

SUPERBONUS 110%

Il contributo del termoisolamento dei solai sulla classe energetica

prof. Fabrizio Ascione

DII - Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università degli Studi di Napoli Federico II



Gruppo di Ricerca

Fabrizio Ascione

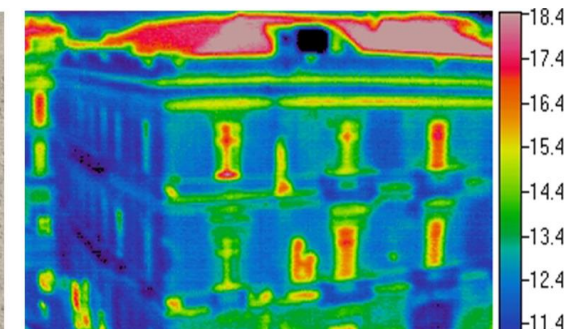
Nicola Bianco

Rosa Francesca De Masi

Filippo de Rossi

Gerardo Maria Mauro

Giuseppe Peter Vanoli



Evoluzione legislativa: dalla legge 10/91 al Nearly Zero-Energy Building

Legge 10/1991 D.P.R. 412/1993

Verifiche

- Cd
- η_{gl}
- FEN

RELAZIONE TECNICA

In conformità all'art.28 della legge 09 gennaio 1991 n°10
D.G.R. VIII/8745 del 22 Dicembre 2008 - ALLEGATO B
Delibera del Consiglio Comunale n. 19 del 10 Maggio 2012

Comune: Motta Visconti (MI)
Descrizione: ristr
Committente: D'Amico Leonardo
Progettista isolamento: Sidari Ing. Felice

EPBD – 2002/91/EU

D.Lgs. 192/2015
D.Lgs. 311/2006
D.Lgs 115/2008
DPR 59/2009
DM 26.06.2009
DM 28/2011

Verifiche

- $U \leq U_{lim}$
- η_{gl}
- EP_i
- $EP_{e,inv}$
- S
- f_a
- Y_{IE}
- ACS

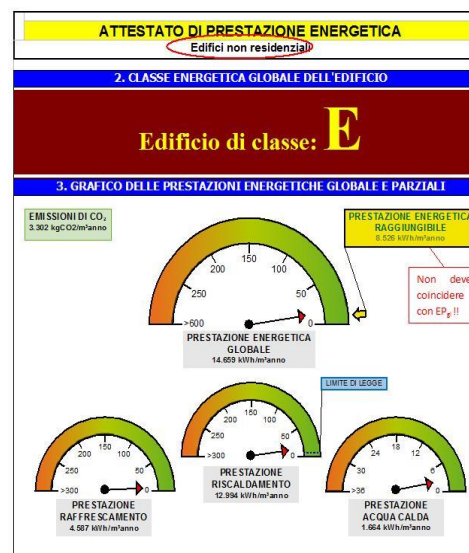
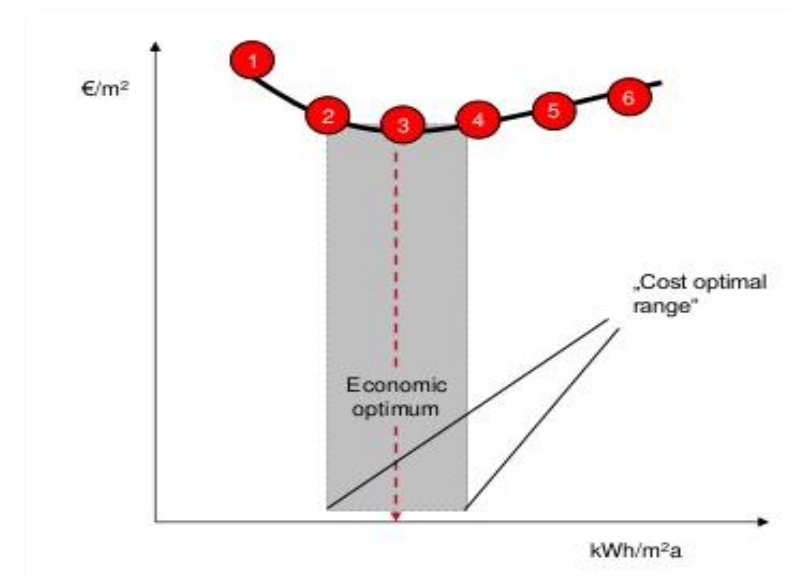


Figura 1 - Classificazione Energetica di Edificio non Residenziale

EPBD Recast 2010/31/EU

Reg. 244/2012
D.L. 63/2013
L. 90/2013

DM 26/06/2015 requisiti minimi



A.P.E.
Attestato
di Prestazione
Energetica

Il contesto italiano: lo stock edilizio e la nuova legislazione

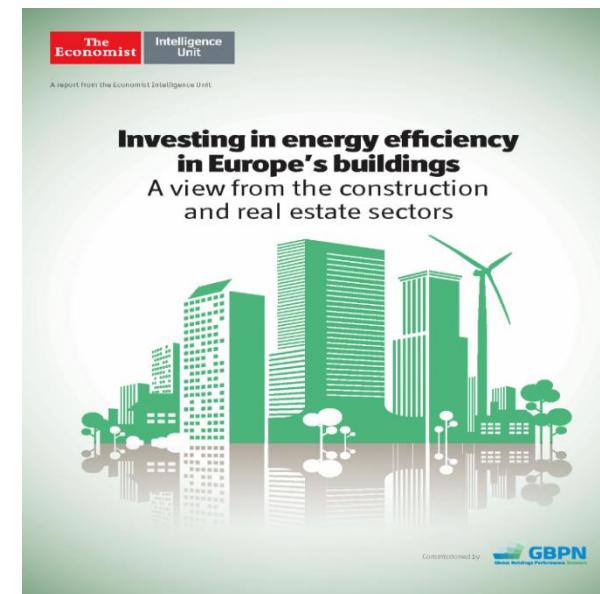
Considerando il tasso di turn-over dell'edilizia italiana, inferiore all'1%, è necessario lavorare su 2 obiettivi



Nuove edificazioni ad altissima efficienza energetica



Riqualificazioni energetiche dell'edilizia esistente



Siamo nella piena attuazione della Direttiva 2010/31/EC (seppur sia stata ormai recepita anche la successiva 2018/844) Per le nuove costruzioni:

- da 1 Gennaio 2021 tutti gli edifici di nuova costruzione devono essere **edifici a energia quasi zero**;
- a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero.

Nearly Zero Energy Building (nZEB). Un edificio che presenta una richiesta energetica estremamente bassa, coperta in gran parte dall'uso di fonti energetiche rinnovabili disponibili in loco o nelle vicinanze.

Il contesto italiano: lo stock edilizio e la nuova legislazione

19.6.2018

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

L 156/75

DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 30 maggio 2018

che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

(Testo rilevante ai fini del SEE)

19.6.2018

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

L 156/75

DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 30 maggio 2018

che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

(Testo rilevante ai fini del SEE)

EPBD Recast 2010/31/EU

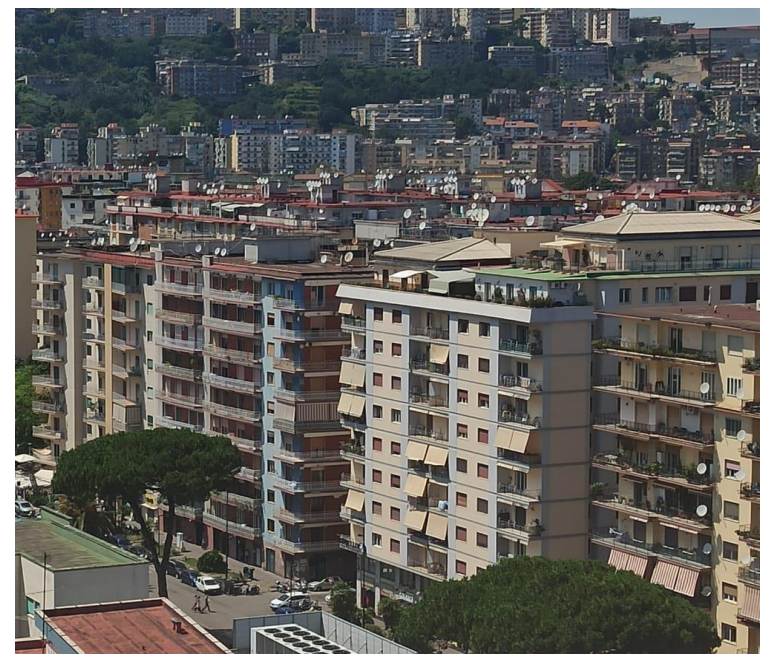
- Reg. 244/2012
- D.L. 63/2013
- L. 90/2013
- DM 26/06/2015

Requisiti minimi

Nella primavera 2018, Commissione e Parlamento Europeo hanno emanato la nuova versione della EPBD: Nuova Direttiva UE 2018/844 sull'efficienza energetica.

Gli Stati Membri dovranno quindi adeguare leggi, regolamenti e procedure amministrative.

Al 2050 il parco edilizio dovrà essere fortemente de-carbonizzato. In Italia, a giugno 2020, è stato emanato il D.Lgs. 48/2020.



