



Università Politecnica delle Marche

FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

**ANALISI DI METODI DINAMICI PER LA
DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI**

**DYNAMIC METHODS ANALYSIS FOR
BUILDINGS ENERGY DIAGNOSIS**

Relatore:

Prof. Ing. Costanzo Di Perna

Correlatore:

Ing. Luca Tarabelli

Tesi di laurea di:

Daniele Speca

*Alla mia famiglia
Alla mia ragazza*

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	NORMATIVA	2
2.1	Il Metodo Dinamico Orario UNI EN ISO 52016-1:2018	2
2.1.1	Dati di input	2
2.1.2	Algoritmo di calcolo	3
2.2	Altre normative utilizzate per le analisi	8
2.2.1	Norme per la determinazione delle proprietà termo-fisiche dei materiali utilizzati	8
2.2.2	Norme per la determinazione dei parametri dinamici delle strutture utilizzate	8
2.2.3	Norme per le analisi termo-igrometriche delle strutture utilizzate	8
2.2.4	Norme per determinare il fattore medio di luce diurna	8
2.2.5	Norme per determinare gli apporti termici	9
3	CASI DI STUDIO	10
3.1	Caratteristiche geometriche	10
3.2	Zone climatiche	13
3.3	Involucro Edilizio	13
3.3.1	Strutture fisse	13
3.3.2	Strutture variabili	14
3.4	Apporti termici	19
3.5	Impianto	19
3.5.1	Riscaldamento	19
3.5.2	Raffrescamento	20
3.5.3	Ventilazione	20
4	SIMULAZIONE DEI CASI DI STUDIO	21
4.1	TRNSYS	21
4.2	Modello matematico	22
4.2.1	Bilancio energetico	22
4.3	Modellazione	27
4.3.1	TRNBuild	27
4.3.2	Simulation Studio	38
5	ANALISI DEI RISULTATI	42
5.1	Caso studio 1	42
5.1.1	Valutazione dei fabbisogni di energia utile	42
5.1.2	Valutazione del peso dei parametri termo-fisici degli elementi dell'involucro edilizio sul fabbisogno di energia utile	62
5.2	Caso studio 2	68
5.2.1	Valutazione dei fabbisogni di energia utile	68
5.2.2	Valutazione del peso dei parametri termo-fisici degli elementi dell'involucro edilizio sul fabbisogno di energia utile	87
6	CONCLUSIONI	92
	Bibliografia	94

1

INTRODUZIONE

La seguente tesi di laurea nasce con l'obiettivo di convalidare il metodo di calcolo dinamico fornito dalla normativa UNI EN ISO 52016-1:2018. La convalidazione di tale metodologia è stata effettuata tramite l'ausilio del software di simulazione dinamica TRNSYS (TRaNsient SYstem Simulation tool).

All'interno del software TRNSYS sono stati implementati due casi studio già precedentemente analizzati secondo l'appendice A e l'appendice B della norma UNI EN ISO 52016-1:2018.

Attraverso i dati di export ricavati dalle simulazioni effettuate con TRNSYS, è stato possibile confrontare i fabbisogni di energia utile ottenuti dai tre metodi proposti (appendice A, appendice B, TRNSYS) e valutare, su tali fabbisogni, il peso dei parametri termo-fisici caratterizzanti l'involucro edilizio.

2 | NORMATIVA

2.1 IL METODO DINAMICO ORARIO UNI EN ISO 52016-1:2018

Attraverso l'introduzione della norma UNI EN ISO 52016-1, si introduce un metodo per il calcolo del bilancio energetico di un edificio su base oraria. Questo permette di prendere in considerazione le reali condizioni d'uso dell'edificio e la variazione oraria dei dati climatici e quindi di ottenere un profilo orario del carico termico richiesto dall'edificio.

2.1.1 Dati di input

DATI CLIMATICI Per poter applicare il metodo dinamico orario, la norma necessita di disporre dei dati climatici di:

- temperatura oraria dell'aria esterna della località di interesse [$^{\circ}\text{C}$];
- contenuto di umidità dell'aria esterna [$\text{kg}/\text{kg}_{\text{dry air}}$];
- irradianza solare oraria, diretta e diffusa, su piano orizzontale e su superficie inclinata e variamente orientata (nord, est, sud e ovest) [W/m^2];
- velocità del vento [m/s].

questi dati devono essere definiti su base oraria e possono essere reperiti da database internazionali o nazionali tramite la UNI 10349:2016.

DATI DI IMPIANTO E APPORTI La normativa richiede di definire, per ogni zona termica e per ogni intervallo temporale, dei parametri relativi alle condizioni di utilizzo ed ai sistemi tecnici, quali:

- il set-point di temperatura per il riscaldamento e per il raffrescamento [$^{\circ}\text{C}$];
- la potenza disponibile dell'impianto di riscaldamento/raffrescamento [W];
- il flusso di ventilazione entrante [m^3/s];
- gli apporti interni totali, distinguendo tra le quote prodotte dagli occupanti, dalle apparecchiature e dall'illuminazione [W/m^2];
- la capacità termica specifica dell'aria [$\text{J}/(\text{m}^2 \text{K})$];
- le frazioni convettive degli apporti interni della zona termica, degli apporti solari nella zona termica e degli apporti del sistema di riscaldamento/raffrescamento della zona termica differenziate in base alla tipologia di impianto installato.

DATI GEOMETRICI E TERMOFISICI La norma richiede la definizione delle caratteristiche geometriche degli spazi (superfici utili e volumi d'aria), delle componenti dell'edificio (m^2) e i relativi parametri termofisici, quali:

- la resistenza termica [$m^2 K/W$];
- i coefficienti convettivi e radiativi per le superfici interna ed esterna [$W/(m^2 K)$];
- la potenza specifica dispersa attraverso i ponti termici [W/K];
- l'inclinazione e l'orientamento degli elementi opachi esterni;
- il coefficiente di assorbimento solare delle strutture opache esterne [-];
- la capacità termica [$J/(m^2 K)$];
- la trasmittanza termica dei serramenti, anche in presenza di chiusure oscuranti [$W/(m^2 K)$];
- la trasmittanza di energia solare totale delle chiusure trasparenti per incidenza normale o includendo le chiusure oscuranti [-].

Gli elementi costruttivi (strutture opache e trasparenti), ai fini dell'applicazione del metodo dinamico orario, sono discretizzati spazialmente in una serie di nodi che delimitano "strati convenzionali", mentre gli elementi trasparenti e le porte sono schematizzati con un unico strato delimitato da due nodi. Per le componenti opache troviamo due possibili schematizzazioni, ossia:

- **L'appendice B** della norma, in cui ogni struttura è discretizzata in 4 strati delimitati da 5 nodi.
- **L'appendice nazionale A** della norma, in cui ogni struttura è discretizzata in numero di nodi variabile in funzione del numero di Fourier, dipendente dalla conduttività, dalla massa volumica, dalla capacità termica del materiale e dallo spessore dello strato.

2.1.2 Algoritmo di calcolo

Attraverso i dati di input elencati precedentemente, l'algoritmo di calcolo definito dalla norma UNI EN ISO 52016-1 fornisce in output, per ogni zona termica e per ogni ora, i valori di parametri quali:

- la temperatura dell'aria interna [$^{\circ}C$];
- la temperatura media radiante interna [$^{\circ}C$];
- la temperatura operativa interna [$^{\circ}C$].

questi parametri sono utili ai fini della valutazione del comfort interno degli ambienti secondo la UNI EN ISO 15251, ma soprattutto per la determinazione del carico effettivo di riscaldamento o raffrescamento fondamentale per la valutazione energetica dell'edificio.

Per poter determinare questi parametri, per ogni zona termica e per ogni intervallo temporale orario, viene applicato un procedimento di calcolo che si compone nei seguenti 5 step:

1. Si valuta la necessità del riscaldamento o del raffrescamento attraverso il confronto tra la temperatura di set-point per riscaldamento e raffrescamento e la temperatura operativa interna in assenza di impianti. Se la temperatura è compresa nel range, l'impianto non viene attivato e in output in quell'ora si ha una potenza pari a zero.
2. Se è necessario attivare l'impianto, vengono calcolate le potenze di riscaldamento/raffrescamento necessarie a garantire il raggiungimento della temperatura di set-point impostata.
3. Si verifica se la potenza di riscaldamento/raffrescamento disponibile fornita dall'impianto sia sufficiente a quella determinata nel punto 2 e si calcolano le temperature dei nodi delle strutture assegnandole al termine dell'ora considerata (ovvero all'inizio dell'intervallo temporale successivo).
4. Se la potenza non è sufficiente, si calcola la temperatura operativa interna e le temperature dei nodi delle strutture relative a quell'intervallo temporale.
5. Infine si calcola il carico di energia effettivo per il riscaldamento/raffrescamento di tutti gli istanti temporali.

Per determinare le temperature dei nodi delle strutture, l'algoritmo di calcolo richiede, per ogni intervallo temporale, la risoluzione di un sistema di equazioni di bilancio energetico svolto sia a livello di zona che a livello di singolo elemento costruttivo. Il bilancio termico di zona prevede, per ogni zona termica, la valutazione della capacità termica interna, degli scambi termici convettivi con i nodi superficiali di tutte le strutture che la delimitano, dello scambio termico per ventilazione, dello scambio termico dovuto ai ponti termici e, infine, delle frazioni convettive degli apporti interni totali, degli apporti solari trasmessi direttamente attraverso le superfici vetrate e degli apporti dovuti al carico del sistema di riscaldamento/raffrescamento.

I bilanci termici degli elementi edilizi sono svolti, invece, a livello di ogni singolo nodo e si differenziano in base alla posizione dello stesso nella stratigrafia dell'elemento costruttivo.

Si distinguono infatti:

- I bilanci energetici dei nodi superficiali delle strutture rivolti verso l'ambiente interno. Questi considerano: gli scambi termici convettivi con l'aria interna, gli scambi termici conduttivi con il primo nodo interno alla struttura stessa, gli scambi termici per irraggiamento con i nodi superficiali di tutte le strutture delimitanti la zona termica, l'eventuale capacità termica associata al nodo superficiale considerato e le quote complementari delle frazioni convettive degli apporti interni totali, degli apporti solari trasmessi direttamente attraverso le superfici vetrate e degli apporti dovuti al carico del sistema di riscaldamento/raffrescamento, le stesse valutate anche per il bilancio di zona.
- I bilanci energetici dei nodi interni alle strutture edilizie. Questi considerano: gli scambi termici conduttivi con i nodi adiacenti e le eventuali capacità termiche associate ai nodi stessi.
- I bilanci energetici dei nodi superficiali delle strutture rivolti verso l'ambiente esterno. Questi considerano: gli scambi termici convettivi con l'aria esterna, gli scambi termici per irraggiamento con la volta celeste e gli apporti solari calcolati in funzione del coefficiente di assorbimento solare, dell'irraggiamento solare diretto e diffuso e dell'eventuale fattore di ombreggiamento dovuto ad ostacoli esterni.

La dimensione del sistema matriciale risolutivo è correlata al numero di equazioni individuate che, a loro volta, dipendono dal numero di strutture delimitanti la zona termica e dal numero di strati caratterizzanti ogni singolo pacchetto costruttivo. Per discretizzare spazialmente i componenti opachi possono essere utilizzate due possibili schematizzazioni, una presentata a livello europeo nell'appendice B e una riportata nell'appendice nazionale A.

Appendice B: modello europeo

La discretizzazione del componente opaco è semplificata in quattro strati resistivi separati da cinque nodi capacitivi equidistanti, questo indipendentemente dalla reale stratigrafia del pacchetto costruttivo.

Questo approccio è basato su un modello a parametri concentrati, dove ogni elemento disperdente viene rappresentato tramite un circuito equivalente RC a parametri concentrati costituito appunto da 5 nodi, 4 resistenze (esprese in termini di conduttanze) e 5 condensatori come mostrato in figura 1.

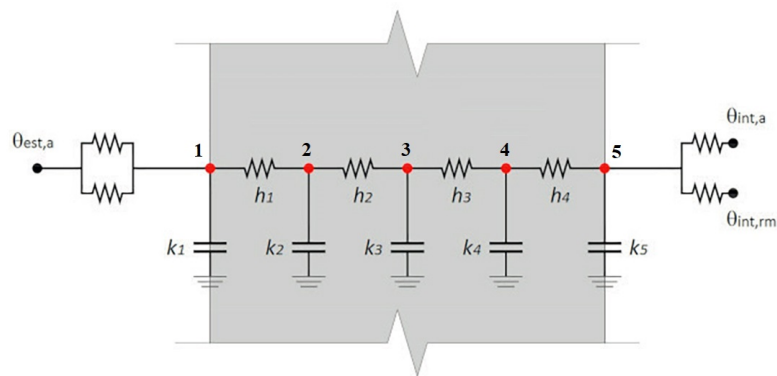


Figura 1: Componente opaco secondo Appendice B

Per determinare i valori delle conduttanze h_n e delle capacità termiche specifiche k_n da attribuire al modello RC, la norma UNI EN ISO 52016-1 propone un metodo in funzione delle caratteristiche della stratigrafia. Questo metodo non richiede la conoscenza dettagliata del pacchetto stratigrafico, ma la conoscenza della posizione della massa termica e dei valori di:

- R_c - Resistenza di sola conduzione [$m^2 K/W$];
- C_m - Capacità termica media per unità di superficie, determinata come sommatoria dei pesi dei singoli strati che compongono la struttura [$J/(m^2 K)$].

In funzione della posizione della massa, gli elementi opachi di involucro possono essere classificati in 5 classi distinte (figura 2):

- **Classe I:** la massa è posizionata all'interno (es. isolamento termico posizionato all'esterno);
- **Classe E:** la massa è posizionata all'esterno (es. isolamento termico posizionato all'interno);
- **Classe EI:** la massa è attribuita sia alla posizione interna che esterna (es. pareti a cassa vuota con isolante termico intermedio);

- **Classe D:** pareti con massa distribuita (es. pareti senza isolante oppure formate da blocchi in materiale isolante come il calcestruzzo aerato autoclavato);
- **Classe M:** capacità concentrata in posizione centrale (es. doppio strato isolante interno ed esterno).

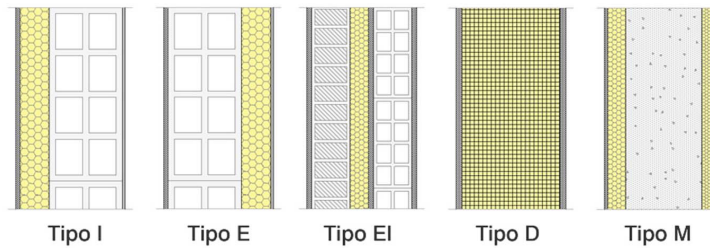


Figura 2: Tipologie di strutture opache individuate dalla UNI EN ISO 52016-1 in funzione della posizione della massa termica

La localizzazione della massa termica modifica il modo in cui vengono caricati i condensatori presenti nel modello RC. Le regole di attribuzione e suddivisione della capacità termica delle strutture dei singoli condensatori sono le seguenti:

- **Classe I**

La massa termica è sul lato interno della parete. Tutta la capacità termica è attribuita al nodo interno 5

$$k_5 = C_m$$

$$k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 0$$

- **Classe E**

La massa termica è sul lato esterno della parete. Tutta la capacità termica è attribuita al nodo interno 1

$$k_1 = C_m$$

$$k_2 = k_3 = k_4 = k_5 = 0$$

- **Classe EI**

La massa termica è in parte sul lato interno in parte sul lato esterno della parete. La capacità termica complessiva è suddivisa tra i nodi interno ed esterno 1 e 5

$$k_1 = k_5 = \frac{C_m}{2}$$

$$k_2 = k_3 = k_4 = 0$$

- **Classe D**

La massa termica è distribuita su tutto lo spessore della parete. La capacità termica complessiva è suddivisa fra tutti gli strati nel seguente modo

$$k_2 = k_3 = k_4 = \frac{C_m}{4}$$

$$k_1 = k_5 = \frac{C_m}{8}$$

- **Classe M**

La massa termica è concentrata al centro della parete. Tutta la capacità termica complessiva è attribuita al nodo centrale

$$k_3 = C_m$$

$$k_1 = k_2 = k_4 = k_5 = 0$$

In tutti i casi invece, indipendentemente dalla localizzazione della massa termica, la resistenza totale è suddivisa sulle conduttanze tra i nodi nel seguente modo

$$h_1 = h_4 = \frac{6}{R_c}$$

$$h_2 = h_3 = \frac{3}{R_c}$$

Questo metodo di suddivisione della resistenza e della capacità vale per tutte le strutture opache (pareti, pavimenti, soffitti o coperture).

Attraverso questo approccio la massa gioca un ruolo estremamente rilevante, infatti nella modellazione dell'edificio è necessario definire tutti gli elementi, anche quelli ad adiabatici che, pur non partecipando allo scambio termico contribuiscono alla massa complessiva della zona termica.

