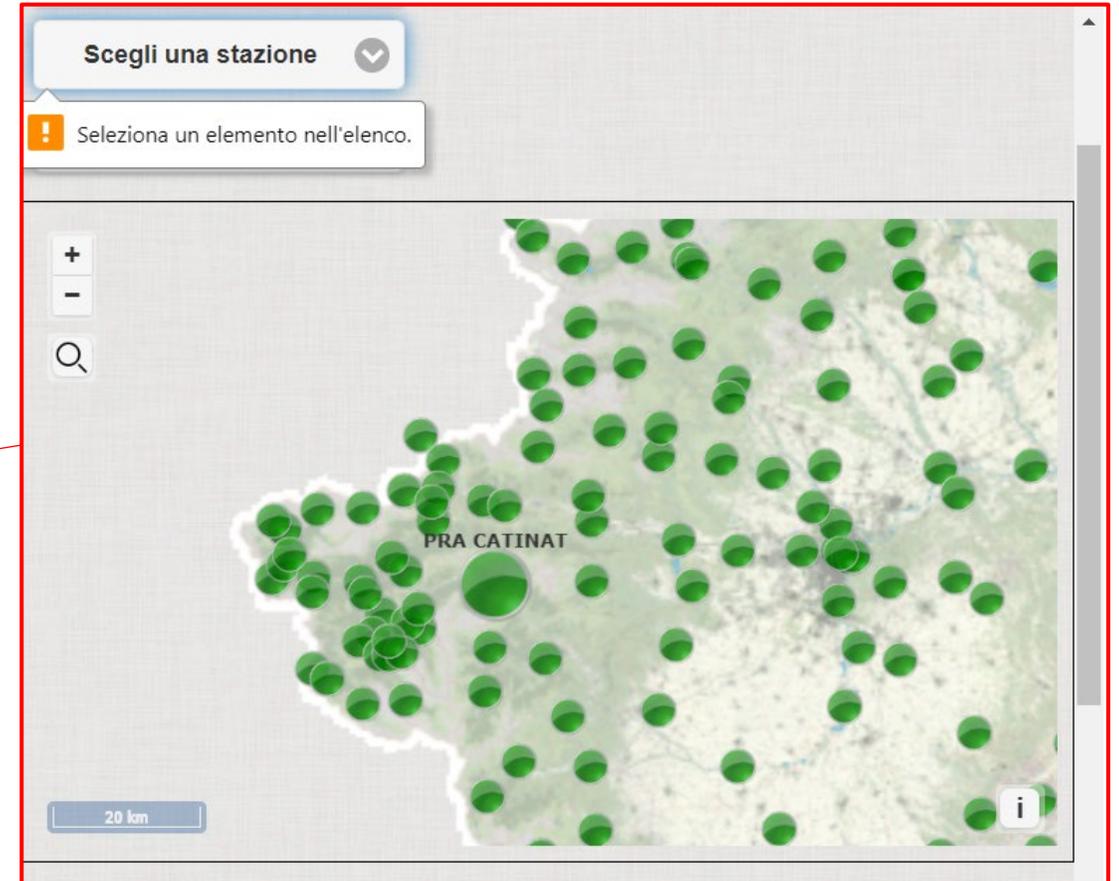
1. Selezionare il parametro e la stazione: 2. Stazioni-parametri selezionati (massimo 3):

Scegli un parametro ▼

Scegli una provincia ▼

Scegli una stazione ▼

aggiungi alla lista



<https://www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici>

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – I primi passi

CAL

- Reperimento dei corrispettivi dati climatici

Richiesta dati orari meteorologici

1. Selezionare il parametro e la stazione: 2. Stazioni-parametro

Scegli un parametro ▼

Scegli una provincia ▼

Scegli una stazione ▼

aggiungi alla lista

3. Selezionare un periodo:

Data dal: Data al:

2017-01-01 2017-12-01

4. Inserire la mail sulla quale ricevere i dati:

E-mail: Conferma e-mail:

5. Selezionare il formato in cui ricevere i dati:

pdf

csv

Richiedente ▼

<https://www.arpa.piemonte.it/dati-ambientali/richiesta-dati-orari-meteorologici>