La Direttiva 844/2018: l'ultimo atto (ad oggi)

Altri aspetti di novità rispetto alla precedente EPBD 2010/31/EU sono:

- Promuovere le ristrutturazioni energetiche del patrimonio edilizio, per ridurre del **le emissioni di circa 80-95% rispetto al 1990**, con obiettivi intermedi sia al 2030 che al 2040.
- Installazione, presso gli edifici, di **postazione di ricarica della mobilità elettrica sostenibile**.
- **Avere un parco edilizio pressoché zero-carbon al 2050**.
- **Rendere certi e misurabili i risparmi energetici** conseguiti agli interventi di riqualificazione energetica, **anche supportando finanziariamente**, in modo da promuovere gli investimenti privati e **rendere più trasparenti i metodi di calcolo**.
- **Ridurre la povertà energetica**, il numero di persone che non accede all'energia, rende gli utilizzatori ed i cittadini maggiormente consapevoli (**11% dei cittadini europei**).
- **Predisposizione degli edifici all'intelligenza**, in modo da poter governare l'impiantistica in modo smart ed efficiente.

E' importante sottolineare che la **Direttiva Europea** 2018/844 non ha effetti immediati sui progettisti e/o cittadini, ma deve essere recepita dalla legislazione nazionale, con appositi leggi e decreti.



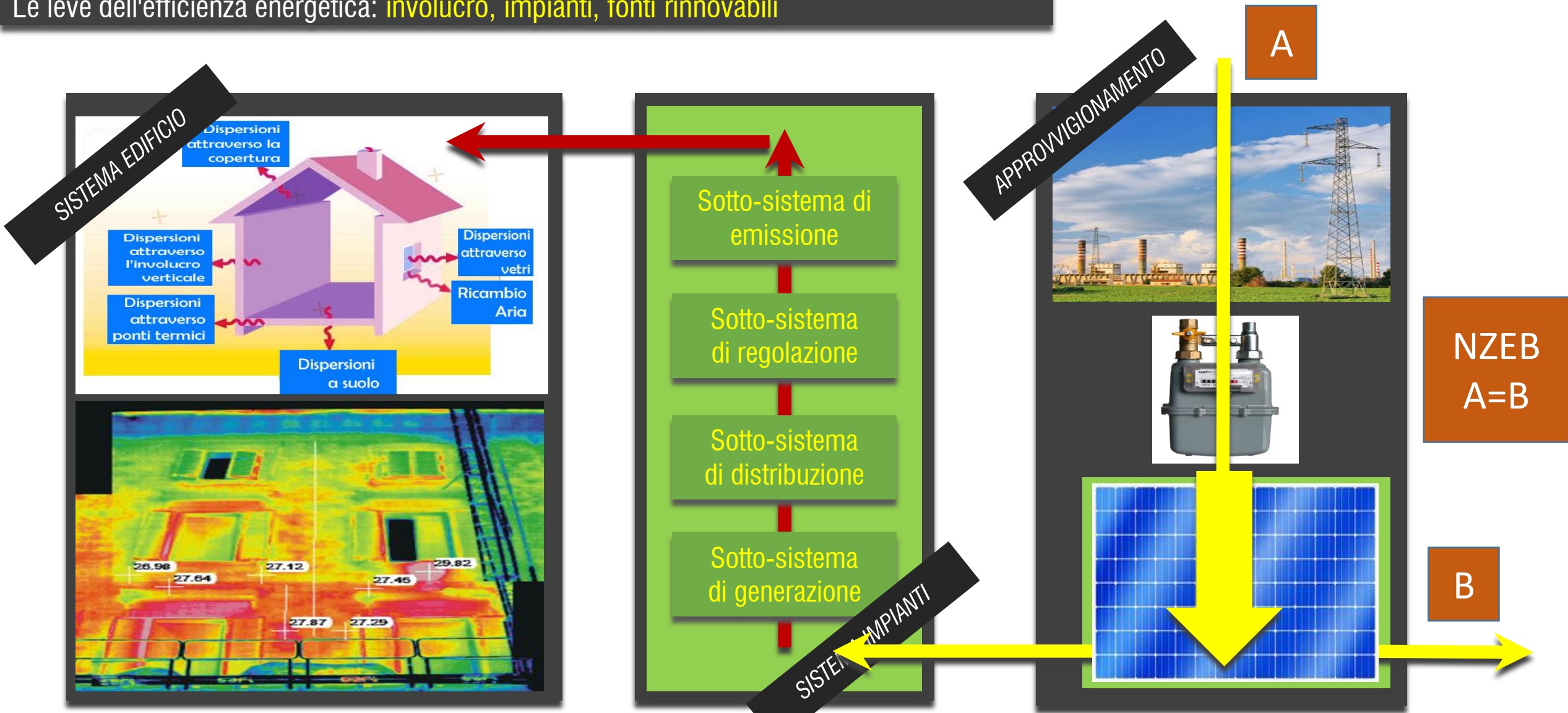
Considerando il tasso di **turn-over** dell'edilizia italiana, è necessario lavorare su 2 obiettivi:

Nuove edificazioni ad altissima efficienza energetica



Riqualificazioni energetiche dell'edilizia esistente

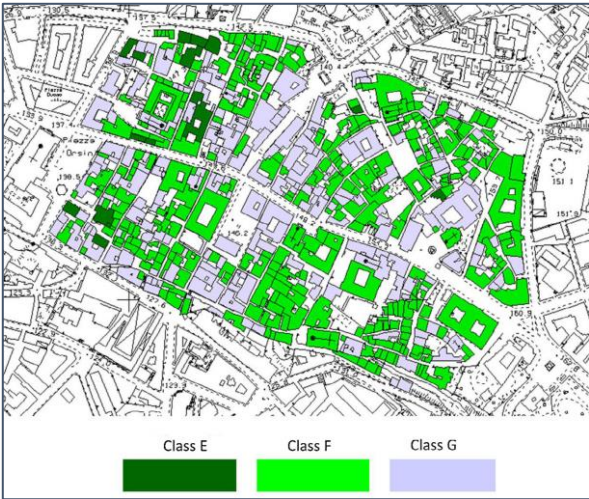
Le leve dell'efficienza energetica: involucro, impianti, fonti rinnovabili



Il contesto italiano: lo stock edilizio



Prima del 1919	3.893.567
Dal 1919 al 1945	2.704.969
Dal 1946 al 1961	4.333.882
Dal 1962 al 1971	5.707.383
Dal 1972 al 1981	5.142.940
Dal 1982 al 1991	3.324.794
Dopo il 1991	2.161.345
Totale	27.268.880



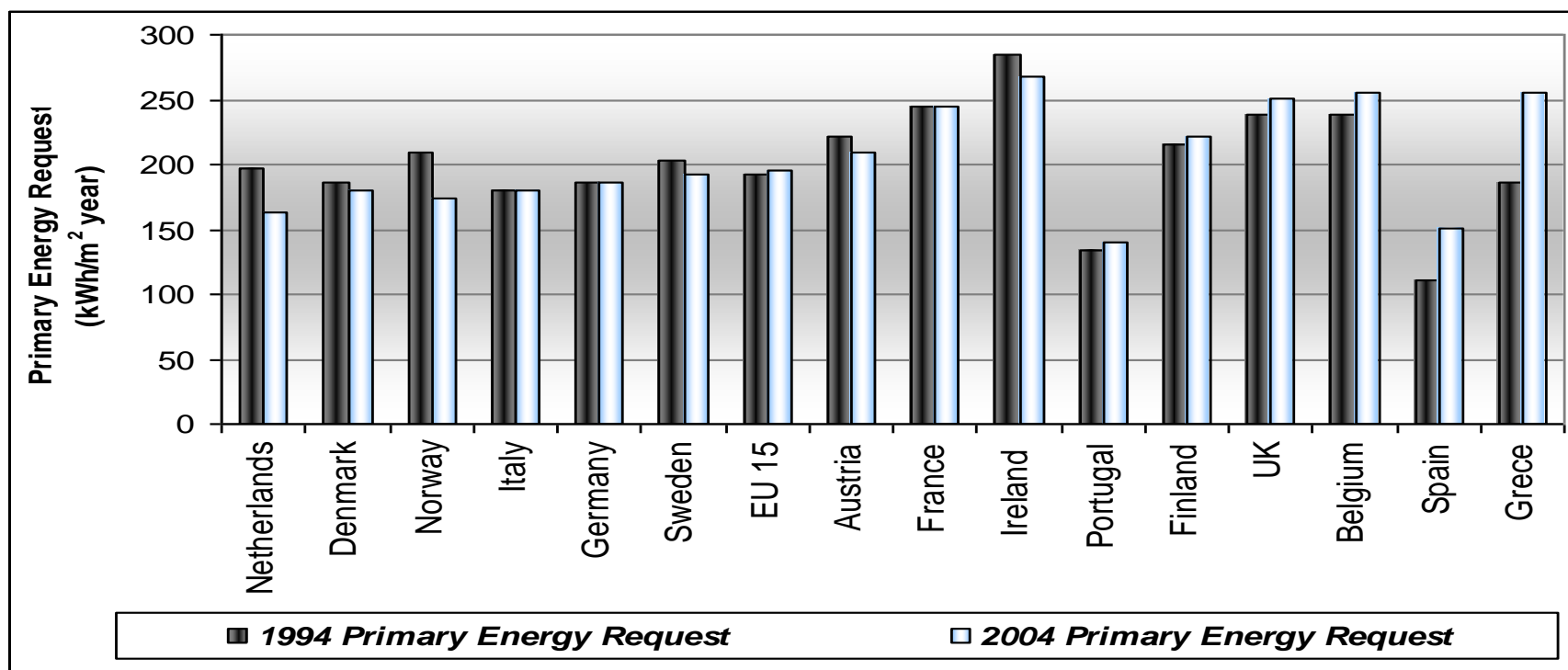
Source: Ascione, De Masi, De Rossi, Vanoli. / Cities 35 (2013) 270–283