Appendice A: modello nazionale

Il modello nazionale (appendice A) si differenzia con il modello europeo (appendice B) nell'individuazione e nella quantificazione dei nodi capacitivi e degli strati resistivi. Per ogni j-esimo strato reale del componente edilizio (figura 3) si ottiene un numero di nodi capacitivi pari al numero ottenuto utilizzando la seguente espressione:

$$N_{cnj} = \max \left\{ 1; \left[\sqrt{\frac{Fo_{ref}}{Fo_j + 0.999999}} \right] \right\}$$

dove:

- Fo_{ref} è il numero di Fourier di riferimento posto pari a 0.5;
- Fo_j è il numero di Fourier del j-esimo strato, calcolato come

$$Fo_j = \Delta t \frac{\lambda}{\rho_j \cdot c_j \cdot d_j^2}$$

con:

- ρ_j : massa volumica del materiale costituente il j-esimo strato dell'elemento costruttivo [kg/m^3];
- c_j : capacità termica areica del materiale costituente il j-esimo strato dell'elemento costruttivo [$\text{J}/(\text{kg K})$];
- d_j : spessore del materiale costituente il j-esimo strato dell'elemento costruttivo [m].

Ad ogni nodo capacitivo individuato per il j-esimo strato si assegna un valore di capacità termica areica calcolato in funzione delle proprietà fisiche del materiale costituente lo strato stesso (massa volumica ρ_j , capacità termica areica c_j e spessore d_j). Una volta individuate le posizioni dei singoli nodi all'interno del j-esimo strato, si procede assegnando ai conseguenti strati resistivi valori di conduttanza calcolati in funzione della resistenza termica del materiale costituente il j-esimo strato.

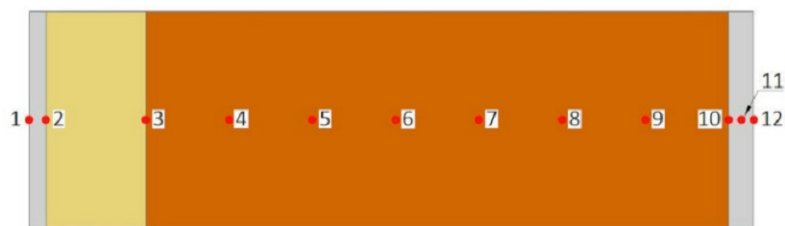


Figura 3: Esempio di discretizzazione di una parete con numero di nodi variabile.

2.2 ALTRE NORMATIVE UTILIZZATE PER LE ANALISI

2.2.1 Norme per la determinazione delle proprietà termo-fisiche dei materiali utilizzati

Le proprietà termo-fisiche dei materiali utilizzati nelle stratigrafie sono stati determinati utilizzando le seguenti norme:

- UNI EN ISO 6946: Componenti ed elementi per edilizia - resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo;
- UNI 10351 – Prospetto A1 e prospetto 2: Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore;
- UNI 10355: Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 10456: Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto;
- UNI EN 1745: Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare i valori termici di progetto.

2.2.2 Norme per la determinazione dei parametri dinamici delle strutture utilizzate

Per determinare i parametri dinamici delle strutture, quali trasmittanza termica periodica, sfasamento, fattore di attenuazione, ammettenza interna, capacità termica areica interna e capacità termica areica esterna, è stata utilizzata la norma tecnica UNI EN ISO 13786: Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo.

2.2.3 Norme per le analisi termo-igrometriche delle strutture utilizzate

Per verificare la presenza di condensa interstiziale e superficiale, è stata utilizzata la norma tecnica UNI EN ISO 13788: Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.

2.2.4 Norme per determinare il fattore medio di luce diurna

Per dimensionare le finestre è stato utilizzato il calcolo del fattore medio di luce diurna, riportato nella UNI 10840:2007 e nel DM 05/07/75.

2.2.5 Norme per determinare gli apporti termici

Per determinare gli apporti termici interni è stata utilizzata la procedura di calcolo riportata nella norma UNI-TS 11300-1.

3 | CASI DI STUDIO

I casi oggetto di studio sono due, identici in tutto a meno del fattore solare g delle finestre.

3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Come oggetto delle analisi è stata scelta una villetta unifamiliare di nuova costruzione disposta su due livelli.

L'edificio si compone al piano terra di un soggiorno, una cucina, un bagno, un antibagno, un ripostiglio e un vano scala che lo collega al secondo piano dove si ha una camera matrimoniale, due camere singole e un bagno (figura 4). Tutti i locali, a meno del vano scala, sono climatizzati sia in inverno che in estate.

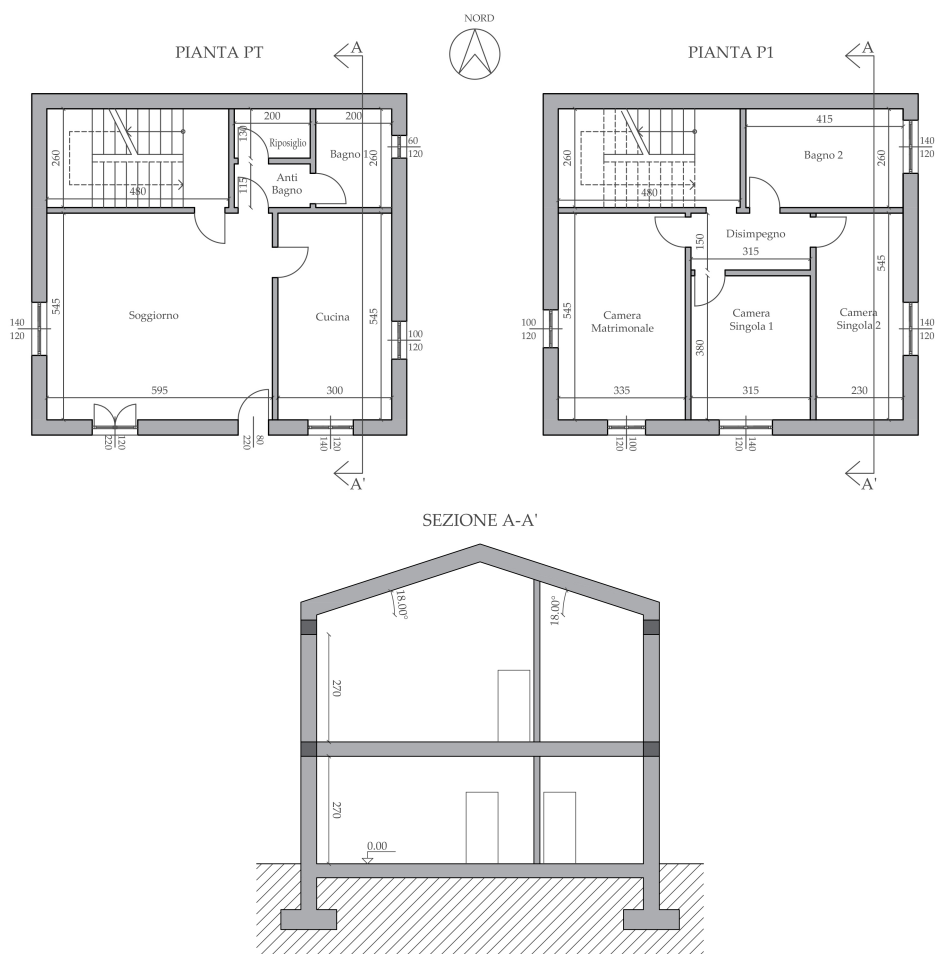


Figura 4: Pianta del piano terra, pianta del piano primo e sezione

Le superfici e i volumi di ogni singolo locale dell'edificio oggetto di studio sono riportate in tabella 1.

Locale	Area	Volume	Altezza
-	m ²	m ³	m
Soggiorno	32.43	87.55	2.70
Cucina	16.35	44.15	2.70
Bagno PT	5.20	14.04	2.70
Antibagno	2.30	6.21	2.70
Ripostiglio	2.60	7.02	2.70
Camera matrimoniale	18.26	63.47	3.48
Camera singola 1	11.97	39.71	3.32
Camera singola 2	12.54	43.58	3.48
Bagno PP	10.79	33.69	3.12
Vano scala	12.48	72.66	5.82

Tabella 1: Caratteristiche geometriche dei locali

Il dimensionamento delle finestre è stato effettuato per mezzo del D.M. 05/07/1975 nel quale tutti i locali, ad esclusione del vano scala e dei ripostigli, devono fruire di un'adeguata luce naturale diretta in funzione della destinazione d'uso.

Per garantire questa illuminazione naturale, nel residenziale, si devono realizzare delle finestre con una dimensione tale da garantire un fattore medio di luce diurna superiore al 2%, inoltre la superficie apribile non deve essere minore di 1/8 della superficie del pavimento del locale stesso.

Il fattore medio di luce diurna (FLD) è definito come il rapporto, in percentuale, tra l'illuminamento medio dell'ambiente e l'illuminamento che si ha nello stesso istante su una superficie orizzontale esterna esposta alla volta celeste con cielo coperto. L'equazione che permette di determinarlo è la seguente

$$FLD_{min} = \frac{A_g \times \tau \times \epsilon \times \Psi}{(1 - \rho_m) \times A_{tot}}$$

dove:

- A_g è l'area della superficie finestrata escluso il telaio;
- τ è il fattore di trasmissione luminosa del vetro;
- ϵ è il fattore finestra, rappresentativo della posizione della volta celeste vista dal baricentro della finestra ($\epsilon = 1$ per finestra orizzontale, lucernario, senza ostruzioni; $\epsilon = 0.5$ per finestra verticale senza ostruzione; $\epsilon < 0.5$ per finestra verticale con ostruzione);
- A_{tot} è l'area totale delle superfici che delimitano l'ambiente (pareti, pavimento, soffitto) compresa la finestra;
- ρ_m è il fattore medio di riflessione luminosa delle superfici che delimitano l'ambiente (dipende dalla finitura delle superfici). Per calcolare il fattore medio di riflessione luminosa nel caso in cui si abbiano n superfici con finitura diversa, deve essere utilizzata la seguente espressione:

$$\rho_m = \frac{\sum_n A_n \times \rho_n}{A_{tot}}$$

- Ψ è il fattore di riduzione del fattore finestra (se le finestre sono posizionate a filo delle pareti esterne il fattore di riduzione Ψ è pari ad 1).

Considerando una finitura delle pareti con intonaco bianco ($\rho_m = 0.8$), un pavimento in tinta chiara ($\rho_m = 0.5$) e un vetro con un fattore di trasmissione luminosa pari a 0,35 è possibile, fissando il fattore medio di luce diurna minimo, calcolare l'area vetrata minima necessaria a garantire in ogni ambiente un'adeguata luce naturale (tabella 2).

Locale	Area Pareti	Area Pav.	Area Totale	τ	ϵ	ρ_m	Ψ	FLD _m min
-	m ²	m ²	m ²	-	-	-	-	-
Soggiorno	61.56	32.43	126.42	0.83	0.50	0.72	1.00	0.02
Cucina	46.63	16.35	78.33	0.83	0.50	0.74	1.00	0.02
Bagno PT	24.84	5.20	35.24	0.83	0.50	0.76	1.00	0.02
Camera matrimoniale	47.52	18.2	84.04	0.83	0.50	0.73	1.00	0.02
Camera singola 1	37.53	11.97	61.47	0.83	0.50	0.74	1.00	0.02
Camera singola 2	41.85	12.54	66.92	0.83	0.50	0.74	1.00	0.02
Bagno PP	36.45	10.79	58.03	0.83	0.50	0.74	1.00	0.02

Tabella 2: Area vetrata minima per ogni ambiente

Avendo determinato le superfici minime che si devono garantire nei locali, è stato possibile determinare le dimensioni effettive delle finestre che dovranno essere utilizzate nel modello calcolando: la larghezza della finestra (L_w), l'altezza della finestra (H_w), la larghezza del vetro (L_g), l'altezza del vetro (H_g), l'area del vetro (A_g) e l'area della finestra (A_w), (tabella 3).

L_w	H_w	L_g	H_g	A_g	A_w
m	m	m	m	m ²	m ²
0.60	1.20	0.41	1.01	0.41	0.72
1.00	1.20	0.81	1.01	0.82	1.20
1.40	1.20	1.21	1.01	1.322	1.68
1.20	2.20	1.01	2.01	2.03	2.64

Tabella 3: Dimensione delle finestre

Utilizzando per cui queste dimensioni delle finestre, nella tabella 4 si riportano le verifiche per ogni locale del fattore medio di luce diurna ($FLD_m > 2\%$) e del rapporto tra la superficie apribile delle finestre e l'area del pavimento del locale considerato ($F/S > 1/8$)

Locale	Finestre	FLD _m	S_{locale}	A_w	F/S
-	-	-	m ²	-	-
Soggiorno	1.40 × 1.20 1.20 × 2.20	3.85%	32.43	4.32	1/8
Cucina	1.00 × 1.20 1.00 × 1.20	3.30%	16.35	2.40	1/7

Locale	Finestre	FLD _m	S _{locale}	A _w	F/S
-	-	-	m ²	-	-
Bagno PT	0.60 x 1.20	2.00%	5.20	0.72	1/7
Camera matrimoniale	1.00 x 1.20 1.00 x 1.20	3.05%	18.26	2.40	1/8
Camera singola 1	1.40 x 1.20	3.19%	11.97	1.68	1/7
Camera singola 2	1.40 x 1.20	2.96%	12.54	1.68	1/7
Bagno PP	1.40 x 1.20	3.42%	10.79	1.68	1/6

Tabella 4: Verifiche FLD_{min} e F/S_{min}

3.2 ZONE CLIMATICHE

Al fine di valutare il comportamento dell'edificio al variare delle condizioni ambientali, si è scelto di estendere l'analisi a 3 località poste in 3 zone climatiche diverse (stabilite dal DPR 412/93), ossia:

- Milano, zona climatica E (2404 gradi giorno);
- Roma, zona climatica D (1415 gradi giorno);
- Palermo, zona climatica B (751 gradi giorno).

3.3 INVOLUCRO EDILIZIO

Al fine di valutare le prestazioni energetiche degli edifici, sono state realizzate delle stratigrafie con trasmittanze medie rispetto ai requisiti minimi (allegato E, tab.1 del decreto 6 agosto 2020). Queste stratigrafie sono le stesse per le 3 zone climatiche e si suddividono in strutture fisse (strutture costanti per tutte le simulazioni) e strutture variabili (strutture che variano tra una simulazione e l'altra).

3.3.1 Strutture fisse

Le strutture fisse sono di due tipi: strutture opache e strutture trasparenti.

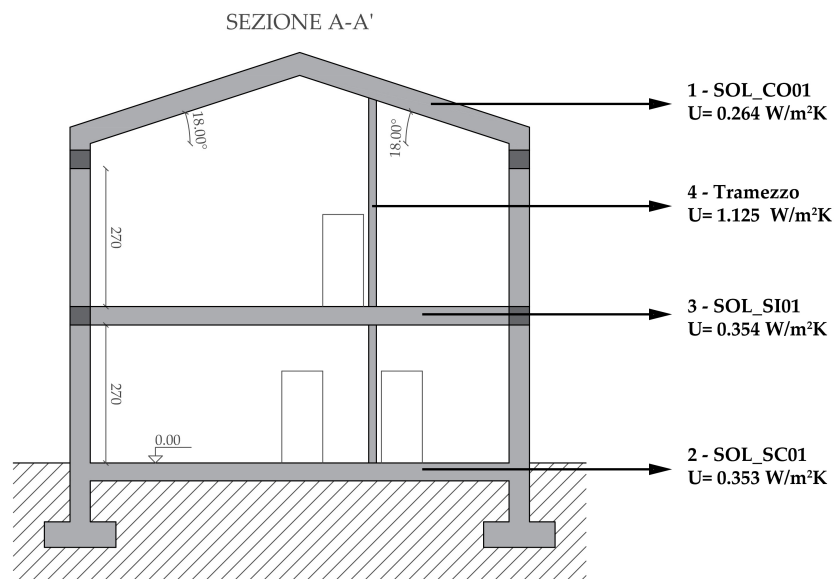
Strutture opache

Fanno parte di questa categoria il solaio controterra, la copertura, il solaio di interpiano e i tramezzi (tabella 5)

n	CODICE	Massa	U _d	M _s	C _{tot}	Y _{ie}	fa	φ	k _i	s
-	-	-	$\frac{W}{m^2 K}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kJ}{m^2 K}$	$\frac{W}{m^2 K}$	-	h	$\frac{kJ}{m^2 K}$	m
1	SOL_CO01	I	0.264	401.6	431.2	0.061	0.23	7.66	91.41	0.315
2	SOL_SC01	D	0.353	1369.4	1370.5	0.01	0.028	18.08	62.15	0.69
3	SOL_SI01	D	0.354	403.8	390.7	0.039	0.111	12.28	52.2	0.38

4	Tramezzo	D	1.125	111.6	157.5	0.673	0.598	6.18	50.99	0.15
---	----------	---	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	------

Tabella 5: Strutture fisse



Strutture trasparenti

Come già anticipato, la differenza tra i due casi studio si ha nel valore del fattore solare g. Le caratteristiche dei vetri per le due configurazioni del caso studio sono elencate in tabella 6.