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – L'analisi della baseline

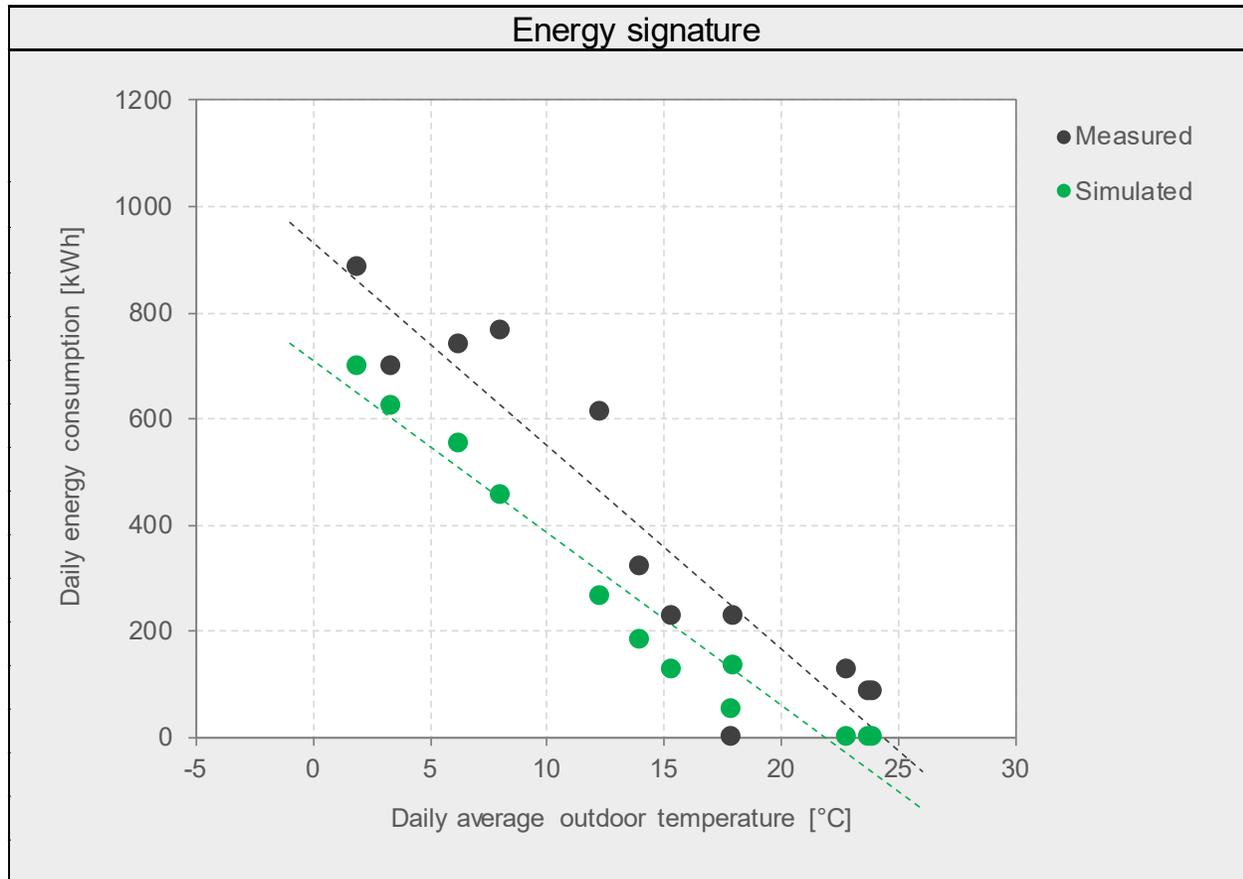
CAL

- Analisi degli indicatori statistici per analizzare lo stato di calibrazione del modello *tailored*

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione – L'analisi della baseline

- Analisi degli indicatori statistici per analizzare lo stato di calibrazione del modello *tailored*



Statistical indices		
MBE	-35.3%	5%
cv(RMSE)	43.8%	15%

Calibration needed!



Dall'analisi della firma energetica si può notare che la curva dei dati simulati risulta traslata e ruotata rispetto alla curva dei dati misurati

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione

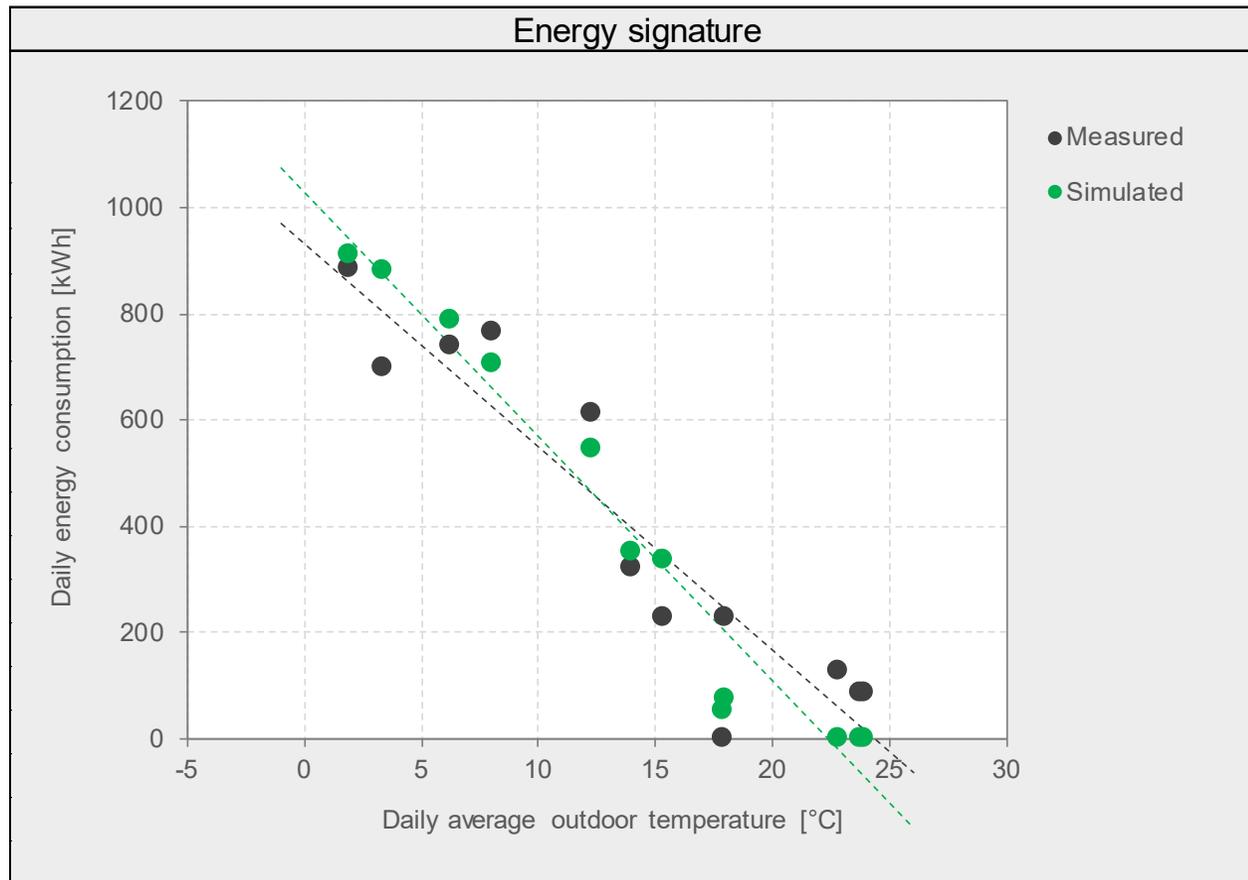
CAL

- Variazione 1 - Incremento delle portate di ventilazione (come da norma), aumento della temperatura di set-point (da 20 a 21 gradi)

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione

- Variazione 1 - Incremento delle portate di ventilazione (come da norma), aumento della temperatura di set-point (da 20 a 21 gradi)



Statistical indices		
MBE	-2.8%	5%
cv(RMSE)	24.8%	15%

Calibration needed!

La curva dei dati simulati risulta ora ruotata rispetto alla curva dei dati misurati.