	Classe A4	$\leq 0,40 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$0,40 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe A3	$\leq 0,60 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$0,60 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe A2	$\leq 0,80 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$0,80 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe A1	$\leq 1,00 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$1,00 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe B	$\leq 1,20 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$1,20 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe C	$\leq 1,50 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$1,50 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe D	$\leq 2,00 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$2,00 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe E	$\leq 2,60 EP_{gl,nren,rif,standard}$
$2,60 EP_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe F	$\leq 3,50 EP_{gl,nren,rif,standard}$
	Classe G	$> 3,50 EP_{gl,nren,rif,standard}$



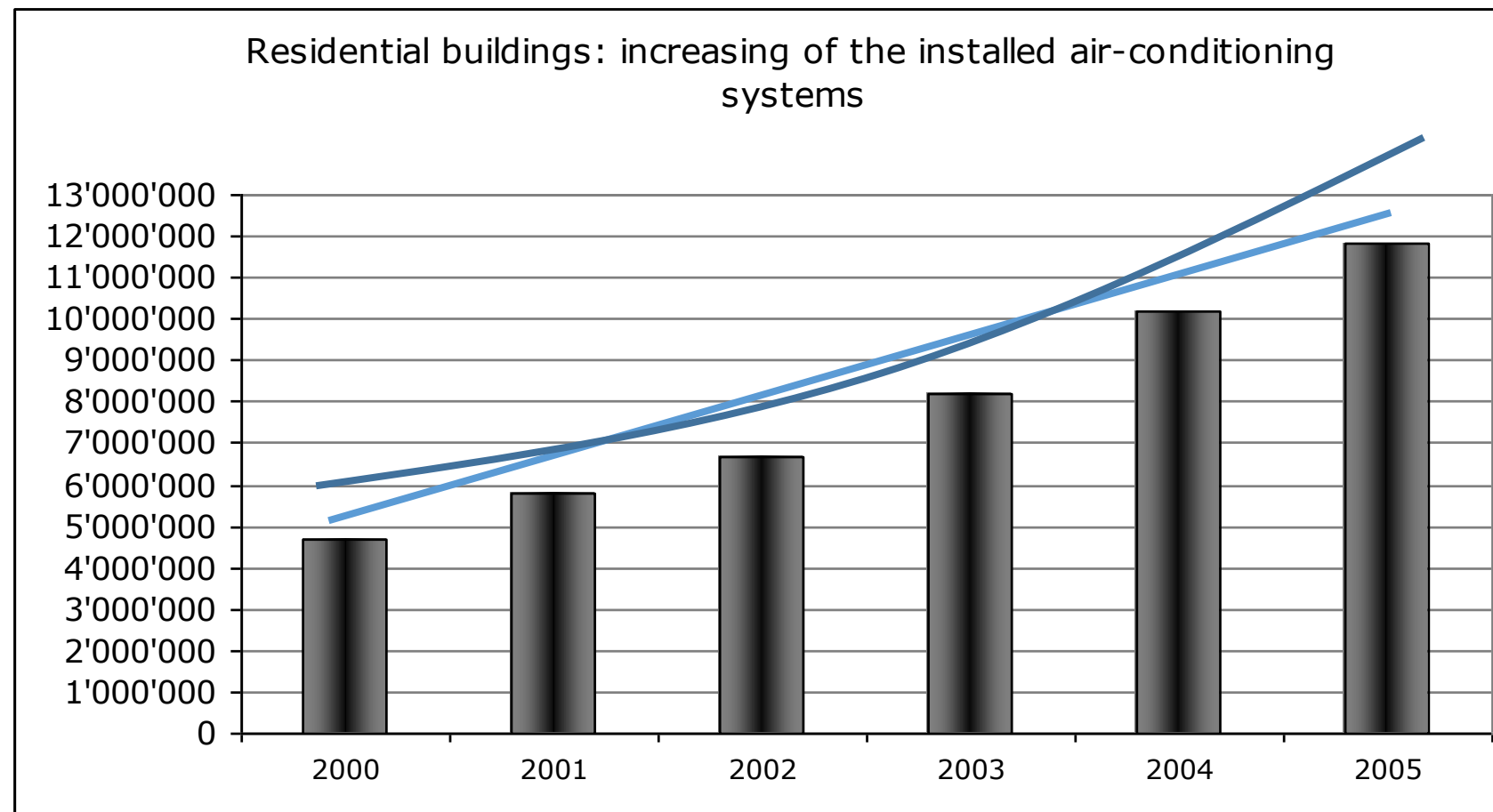
Il contesto italiano: lo stock edilizio e la nuova legislazione

Il parco edilizio nazionale, mediamente, ha una richiesta per il solo riscaldamento invernale pari a circa 150 - 200 kWh/m²a di energia primaria. Per capire l'entità di tale valore, si pensi che una **passivhaus**, pensata per i climi nordici (Germania, Olanda) richiede massimo 10 -15 kWh/m²a, ed in Italia, i limiti previste dalla legislazione vigente (per un clima medio, zona climatica C o D) variano tra i 20 ed i 60 kWh/m²a in funzione del rapporto di forma S/V.

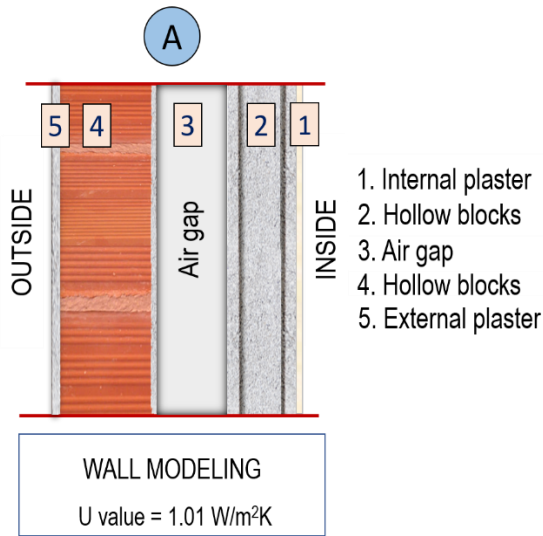


Il contesto italiano: lo stock edilizio e la nuova legislazione

Oltre all'elevata richiesta energetica connessa al soddisfacimento di riscaldamento invernale, **con la diffusione delle tecnologie a basso costo**, negli ultimi anni l'Italia inizia a presentare bollette energetiche estive, dovute al condizionamento dell'aria, non più trascurabile.



Ad oggi (2021), dopo una crescita accentuata negli ultimi anni, probabilmente il numero di climatizzatori installati supera i 25 - 30 milioni.



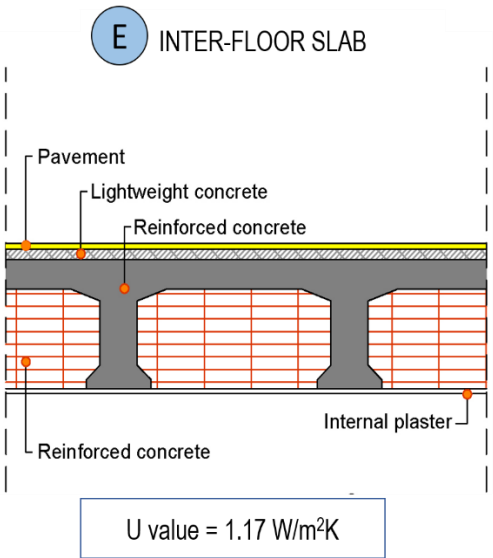
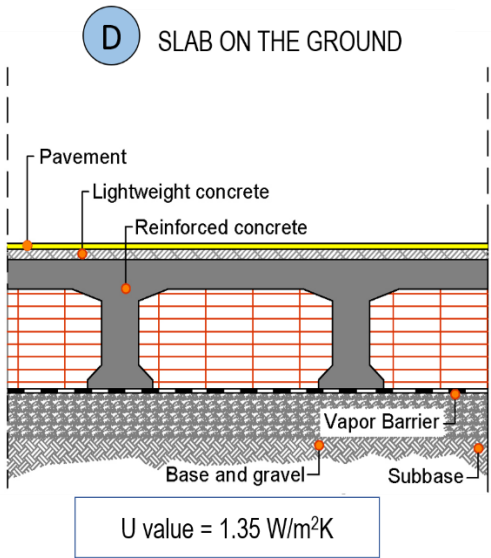
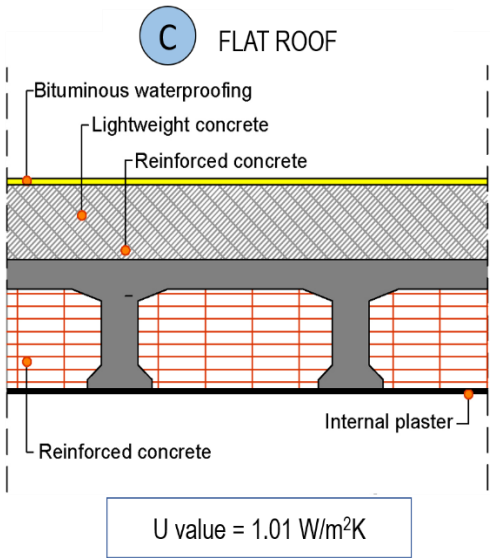
Double glass windows
 $U_g = 3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$

WINTER HEATING:
centralized boiler and
in-room hot water
radiators.