Caso	S ₁	S _{int}	S ₂	g _{gl,n}	τ	r	ε _{1,1}	ε _{1,2}	ε _{2,1}	ε _{2,2}
-	mm	mm	mm	-	-	-	-	-	-	-
1	4.00	15.00	4.00	0.77	0.830	0.074	0.837	0.837	0.837	0.837
2	3.00	11.00	4.00	0.34	0.302	0.470	0.840	0.680	0.837	0.837

Tabella 6: Strutture trasparenti (1 = esterno; 2 = interno)

3.3.2 Strutture variabili

Le strutture che variano nelle simulazioni sono 111 e i parametri termo-fisici sono elencati in tabella 7.

n	Massa	U _d	M _s	C _{tot}	Y _{ie}	fa	φ	k _i	s
-	-	$\frac{W}{m^2 K}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kJ}{m^2 K}$	$\frac{W}{m^2 K}$	-	h	$\frac{kJ}{m^2 K}$	m
1	D	0.228	315.00	350.40	0.004	0.019	23.10	44.12	0.54
2	D	0.214	373.50	421.50	0.001	0.006	28.78	37.91	0.48
3	D	0.315	246.00	294.00	0.019	0.060	18.75	37.60	0.33
4	D	0.343	294.00	342.00	0.018	0.052	18.18	44.02	0.45
5	D	0.230	432.00	480.00	0.001	0.005	5.93	39.57	0.53
6	D	0.355	228.00	256.20	0.026	0.074	16.83	39.10	0.34
7	D	0.368	353.20	392.20	0.013	0.036	20.83	41.74	0.43

n	Massa	U_d	M_s	C_{tot}	Y_{ie}	fa	ϕ	k_i	s
-	-	$\frac{W}{m^2 K}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kJ}{m^2 K}$	$\frac{W}{m^2 K}$	-	h	$\frac{kJ}{m^2 K}$	m
8	D	0.356	274.85	303.00	0.018	0.050	18.55	40.55	0.40
9	D	0.237	228.86	257.10	0.007	0.031	21.10	35.77	0.40
10	D	0.218	227.80	275.80	0.007	0.031	21.92	34.56	0.46
11	D	0.163	292.99	341.00	0.001	0.006	29.22	34.36	0.45
12	D	0.238	265.09	313.10	0.006	0.026	22.70	36.17	0.41
13	D	0.243	444.15	421.10	0.002	0.010	26.95	38.85	0.48
14	D	0.208	444.15	408.50	0.001	0.004	29.08	38.86	0.51
15	D	0.343	375.06	343.30	0.011	0.033	20.35	41.30	0.42
16	D	0.209	360.00	402.40	0.001	0.005	28.72	41.93	0.46
17	D	0.215	287.00	351.00	0.003	0.015	25.35	39.77	0.39
18	D	0.169	369.00	433.00	0.001	0.003	32.77	39.80	0.49
19	D	0.192	328.00	392.00	0.001	0.007	28.88	39.87	0.44
20	D	0.239	308.25	356.30	0.004	0.017	24.57	37.29	0.48
21	D	0.310	404.10	452.10	0.005	0.016	24.70	41.48	0.48
22	D	0.230	432.00	480.00	0.001	0.005	5.93	39.57	0.53
23	D	0.215	52.13	71.50	0.120	0.554	6.67	21.63	0.22
24	D	0.244	49.63	68.90	0.154	0.631	5.87	22.12	0.20
25	D	0.364	44.18	81.30	0.288	0.793	4.31	22.79	0.15
26	D	0.281	47.93	85.20	0.191	0.679	5.50	22.24	0.18
27	D	0.383	43.55	80.70	0.310	0.810	4.13	22.66	0.14
28	D	0.292	47.30	84.50	0.204	0.699	5.30	22.38	0.17
29	D	0.271	48.55	85.80	0.179	0.660	5.70	22.22	0.18
30	D	0.371	199.50	231.30	0.048	0.130	13.80	44.38	0.34
31	D	0.296	265.60	313.60	0.013	0.044	20.20	37.73	0.35
32	D	0.285	345.60	393.60	0.006	0.020	23.76	39.50	0.43
33	D	0.262	187.60	235.60	0.02	0.075	17.86	34.47	0.38
34	D	0.302	153.47	201.50	0.043	0.142	14.78	34.37	0.25
35	D	0.380	246.75	233.70	0.04	0.105	15.40	38.84	0.28
36	D	0.275	270.00	308.80	0.007	0.027	21.40	41.82	0.35
37	D	0.352	180.00	222.40	0.036	0.102	15.08	41.94	0.26
38	D	0.363	164.00	228.00	0.059	0.163	14.21	39.97	0.24
39	D	0.252	246.00	310.00	0.009	0.035	21.50	39.74	0.34
40	EI	0.323	286.44	307.70	0.135	0.418	6.73	50.13	0.37
41	EI	0.206	288.24	310.30	0.079	0.383	7.68	49.84	0.43
42	EI	0.233	278.64	327.10	0.056	0.241	10.70	42.74	0.50
43	EI	0.369	271.14	319.30	0.115	0.310	8.68	43.64	0.44
44	EI	0.216	20.55	81.90	0.192	0.888	3.81	34.26	0.20
45	EI	0.248	19.95	81.00	0.223	0.901	3.46	33.99	0.18
46	EI	0.350	18.75	79.30	0.321	0.918	2.88	33.20	0.14
47	EI	0.339	272.38	320.60	0.048	0.141	14.28	42.76	0.45
48	EI	0.266	276.13	324.50	0.033	0.125	15.30	42.52	0.48
49	EI	0.376	285.19	307.10	0.067	0.178	12.41	49.46	0.35
50	EI	0.295	285.94	308.20	0.050	0.169	12.80	49.37	0.38
51	EI	0.260	25.10	89.90	0.227	0.871	3.96	36.96	0.18
52	EI	0.303	19.20	79.90	0.276	0.913	3.08	33.53	0.16
53	EI	0.322	24.35	88.80	0.284	0.883	3.58	36.54	0.16

n	Massa	U_d	M_s	C_{tot}	Y_{ie}	fa	ϕ	k_i	s
-	-	$\frac{W}{m^2 K}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kJ}{m^2 K}$	$\frac{W}{m^2 K}$	-	h	$\frac{kJ}{m^2 K}$	m
54	EI	0.368	18.60	79.10	0.339	0.920	2.83	33.08	0.14
55	I	0.259	249.13	297.20	0.008	0.031	20.56	37.70	0.36
56	I	0.269	248.50	296.60	0.009	0.034	20.36	37.69	0.35
57	I	0.253	229.50	269.20	0.01	0.041	17.90	39.16	0.38
58	I	0.274	229.20	268.70	0.012	0.045	17.71	39.15	0.37
59	I	0.298	228.90	268.30	0.015	0.051	17.50	39.13	0.36
60	I	0.326	228.60	267.90	0.02	0.061	17.20	39.11	0.35
61	I	0.278	354.10	393.50	0.004	0.015	22.81	41.87	0.46
62	I	0.317	353.65	392.90	0.006	0.020	22.33	41.83	0.44
63	I	0.255	381.31	360.50	0.004	0.016	21.68	41.89	0.46
64	I	0.264	380.69	359.80	0.005	0.018	21.53	41.39	0.45
65	I	0.284	379.44	358.60	0.006	0.021	21.25	41.37	0.44
66	I	0.321	377.56	356.60	0.009	0.027	20.73	41.33	0.43
67	I	0.287	238.60	260.70	0.035	0.121	12.30	45.99	0.37
68	I	0.328	238.15	260.00	0.042	0.128	12.10	46.10	0.35
69	I	0.383	237.70	259.40	0.053	0.138	11.90	46.25	0.34
70	I	0.262	404.70	453.00	0.002	0.007	2.36	41.51	0.50
71	I	0.208	253.50	301.70	0.004	0.020	21.68	37.76	0.39
72	I	0.207	230.40	270.50	0.007	0.033	18.35	39.18	0.41
73	I	0.197	355.60	395.70	0.002	0.009	23.60	41.90	0.51
74	I	0.211	385.06	364.30	0.003	0.014	22.55	41.41	0.49
75	I	0.227	405.30	453.80	0.001	0.005	26.85	41.52	0.52
76	I	0.214	239.80	262.40	0.023	0.109	12.88	45.83	0.41
77	I	0.345	238.00	259.80	0.045	0.131	12.03	46.14	0.35
78	E	0.208	253.50	301.70	0.005	0.022	21.45	23.47	0.39
79	E	0.207	230.40	270.50	0.008	0.039	18.03	21.56	0.41
80	E	0.197	355.60	395.70	0.002	0.011	23.26	21.57	0.51
81	E	0.211	385.06	364.30	0.003	0.016	22.26	23.58	0.49
82	E	0.214	239.80	262.40	0.03	0.139	12.51	21.94	0.41
83	E	0.345	238.00	259.80	0.056	0.163	11.65	22.01	0.35
84	E	0.227	405.30	453.80	0.001	0.006	2.53	22.33	0.52
85	E	0.259	249.13	297.20	0.009	0.033	20.33	25.14	0.36
86	E	0.269	248.50	296.60	0.01	0.036	20.13	26.10	0.35
87	E	0.253	229.50	269.20	0.012	0.047	17.58	21.84	0.38
88	E	0.274	229.20	268.70	0.014	0.052	17.40	22.27	0.37
89	E	0.298	228.90	268.30	0.017	0.058	17.18	23.17	0.36
90	E	0.326	228.60	267.90	0.022	0.068	16.90	25.02	0.35
91	E	0.278	354.10	393.50	0.005	0.017	22.46	23.19	0.46
92	E	0.317	353.65	392.90	0.007	0.022	22.00	26.93	0.44
93	E	0.255	381.31	360.50	0.005	0.020	21.36	23.31	0.46
94	E	0.264	380.69	359.80	0.006	0.022	21.21	23.40	0.45
95	E	0.284	379.44	358.60	0.007	0.024	20.93	23.87	0.44
96	E	0.321	377.56	356.60	0.01	0.031	20.41	26.16	0.43
97	E	0.287	238.60	260.70	0.043	0.152	11.91	21.79	0.37
98	E	0.328	238.15	260.00	0.052	0.159	11.71	21.91	0.35
99	E	0.383	237.70	259.40	0.065	0.170	11.50	22.33	0.34

n	Massa	U_d	M_s	C_{tot}	Y_{ie}	fa	ϕ	k_i	s
-	-	$\frac{W}{m^2 K}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kJ}{m^2 K}$	$\frac{W}{m^2 K}$	-	h	$\frac{kJ}{m^2 K}$	m
100	E	0.262	404.70	453.00	0.002	0.008	2.05	25.21	0.50
101	D	0.402	196.00	226.00	0.059	0.146	13.08	44.58	0.32
102	D	0.518	246.75	231.90	0.09	0.173	12.90	42.23	0.28
103	D	0.482	41.05	78.10	0.422	0.875	3.20	22.12	0.12
104	I	0.580	236.80	258.10	0.109	0.187	11.32	47.08	0.31
105	I	0.462	237.25	258.70	0.071	0.154	11.67	46.52	0.32
106	I	0.505	196.25	217.70	0.121	0.239	9.67	47.52	0.27
107	E	0.538	199.28	206.70	0.135	0.251	10.77	29.74	0.24
108	E	0.442	201.15	208.70	0.09	0.205	11.35	25.41	0.26
109	E	0.417	201.78	209.30	0.081	0.195	11.50	24.77	0.26
110	EI	0.598	17.55	61.50	0.57	0.953	2.03	26.22	0.09
111	EI	0.561	14.98	73.10	0.528	0.941	2.22	30.39	0.10

Tabella 7: Strutture variabili

Delle queste 111 stratigrafie:

- 17 hanno una massa suddivisa tra interno ed esterno, EI;
- 26 hanno una massa concentrata sul lato esterno, E;
- 26 hanno una massa concentrata sul lato interno, I;
- 42 hanno una massa distribuita, D.

Queste strutture hanno uno spessore medio di 38 cm e una trasmittanza che varia in un range tra un minimo di $0.163 W/(m^2 K)$ ed un massimo di $0.598 W/(m^2 K)$ (figura 5) intorno ai valori di trasmittanza termica limite dichiarati nell'allegato E, tab.1 del decreto 6 agosto 2020 (requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici).

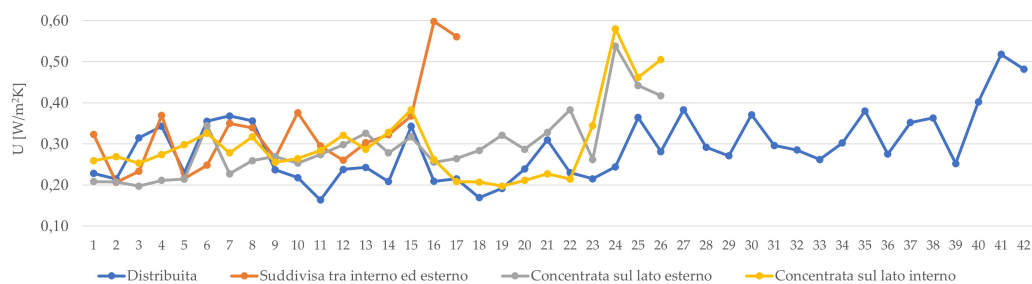


Figura 5: Trasmittanza termica

La massa superficiale varia in un range tra un minimo di $18.60 kg/m^2$ ed un massimo di $444.15 kg/m^2$ (figura 6).

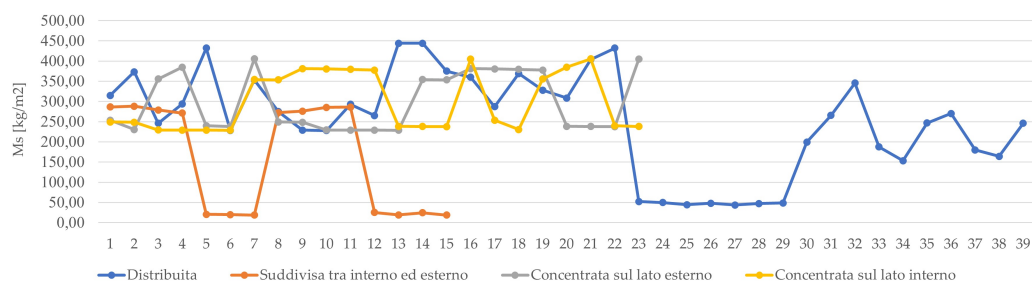


Figura 6: Massa superficiale

La capacità termica totale varia in un range tra un minimo di 61.50 kJ K/m^2 ed un massimo di 480.00 kJ K/m^2 (figura 7).

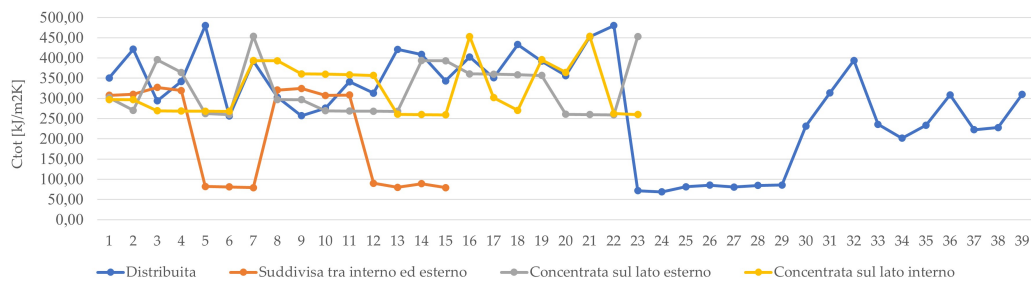


Figura 7: Capacità termica totale

La trasmittanza termica periodica varia in un range tra un minimo di $0.001 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ ed un massimo di $0.339 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ (figura 8).

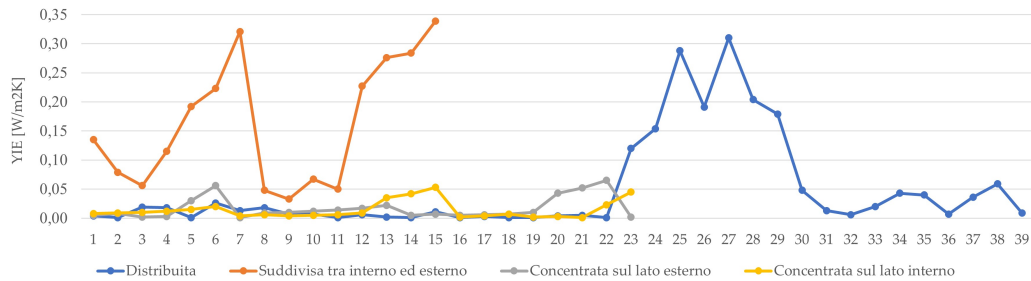


Figura 8: Trasmittanza termica periodica

Il fattore di attenuazione varia in un range tra un minimo di 0.003 ed un massimo di 0.953 (figura 9).

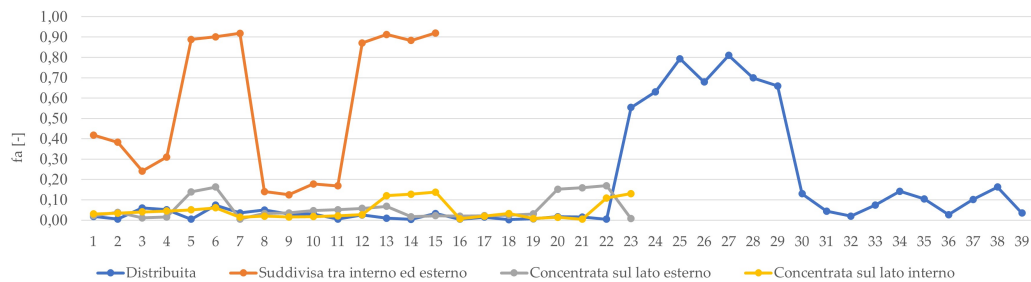


Figura 9: Fattore di attenuazione

Lo sfasamento varia in un range tra un minimo di 2.050 h ed un massimo di 32.767 h (figura 10).