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione

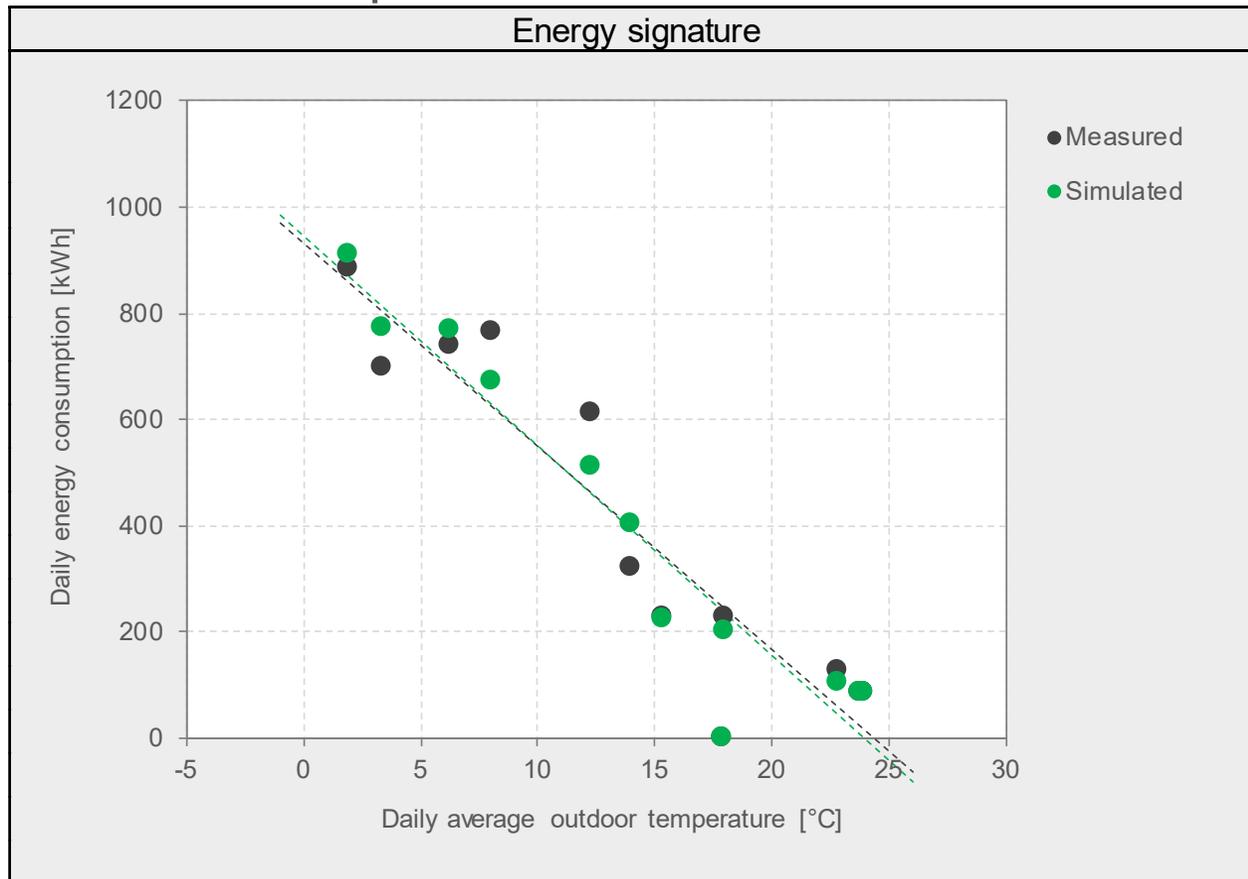
CAL

- Variazione 2 - Correzione dei ponti termici, modifica delle portate di ventilazione, correzione dei periodi di riscaldamento

Caso studio 2 (IT-12)

La calibrazione

- Variazione 2 - Correzione dei ponti termici, modifica delle portate di ventilazione, correzione dei periodi di riscaldamento



Statistical indices		
MBE	-0.5%	5%
cv(RMSE)	13.4%	15%

Calibrated energy model!

Il modello ora è calibrato. Il modello risultante è da intendersi come un modello per TEPA. Tutte le analisi seguenti devono essere fatte con questo modello

Caso studio 2 (IT-12)

ECM – Le misure studiate

Analizzando l'edificio emerge che:

- L'involucro dell'edificio, in particolar modo i componenti finestrati, non risultano essere particolarmente prestanti
- Il sistema di generazione del riscaldamento non è efficiente
- Non sono presenti sistemi di generazione con produzione di energia rinnovabile

Alla luce di ciò si valutano le seguenti misure:

- Isolamento delle pareti esterne (M1)
- Isolamento della copertura (M2)
- Sostituzione dei componenti trasparenti (M3)
- Sostituzione del boiler con una pompa di calore aria-acqua (M4)
- Installazione di pannelli fotovoltaici in copertura (M5)

Caso studio 2 (IT-12)

ECM – Le misure studiate

Le misure sono state raggruppate e valutate in 3 scenari:

Scenario 1

M1+M2+M3

Scenario 2

M4+M5

Scenario 3

Scenario 1 +
Scenario 2

Caso studio 2 (IT-12)

ECM

ECM – I risultati energetici e i costi degli scenari

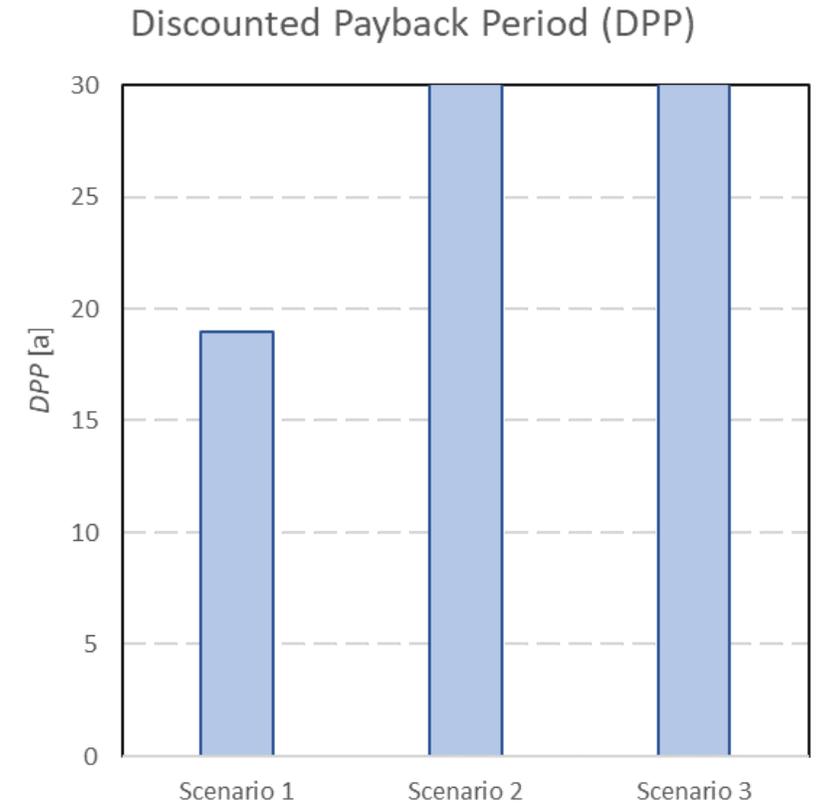
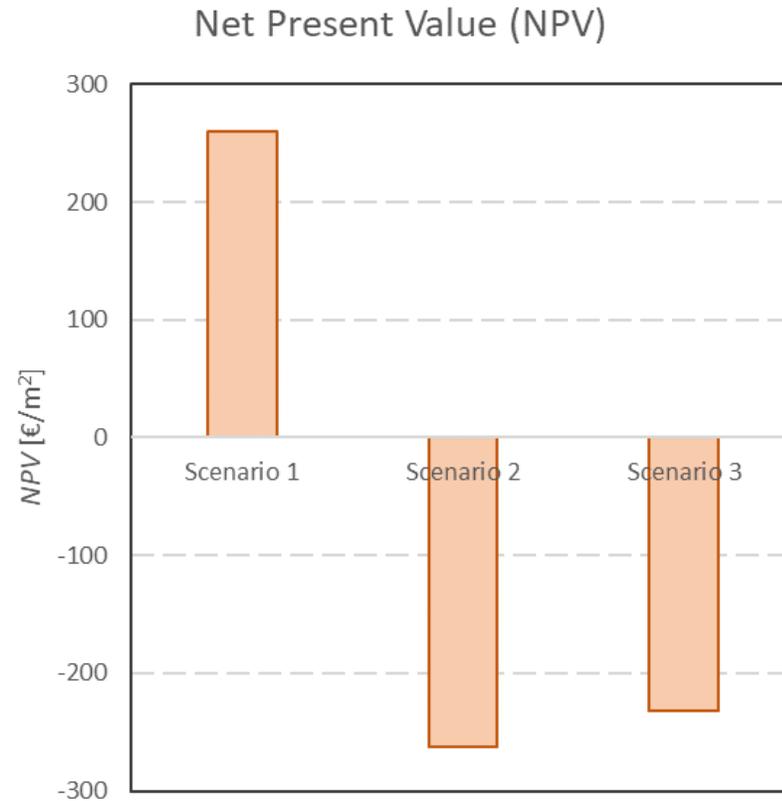
	Stato di fatto	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Misure implementate	-	M1 + M2 + M3	M4 + M5	Scenario 1 + Scenario 2
Energia consegnata [kWh/m ²]	340,29	174,90 (-49%)	63,72 (-81%)	45,07 (-87%)
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento/ raffrescamento [kWh/m ²]	290,51	124,79 (-57%)	47,89 (-84%)	37,80 (-87%)
	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabbisogno di energia primaria totale [kWh/m ²]	358,96	184,09 (-49%)	287,36 (-20%)	202,21 (-44%)
Emissioni di CO2 [kg/m ²]	71,78	36,81 (-49%)	29,31 (-59%)	20,73 (-71%)
Costo dell'investimento [€/m ²]		264,42	157,80	51,09