SUMMER COOLING:
DX split systems.



	Classe A4	$\leq 0,40 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$0,40 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe A3	$\leq 0,60 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$0,60 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe A2	$\leq 0,80 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$0,80 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe A1	$\leq 1,00 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$1,00 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe B	$\leq 1,20 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$1,20 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe C	$\leq 1,50 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$1,50 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe D	$\leq 2,00 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$2,00 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe E	$\leq 2,60 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
$2,60 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard} <$	Classe F	$\leq 3,50 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$
	Classe G	$> 3,50 \text{ EP}_{gl,nren,rif,standard}$



Caso Studio: Edilizia Residenziale anni '60, TERMOFISICA INVOLUCRO EDILIZIO

Prospetto A.3: Trasmittanza termica delle pareti interne verticali [W/m²K].

Spessore [m]	Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce	Muratura di mattoni forati intonacati sulle due facce	Parete in cls intonacata	Parete a cassa vuota con mattoni forati	Struttura isolata
0,15	1,91	1,38	2,96	1,16	0,56
0,20	1,67	1,11	2,79	1,12	0,54
0,25	1,43	0,93	2,62	1,08	0,52
0,30	1,19	0,80	2,46	1,04	0,50



Prospetto A.5: Trasmittanza termica dei solai sotto ambienti interni [W/m²K].

Spessore [m]	Soletta in laterocemento	Soletta in laterocemento confinante con sottotetto	Solaio prefabbricato in cls tipo Predalle	Soletta generica coibentata
0,20	1,59	1,68	2,16	0,68
0,25	1,39	1,47	2,01	0,63
0,30	1,19	1,25	1,87	0,58
0,35	1,00	1,03	1,73	0,53

Prospetto A.4: Trasmittanza termica delle coperture piane e a falde [W/m²K].

Spessore [m]	Soletta piana non coibentata in laterocemento	Soletta piana coibentata	Tetto a falda in laterizio non coibentato	Tetto a falda in laterizio coibentato	Tetto in legno poco isolato	Tetto in legno mediamente isolato
0,15	2,00	0,77	2,77	0,87	1,31	0,72
0,20	1,76	0,72	2,39	0,81		
0,25	1,53	0,67	2,02	0,75		
0,30	1,30	0,61	1,65	0,68		
0,35	1,06	0,56	1,28	0,62		

Prospetto A.6: Trasmittanza termica dei solai a terra, su spazi aperti o su ambienti non riscaldati [W/m²K].

Spessore [m]	Soletta in laterocemento su cantina	Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis	Basamento in laterocemento su terreno	Basamento in cls su terreno	Soletta generica coibentata su cantina-vespaio-pilotis
0,20	1,54	1,76	1,37	1,35	0,71
0,25	1,35	1,53	1,24	1,31	0,66
0,30	1,16	1,30	1,11	1,27	0,61
0,35	0,97	1,06	0,98	1,23	0,55

Abachi da Raccomandazione CTI R03/2003

$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

I valori a norma di legge (DM 26/06/2015) e Decreto Ottobre (Superbonus)

Appendice A, allegato 1 DM
26/06/2015

5-10-2020 GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA Serie generale - n. 246

ALLEGATO E
Requisiti degli interventi di isolamento termico

Tabella 2 - Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno e gli ambienti non climatizzati

Zona climatica	U (W/m²K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
A e B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Tabella 3 - Trasmittanza termica U delle opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra














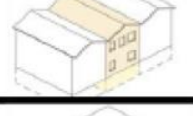





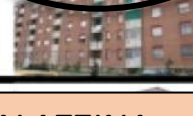
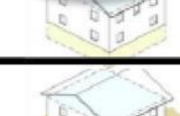
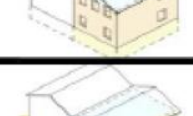




Zona climatica	U (W/m²K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
A e B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Tabella 1 - Valori di trasmittanza massimi consentiti per l'accesso alle detrazioni

Tipologia di intervento	Requisiti tecnici di soglia per la tipologia di intervento	
	Zona climatica	U (W/m²K)
i. Strutture opache orizzontali: isolamento coperture (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	≤ 0,27 W/m²K
	Zona climatica B	≤ 0,27 W/m²K
	Zona climatica C	≤ 0,27 W/m²K
	Zona climatica D	≤ 0,22 W/m²K
	Zona climatica E	≤ 0,20 W/m²K
	Zona climatica F	≤ 0,19 W/m²K
ii. Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	≤ 0,40 W/m²K
	Zona climatica B	≤ 0,40 W/m²K
	Zona climatica C	≤ 0,30 W/m²K
	Zona climatica D	≤ 0,28 W/m²K
	Zona climatica E	≤ 0,25 W/m²K
	Zona climatica F	≤ 0,23 W/m²K
iii. Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946)	Zona climatica A	≤ 0,38 W/m²K
	Zona climatica B	≤ 0,38 W/m²K
	Zona climatica C	≤ 0,30 W/m²K
	Zona climatica D	≤ 0,26 W/m²K
	Zona climatica E	≤ 0,23 W/m²K
	Zona climatica F	≤ 0,22 W/m²K
iv. Sostituzione di finestre comprensive di infissi (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 10077-1)	Zona climatica A	≤ 2,60 W/m²K
	Zona climatica B	≤ 2,60 W/m²K
	Zona climatica C	≤ 1,75 W/m²K
	Zona climatica D	≤ 1,67 W/m²K
	Zona climatica E	≤ 1,30 W/m²K
	Zona climatica F	≤ 1,00 W/m²K

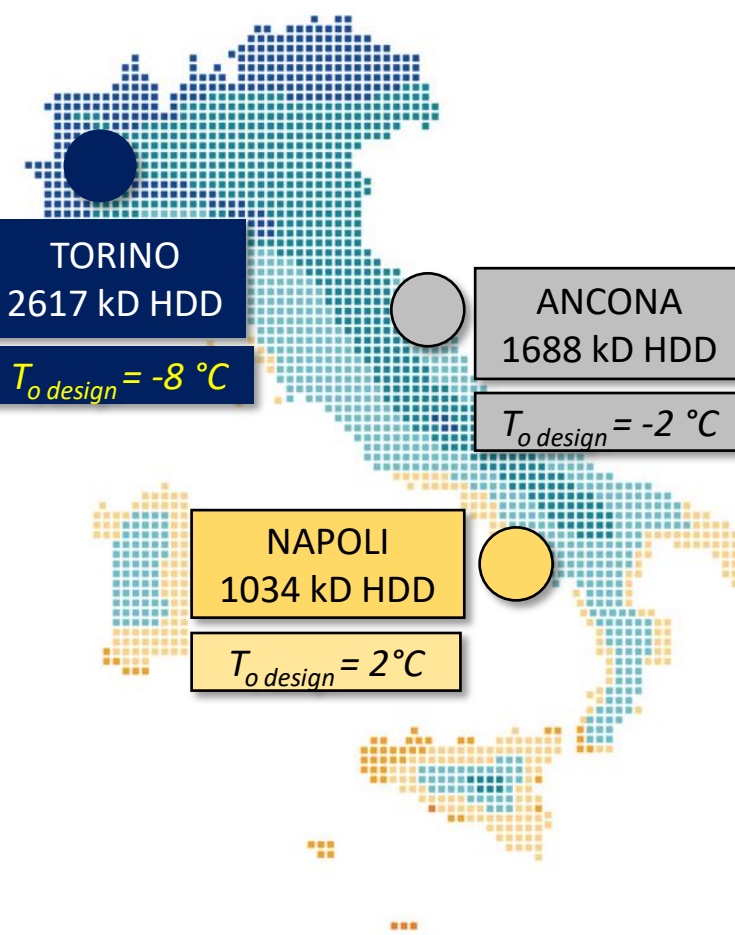
CLASSE DI EPOCA DI COSTRUZIONE

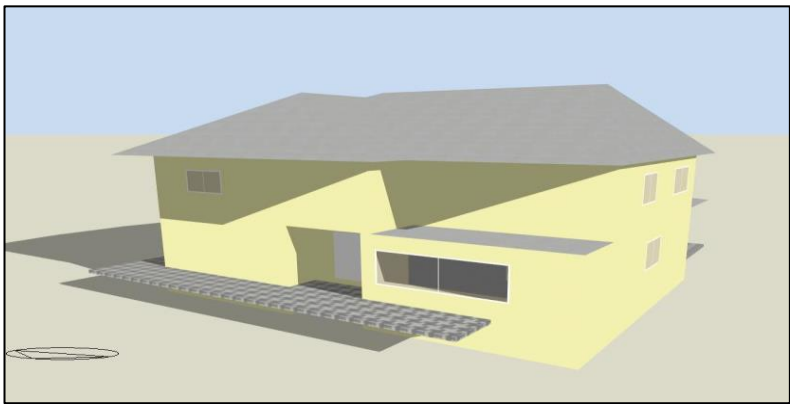
CLASSE DI DIMENSIONE EDILIZIA

Area climatica media	CASE MONOFAMILIARI	CASE A SCHIERA	EDIFICI MULTIFAMILIARI	BLOCCHI DI APPARTAMENTI
1 Fino al 1900				
2 1901-1920				
3 1921-1945				
4 1946-1960			HIGH-RISE BUILDING ANNI '60	
5 1961-1975				
6 1976-1990		MONOFAMILIARE ANNI '80		
7 1991-2005				PALAZZINA MULTIFAMILIA RE ANNI 1990-2000
8 Dopo il 2005				



Questo approfondimento si riferisce alle condizioni “standard”, da APE, ed è sviluppato in 3 città (**Napoli, Ancona, Torino**), rappresentative di tre climi italiani: C, 1034 HDD; D, 1688 HDD; and E, 2617 HDD (baseline 20° C).