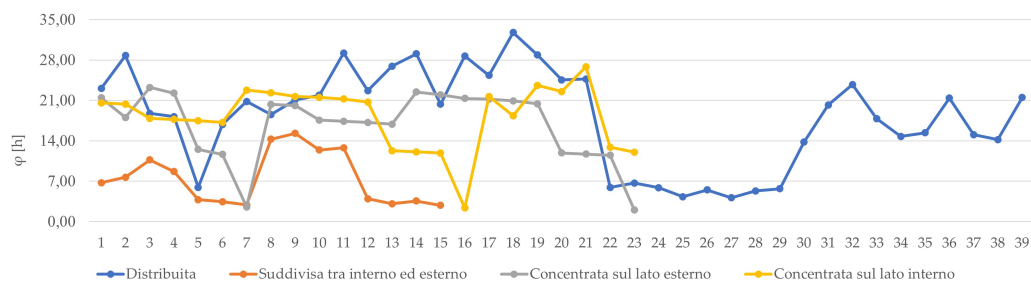


Figura 10: Sfasamento

La capacità termica areica interna varia in un range tra un minimo di 21.56 kJ K/m² ed un massimo di 50.13 kJ K/m² (figura 11).

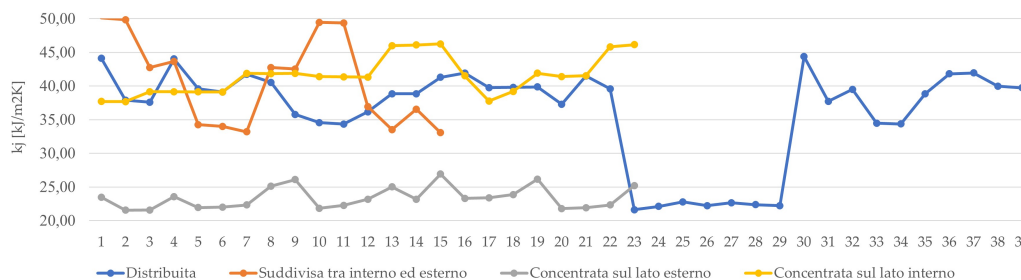


Figura 11: Capacità termica areica interna

3.4 APPORTI TERMICI

Per determinare gli apporti termici interni (Φ_{int}) è stata utilizzata la norma UNI-TS 11300-1 dove, per superficie utile di pavimento maggiore di 120 m², il valore di Φ_{int} è pari a 450 W. Rapportandolo all'area del pavimento delle singole zone si ottengono i valori in tabella 8.

Locale	Area	Apporti interni
-	m ²	W
Soggiorno	32.43	112.57
Cucina	16.35	56.76
Bagno PT	4.99	17.33
Antibagno	2.51	8.71
Ripostiglio	2.60	9.03
Camera matrimoniale	18.26	63.38
Camera singola 1	11.97	41.55
Camera singola 2	12.54	43.51
Bagno PP	10.79	37.46
Disimpegno	4.73	16.40
Vano Scale	12.48	43.32
Totale	129.64	450.00

Tabella 8: Apporti termici interni

3.5 IMPIANTO

3.5.1 Riscaldamento

Per la stima dei consumi energetici attraverso il metodo dinamico orario, si è utilizzato un impianto di riscaldamento dotato di potenza infinita, attivo dal 1 Gennaio al 31 Dicembre per 12 ore al giorno dalle 7:00 alle 11:00 e dalle 16:00 alle 22:00 con un set-point di temperatura di 20 °C. Per permettere il confronto tra le 3 località si è deciso inoltre di mantenere costante questo profilo di accensione per tutte le zone climatiche.

3.5.2 Raffrescamento

L'impianto di raffrescamento è attivo dal 1 Gennaio al 31 Dicembre per 8 ore al giorno dalle 11:00 alle 18:00 con un set-point di temperatura di 26°C. Anche questo profilo di accensione è costante per le 3 località oggetto di analisi.

3.5.3 Ventilazione

Nelle condizioni di riferimento, cioè di ventilazione per sola aerazione, la portata media giornaliera media mensile è data dal prodotto tra il tasso di ricambio d'aria (n), il volume netto della zona termica considerata e un fattore di correzione $f_{ve,t}$. Per la ventilazione si è fissato un tasso di ricambio d'aria pari a 0.5 vol/h ottenendo per cui i risultati in tabella 9

Locale	Volume	n	$f_{ve,t}$	Portata d'aria
-	m^3	vol/h	-	m^3/h
Soggiorno	87.55	0.50	0.60	26.27
Cucina	44.15	0.50	0.60	13.24
Bagno PT	13.47	0.50	0.60	4.04
Antibagno	6.78	0.50	0.60	2.03
Ripostiglio	7.02	0.50	0.60	2.11
Camera matrimoniale	63.47	0.50	0.60	19.04
Camera singola 1	39.71	0.50	0.60	11.91
Camera singola 2	43.58	0.50	0.60	13.07
Bagno PP	33.69	0.50	0.60	10.11
Disimpegno	18.11	0.50	0.60	5.43
Vano scale	72.66	0.50	0.60	21.80

Tabella 9: Portate d'aria

4

SIMULAZIONE DEI CASI DI STUDIO

Al fine di convalidare i risultati ottenuti precedentemente utilizzando la normativa UNI EN ISO 52016-1 appendice A (modello nazionale) e B (modello europeo), sono state svolte le simulazioni attraverso il software TRNSYS (TRaNsient SYstem Simulation tool) in quanto quest'ultimo è spesso utilizzato per convalidare nuovi concetti di energetica.

4.1 TRNSYS

TRNSYS è un completo ed estensibile ambiente di simulazioni dinamiche di sistemi, che comprende anche edifici multizona. È un ambiente di simulazione spesso utilizzato da ingegneri e ricercatori in tutto il mondo per convalidare nuovi concetti di energetica. Uno dei punti di forza del successo di TRNSYS è la sua aperta struttura modulare. Sia il codice sorgente che i modelli dei vari componenti sono aperti all'utilizzatore finale, rendendo di conseguenza più semplice sia la modifica che l'estensione dei modelli esistenti agli scopi specifici dell'utilizzatore.

L'architettura basata sui file con estensione DLL, permette facilmente di aggiungere modelli personalizzati di componenti, ed inoltre può essere facilmente connesso con molte altre applicazioni (e.g. Microsoft, Excel, Matlab, Comis, etc.) Se si vuole simulare un sistema congiunto edificio più impianto, le interfacce principali di TRNSYS sono due

- SimulationStudio;
- TRNBuild.

Simulation Studio

Questa è l'interfaccia principale di TRNSYS nella quale si hanno a disposizione una serie di componenti denominati Types. Un Type può essere un componente fisico dell'impianto (una pompa, una tubazione, un radiatore, etc.), un lettore di dati meteo, un controllore e altro. È identificato da un numero e da un'immagine ed inoltre è descritto da un modello matematico visionabile nelle apposite "Mathematical Reference" del componente stesso.

Ogni Type, per essere utilizzato, deve essere configurato nel proprio proforma nel quale sono raccolte le variabili impiegate dal componente, quali:

- le unità di misura delle variabili in ingresso (input), in uscita (output) e delle costanti di calcolo (parameters);
- il valore numerico delle costanti di calcolo, che resteranno invariate per tutto il periodo di simulazione
- i valori iniziali degli input e degli output, che il simulatore applicherà in fase di avvio di ogni nuovo ciclo di simulazione per condurre correttamente il modello.

Al termine del settaggio dei dati, il type viene connesso graficamente ad altri componenti secondo la particolare logica di funzionamento che si intende riprodurre. In questa interfaccia inoltre viene scelto l'orizzonte temporale e il time-step (passo di simulazione, tipicamente 1 h)

Il componente che permette di modellare un edificio multizona è denominato "Type 56 – Multizone Building", ma data la complessità di un edificio con molte zone termiche i parametri de Type 56 devono essere raccolti nell'interfaccia TRNBuild

TRNBuild

L'ambiente TRNBuild permette di definire tutte le proprietà dell'edificio, a partire da stratigrafie dei muri, a schedulazioni delle strategie di climatizzazione, a guadagni termici, etc.

In TRNBuild vengono inoltre definite tutte le zone termiche che compongono l'edificio e successivamente vengono selezionate le variabili delle quali si desidera disporre in ingresso ed in uscita, in modo tale da stabilire le correlazioni necessarie con il modello nell'ambiente Simulation Studio.

4.2 MODELLO MATEMATICO

L'elemento fondamentale, che è oggetto di tutte le considerazioni matematiche, è la zona termica, un'entità non geometrica che descrive il comportamento termico che si vuole modellare. Il modello matematico utilizzato da TRNSYS è un modello a parametri concentrati, nel quale la singola zona termica è descritta come un nodo caratterizzato dalla capacità termica del volume d'aria della zona stessa e in cui sono applicate le diverse correlazioni di bilancio energetico.

4.2.1 Bilancio energetico

Scambio termico per convezione

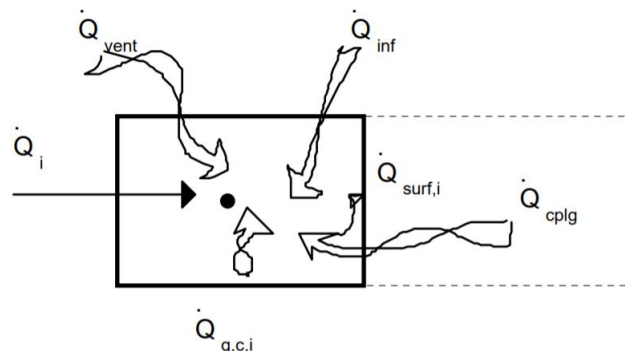


Figura 12: Schema di bilancio energetico della zona termica

Per il generico nodo d'aria i è possibile scrivere il seguente bilancio energetico (figura 12), relativo agli scambi termici per convezione, limitati al solo calore sensibile:

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{inf,i} + \dot{Q}_{vent} + \dot{Q}_{g,c,i} + \dot{Q}_{cplg,i} + \dot{Q}_{surf,i} \quad (4.1)$$

Il flusso termico \dot{Q}_i verso il nodo d'aria è espresso come somma algebrica delle seguenti quantità:

- $\dot{Q}_{inf,i}$: energia scambiata la zona e l'ambiente esterno a causa delle infiltrazioni d'aria, calcolata come:

$$\dot{Q}_{inf,i} = \dot{m}_{inf,i} c_p (T_o - T_i) \quad (4.2)$$

dove:

- T_i è la temperatura del nodo i ;
- T_o è la temperatura dell'aria esterna;
- $\dot{m}_{inf,i}$ è la portata massica d'aria esterna che si infila nell'ambiente;
- c_p è il calore specifico dell'aria;
- \dot{Q}_{vent} : apporto termico correlato alla ventilazione forzata, calcolato come:

$$\dot{Q}_{vent} = \dot{m}_{vent} c_p (T_{vent} - T_i) \quad (4.3)$$

dove:

- T_{vent} è la temperatura di immissione nell'ambiente dell'aria di rinnovo;
- \dot{m}_{vent} è la portata massica d'aria di rinnovo;
- $\dot{Q}_{g,c,i}$: apporti interni gratuiti convettivi (es. persone, illuminazione, apparecchiature, fonti di calore, etc.);
- $\dot{Q}_{cplg,i}$: energia scambiata tramite passaggio d'aria da una zona termica ad un'altra, calcolata come:

$$\dot{Q}_{cplg,i} = \dot{m}_{coupl} c_p (T_{zone,j} - T_i) \quad (4.4)$$

dove:

- $T_{zone,j}$ è la temperatura dell'aria nella zona j ;
- \dot{m}_{coupl} è la portata massica d'aria scambiata tra la zona termica i e quella j ;
- $\dot{Q}_{surf,i}$: quantità di calore scambiata, per convezione, tra l'aria all'interno della zona termica e tutte le pareti (opache e trasparenti) che la delimitano;

Scambio termico per irraggiamento

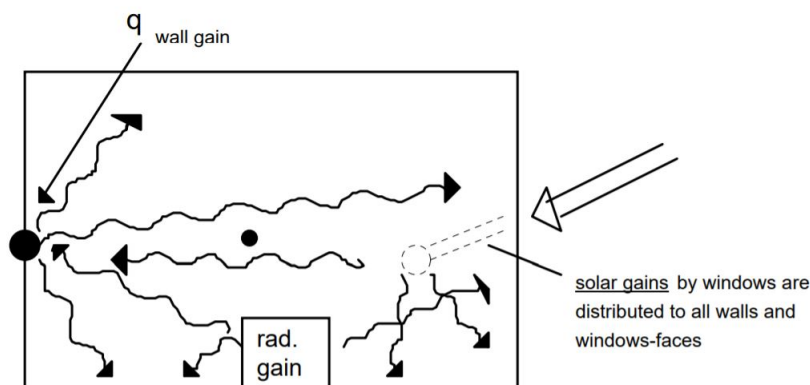


Figura 13: Schema di bilancio termico per irraggiamento

Il bilancio energetico relativo allo scambio termico per solo irraggiamento (figura 13), della generica parete i è il seguente:

$$\dot{Q}_{r,wi} = \dot{Q}_{g,r,i,wi} + \dot{Q}_{sol,wi} + \dot{Q}_{long,wi} + \dot{Q}_{wall-gain} \quad (4.5)$$

dove:

- $\dot{Q}_{r,wi}$: flusso termico radiativo verso il nodo che rappresenta la parete;
- $\dot{Q}_{g,r,i,wi}$: apporti interni gratuiti radiativi;
- $\dot{Q}_{sol,wi}$: apporto solare verso la parete causato dalla radiazione solare che attraversa le superfici trasparenti;
- $\dot{Q}_{long,wi}$: radiazione a onde lunghe (infrarosso) scambiata tra la parete i e le altre superfici della zona termica;
- $\dot{Q}_{wall-gain}$: apporto radiante, definito dall'utente sul nodo che rappresenta la superficie.

Scambio termico su una parete

Gli scambi termici in una generica superficie, sia essa opaca o trasparente, sono riportati in maniera semplificata nella figura 14. Come si può osservare si considera la parete come costituita da due strati:

- Uno strato esterno a temperatura $T_{s,o}$ che si trova a contatto con l'aria esterna alla temperatura $T_{a,o}$ e che scambia calore per convezione ($\dot{q}_{c,s,o}$) e irraggiamento ($\dot{q}_{r,s,o}$);
- Uno strato interno a temperatura $T_{s,i}$ che scambia calore per convezione ($\dot{q}_{c,s,i}$) e irraggiamento ($\dot{q}_{r,s,i}$) con la zona termica, la quale si trova a temperatura T_i .

Si considerano, inoltre, il flusso termico radiativo costituito dagli apporti solari e/o dagli apporti interni, i quali sono assorbiti dalle due pareti $S_{s,o}$ e $S_{s,i}$, dove in generale

$$S_s = \dot{Q}_{g,r,i,wi} + \dot{Q}_{sol,wi}$$

Il calore scambiato per conduzione è caratterizzato da due flussi termici:

- il flusso $\dot{q}_{s,o}$ che dalla superficie esterna procede verso l'interno della parete;
- il flusso $\dot{q}_{s,i}$ che dall'interno della parete, al contrario, va verso la superficie interna a contatto con la zona termica i .

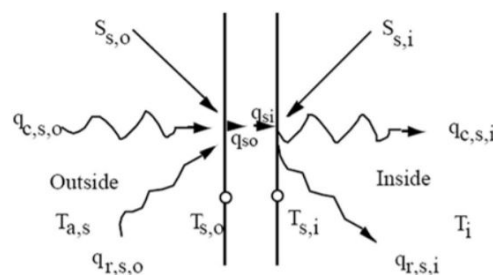


Figura 14: Schema degli scambi termici di calore attraverso una superficie

Il modello di parete appena descritto, viene risolto da TRNSYS utilizzando le funzioni di trasferimento CTF (Conduction Transfer Function), quindi utilizzando un sistema di equazioni che legano lo scambio termico conduttivo con i valori delle temperature di parete, per mezzo di serie di coefficienti numerici (a_s^k , b_s^k , c_s^k , d_s^k). In questo modo la parete viene vista come una black-box, trascurando il profilo di temperatura nel solido, fornendo una descrizione storica ("all'indietro") della situazione, in termini di temperatura di parete e flusso termico, entrante ed uscente. Tali equazioni sono delle serie numeriche, ($\dot{q}_{s,i}$) e ($\dot{q}_{s,o}$) il cui indice k indica l'istante temporale in cui è eseguita la valutazione, dove per $k = 0$ si intende l'istante attuale, per $k = 1$ l'istante immediatamente precedente, e così via.

$$\dot{q}_{s,i} = \sum_{k=0}^{n_{bs}} b_s^k T_{s,o}^k - \sum_{k=0}^{n_{cs}} c_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=0}^{n_{ds}} d_s^k \dot{q}_{s,i}^k \quad (4.6)$$

$$\dot{q}_{s,o} = \sum_{k=0}^{n_{as}} a_s^k T_{s,o}^k - \sum_{k=0}^{n_{bs}} b_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=0}^{n_{ds}} d_s^k \dot{q}_{s,i}^k \quad (4.7)$$

Questa tecnica è utilizzata sia per le pareti opache che per quelle trasparenti, le quali vengono gestite e modellate come un muro senza massa, parzialmente trasparente alla radiazione solare, ma opaco alle onde lunghe (infrarosso). Nel caso della superfici vetrate, le equazioni sono sempre valide, ma adottano i valori dei coefficienti differenti

$$\begin{cases} a_s^0 = b_s^0 = c_s^0 = d_s^0 = U_{g,s} \\ a_s^k = b_s^k = c_s^k = d_s^k = 0 \quad \forall u, k > 0 \end{cases}$$

La risoluzione del problema degli scambi termici (convettivi, radiativi e conduttivi) della zona termica, ossia del nodo i , si ottiene considerando contemporaneamente le informazioni contenute nel set di equazioni 4.1, 4.5, 4.6 e 4.7 appena illustrate. Il calcolo della quantità $\dot{Q}_{surf,i}$, che si ha nella 4.1, può essere risolto con la seguente relazione:

$$\dot{Q}_{surf,i} = \frac{1}{R_{star,i}} (T_{star,i} - T_i) \quad (4.8)$$

dove:

- $R_{star,i}$ è la resistenza termica interposta tra il nodo i , alla temperatura T_i , e il nodo fittizio star, alla temperatura $T_{star,i}$.