Caso studio 2 (IT-12)

ECM – Descrizione degli indicatori economici

	NPV	DPP
	[€/m ²]	[a]
Scenario 1	260	19
Scenario 2	-263	>30 years
Scenario 3	-231	>30 years

Best economic scenario (NPV)	Scenario 1
Best economic scenario (DPP)	Scenario 1



Caso studio 2 (IT-12)

IEQ – Analisi della qualità dell'aria

Representative space intended use	Kindergarten
Comfort category	Category II
Building polluting level	Low
Conditioned net floor area	232.39 m ²
Conditioned net volume	734.35 m ³
Number of occupants	
Design / Measured external air flow rate	6.44 1/h

Design / Measured		Minimum for IAQ	
6.44	1/h	≥	4.8 1/h

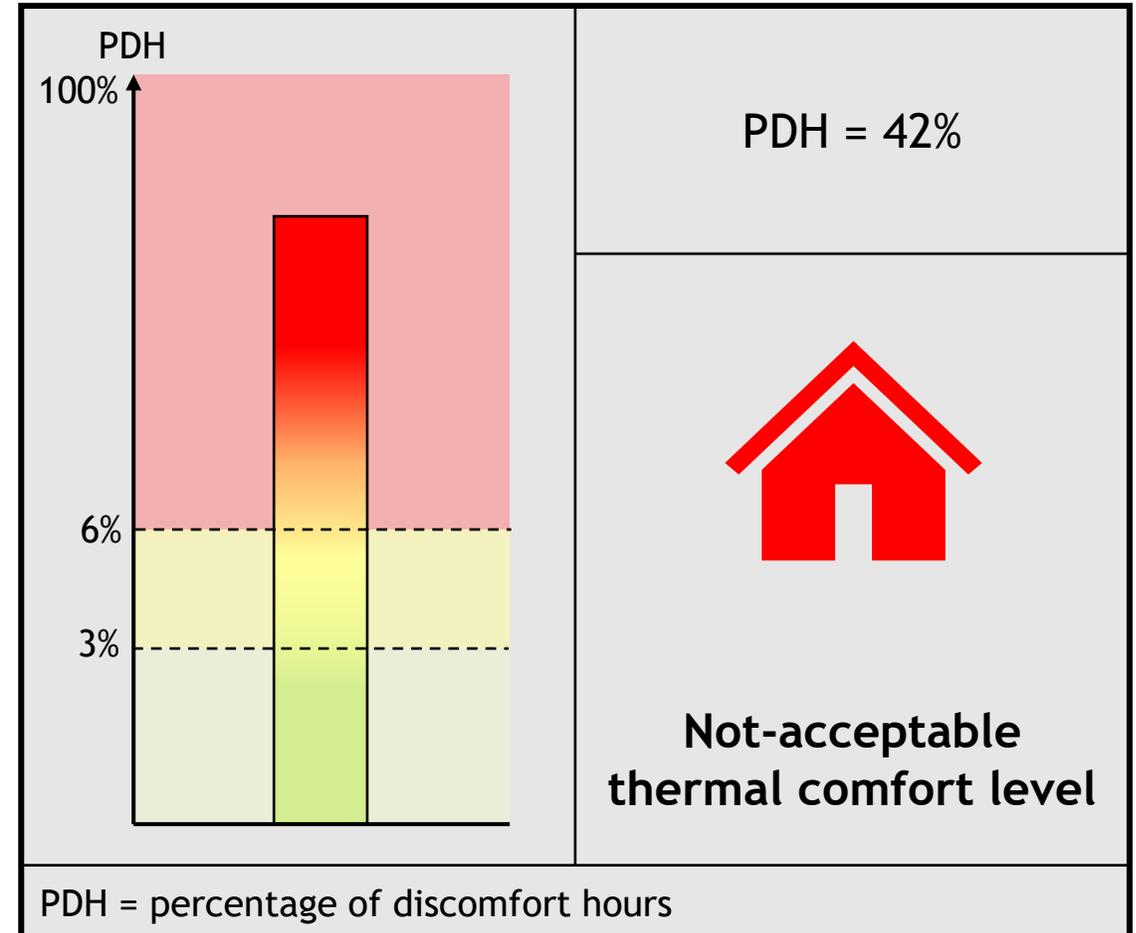
Minimum air flow rate for IAQ is guaranteed!