Zona climatica	Gradi giorno	Alcuni esempi	Periodo di riscaldamento
 <p>TORINO 2617 kD HDD $T_{o\ design} = -8\ ^\circ C$</p> <p>ANCONA 1688 kD HDD $T_{o\ design} = -2\ ^\circ C$</p> <p>NAPOLI 1034 kD HDD $T_{o\ design} = 2\ ^\circ C$</p>	<p>F > 3000 Kd</p> <p>E from 2101 to 3000 Kd</p> <p>D from 1401 to 2100 Kd</p> <p>C from 901 to 1400 Kd</p> <p>B from 601 to 900 Kd</p> <p>A < 601 Kd</p>	<p>Trento, Belluno, Cuneo</p> <p>Milano, <u>Torino</u>, Bologna</p> <p>Roma, Firenze, Genova, <u>Ancona</u></p> <p><u>Napoli</u>, Bari, Cagliari</p> <p>Catania, Palermo, Reggio Calabria</p> <p>Lampedusa, Linosa, Porto Empedocle</p>	<p>nessun limite (tutto l'anno)</p> <p>15 Ottobre - 15 Aprile</p> <p>1 Novembre - 15 Aprile</p> <p>15 Novembre - 31 Marzo</p> <p>1 Dicembre - 31 Marzo</p> <p>1 Dicembre - 15 Marzo</p>



Villetta 2 piani più taverna riscaldata
2 piani
Area utile 330 m²
Area di pavimento su terreno 137 m²

Table 1: Input parameters, operational and performance data, for the definition of the building numerical model – BUILDING A (villetta)

BUILDING GEOMETRY					
Total Building Area [m²]	230	Total building Volume [m³]		601	
Net Conditioned Building Area [m²]	223	Conditioned total volume [m³]		586	
Gross Roof Area [m²]	198	Surface to volume ratio [1/m]		0.71	
ENVELOPE - WINDOW TO WALL RATIO					
	Total	North	East	South	West
Gross Wall Area [m²]	254	70	57	70	57
Window Opening Area [m²]	21	6	4	5	6
Gross Window-Wall Ratio [%]	8	9	7	7	10
BOUNDARY CONDITIONS					
Number of conditioned zones	12	Number of unconditioned zones		1	
Infiltration: 0.5 h ⁻¹					
DHW SYSTEM					
The DHW is provided by the centralized gas boiler					
THERMOPHYSICAL PROPERTIES					
External walls [W/m²K]	0.73	Floor		1.62	
Roof floor	1.15				
Glass (windows) [W/m²K]	2.80	Frame (windows) [W/m²K]		2.31	

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]
Heating	9.79	16457.62
Cooling	0.00	0.00
Interior Lighting	3354.90	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00
Interior Equipment	5151.01	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00
Pumps	28.08	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00
Refrigeration	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00
Total End Uses	8543.78	16457.62



Edificio anni 1990-2000
4 piani
Area utile 1234 m²
Area lorda di piano 374 m²

BUILDING GEOMETRY					
Total Building Area [m²]	1318	Total building Volume [m³]		3986	
Net Conditioned Building Area [m²]	1234	Conditioned total volume [m³]		3739	
Gross Roof Area [m²]	374	Surface to volume ratio [1/m]		0.99	
ENVELOPE - WINDOW TO WALL RATIO					
	Total	North	East	South	West
Gross Wall Area [m²]	1328	405	259	405	259
Window Opening Area [m²]	227	88	25	89	25
Gross Window-Wall Ratio [%]	17	22	10	22	10
BOUNDARY CONDITIONS					
Number of conditioned zones	32	Number of unconditioned zones		5	
Infiltration: 0.3 h ⁻¹					
HEATING SYSTEM – GAS BOILER					
DHW SYSTEM					
Gas water heater		systems efficiency: 0.85			
THERMOPHYSICAL PROPERTIES					
External walls [W/m²K]	0.51	Ground floor [W/m²K]		0.46	
Roof floor [W/m²K]	0.47	Floor internal partitions [W/m²K]		0.71	
Glass (windows) [W/m²K]	2.72	Frame (windows) [W/m²K]		2.31	

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]
Heating	3.55	12616.16
Cooling	0.00	0.00
Interior Lighting	11068.47	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00
Interior Equipment	20201.54	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00
Pumps	4.13	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00
Refrigeration	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00
Total End Uses	31277.69	12616.16

Edificio anni '60
 10 piani
 Area utile 5573 m²
 Area lorda di piano 658 m²



Temperatura indoor controllata 10h (REAL USE)

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]
Heating	8.96	238658.92
Cooling	0.00	0.00
Interior Lighting	49497.52	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00
Interior Equipment	93212.34	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00
Pumps	65.48	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00
Refrigeration	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00
Total End Uses	142784.29	238658.92

Table 3: Input parameters, operational and performance data, for the definition of the building numerical model – BUILDING C (palazzo 10 piani)

BUILDING GEOMETRY					
Total Building Area [m²]	6080	Total building Volume [m³]	18327		
Net Conditioned Building Area [m²]	5573	Conditioned total volume [m³]	16810		
Gross Roof Area [m²]	658	Surface to volume ratio [1/m]	0.49		
ENVELOPE - WINDOW TO WALL RATIO					
	Total	North	East	South	West
Gross Wall Area [m²]	4989	451	2043	451	2044
Window Opening Area [m²]	796	11	387	11	387
Gross Window-Wall Ratio [%]	16	3	19	3	19
BOUNDARY CONDITIONS					
Number of conditioned zones	60	Number of unconditioned zones	22		
Infiltration: 0.7 h ⁻¹					
HEATING SYSTEM – GAS BOILER					
Generation systems efficiency [-]	0.79		Nominal capacity	400 kW _t	
Naples					
DHW SYSTEM					
Electric water heater			systems efficiency:	0.9	
THERMOPHYSICAL PROPERTIES – thermal transmittances					
External walls [W/m²K]	0.95	Ground floor [W/m²K]	0.98		
Roof floor [W/m²K]	0.94	Floor internal partitions [W/m²K]	1.02		
Glass (windows) [W/m²K]	5.78	Frame (windows) [W/m²K]	5.88		

EP_i (esercizio reale)	(kWh_p/m²a)	44.95
EP usi elettrici (esercizio reale)	(kWh _p /m ² a)	49.96

Abitazione 100 m²

Acquisto m ³ gas	(m ³ /100 m ²)	447
Acquisto kWh elettrici	(kWh/100 m ²)	2562
Costi annui riscaldamento	(€/100 m ²)	581
Costi annui energia elettrica	(€/100 m ²)	769
Costi annui energia	(€/100 m ²)	1350

RETROFIT SOLAIO A TERRA

U iniziale = 0.98 W/m²K,
aggiunta di isolante termico XPS 10 cm: U finale = 0.25 W/m²K

INCIDENZA SU INVOLUCRO: 10.4%

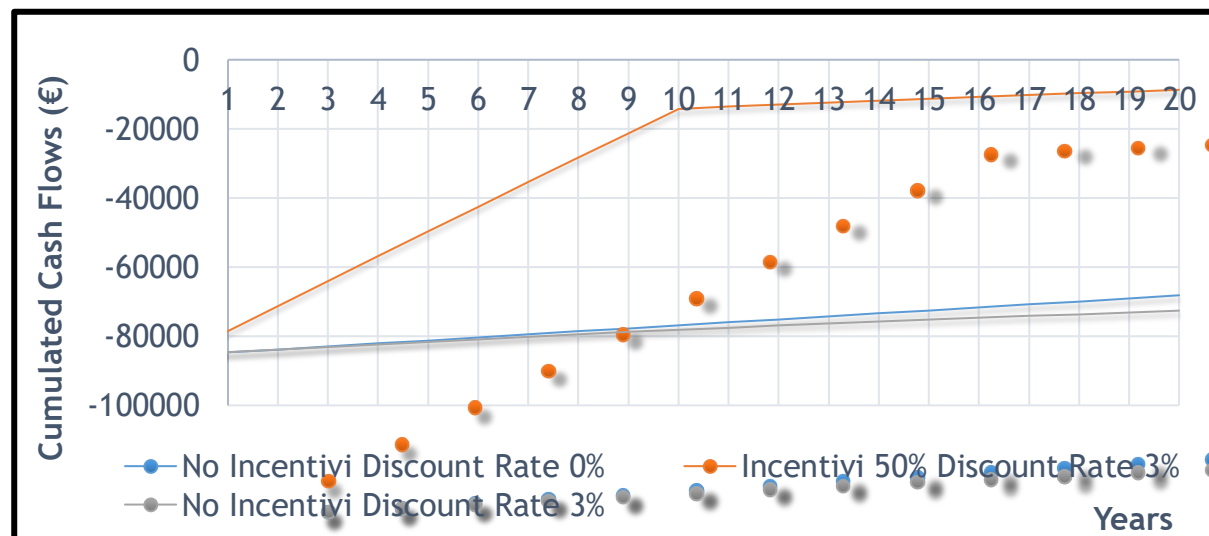
Risparmio per famiglia	(€/100 m ²)	16
Risparmio complessivo	(€/edificio)	869
Costo investimento (130 €/m ²)	(€/edificio)	85'540
SPB se incentivato al 50%	(anni)	> 30

Edificio anni '60

EP_i (esercizio reale)	(kWh_p/m²a)	41.70
EP usi elettrici (esercizio reale)	(kWh _p /m ² a)	49.96

Abitazione 100 m²

Acquisto m ³ gas	(m ³ /100 m ²)	435
Acquisto kWh elettrici	(kWh/100 m ²)	2562
Costi annui riscaldamento	(€/100 m ²)	565
Costi annui energia elettrica	(€/100 m ²)	769
Costi annui energia	(€/100 m ²)	1334



La riqualificazione energetica di edifici esistenti e i meccanismi di incentivazione

Le misure di efficienza energetica proposte, riguardano due macro categorie, secondo le cosiddette “**misure trainanti**”:

- **D1 - Interventi sull'involucro edilizio (ETICS):** isolamento termico di pareti e tetti, che si sommano alla sostituzione degli elementi finestrati e all'installazione di sistemi schermanti.
- **D2 - Sostituzione del sistema di generazione** e contestuale messa a punto del sistema di regolazione, anche con eventuale integrazione di sistema a collettori solari.