L'utilizzo di questo nodo virtuale serve a semplificare notevolmente il problema dello scambio termico convettivo e radiante tra pareti e area, trasformando il calcolo nella risoluzione di una rete di resistenze a stella, come quella mostrata in figura 15.

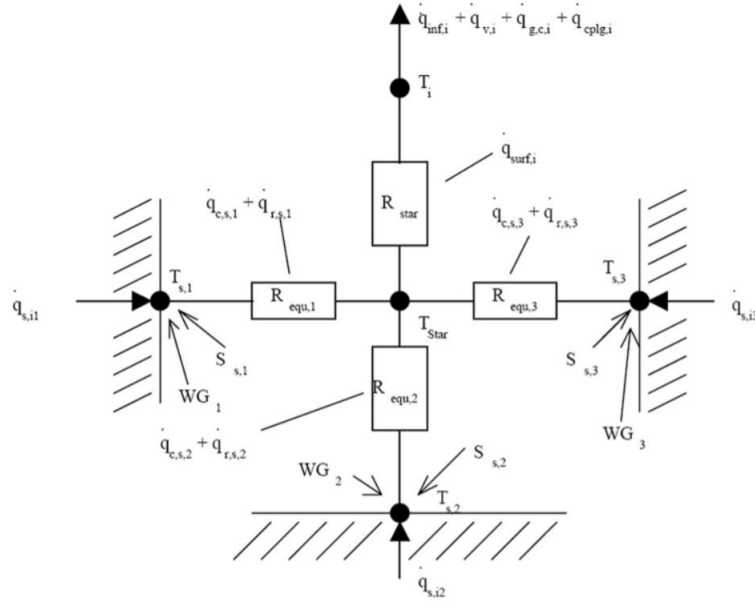


Figura 15: Schema della rete a stella per una zona termica con tre superfici

Dall'analisi dello schema in figura si evince l'eleganza di risoluzione e, quindi, di modellazione del problema fisico: il nodo i scambia energia termica per sola convezione ($\dot{Q}_{inf,i} + \dot{Q}_{vent} + \dot{Q}_{g,c,i} + \dot{Q}_{cplg,i}$) con l'ambiente esterno, con la stessa zona termica oppure con altre zone termiche. Si ha scambio termico convettivo ($\dot{Q}_{surf,i}$), quindi, tra il nodo i e il nodo virtuale alla temperatura T_{star} . A sua volta il nodo virtuale scambia calore per sola convezione e irraggiamento con i nodi di parete alla temperatura T_s , i quali sono interessati da un apporto energetico dovuto all'irraggiamento e alla conduzione di parete, risolta con il metodo delle funzioni di trasferimento. Valutati tutti i fenomeni fisici appena descritti in modo unitario, è possibile riscrivere l'equazione 4.8 in modo da considerare il legame esistente tra le temperature esterne alle pareti della zona termica, lo scambio termico convettivo ed i fenomeni di scambio termico per conduzione e irraggiamento

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{surf,i} = & \sum_{j=1}^{Adj. \text{ zones}} \sum_{i=1}^{surface \text{ i to j}} A_S B_S T_{star,j} + \sum_{surface}^{ext.} A_S B_S T_a + \sum_{walls}^{int.} A_S B_S T_{star,i} + \\ & + \sum_{know. bound} A_S B_S T_{b,s} + \sum_{surface \text{ in zone i}} A_S (C_S T_{star,i} - D_S - S_{S,i}) \end{aligned} \quad (4.9)$$

dove:

- A_S è l'area della generica superficie S ;
- $T_{star,j}$ è la temperatura del nodo virtuale interno alla zona termica j (zona adiacente alla zona termica i);
- T_a è la temperatura dell'aria esterna;
- $T_{b,s}$ è la temperatura relativa ad una parete a cui sia stata assegnata la temperatura come condizione al contorno (es. pavimento radiante).

I valori degli altri coefficienti della 4.9 si ricavano tramite le seguenti relazioni:

$$B_S = \frac{e_s h_{s,o}}{(1 - f_s)} \quad (4.10)$$

$$B_{S1} = \frac{e_{s1}}{(1 - f_s)} \left(\frac{1}{R_{equiv,i} A_{s,i}} \right) \quad (4.11)$$

$$C_S = \frac{f_s}{(f_s - 1)} \left(\frac{1}{R_{equiv,i} A_{s,i}} \right) \quad (4.12)$$

$$B_{S1} = \frac{f_s S_{s,i} + e_s (S_{s,o} - \dot{q}_{s,o}) + \dot{q}_{s,i}}{(1 - f_s)} \quad (4.13)$$

$$e_s = \frac{b_s^o}{a_s^o + h_{s,o}} \quad (4.14)$$

$$e_{s1} = \frac{b_s^o}{a_s^o + \frac{1}{R_{equiv,i} A_{s,i}}} \quad (4.15)$$

$$f_s = (b_s^o e_s - c_s^o) R_{equiv,i} A_{s,i} \quad (4.16)$$

dove:

- $h_{s,o}$ è il coefficiente di scambio termico convettivo della prete esterna;
- $R_{equiv,i}$ è la resistenza termica tra nodo virtuale star e la parete s considerata.

4.3 MODELLAZIONE

Per poter simulare il modello, devono essere messi in comunicazione i due ambienti principali di TRNSYS, Simulation Studio e TRNBuild, attraverso il Type 56 - Multi-Zone building. Il diagramma di flusso del procedimento adottato per la simulazione del modello è schematizzato in figura 16.

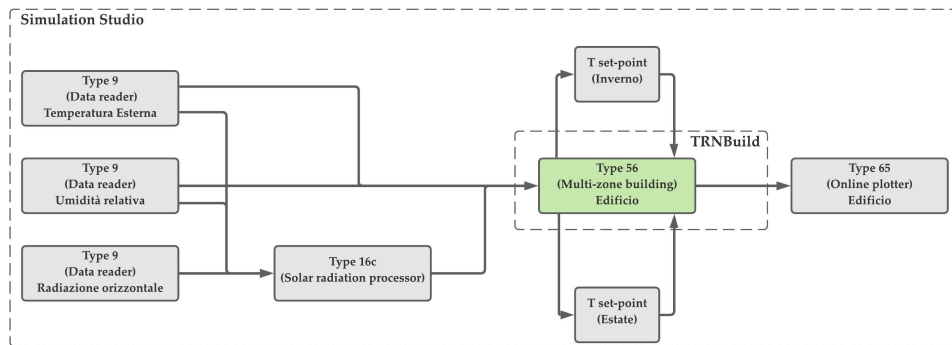


Figura 16: Diagramma di flusso del modello

4.3.1 TRNBuild

All'interno dell'ambiente TRNBuild (figura 17), come già visto, viene effettuata la modellazione dell'edificio in tutte le sua parti. Deve essere definito;

- l'orientamento;
- le costanti;

- i materiali;
- le stratigrafie;
- le finestre;
- la ventilazione;
- la pianificazione degli impianti;
- il riscaldamento;
- il raffrescamento;
- gli apporti interni;
- le zone termiche;
- gli output;

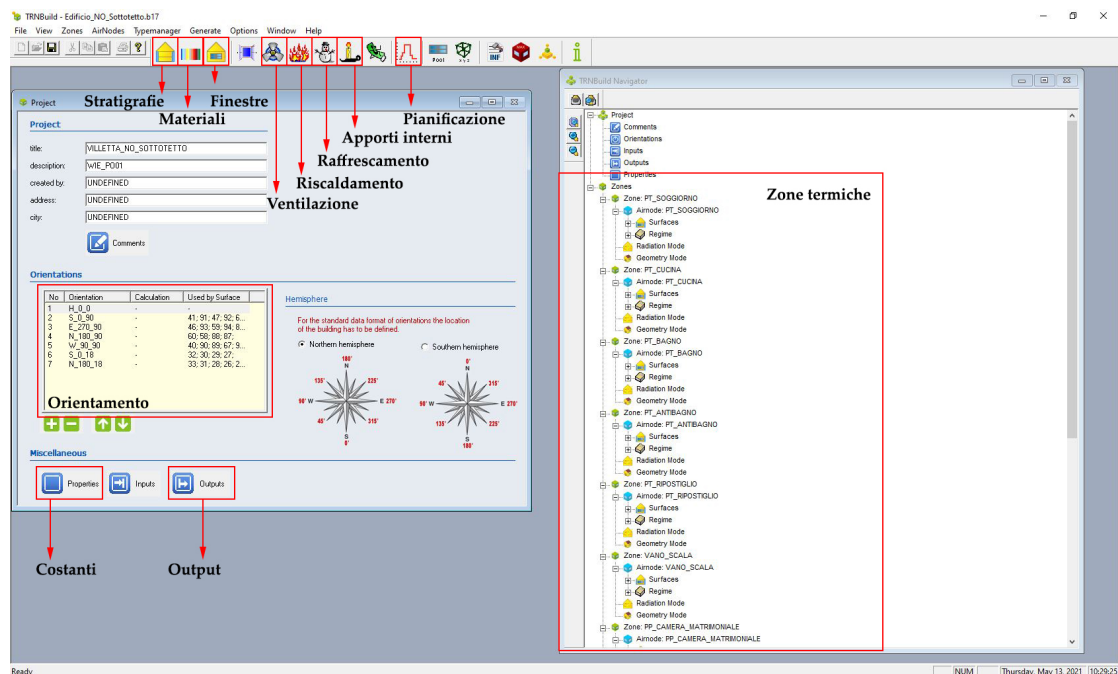


Figura 17: Finestra principale TRNBuild

ORIENTAMENTO L'orientamento viene impostato definendo l'azimuth e l'inclinazione sull'orizzontale delle superfici dell'edificio, che nel caso in esame sono:


Direzione	Sigla	Azimuth	Inclinazione
-	-	°C	°C
Orizzontale	H	0	0
Sud	S	0	90
Est	E	270	90
Nord	N	180	90
Ovest	W	90	90
Falda a sud	S	0	18
Falda a nord	N	180	18

Orientation: S_0_90

Standard format **Orientation is in used!**

Definition of Orientation

azimuth: deg slope: deg



Note:
For rotating the building it is recommended to use the variable
TURN in the TRNSYS Input file.
Thereby the azimuth angles and the building Input 6AAZM are adjusted.

Calculation of radiation data

Internal
 External by another component

Free format

Definition of Orientation

orientation name:

Calculation of radiation data

Internal
 External by another component

Figura 18: Scheda orientamento

COSTANTI Le costanti, necessarie ai fini del calcolo, sono state definite nella seguente finestra

Properties

General

density of air: kg / m³

specific heat of air: kJ / kg K

pressure of air: Pa

heat of vaporization of water: kJ / kg

Stefan Boltzmann Constant: kJ / h m² K⁴

approx. average surface temp.: K

Parameters for internal calculation of heat transfer coef

constant heated floor, if (T_{surf}floor-T_{air}floor) > 0 kJ / m² K

exponent heated floor, if (T_{surf}floor-T_{air}floor) > 0 -

constant chilled floor, if (T_{surf}floor-T_{air}floor) < 0 kJ / m² K

exponent chilled floor, if (T_{surf}floor-T_{air}floor) < 0 -

constant heated ceiling, if (T_{surf}ceiling-T_{air}ceiling) > 0 kJ / m² K

exponent heated ceiling, if (T_{surf}ceiling-T_{air}ceiling) > 0 -

constant chilled ceiling, if (T_{surf}ceiling-T_{air}ceiling) < 0 kJ / m² K

exponent chilled ceiling, if (T_{surf}ceiling-T_{air}ceiling) < 0 -

constant vertical surface: kJ / m² K

exponent vertical surface -

Figura 19: Scheda costanti

MATERIALI In base al tipo di materiale, è possibile definire uno:

- Strato con massa;
- Strato senza massa.

del primo deve essere definita la conduttività (kJ/(h m K)), la capacità (kJ/(kg K)) e la densità (kg/m³), mentre del secondo deve essere definita la resistenza dello strato (h m² K/kJ). I materiali che sono stati inseriti sono elencati in tabella 10

n.	Nome	ρ	λ	c_p
-	-	kg/m ³	kJ/(h m K)	kJ/(kg K)
1	Assito in Legno	753	0.580	1.00
2	Blocco termico da tamponamento 20x25x25	987	0.414	0.84
3	Blocco in laterizio 50x24.5x19	987	0.576	0.84
4	Blocco in laterizio Inc. h24.5	550	0.504	1.60
5	Blocco in laterizio 30x24.5x25	820	0.966	1.00
6	Blocco in laterizio 40x25x19	627	0.361	1.00
7	Blocco in Laterizio	820	0.365	1.00
8	Blocco in Laterizio 1	830	0.365	1.00
9	Blocco in Laterizio 2	760	0.475	1.00
10	Blocco in Laterizio 3	883	0.572	1.00
11	Blocco in laterizio 4	536	0.349	1.00
12	Blocco in Laterizio ad Incastro 30	864	0.434	1.00
13	Blocco in Laterizio ad Incastro 45	697.6	0.256	1.00
14	Blocco in Laterizio Muratura Armata 30	538	0.901	1.00
15	Calcestruzzo Armato (Armatura 1%)	697.6	0.341	1.00
16	Cappotto in Laterizio 12	840	0.783	1.00
17	Cappotto in Laterizio 18	2300	8.280	1.00
18	Cartongesso	350	0.325	1.00
19	Blocco da tamponamento 45x25x25	350	0.304	1.00
20	Blocco da tamponamento por. 45x19x31.5	700	0.756	1.00
21	Fibrocemento - Lastre	685	0.406	1.00
22	Fibrogesso	898	0.536	1.00
23	Blocco termico por. 38x25x18	1000	1.584	0.93
24	Blocco termico por. 42x30x18 inc	1150	1.152	1.10
25	Igloo	1.23	5.868	1.01
26	Intercapedine Aria Debolmente Ventilata	1	0.896	1.00
27	Intonaco Esterno Calce e Cemento	1800	3.240	1.00
28	Intonaco Interno Calce e Gesso	1400	2.520	1.00
29	Guaina UV	1300	0.576	1.00
30	Guaina freno al vapore	1000	0.576	1.00
31	Lamiera Grecata	7800	187.20	0.45
32	Listello Impasto Molle	1560	5.614	1.00
33	Massetto	2000	7.272	1.00
34	Mattone a Pasta Molle	1540	1.396	1.00
35	Mattone Pieno Comune Perugia	1300	1.664	1.00
36	Membrana Freno Vap.	1000	0.576	1.00
37	Muratura armata S35 inc.35	820	0.284	1.00
38	Muratura armata S40 inc.40	820	0.288	1.00
39	Muratura armata S40 MA	900	0.369	1.00
40	Muratura armata S45 inc.45	820	0.284	1.00
41	Pannelli per Pavimento Radiante	30	0.122	1.45
42	Pannelli Rigidi in Fibre Minerali	125	0.133	1.03
43	Pannello in EPS 120 – EPS 150	30	0.122	1.45
44	Pannello OBS	545	0.360	1.70
45	Pannello Sandwich con Poliuretano Espanso	25	0.122	1.30
46	Pavimentazione Interna	1700	5.292	1.00

n.	Nome	ρ	λ	c_p
-	-	kg/m ³	kJ/(h m K)	kJ/(kg K)
47	Intonaco Interno Calce e Gesso	1400	2.520	1.00
48	Solaio in Laterocemento	950	2.160	0.84
49	Solaio Tipo Predalles - sp. 20cm	1325	1.847	1.00
50	Sottofondo Alleggerito e Isolante	100	0.166	1.00
51	Tavella in Cotto	1750	2.029	1.00
52	Tegola in Cotto	2050	2.598	1.00
53	Tegole in Terracotta	2000	4.059	1.00
54	Termointonaco	536	0.349	1.00