Caso studio 2 (IT-12)

IEQ – Analisi del comfort termico

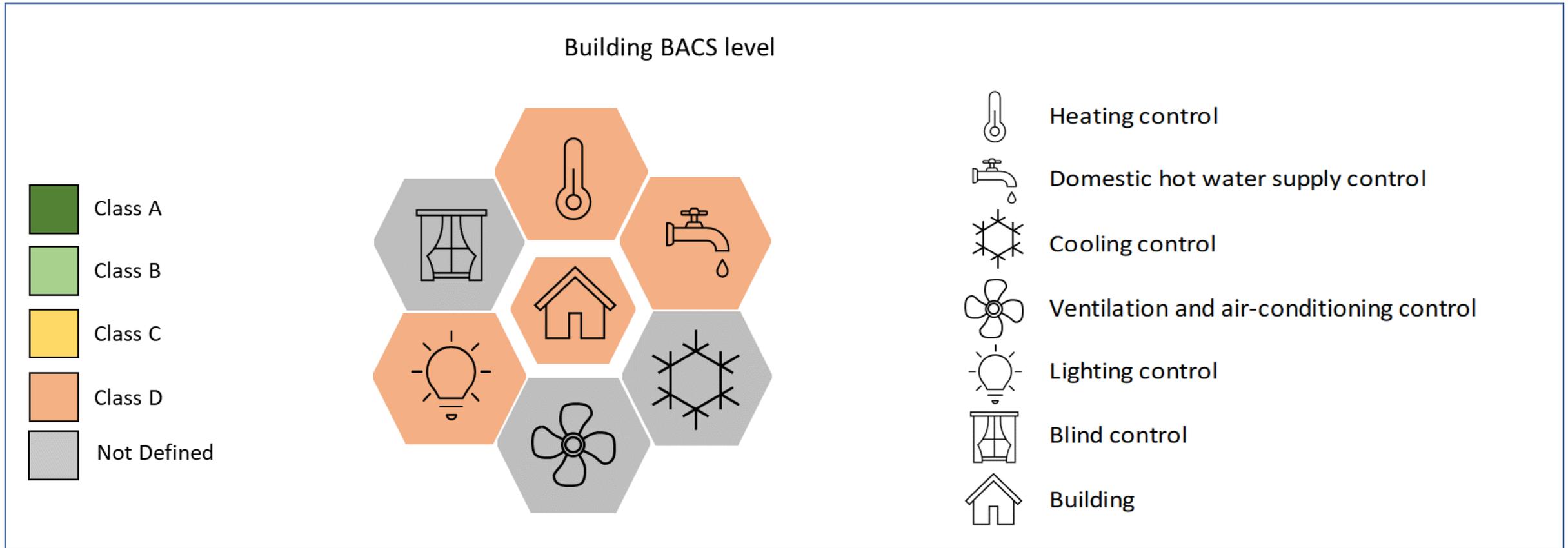
Evaluation period		
	Month	Day
Start	4	16
End	10	14

Comfort evaluation results		
	Comfort	Discomfort
n of hours	2533	1835
% of hours	58%	42%



Caso studio 2 (IT-12)

BACS – Analisi della classe dell'edificio e dei servizi



Caso studio 2 (IT-12)

BACS – Studio delle misure migliorative

BACS

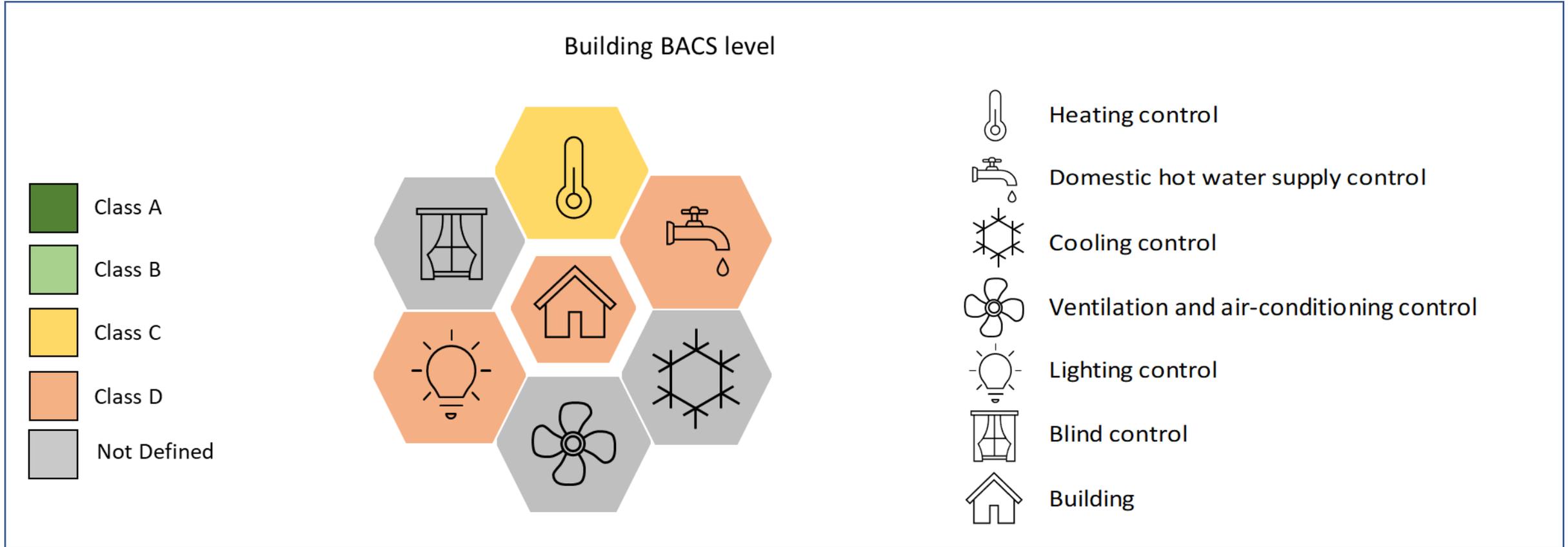
Building service	Heating control
BACS function	Emission control
BACS function status in the original state	No automatic control
BACS function status in the improved state	Individual room control

Primary energy need for the building in the original state - E_{p0}	154882	kWh
Primary energy need for the building with the function improvement implemented - E_{pi}	148078	kWh
Percentage reduction of E_p	4%	-

La modifica, pur portando a del risparmio a livello energetico, non altera la classe BACS dell'edificio (ma quella del servizio sì)

Caso studio 2 (IT-12)

BACS – Analisi della classe dell'edificio e dei servizi dopo la misura



Caso studio 3 (IT-13)

Descrizione del caso studio – L'involucro

- Scuola primaria sita in provincia di Torino edificato tra il 1960 e il 1975
- Struttura portante in calcestruzzo armato
- Pareti esterne in laterizio forato con intercapedine ($s = 45 \text{ cm}$, $U = 1,1 - 1,4 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Solai e copertura in laterocemento ($s = 30 \text{ cm}$, $U = 1,1 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Finestre a vetro singolo con telaio in alluminio senza taglio termico ($U = 4,5 - 6,1 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$)
- Superficie netta calpestabile di circa 3700 m^2