In tutti i casi, sono stati rispettati i limiti previsti dal **Decreto Legge 06/08/2020**, Allegato E, sia in merito alla termofisica **dell'involucro edilizio**, a seconda della zona termica, sia con riferimento al **Sistema di riscaldamento** e al **Sistema di collettori solari**.

SUPERBONUS 110%

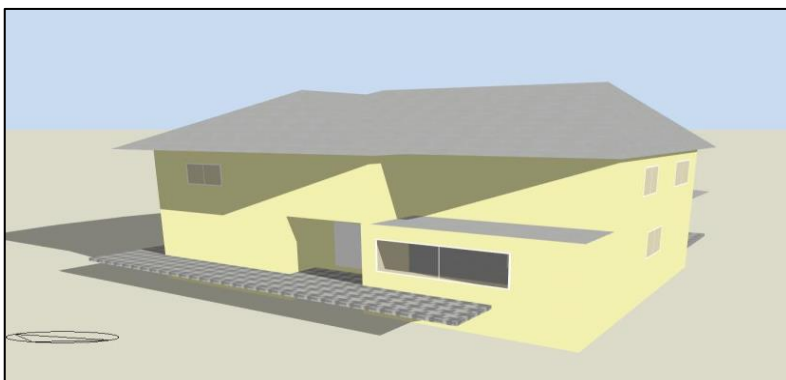
Le misure di efficienza energetica son state anche tra loro combinate: misure “**trainanti**” sono state accoppiate a misure “**trainate**”, per un totale di **5 interventi di efficientamento energetico**.

- **D1: Isolamento termico a cappotto** dell'involucro verticale e del solaio di copertura.
- **D1 + W:** L'intervento di isolamento termico è stato accoppiato all'intervento di sostituzione **dell'involucro trasparente**.
- **D2:** Sostituzione dei sistemi per il riscaldamento con una **caldaia a condensazione di nuova generazione**, e miglioramento dei sistemi di regolazione.
- **D2+SC:** All'intervento precedente si somma l'aggiunta di **sistemi a collettori solari**.
- **D1+W+D2+SC:** tutte le misure «trainanti» e «trainate» sono state tra loro combinate.



VILLETTA unifamiliare anni '80

EEM code	Italian country	EEM description	EEM performance	EEM costs
D1 Driving 1 (ETICS)		Wall insulation	$\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$	
	Naples	thickness 0.08 m	$U = 0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$	26'185 €
	Ancona	thickness 0.09 m	$U = 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$	26'770 €
	Turin	thickness 0.11 m	$U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	27'729 €
		Roof insulation	$\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$	
	Naples	thickness 0.10 m	$U = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$	24'477 €
	Ancona	thickness 0.13 m	$U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	25'452 €
	Turin	thickness 0.15 m	$U = 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$	26'089 €
W windows replacement		Triple low-emission glass with Argon and aluminium frame with thermal break	$U_g = 0.90 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_f = 1.10 \text{ W/m}^2\text{K}$	8'400 €
D2 Driving 2	Condensing boiler			
	Naples	22 kW _t	$\eta_{(LHV)} = 97.5 \% (80-60^\circ\text{C})$	3'000 €
	Ancona	27 kW _t	$\eta_{(HHV)} = 104.8 \% (50-30^\circ\text{C})$	3'200 €
	Turin	30 kW _t		3'700 €
	Single room regulation with thermostatic valves			
SC solar collectors	Glazed collectors			
	Napoli	net area of 2.0 m ² (in all cities)	Inclination of 45° south facing	2'600 €
	Ancona			
	Torino			



Palazzina multifamiliare anni '90-2000

EEM code	Italian country	EEM description	EEM performance	EEM costs
D1 Driving 1 (ETICS)		Wall insulation	$\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$	
	Naples	thickness 0.05 m	$U = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$	161'461 €
	Ancona	thickness 0.08 m	$U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	170'830 €
	Turin	thickness 0.10 m	$U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$	177'147 €
		Roof insulation	$\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$	
	Naples	thickness 0.06 m	$U = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$	42'296 €
	Ancona	thickness 0.10 m	$U = 0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$	46'048 €
	Turin	thickness 0.12 m	$U = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$	47'258 €
W windows replacement		Triple low-emission glass with Argon and aluminum frame with thermal break	$U_g = 0.90 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_f = 1.10 \text{ W/m}^2\text{K}$	90'780 €
D2 Driving 2	Condensing boiler			
	Naples	70 kW _t	$\eta_{(LHV)} = 97.5 \% (80-60^\circ\text{C})$	10'500 €
	Ancona	80 kW _t	$\eta_{(HHV)} = 104.8 \% (50-30^\circ\text{C})$	11'500 €
	Turin	90 kW _t		12'200 €
	Single room regulation with thermostatic valves.			
SC solar collector	Glazed collectors			
	Naples	net area of 18 m ² (in both Naples and Ancona)	Inclination of 45° south facing	23'400 €
	Ancona			
	Turin			
		net area of 20 m ²		26'000 €



Grosso Condominio multipiano anni '60

EEM code	Italian country	EEM description	EEM performance	EEM costs
D1 Driving 1 (ETICS)		Wall insulation	$\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$	
	Naples	thickness 0.08 m	$U = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$	679'857 €
	Ancona	thickness 0.10 m	$U = 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$	704'994 €
	Turin	thickness 0.12 m	$U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	721'245 €
		Roof insulation	$\lambda = 0.034 \text{ W/mK}$	
	Naples	thickness 0.10 m	$U = 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$	80'985 €
	Ancona	thickness 0.12 m	$U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	83'113 €
	Turin	thickness 0.14 m	$U = 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$	85'257 €
W windows replacement	Naples	Triple low-emission glass with Argon and aluminium frame with thermal break	$U_g=0.90 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_f=1.10 \text{ W/m}^2\text{K}$	296'036 €
	Ancona			
	Turin			
D2 Driving 2	Condensing boiler			
	Naples	400 kW_t	$\eta_{(LHV)} = 97.5 \% (80-60^\circ\text{C})$ $\eta_{(HHV)} = 104.8 \% (50-30^\circ\text{C})$	51'600 €
	Ancona	460 kW_t		53'000 €
	Turin	540 kW_t		61'500 €
	Single room regulation with thermostatic valves.			
SC solar collector	Glazed collectors			
	Naples	net area of 78 m^2	Inclination of 45° south facing	85'800 €
	Ancona	net area of 80 m^2		88'000 €
	Turin	net area of 90 m^2		99'000 €



La riqualificazione energetica di edifici esistenti e i meccanismi di incentivazione

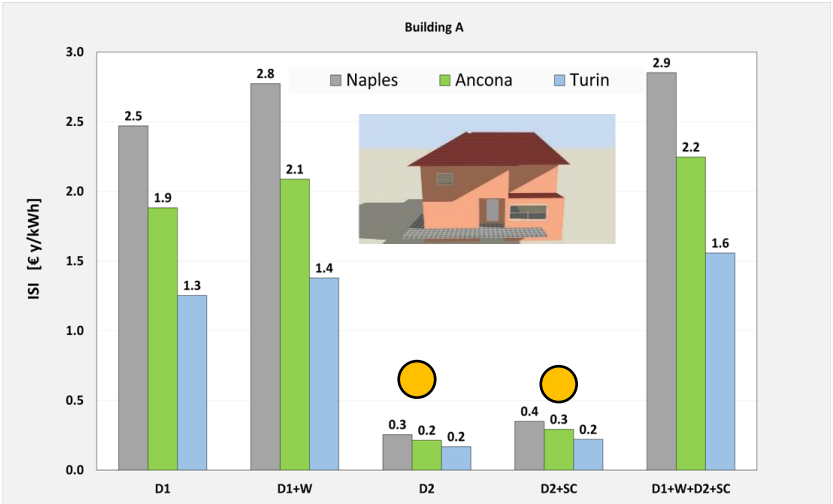
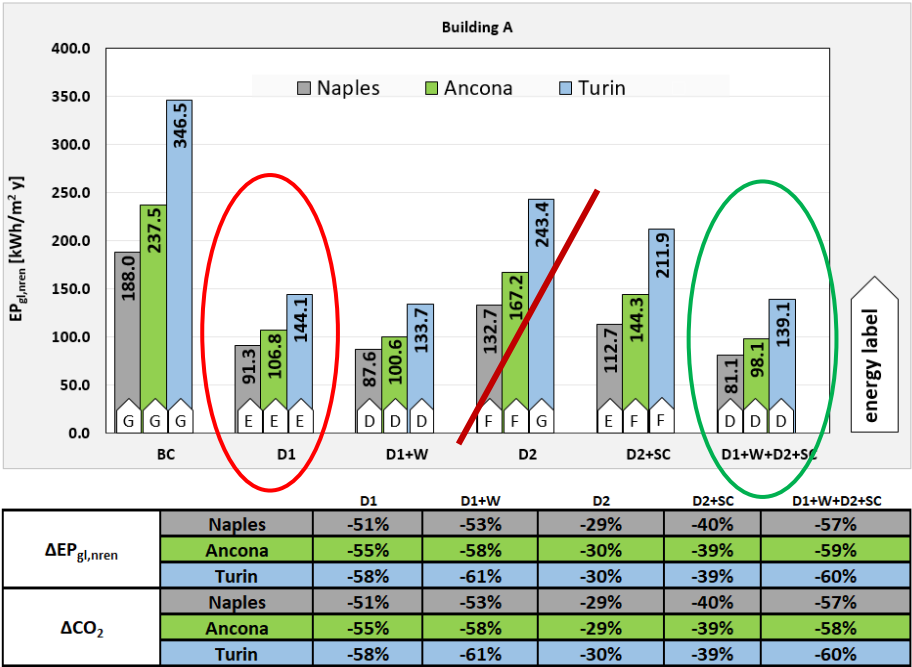
Risultati della simulazione semi-stazionaria - Villetta unifamiliare degli anni '80