Tabella 10: Materiali utilizzati

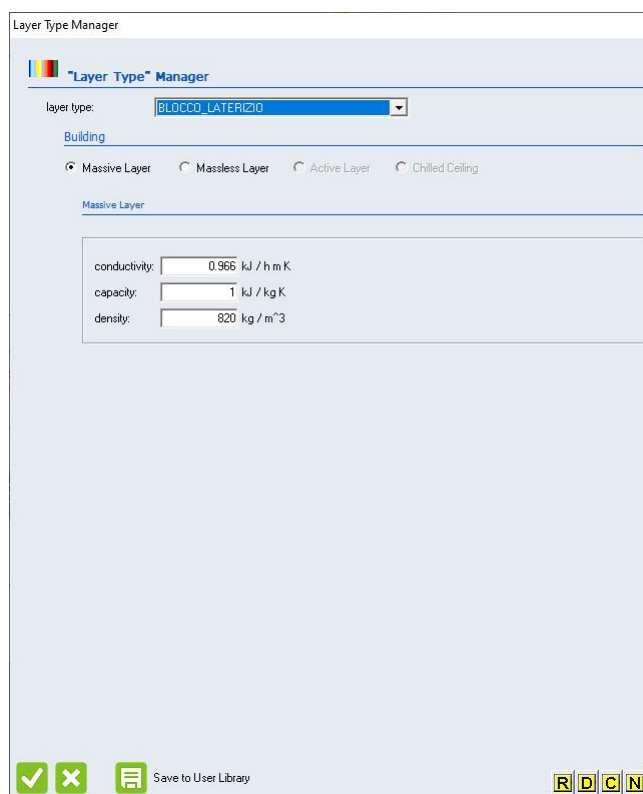


Figura 20: Scheda materiali

STRATIGRAFIE Le Stratigrafie delle delle strutture fisse e variabili (paragrafo 3.3.1 e 3.3.2) sono state definite della finestra dedicata, nella quale oltre a definire i vari layer, sono stati definiti anche i valori dei coefficienti di scambio termico convettivo h_c che per le superfici interne h_{ci} valgono

- se flusso ascendente $h_{ci} = 5.00 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) = 18.00 \text{ kJ}/(\text{h m}^2 \text{ K})$;
- se flusso orizzontale $h_{ci} = 2.50 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) = 9.00 \text{ kJ}/(\text{h m}^2 \text{ K})$;
- se flusso discendente $h_{ci} = 0.70 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) = 2.52 \text{ kJ}/(\text{h m}^2 \text{ K})$.

mentre per le superfici esterne valgono $h_{ce} = 4 + 4v$. Considerando una velocità del vento di 4 m/s si ha $h_{ce} = 20.00 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) = 72.00 \text{ kJ}/(\text{h m}^2 \text{ K})$

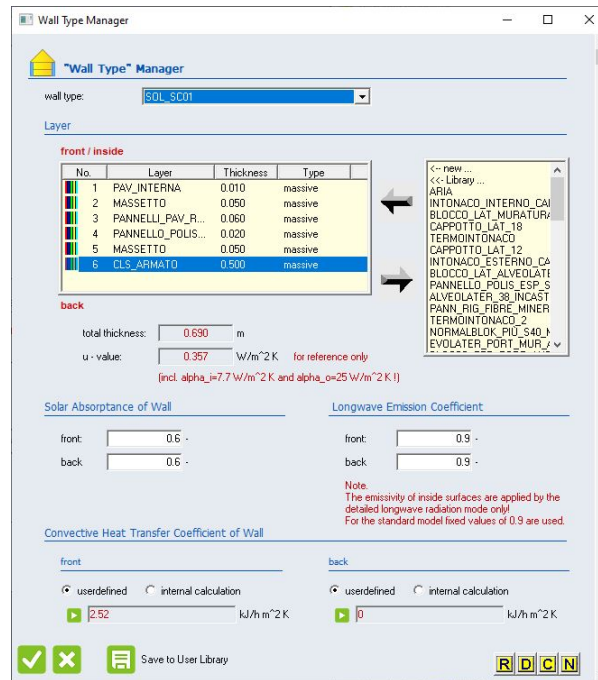
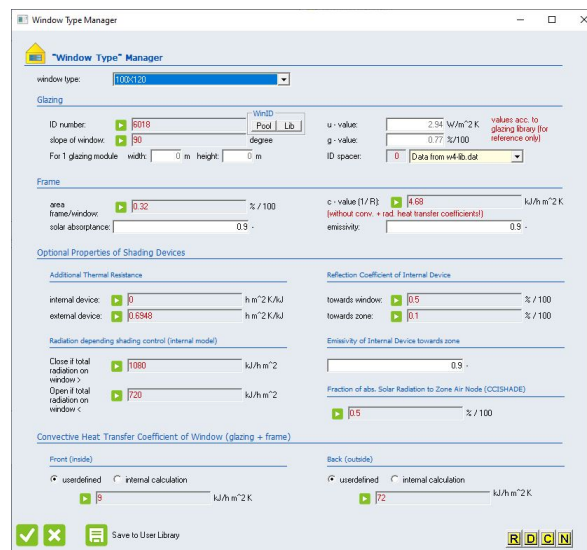


Figura 21: Scheda stratigrafie

FINESTRE Le due finestre tipo (caso di studio 1 e 2) sono state scelte utilizzando il vasto archivio di TRNBuild. In questo archivio è stata scelta la finestra numero 6018 per il caso di studio 1 e la finestra numero 6019 per il caso di studio 2. Queste finestre hanno le stesse caratteristiche delle finestre definite nel paragrafo 3.3.1. In questa sezione va inoltre definito il rapporto telaio finestra che varia in base alla dimensione della stessa

Finestra	telaio/finestra
-	%
100 × 120	0.32
120 × 220	0.23
140 × 120	0.27
60 × 120	0.43



The figure shows two screenshots of the WinID-Lib software interface. Both screenshots display a table of window properties and a 'WinID-Type' section below it.

Left Screenshot Table:

No.	Used	WinID	Description	Design	U-Value	g-Value	T-sol	Rf-sol	T-vis
132	n	15004	Loguard Neutral 52, Argon...	6/16/6	1.26	0.389	0.323	0.151	0.491
133	n	15005	Loguard Silver 43, Argon...	6/16/6	1.01	0.281	0.238	0.416	0.419
134	n	15006	Loguard Silver 59, Argon...	6/16/6	1.09	0.315	0.273	0.467	0.5
135	n	15007	Loguard Blue 59, Argon...	6/16/6	1.26	0.413	0.353	0.253	0.566
136	n	15008	Loguard SUNGUARD CL...	6/16/4	2.54	0.44	0.357	0.124	0.472
137	n	15009	Loguard SUNGUARD CL...	6/16/4	2.3	0.295	0.214	0.155	0.292
138	n	15010	Loguard SUNGUARD CL...	6/16/4	1.05	0.331	0.259	0.185	0.455
139	n	15011	Loguard SUNGUARD CL...	6/16/4	1.05	0.22	0.159	0.21	0.281
140	n	15012	Loguard LOW-E 1.1 N #...	4/16/4	1.06	0.626	0.538	0.223	0.397
141	y	1001	Single 5.8	4	5.89	0.895	0.883	0.075	0.901
142	y	6018	Window_Tipo	4/15/4	2.94	0.77	0.698	0.725	0.81

Right Screenshot Table:

No.	Used	WinID	Description	Design	U-Value	g-Value	T-sol	Rf-sol	T-vis
64	n	6011	Window_omsa2	4/15/3/9	1.83	0.712	0.603	0.156	0.754
65	n	6012	Window_omsa3	4/15/3/9	1.83	0.712	0.603	0.156	0.754
66	n	6013	Window_omsa4	4/15/3/9	1.83	0.712	0.603	0.156	0.754
67	n	6014	Window_palemo1	3/12/7/3	3.03	0.773	0.703	0.128	0.814
68	n	6015	Window_palemo2	3/12/7/3	3.03	0.773	0.703	0.128	0.814
69	n	6016	Window_palemo3	3/12/7/3	3.03	0.773	0.703	0.128	0.814
70	n	6017	Window_palemo4	3/12/7/3	3.03	0.773	0.703	0.128	0.814
71	n	6019	Window_Tipo_0.341	3/11/4	2.62	0.341	0.263	0.473	0.395
72	n	10001	No glazing - open		0.001	5.68	1	1	0
73	n	11001	FLOAT_4	4	5.82	0.845	0.82	0.07	0.3
74	n	11002	FLOAT_5	5	5.64	0.842	0.81	0.07	0.89

Figura 22: Scheda finestre

VENTILAZIONE La ventilazione è stata definita impostando il tasso di ricambi d'aria corretto attraverso il fattore di correzione (vedi paragrafo 3.5.3). Essendo sia n (0.5 vol/h) che $f_{ve,t}$ (0.6) gli stessi per tutti gli ambienti è stata creata una voce "VENT", uguale per tutte le zone termiche, con un tasso di ricambio d'aria pari a 0.3 vol/h

The figure shows the 'Ventilation Type Manager' interface. The 'ventilation type' is set to 'VENT'. Under 'AirFlow', 'air change rate' is selected with a value of 0.3 1/h. Under 'Temperature of Air Flow', 'outside' is selected. Under 'Humidity of Air Flow', 'relative humidity' is selected. There are also 'RDCN' buttons at the bottom right.

Figura 23: Scheda ventilazione

PIANIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI I profili di intermittenza degli impianti di riscaldamento e di raffrescamento vengono realizzati creando un range di ore per le quali l'impianto è acceso (valore 1) ed un range di ore per le quali l'impianto è spento (valore 0). Questi profili devono poi essere richiamati nelle schede "Riscaldamento" e "Raffrescamento"

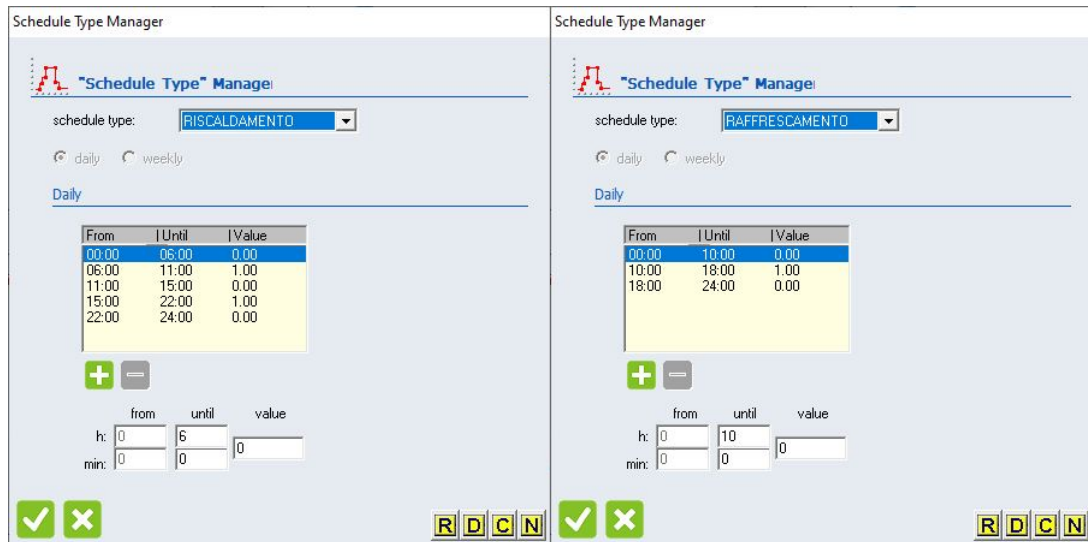
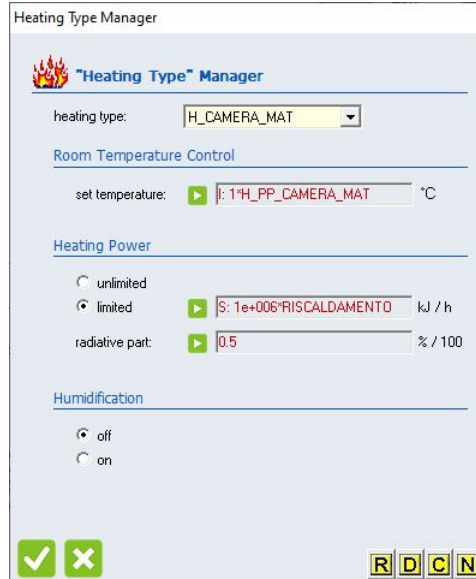


Figura 24: Scheda pianificazione degli impianti

RISCALDAMENTO Il riscaldamento è stato definito per ogni zona climatica in quanto si è impostato come set-point un valore di temperatura dell'aria derivante dalla temperatura operativa invernale della zona termica considerata (vedi paragrafo 4.3.2). Va inoltre definita la potenza dell'impianto che, ai fini della valutazione energetica, deve essere impostata su illimitata. Nel caso in esame però, la potenza è stata impostata su limitata per permettere l'intermittenza dell'impianto e per garantire comunque una potenza illimitata si è impostato un valore elevatissimo



The image shows two side-by-side configuration panels for heating. The left panel is titled "Heating - room temperature control [°C]" and has radio buttons for "Constant Value", "Input" (selected), and "Schedule". Under "Input", there is a formula: $i \times H_PP_CAMERA_MAT + 0$. Below this is an "Information" box with red text: "For night set back, use on/off schedule addition factor: nighttime temperature multiplication factor: daytime temperature increase". The right panel is titled "Heating - Heating Power - limited [kJ / h]" and has radio buttons for "Constant Value", "Input", and "Schedule" (selected). Under "Schedule", there is a formula: $1000000 \times RISCALDAMENTO + 0$. Below this is an "Information" box with red text: "Please, enter the maximum heating power." Both panels have green checkmark and red X icons at the bottom.

Figura 25: Scheda riscaldamento

RAFFRESCAMENTO Il raffrescamento è stato modellato utilizzando la stessa logica del riscaldamento, un profilo per ogni zona termica, set-point della temperatura dell'aria ricavato dalla temperatura operativa estiva (vedi paragrafo 4.3.2) e potenza illimitata nel periodo di attivazione dell'impianto.

The image shows three configuration panels for cooling. The top panel is the "Cooling Type Manager" with a snowman icon. It has a "cooling type" dropdown set to "C_PP_BAGNO". Under "Room Temperature Control", the "set temperature" is "I: 1°C_PP_BAGNO °C". Under "Cooling Power", the "limited" radio button is selected with a value of "S: 1e+006*RAFFRESCAMENTO kJ / h". Under "Dehumidification", the "off" radio button is selected. The bottom-left panel is titled "Cooling - room temperature control [°C]" and has radio buttons for "Constant Value", "Input" (selected), and "Schedule". Under "Input", there is a formula: $i \times C_PP_BAGNO + 0$. Below this is an "Information" box with red text: "Please, enter the temperature above which there is cooling active." The bottom-right panel is titled "Cooling Power - limited [kJ / h]" and has radio buttons for "Constant Value", "Input", and "Schedule" (selected). Under "Schedule", there is a formula: $1000000 \times RAFFRESCAMENTO + 0$. Below this is an "Information" box with red text: "Please, enter the maximum cooling power." All three panels have green checkmark and red X icons at the bottom.

Figura 26: Scheda raffrescamento

APPORTI INTERNI Gli apporti termici interni sono stati definiti in accordo ai valori riportati nel paragrafo 3.4, con l'accortezza di suddividerli nella parte radiativa (60%) e convettiva (40%)

Locale	Apporti interni	Apporti interni	Radiativa	Convettiva
-	W	kJ/h	kJ/h	kJ/h
Soggiorno	112.57	405.23	243.14	162,09
Cucina	56.76	204.32	122.59	81.73
Bagno PT	17.33	62.37	37.42	24.95
Antibagno	8.71	31.35	18.81	12.54
Ripostiglio	9.03	32.49	19.49	13.00
Camera matrimoniale	63.38	228.16	136.89	91.26
Camera singola 1	41.55	149.58	89.75	59.83
Camera singola 2	43.51	156.65	93.99	62.66
Bagno PP	37.46	134.84	80.90	53.94
Disimpegno	16.40	59.05	35.43	23.62
Vano scale	43.32	155.96	93.57	62.38

Tabella 11: Apporti termici interni



Figura 27: Scheda apporti interni

ZONE TERMICHE Le zone termiche sono state definite per mezzo dell'apposita finestra. Per ogni zona termica si è inserito il volume e le strutture che la compongono (muri, solai, finestre) inserendo:

- la superficie della struttura considerata;
- la categoria (boundary, adjacent, external);
- l'orientamento;
- le finestre.

Inoltre sono stati assegnate le voci precedentemente create alle le categorie di ventilazione, riscaldamento, raffrescamento e apporti interni.

Al termine delle modifiche viene creato il Type 56 - Multi-Zone Building che permette l'interazione con Simulation Studio.