Caso studio 3 (IT-13)

Descrizione del caso studio – I sistemi impiantistici

- Sono presenti i servizi di riscaldamento, illuminazione ed acqua calda sanitaria
- L'edificio è allacciato al teleriscaldamento, a servizio di riscaldamento e acs
- Sono presenti radiatori sulle pareti esterne come terminali di emissione
- La regolazione del riscaldamento è unicamente climatica (con compensazione con sonda esterna)



Caso studio 3 (IT-13)

Informazioni di partenza

- I dati attuali dell'edificio riferiti all'involucro e ai sistemi impiantistici sono provenienti da una precedente diagnosi energetica
- Non essendo disponibili indagini sull'uso dell'edificio, i dati riferiti ai profili di occupazione e di uso dei dispositivi (illuminazione e altro) sono stati desunti dalle norme vigenti (EN 16798-1:2017)
- Non sono presenti dati misurati di consumo

Caso studio 3 (IT-13)

Le analisi considerate

SEPA

TEPA

CAL

ECM

BACS

IEQ

Caso studio 3 (IT-13)

ECM – Le misure studiate

Analizzando l'edificio emerge che:

- L'intero involucro dell'edificio, sia i componenti opachi che quelli trasparenti, non risultano essere particolarmente prestanti
- Il sistema di regolazione del riscaldamento non è efficiente

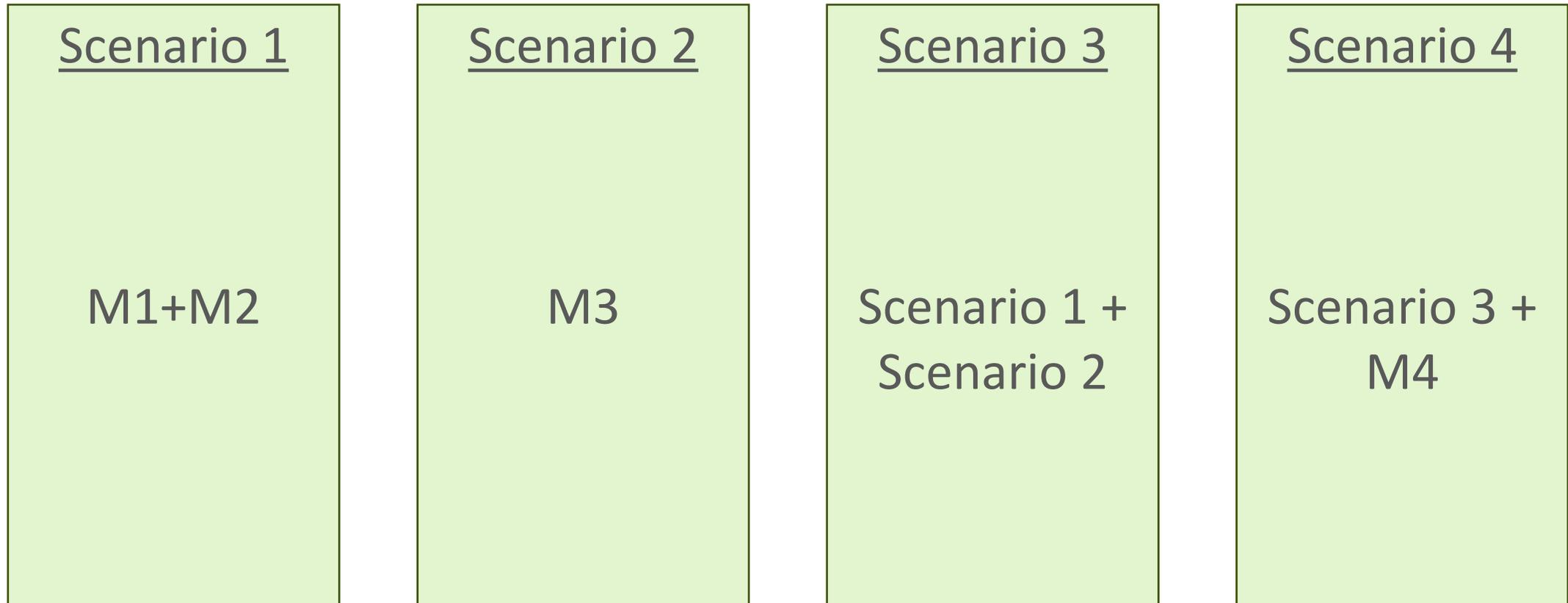
Alla luce di ciò si valutano le seguenti misure:

- Isolamento delle pareti esterne (M1)
- Isolamento della copertura (M2)
- Sostituzione dei componenti trasparenti (M3)
- Modifica del sistema di regolazione del riscaldamento con inserimento di valvole termostatiche (M4)

Caso studio 3 (IT-13)

ECM – Le misure studiate

Le misure sono state raggruppate e valutate in 3 scenari:



Caso studio 3 (IT-13)

ECM – I risultati energetici e i costi degli scenari

ECM

	Stato di fatto	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Misure implementate	-	M1 + M2	M3	Scenario 1 + Scenario 2	Scenario 3 + M4
Energia consegnata [kWh/m ²]	146,54	132,41 (-10%)	124,38 (-15%)	92,24 (-37%)	58,60 (-60%)
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento/raffrescamento [kWh/m ²]	221,89	200,49 (-10%)	188,33 (-15%)	139,67 (-15%)	88,74 (-60%)
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fabbisogno di energia primaria totale [kWh/m ²]	288,11	265,00 (-8%)	252,84 (-12%)	204,18 (-29%)	153,25 (-47%)
Emissioni di CO2 [kg/m ²]	56,19	51,61 (-8%)	49,18 (-12%)	39,45 (-30%)	29,28 (-48%)
Costo dell'investimento [€/m ²]	-	90,43	98,19	188,62	195,44

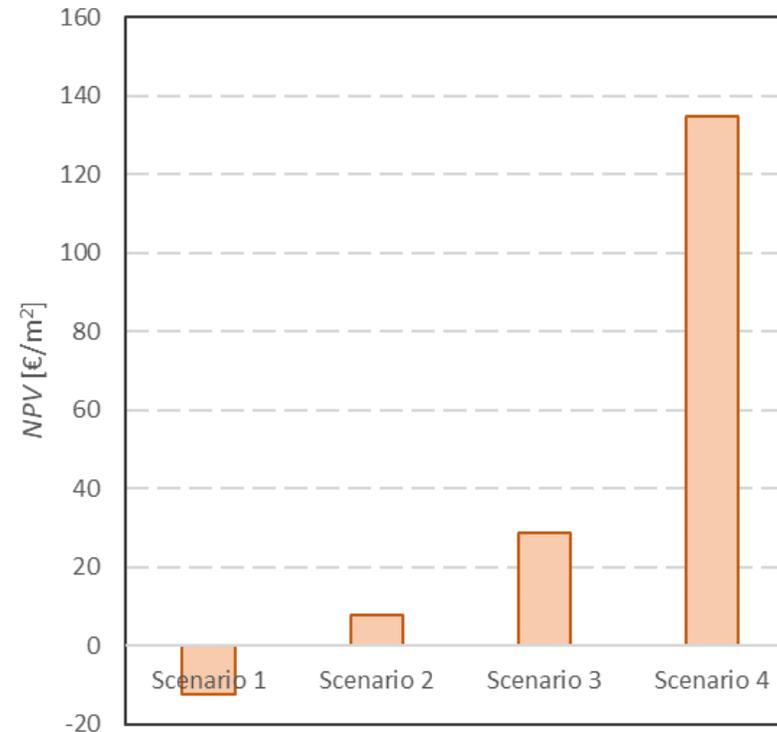
Caso studio 3 (IT-13)