Sono stati valutati tre scenari potenziali di sgravio fiscale (SC):

- SC1: sgravio fiscale del 110%, secondo il nuovo meccanismo di incentivazione del “superbonus”.
- SC2: sgravio fiscale del 50-65% in 10 anni basato sull’“Eco-bonus”, (50% per interventi sull’involucro e 65% per interventi sugli impianti di riscaldamento)
- SC3: nessuna forma di incentivazione

Per il calcolo del valore attuale netto (NPV_{20}) e del tempo di ritorno dell'investimento (DPB) è stato considerato un tasso di sconto del 3% annuo.

I costi di riferimento dell'elettricità e del gas sono rispettivamente: 0.19 €/kWh e 0.67 €/Sm³

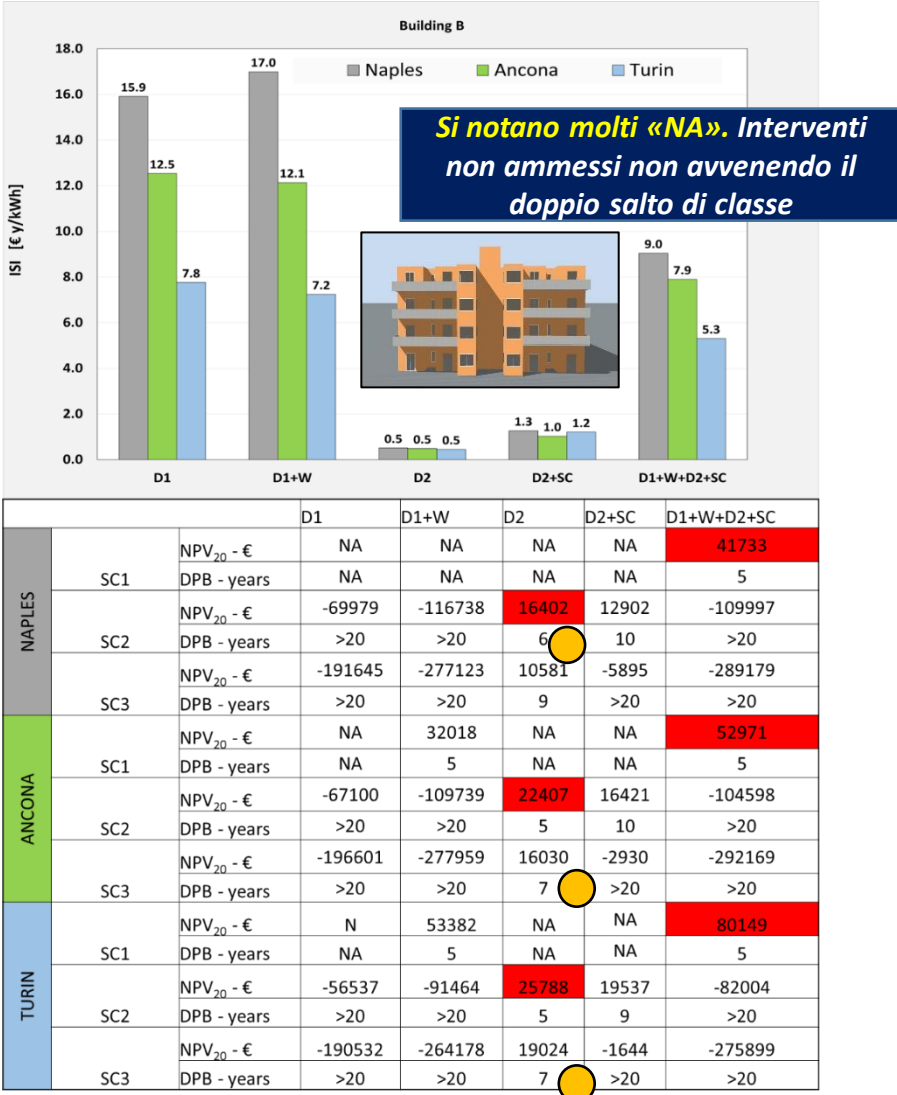
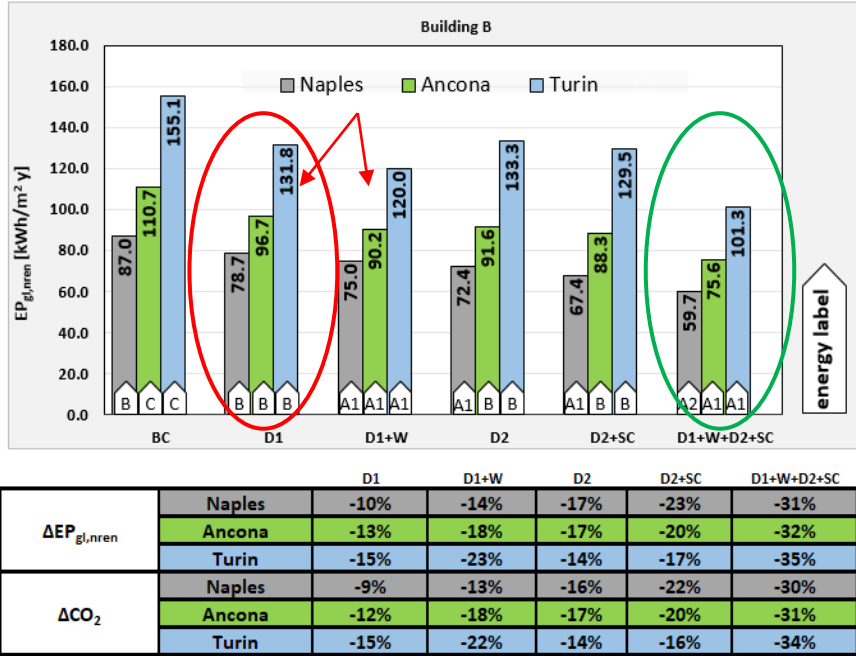


			D1	D1+W	D2	D2+SC	D1+W+D2+SC
NAPLES	SC1	NPV ₂₀ - €	24424	25404	NA	18531	26873
		DPB - years	5	5	NA	3	5
	SC2	NPV ₂₀ - €	-5012	-8912	12285	15994	-9981
		DPB - years	>20	>20	3	4	>20
	SC3	NPV ₂₀ - €	-26619	-34103	10622	12889	-38276
		DPB - years	>20	>20	4	5	>20
ANCONA	SC1	NPV ₂₀ - €	32891	34490	NA	NA	34938
		DPB - years	5	5	NA	NA	5
	SC2	NPV ₂₀ - €	2549	-732	15887	20320	-2912
		DPB - years	18	>20	3	4	>20
	SC3	NPV ₂₀ - €	-19724	-26588	14113	17104	-31984
		DPB - years	>20	>20	3	4	>20
TURIN	SC1	NPV ₂₀ - €	50685	53327	NA	NA	51785
		DPB - years	4	4	NA	NA	4
	SC2	NPV ₂₀ - €	19415	17177	23722	30307	12781
		DPB - years	11	13	2	3	14
	SC3	NPV ₂₀ - €	-3539	-9360	21670	26813	-17249
		DPB - years	>20	>20	3	4	>20

La riqualificazione energetica di edifici esistenti e i meccanismi di incentivazione

Risultati della simulazione semi-stazionaria - Edificio di 4 piani degli anni '90-2000