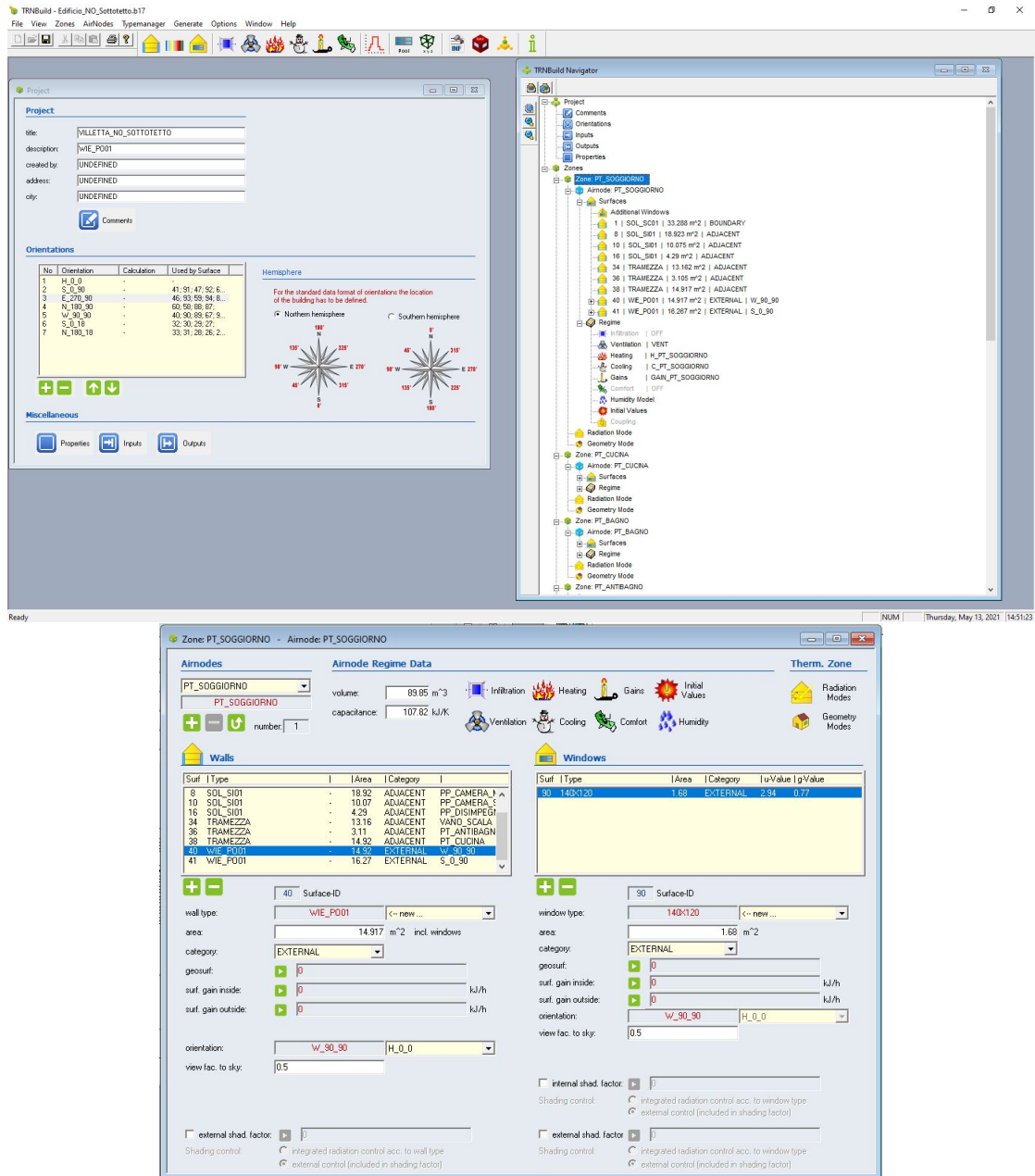


Figura 28: Scheda zone termiche

OUTPUT In questa sezione è possibile scegliere, attraverso una vasta lista, tutte le variabili necessarie al calcolo.

Ai fini dello scopo della presente tesi e degli sviluppi futuri, si è scelto di scegliere i seguenti output, suddivisi in due categorie

- Output della zona termica;
 - TAIR - Temperatura dell'aria della zona termica [°C];

- QSENS - Energia sensibile richiesta dalla zona termica [kJ/h]
 - TMSURF - Temperatura media radiante della zona termica [°C];
 - QVENT - Guadagno di energia sensibile per ventilazione della zona [kJ/h];
 - QGCONV - Guadagno convettivo interno della zona [kJ/h];
 - TOP - Temperatura operativa [°C];
 - QTSABS - Radiazione solare totale assorbita da tutte le superfici interne alla zona termica [kJ/h];
 - QTSOUT - Radiazione solare totale trasmessa verso l'esterno attraverso le finestre della zona termica [kJ/h];
 - QTSGL - radiazione solare totale assorbita su tutti i pannelli di tutte le finestre di una zona [kJ/h].
- Output delle superfici
 - TSI - Temperatura superficiale interna [°C];
 - QCOMI - Energia dalla superficie interna verso le altre superfici [kJ/h].

4.3.2 Simulation Studio

Nell'ambiente Simulation Studio sono stati definiti

- i dati climatici;
- i set-point per riscaldamento e raffreddamento;
- gli export che vogliono essere visualizzati.

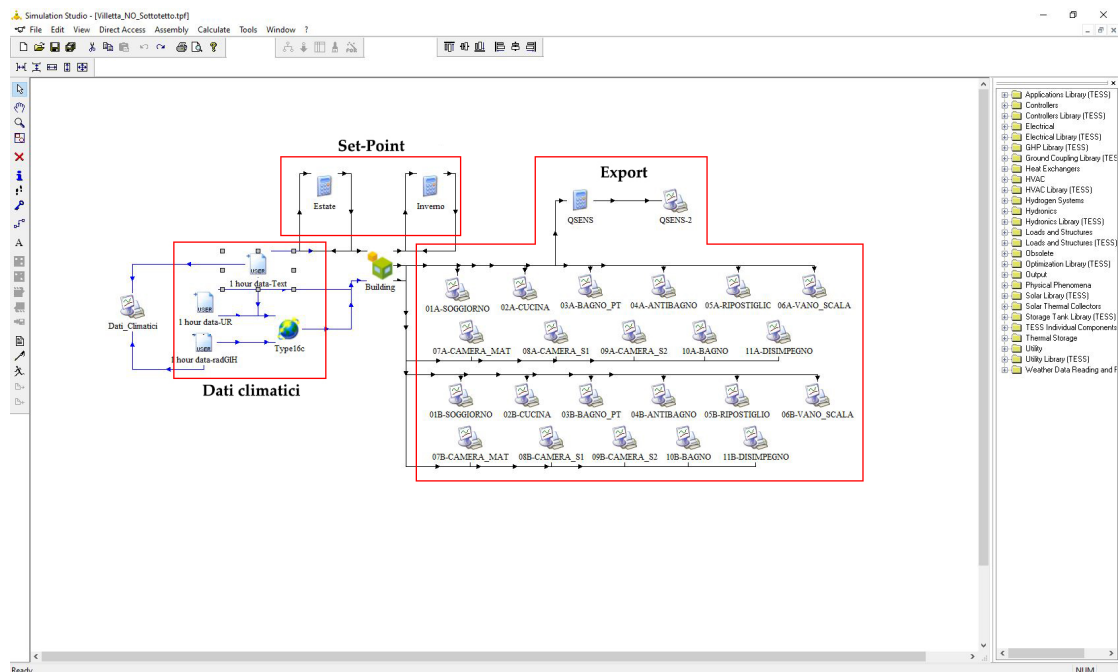


Figura 29: Finestra principale Simulation Studio

DATI CLIMATICI I dati climatici utilizzati sono di 3 tipi

- Temperatura esterna;
- Umidità relativa;
- Radiazione globale sull'orizzontale.

Questi sono organizzati in un file di testo compilato in un modo specifico e fatti leggere in Simulation Studio attraverso il Type 9 - Data reader for generic data file (figura 30). È stato inoltre compilato il Type 16 - Solar radiation processor, per scomporre la radiazione solare sull'orizzontale nelle varie direzioni e nelle inclinazioni della struttura, inserendo la latitudine, l'azimut e l'inclinazione delle superfici (figura 31).

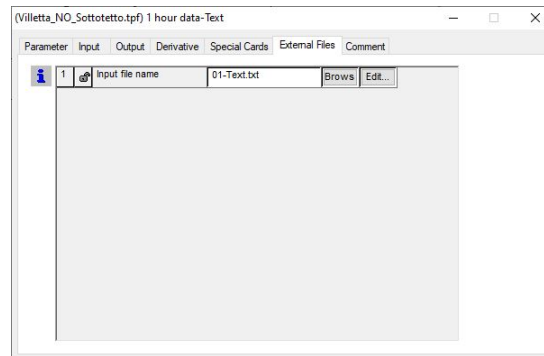


Figura 30: Scheda settaggio Type 9

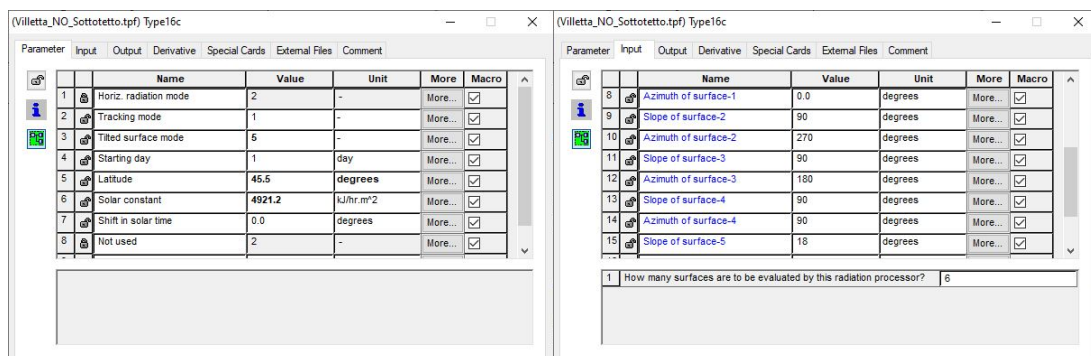


Figura 31: Scheda settaggio Type 16c

SET-POINT I set-point per riscaldamento e per raffrescamento sono ricavati dalle temperature operative dei locali che variano di step in step. Per risolvere questo problema si deve considerare la definizione di temperatura operativa

$$T_{op} = \frac{T_{mr} + T_{air}}{2}$$

considerando

$$T_{op, invernale} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_{op, estiva} = 26^{\circ}\text{C}$$

$$T_{air} = T_{set-point}$$

si ottiene

$$T_{set-point} = 2 \times T_{op} - T_{mr}$$

si è creato per cui un ciclo nel quale vengono lette le temperature medie radianti in output dal Type 56 e inserite nello stesso il valore di set point che si deve avere nello step successivo.

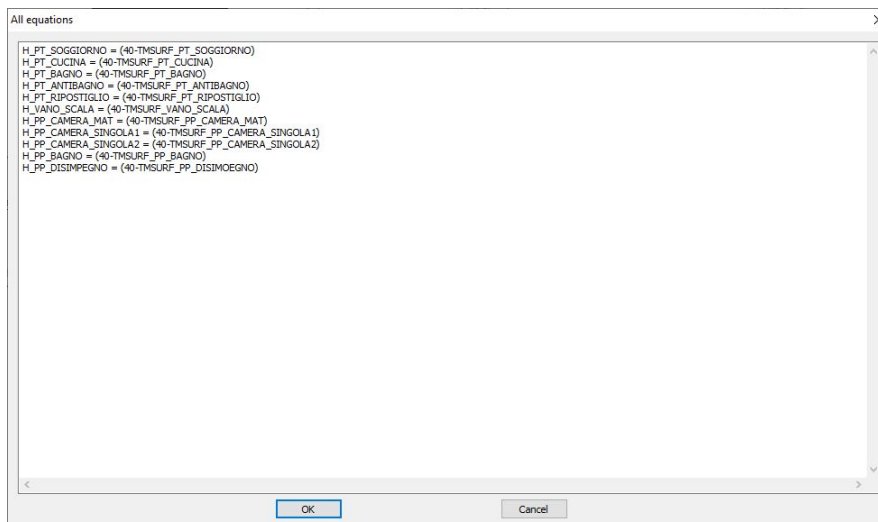
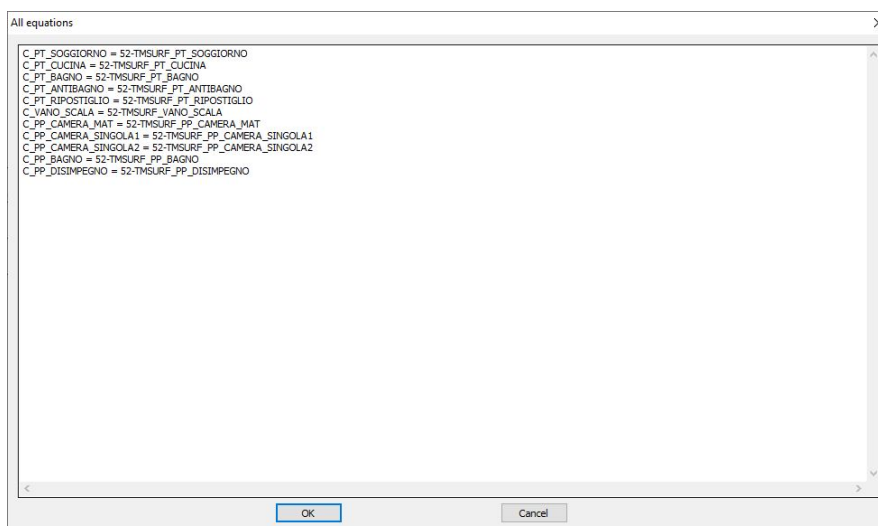
(a) *Inverno*(b) *Estate*

Figura 32: Schede settaggio Set-Point

EXPORT Per ottenere una simulazione oraria della durata di un anno, devono essere impostati i parametri della simulazione. Inserendo come tempo di inizio l'ora 0, come fine l'ora 8760 (1 anno) e come time step 1 ora si può lanciare la simulazione ed analizzare i risultati (figura 33).

Per ottenere dei file Excel che collezionano i risultati, si sono collegati agli output del Type 56 dei Type 65 - Online graphical plotter with output file. Questo particolare Type permette creare un file excel, (utile per elaborare i dati) contenente tante colonne quanti gli input al Type (figura 34).

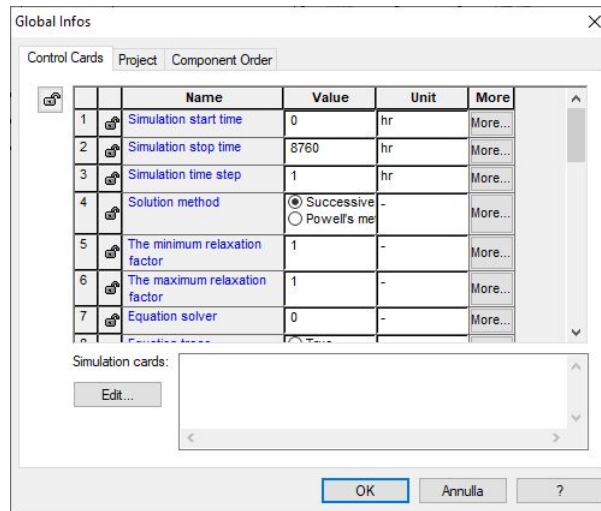


Figura 33: Scheda settaggio simulazione

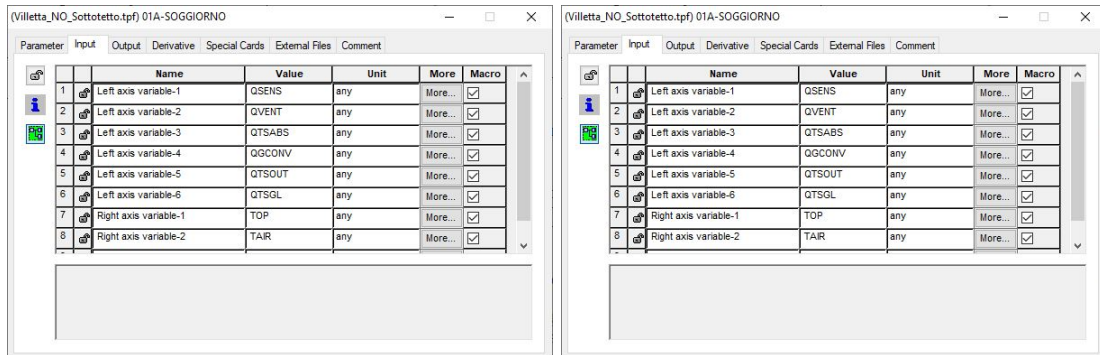


Figura 34: Scheda settaggio Type 65

5

ANALISI DEI RISULTATI

Con l'obiettivo di convalidare i risultati ottenuti in precedenza utilizzando l'appendice A e B della norma UNI EN ISO 52016-1, si è proceduto a confrontare tali dati con i risultati ottenuti dalle simulazioni svolte su TRNSYS.

Per i due casi studio sono state effettuate delle valutazioni su:

- fabbisogni di energia utile;
- peso dei parametri termo-fisici degli elementi dell'involucro edilizio sul fabbisogno di energia utile.

5.1 CASO STUDIO 1

5.1.1 Valutazione dei fabbisogni di energia utile

Il dato di output principale delle simulazioni è il fabbisogno di energia utile, articolato in:

- Fabbisogno di energia utile per riscaldamento $Q_{H,nd}$;
- Fabbisogno di energia utile per raffrescamento $Q_{C,nd}$;
- Fabbisogno di energia utile totale $Q_{nd} = Q_{H,nd} + Q_{C,nd}$.