ECM – Descrizione degli indicatori economici

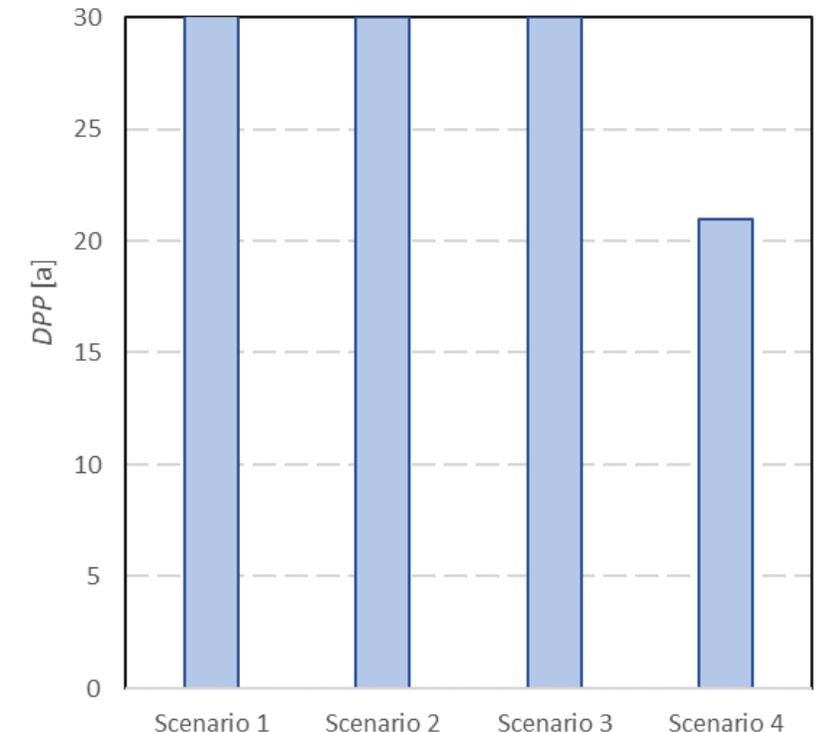
	NPV	DPP
	[€/m ²]	[a]
Scenario 1	-12	>30 years
Scenario 2	8	30
Scenario 3	29	30
Scenario 4	135	21

Best economic scenario (NPV)	Scenario 4
Best economic scenario (DPP)	Scenario 4

Net Present Value (NPV)



Discounted Payback Period (DPP)



Caso studio 3 (IT-13)

IEQ – Analisi della qualità dell'aria

Representative space intended use	Kindergarten
Comfort category	Category II
Building polluting level	Low
Conditioned net floor area	443 m ²
Conditioned net volume	1550 m ³
Number of occupants	
Design / Measured external air flow rate	4.3 1/h

Design / Measured			Minimum for IAQ	
4.3	1/h	≥	4.3	1/h

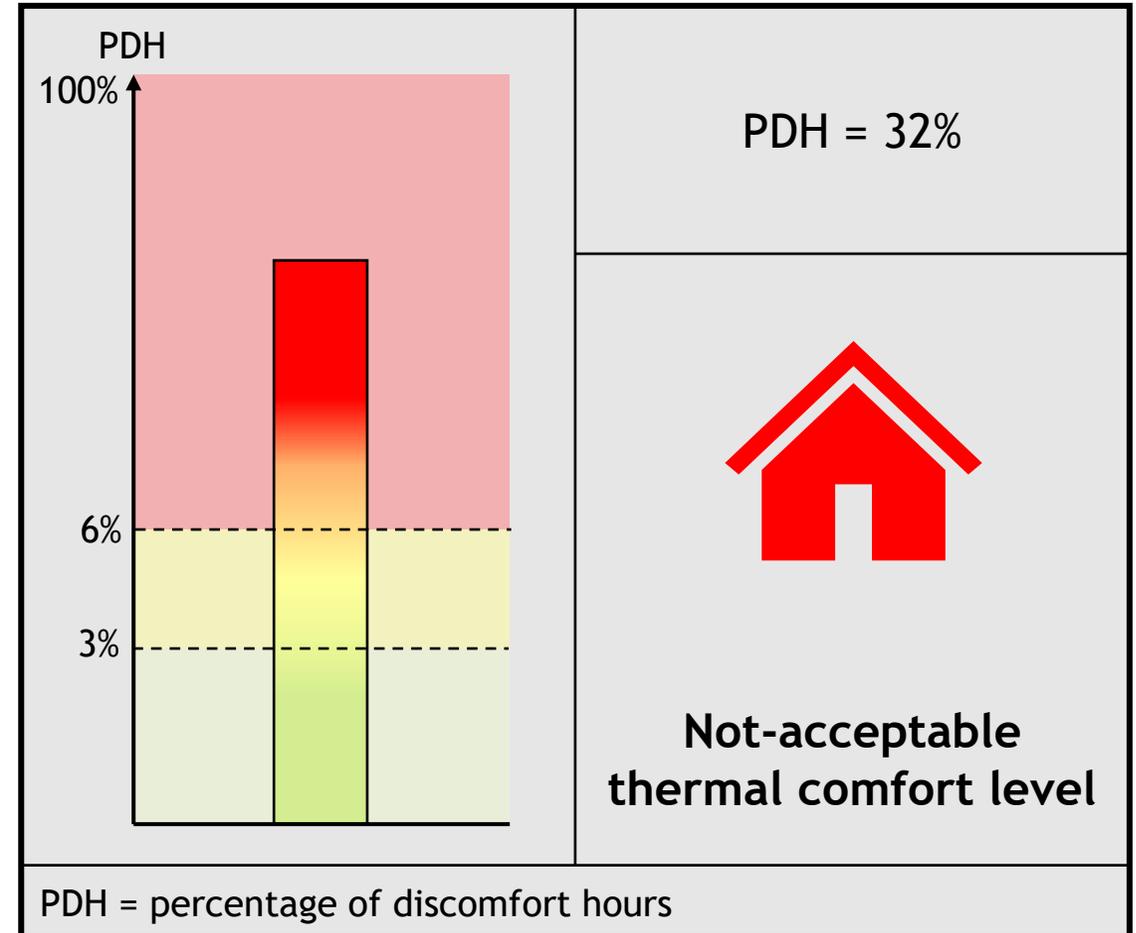
Minimum air flow rate for IAQ is guaranteed!