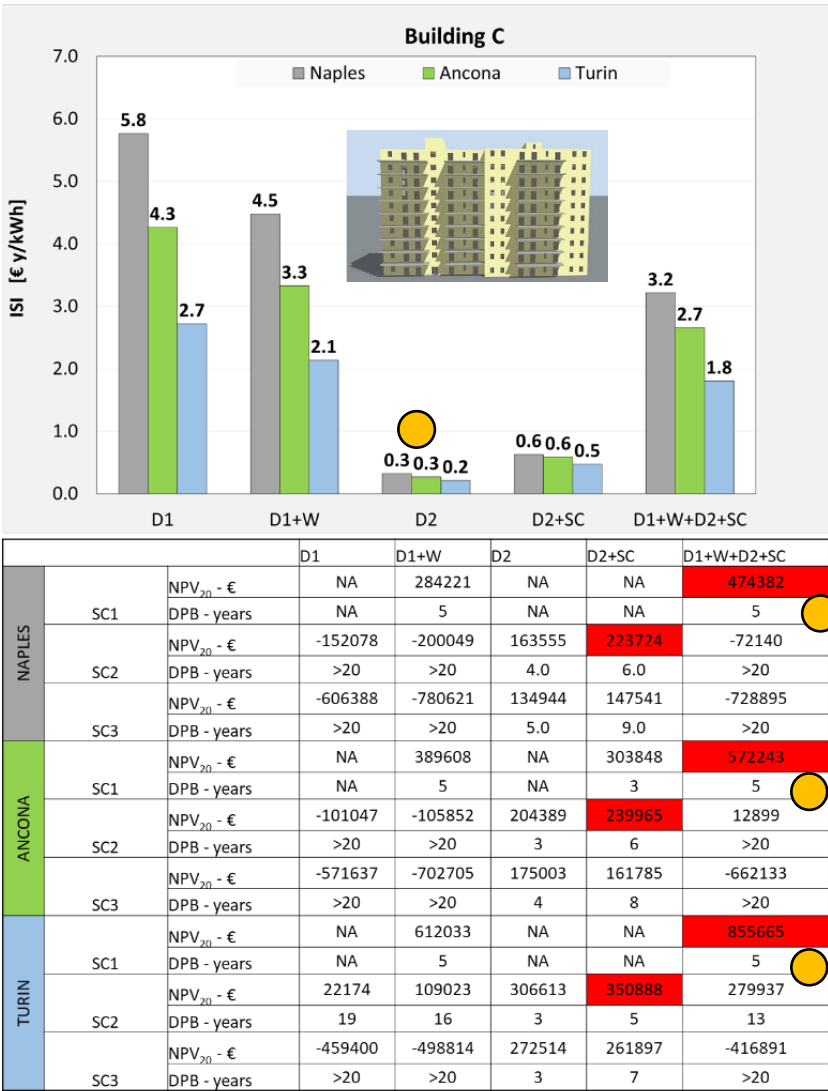
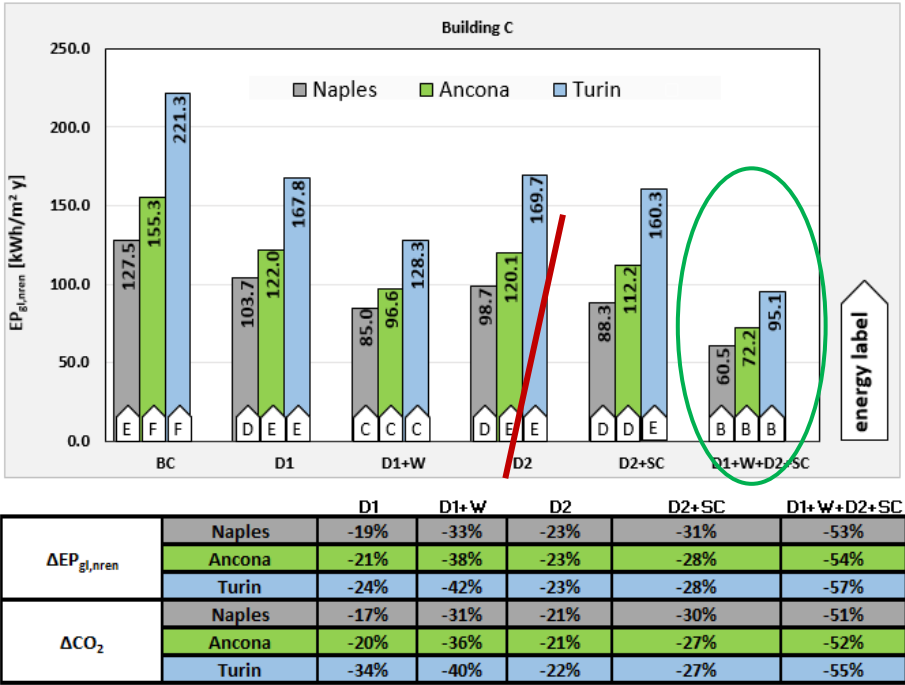
- Per un edificio del 1990-2000, gli interventi di ristrutturazione dell'involucro edilizio non sono convenienti come per un edificio degli anni '80 e '60. Questo vale per tutte le zone climatiche considerate, e rappresentative del clima italiano.
- L'isolamento termico non è redditizio senza incentivi, per edifici multipiano recenti.
- Solo una riqualificazione globale, inclusiva anche di serramenti, rinnovabili e impianti, garantisce significativi risparmi energetico e indicatori economici positivi.
- In assenza di incentivi, solo gli interventi sugli impianti risultano efficaci.
- L'analisi semi-stazionaria sovrastima il beneficio economico. Ciò è dovuto, alle condizioni al contorno che danno maggior peso ai guadagni positivi e al numero di ore di funzionamento dell'impianto di riscaldamento.



La riqualificazione energetica di edifici esistenti e i meccanismi di incentivazione

Risultati della simulazione semi-stazionaria - Edificio a torre di 10 piani degli anni '60

- Le migliori prestazioni energetiche e ambientali si ottengono se i retrofit coinvolgono l'intero edificio, e **quindi involucro ed impianti.**
- Da solo, l'intervento trainante **D2 potrebbe non consentire il doppio salto di classe.**
- La riqualificazione globale diventa economicamente vantaggiosa **solo se è applicabile il nuovo meccanismo di incentivazione.**
- Senza il supporto di incentivi, l'analisi economica potrebbe suggerire la scelta della misura di efficienza energetica più economica che abbia una limitata incidenza sulle prestazioni energetiche dell'edificio (basso $\Delta EP_{gl,nren}$ e classe energetica) come sostituzione dell'impianto di riscaldamento esistente e miglioramento del sistema di regolazione.



La valutazione energetica degli edifici

CEN – European Committee for Standardization, EN 15603: Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings, 2008.

Rating Type	Output Data	Project Stage	Input Data		Purpose
			Use	Climate	Building Permit, Certification
DESIGN	Calculated	Designed building	Standard	Standard	Building permission, Certification or Energy qualification of a project
ASSET		Built	Standard	Standard	Energy Label, compliance with building regulations
TAILORED		Built or Designed	Related to use	Actual	Optimization, Energy Diagnosis and planning of energy retrofit
OPERATIONAL	Measured	Built	Related to use	Actual	Energy signature

Asset rating

In regime semi-stazionario

Nell'intervallo di tempo dell'analisi, vengono considerate

- **Condizioni d'uso dell'edificio standard.**
- **Condizioni climatiche standard.**

La simulazione assume condizioni al contorno medie-mensili. Si assume che le condizioni operative della giornata tipo siano costanti nell'ambito del mese di riferimento.

La temperatura indoor è costante (24h) a 20°C e 26°C.

Tailored rating

In regime dinamico

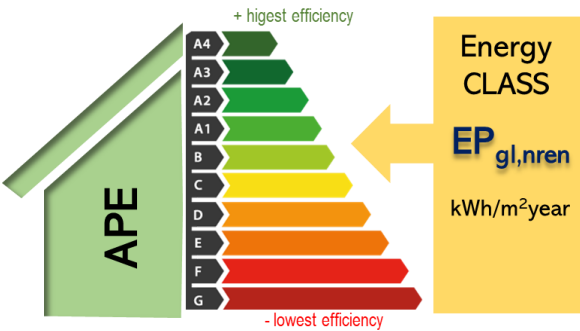
Nell'intervallo di tempo dell'analisi, vengono considerate le seguenti condizioni:

- **uso reale dell'edificio** (occupazione e dispositivi) e dei sistemi energetici,
- **variabilità delle condizioni climatiche.**
 - La trasmissione del calore attraverso l'involucro edilizio è valutata in regime transitorio.
 - Accumulo di calore nei componenti HVAC;
 - Sfasamento temporale tra fabbisogno energetico e conversione di energia.

Conclusioni

- L'analisi **semi-stazionaria ed in condizioni convenzionali** sembra sovrastimare il beneficio economico.
- Anche se con entrambi i metodi di calcolo gli interventi economicamente **più vantaggiosi coincidono**, **è necessaria un'analisi transitoria, dinamica e in modalità «adattata all'utenza» per comprendere i reali indicatori economici.**
- I risultati di entrambe le analisi indicano che le migliori prestazioni energetiche e ambientali si ottengono se i retrofit coinvolgono l'intero sistema **edificio-impianti-rinnovabili**, ma questa configurazione progettuale diventa economicamente vantaggiosa solo se è applicabile il nuovo meccanismo di incentivazione. In questo caso, il DPB ottenuto è di 5 anni con entrambi gli approcci, mentre si ottengono valori diversi di NPV₂₀. Nel caso dell'Edificio A sono state rilevate le principali differenze.

Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
di Progetto (Design rating)	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire Certificazione o Qualificazione energetica del progetto
Standard (Asset rating)	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica
Adattata all'utenza (Tailored rating)	In funzione dello scopo		Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione



Grazie per l'attenzione

prof. Fabrizio Ascione
DII - Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università degli Studi di Napoli Federico II