Caso studio 3 (IT-13)

IEQ – Analisi del comfort termico

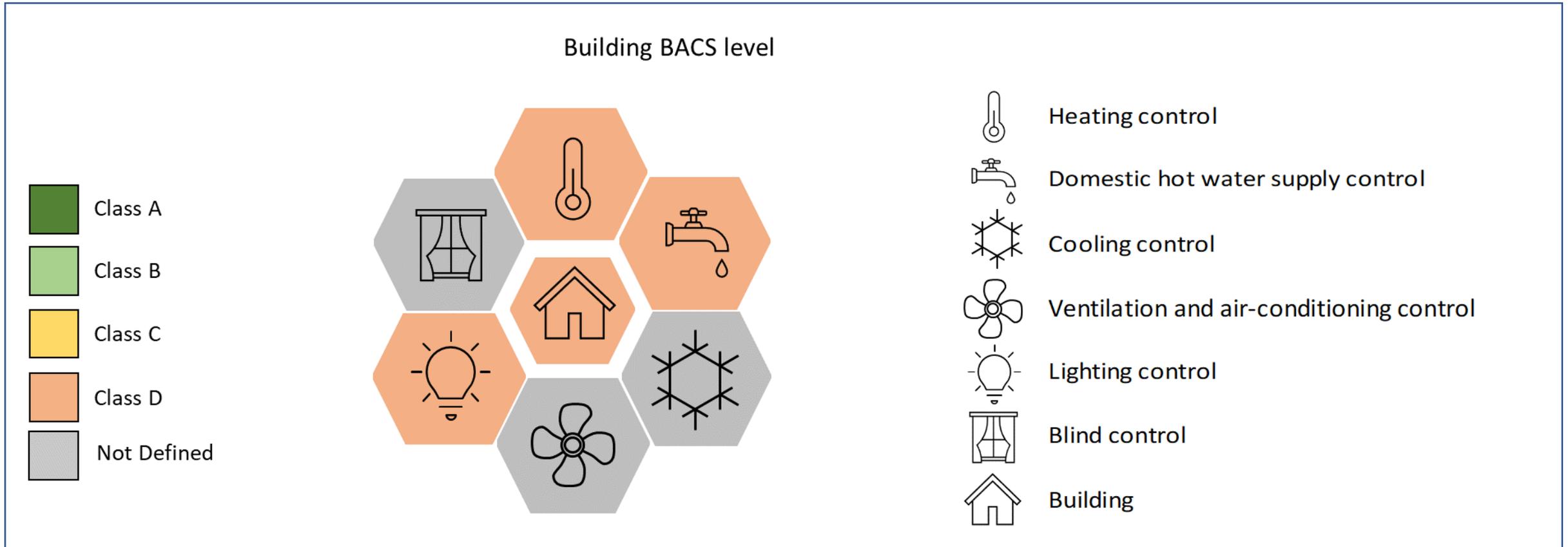
Evaluation period		
	Month	Day
Start	4	16
End	10	14

Comfort evaluation results		
	Comfort	Discomfort
n of hours	940	446
% of hours	68%	32%



Caso studio 3 (IT-13)

BACS – Analisi della classe dell'edificio e dei servizi



Caso studio 3 (IT-13)

BACS – Studio delle misure migliorative (1/2)

BACS

Building service	Heating control
BACS function	Emission control
BACS function status in the original state	No automatic control
BACS function status in the improved state	Central automatic control

Primary energy need for the building in the original state - E_{p0}	1064031	kWh
Primary energy need for the building with the function improvement implemented - E_{pi}	969939	kWh
Percentage reduction of E_p	9%	-

La modifica, pur portando a del risparmio a livello energetico, non altera la classe BACS dell'edificio

Caso studio 3 (IT-13)

BACS – Studio delle misure migliorative (2/2)

BACS

Building service	Heating control
BACS function	Emission control
BACS function status in the original state	No automatic control
BACS function status in the improved state	Individual room control

Primary energy need for the building in the original state - E_{p0}	1064031	kWh
Primary energy need for the building with the function improvement implemented - E_{pi}	940026	kWh
Percentage reduction of E_p	12%	-

La modifica, pur portando a del risparmio a livello energetico, non altera la classe BACS dell'edificio

I risultati dell'applicazione delle procedure

Il modello *tailored* e la calibrazione

Valutazione adattata all'utenza (TEPA)

- **PRO:** informazioni differenti rispetto al SEPA, utili per l'utente finale
- **CONS:** Complessità nel reperimento dei dati

Calibrazione (CAL)

- **PRO:** Aumento significativo dell'affidabilità dei risultati della valutazione energetica
- **CONS:** Complessità nel reperimento dei dati, tempi di simulazione

I risultati dell'applicazione delle procedure

La valutazione economica, del comfort e dei BACS

Valutazione economica (ECM)

- **PRO:** gli indicatori attualizzati forniscono risultati più efficaci
- **CONS:** alcuni dati possono essere di difficile reperimento (costo energia)

Valutazione della qualità dell'ambiente interno (IEQ)

- **PRO:** Informazioni aggiuntive rispetto a quelle attualmente disponibili
- **CONS:** Comfort termico applicabile solo con procedure orarie, IAQ prescrittivo

Valutazione dell'impatto dei BACS (BACS)

- **PRO:** Informazioni aggiuntive rispetto a quelle attualmente disponibili
- **CONS:** Sovrapposizione con l'analisi economica

Riferimenti

- Ente Italiano di Normazione (UNI) (2019). Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6. UNI EN 16798-1:2019
- Ente Italiano di Normazione (UNI) (2020). Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6). UNI CEN/TR 16798-2:2020
- Ente Italiano di Normazione (UNI) (2022). Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure. UNI EN ISO 52120-1:2022
- Ente Italiano di Normazione (UNI) (2018). Prestazione energetica degli edifici - Sistemi di riscaldamento e sistemi di raffrescamento idronici negli edifici - Parte 1: Procedura di valutazione economica per i sistemi energetici negli edifici, Modulo M1-14. UNI EN 15459-1: 2018
- American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) (2014). ASHRAE Guidelines 14-2014: Measurement of energy, demand, and water savings.
- TIMEPAC project - Deliverable 2.2 Enhancing EPC schemas through operational data integration. <https://timepac.eu/reports/3168/>