Questi risultati sono suddivisi per le 3 zone climatiche e per le 111 chiusure verticali utilizzate per le analisi per un totale di 333 simulazioni (tabella 12).

n	ZC	$Q_{H,nd}$	$Q_{C,nd}$	Q_{nd}	$Q_{H,nd}$	$Q_{C,nd}$	Q_{nd}	$Q_{H,nd}$	$Q_{C,nd}$	Q_{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale			TRNSYS			
1	E	3257.25	-3193.09	6450.34	3357.34	-3101.24	6458.58	3471.68	-2931.38	6403.05
2	E	3148.63	-3203.48	6352.12	3256.03	-3128.92	6384.96	3361.72	-2957.22	6318.94
3	E	3894.71	-3095.91	6990.62	4083.02	-3013.59	7096.61	4223.00	-2801.98	7024.98
4	E	4090.72	-3061.80	7152.51	4294.59	-2969.31	7263.90	4411.17	-2747.01	7158.18
5	E	3259.04	-3176.63	6435.67	3376.34	-3102.29	6478.62	3457.73	-2925.46	6383.18
6	E	4187.38	-3056.99	7244.37	4409.60	-2967.33	7376.93	4533.27	-2739.93	7273.20
7	E	4263.87	-3032.64	7296.51	4498.87	-2947.32	7446.19	4587.33	-2707.27	7294.60
8	E	4188.10	-3052.17	7240.27	4408.48	-2962.71	7371.19	4527.48	-2733.69	7261.17
9	E	3335.16	-3190.99	6526.15	3456.88	-3109.06	6565.94	3586.46	-2930.60	6517.06
10	E	3192.19	-3214.03	6406.22	3305.83	-3137.11	6442.94	3440.21	-2968.43	6408.64
11	E	2781.28	-3284.64	6065.91	2859.39	-3211.45	6070.83	2981.64	-3068.10	6049.74
12	E	3333.11	-3184.49	6517.60	3459.19	-3106.82	6566.01	3580.69	-2929.03	6509.72
13	E	3356.85	-3167.14	6523.99	3483.87	-3090.66	6574.53	3594.11	-2909.28	6503.39
14	E	3103.24	-3213.36	6316.60	3197.30	-3133.20	6330.50	3291.51	-2967.04	6258.56
15	E	4090.82	-3061.65	7152.47	4296.86	-2973.34	7270.20	4391.62	-2744.67	7136.29
16	E	3111.23	-3212.68	6323.91	3207.45	-3131.41	6338.86	3296.56	-2966.62	6263.18
17	E	3161.74	-3210.04	6371.77	3273.94	-3133.70	6407.64	3398.54	-2967.28	6365.83

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
18	E	2811.47	-3265.95	6077.42	2893.23	-3193.99	6087.22	2998.82	-3049.58	6048.40
19	E	2983.22	-3237.85	6221.06	3079.15	-3163.57	6242.73	3188.92	-3006.03	6194.95
20	E	3335.31	-3178.83	6514.14	3460.96	-3101.54	6562.50	3577.80	-2922.83	6500.63
21	E	3842.54	-3086.07	6928.61	4022.90	-3005.82	7028.72	4115.81	-2791.35	6907.15
22	E	3259.04	-3176.63	6435.67	3376.44	-3102.22	6478.66	3457.73	-2925.46	6383.18
23	E	3195.41	-3233.76	6429.17	3313.95	-3157.37	6471.32	3488.46	-2997.77	6486.23
24	E	3403.53	-3195.94	6599.46	3542.00	-3120.83	6662.83	3711.43	-2946.70	6658.13
25	E	4262.21	-3062.33	7324.54	4502.74	-2999.83	7502.57	4651.68	-2766.40	7418.08
26	E	3672.71	-3150.25	6822.96	3839.75	-3079.00	6918.75	4002.20	-2885.80	6888.00
27	E	4393.43	-3044.97	7438.40	4652.54	-2985.14	7637.68	4798.36	-2742.33	7540.68
28	E	3752.67	-3137.40	6890.07	3928.81	-3067.35	6996.16	4089.23	-2868.41	6957.64
29	E	3598.32	-3162.51	6760.83	3757.17	-3090.06	6847.23	3921.50	-2902.15	6823.65
30	E	4301.92	-3043.27	7345.19	4537.78	-2942.17	7479.95	4656.04	-2711.91	7367.94
31	E	3759.83	-3114.39	6874.23	3931.65	-3033.32	6964.97	4055.32	-2824.66	6879.98
32	E	3666.89	-3119.63	6786.52	3826.99	-3040.16	6867.15	3925.67	-2839.69	6765.35
33	E	3520.46	-3161.96	6682.42	3667.16	-3082.05	6749.21	3814.18	-2897.61	6711.79
34	E	3816.12	-3117.70	6933.83	3997.33	-3033.49	7030.82	4146.77	-2830.35	6977.11
35	E	4366.50	-3034.19	7400.69	4615.43	-2942.81	7558.24	4738.52	-2705.42	7443.93
36	E	3606.25	-3139.33	6745.58	3754.73	-3053.26	6807.99	3860.71	-2858.53	6719.24
37	E	4166.54	-3063.05	7229.59	4388.02	-2970.03	7358.05	4517.04	-2745.42	7262.46
38	E	4246.83	-3051.21	7298.04	4487.88	-2962.52	7450.39	4617.49	-2734.33	7351.82
39	E	3437.67	-3167.03	6604.70	3577.17	-3088.05	6665.22	3703.41	-2902.67	6606.08
40	E	3981.79	-3070.19	7051.99	3902.72	-3033.16	6935.87	4049.94	-2969.85	7019.79
41	E	3114.86	-3207.05	6321.91	3109.69	-3164.50	6274.19	3233.51	-3112.68	6346.19
42	E	3313.66	-3169.31	6482.98	3301.59	-3133.32	6434.91	3398.05	-3072.52	6470.57
43	E	4308.19	-3024.11	7332.30	4217.39	-2992.63	7210.02	4353.20	-2909.91	7263.10
44	E	3225.62	-3264.54	6490.16	3330.53	-3170.73	6501.26	3505.22	-3009.07	6514.29
45	E	3458.21	-3229.64	6687.85	3584.85	-3134.27	6719.12	3753.19	-2954.90	6708.09
46	E	4194.85	-3133.75	7328.60	4405.51	-3031.69	7437.20	4554.08	-2799.95	7354.02
47	E	4095.86	-3051.96	7147.81	4024.72	-3019.16	7043.88	4123.07	-2944.59	7067.66
48	E	3561.35	-3129.44	6690.79	3532.93	-3094.61	6627.54	3626.73	-3028.67	6655.39
49	E	4359.82	-3020.04	7379.86	4247.42	-2984.06	7231.48	4421.14	-2916.58	7337.72
50	E	3772.43	-3100.32	6872.74	3717.95	-3061.26	6779.21	3855.30	-3000.45	6855.75
51	E	3549.80	-3211.22	6761.02	3684.49	-3111.51	6796.00	3850.39	-2928.45	6778.84
52	E	3866.45	-3172.99	7039.44	4030.32	-3076.69	7107.00	4187.30	-2867.26	7054.56
53	E	3996.83	-3151.54	7148.37	4181.30	-3047.55	7228.85	4334.89	-2832.33	7167.22
54	E	4328.75	-3118.46	7447.21	4557.41	-3015.62	7573.03	4702.35	-2774.34	7476.69
55	E	3476.93	-3114.10	6591.04	3632.10	-3075.86	6707.96	3758.64	-2885.34	6643.98
56	E	3546.71	-3103.44	6650.15	3709.19	-3064.64	6773.82	3835.03	-2869.47	6704.49
57	E	3439.53	-3126.27	6565.79	3581.69	-3080.70	6662.40	3717.88	-2901.22	6619.09
58	E	3577.74	-3102.98	6680.72	3747.80	-3055.97	6803.77	3880.70	-2866.39	6747.09
59	E	3766.57	-3076.94	6843.51	3943.13	-3028.24	6971.36	4072.16	-2827.16	6899.31
60	E	3975.12	-3047.77	7022.89	4175.74	-2996.97	7172.71	4300.62	-2782.76	7083.39
61	E	3588.08	-3077.93	6666.01	3759.64	-3040.74	6800.38	3857.12	-2842.93	6700.05
62	E	3870.76	-3036.53	6907.29	4078.11	-2998.24	7076.35	4170.63	-2781.31	6951.94
63	E	3424.76	-3109.36	6534.13	3574.59	-3070.75	6645.34	3682.82	-2884.84	6567.66
64	E	3491.94	-3098.99	6590.93	3648.78	-3059.87	6708.65	3755.39	-2869.30	6624.69
65	E	3641.07	-3076.59	6717.66	3814.26	-3036.31	6850.57	3917.50	-2835.57	6753.07
66	E	3911.49	-3037.82	6949.31	4116.47	-2995.96	7112.42	4213.84	-2777.44	6991.28
67	E	3685.75	-3090.57	6776.32	3849.69	-3030.53	6880.22	3989.12	-2839.05	6828.18
68	E	3988.51	-3047.80	7036.31	4185.69	-2983.16	7168.84	4316.28	-2772.18	7088.46
69	E	4386.94	-2996.26	7383.20	4633.85	-2925.57	7559.42	4753.43	-2689.79	7443.22
70	E	3458.46	-3087.18	6545.64	3627.86	-3058.37	6686.24	3722.25	-2867.81	6590.06
71	E	3096.87	-3176.03	6272.90	3214.77	-3140.72	6355.49	3346.33	-2977.01	6323.34
72	E	3095.86	-3183.34	6279.19	3205.66	-3140.94	6346.60	3336.71	-2980.33	6317.04
73	E	2992.47	-3175.83	6168.30	3101.54	-3140.93	6242.47	3213.34	-2986.13	6199.47

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
74	E	3101.42	-3162.40	6263.81	3219.27	-3125.81	6345.08	3335.66	-2962.99	6298.65
75	E	3199.94	-3128.93	6328.87	3339.52	-3100.26	6439.78	3421.55	-2925.14	6346.70
76	E	3151.17	-3175.53	6326.69	3264.68	-3123.10	6387.77	3418.83	-2967.65	6386.49
77	E	4108.65	-3031.76	7140.41	4320.36	-2965.21	7285.56	4447.40	-2746.69	7194.09
78	E	3149.74	-3282.12	6431.86	3231.24	-3161.08	6392.32	3364.94	-2992.02	6356.96
79	E	3141.37	-3285.89	6427.26	3229.06	-3168.29	6397.35	3364.24	-3001.16	6365.40
80	E	3067.18	-3290.94	6358.12	3136.10	-3176.45	6312.56	3255.62	-3013.58	6269.21
81	E	3168.13	-3274.96	6443.09	3249.33	-3156.85	6406.18	3371.89	-2986.82	6358.71
82	E	3193.83	-3277.81	6471.64	3299.29	-3161.53	6460.82	3460.57	-2998.85	6459.42
83	E	4108.65	-3031.76	7140.41	4336.22	-2996.47	7332.70	4468.38	-2772.28	7240.66
84	E	3283.58	-3250.77	6534.34	3358.94	-3125.34	6484.27	3443.02	-2943.10	6386.12
85	E	3520.47	-3222.91	6743.38	3636.94	-3088.24	6725.18	3763.51	-2893.70	6657.21
86	E	3588.22	-3212.74	6800.97	3712.24	-3075.26	6787.50	3837.80	-2876.53	6714.33
87	E	3477.56	-3232.15	6709.70	3596.11	-3103.12	6699.23	3719.96	-2912.41	6632.37
88	E	3624.26	-3210.21	6834.47	3758.16	-3076.03	6834.18	3877.47	-2875.74	6753.21
89	E	3795.17	-3185.79	6980.96	3949.23	-3045.25	6994.48	4063.16	-2834.22	6897.38
90	E	3997.01	-3158.54	7155.55	4177.35	-3009.94	7187.29	4285.46	-2786.68	7072.14
91	E	3649.50	-3195.64	6845.14	3771.69	-3062.12	6833.81	3871.70	-2858.37	6730.07
92	E	3924.40	-3155.72	7080.11	4080.94	-3011.49	7092.43	4173.89	-2790.76	6964.65
93	E	3483.64	-3223.54	6707.18	3593.46	-3095.79	6689.26	3371.89	-2986.82	6358.71
94	E	3548.87	-3213.45	6762.32	3665.41	-3083.62	6749.03	3775.44	-2886.72	6662.17
95	E	3693.49	-3191.65	6885.15	3826.07	-3057.09	6883.17	3931.53	-2850.68	6782.21
96	E	3954.67	-3154.60	7109.27	4120.21	-3010.52	7130.74	4218.18	-2787.81	7005.99
97	E	3714.95	-3198.07	6913.02	3873.99	-3065.01	6939.00	4019.13	-2867.03	6886.16
98	E	4008.12	-3158.18	7166.30	4204.10	-3015.38	7219.48	4339.86	-2798.38	7138.24
99	E	4393.17	-3110.65	7503.81	4644.07	-2954.66	7598.73	4768.51	-2714.05	7482.55
100	E	3536.11	-3209.61	6745.72	3635.48	-3074.30	6709.78	3712.92	-2875.30	6588.21
101	E	4515.97	-3014.62	7530.59	4784.61	-2911.58	7696.18	4878.35	-2663.61	7541.95
102	E	5304.31	-2917.90	8222.21	5712.10	-2815.44	8527.54	5792.26	-2520.74	8313.00
103	E	5072.96	-2967.50	8040.46	5439.82	-2920.70	8360.52	5571.80	-2629.74	8201.55
104	E	5726.54	-2853.38	8579.91	6190.99	-2761.16	8952.15	6284.39	-2451.07	8735.46
105	E	4933.26	-2932.71	7865.97	5259.19	-2853.37	8112.56	5365.71	-2585.78	7951.50
106	E	5239.72	-2912.09	8151.81	5611.01	-2817.46	8428.48	5717.40	-2535.48	8252.88
107	E	5421.25	-3020.36	8441.61	5862.44	-2807.25	8669.69	5942.72	-2506.23	8448.95
108	E	4790.13	-3076.80	7866.93	5105.92	-2894.12	8000.04	5202.28	-2625.92	7828.20
109	E	4622.72	-3093.85	7716.57	4909.52	-2918.38	7827.90	5010.75	-2659.56	7670.31
110	E	5862.95	-2999.63	8862.57	6357.79	-2888.54	9246.33	6471.32	-2537.29	9008.60
111	E	5630.74	-3004.71	8635.45	6079.27	-2897.90	8977.17	6195.37	-2564.63	8760.01
1	D	1170.91	-4712.13	5883.04	1222.75	-4567.44	5790.18	1079.52	-4592.67	5672.19
2	D	1108.91	-4733.40	5842.31	1168.91	-4604.72	5773.63	1023.67	-4624.08	5647.75
3	D	1527.31	-4565.01	6092.32	1633.35	-4430.28	6063.63	1495.25	-4403.75	5899.00
4	D	1637.13	-4520.03	6157.16	1752.37	-4371.76	6124.13	1600.08	-4331.70	5931.79
5	D	1169.75	-4697.82	5867.57	1236.40	-4567.79	5804.19	1075.40	-4579.82	5655.22
6	D	1691.47	-4505.88	6197.35	1817.74	-4364.67	6182.41	1668.91	-4316.27	5985.18
7	D	1734.57	-4481.58	6216.16	1869.50	-4340.74	6210.25	1697.29	-4270.16	5967.44
8	D	1691.91	-4503.07	6194.98	1817.57	-4360.24	6177.81	1665.52	-4310.68	5976.19
9	D	1215.50	-4700.02	5915.52	1282.12	-4570.12	5852.24	1143.40	-4583.87	5727.27
10	D	1135.72	-4736.21	5871.93	1197.71	-4610.42	5808.13	1064.27	-4638.49	5702.75
11	D	904.61	-4846.57	5751.18	946.62	-4723.00	5669.62	821.15	-4782.93	5604.09
12	D	1213.69	-4695.98	5909.67	1283.42	-4567.63	5851.05	1140.21	-4582.61	5722.82
13	D	1225.49	-4679.43	5904.92	1297.19	-4548.55	5845.73	1147.66	-4558.25	5705.92
14	D	1083.74	-4747.12	5830.86	1135.02	-4613.26	5748.28	985.62	-4640.16	5625.78
15	D	1637.19	-4519.91	6157.10	1754.66	-4377.02	6131.68	1587.44	-4321.64	5909.09
16	D	1088.33	-4745.63	5833.96	1140.25	-4612.87	5753.12	987.73	-4640.40	5628.13
17	D	1117.54	-4737.43	5854.97	1178.86	-4611.47	5790.32	1041.11	-4641.43	5682.55
18	D	919.06	-4826.74	5745.80	963.59	-4703.42	5667.01	829.28	-4760.22	5589.50

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
19	D	1016.75	-4782.18	5798.92	1069.09	-4657.22	5726.31	930.32	-4695.20	5625.53
20	D	1214.35	-4691.37	5905.72	1284.34	-4561.92	5846.26	1138.65	-4575.52	5714.17
21	D	1497.67	-4563.10	6060.77	1600.58	-4425.70	6026.28	1434.03	-4389.85	5823.88
22	D	1169.75	-4697.82	5867.57	1236.40	-4567.79	5804.19	1075.40	-4579.82	5655.22
23	D	1139.53	-4743.29	5882.82	1204.26	-4631.87	5836.12	1093.82	-4675.45	5769.27
24	D	1254.42	-4689.63	5944.05	1330.53	-4581.75	5912.28	1214.57	-4602.83	5817.40
25	D	1733.69	-4508.11	6241.80	1870.38	-4421.37	6291.75	1736.13	-4354.67	6090.80
26	D	1403.53	-4625.73	6029.26	1496.41	-4525.20	6021.61	1374.06	-4517.70	5891.76
27	D	1808.06	-4486.05	6294.11	1955.99	-4402.82	6358.82	1819.41	-4322.25	6141.66
28	D	1447.92	-4607.99	6055.91	1546.21	-4509.68	6055.89	1422.02	-4493.75	5915.77
29	D	1362.27	-4642.76	6005.03	1450.29	-4539.99	5990.28	1329.66	-4540.39	5870.05
30	D	1755.98	-4484.26	6240.24	1888.97	-4330.97	6219.94	1737.52	-4277.44	6014.96
31	D	1451.84	-4593.48	6045.32	1548.36	-4460.15	6008.50	1400.26	-4430.61	5830.88
32	D	1399.55	-4607.91	6007.47	1490.07	-4473.69	5963.76	1328.86	-4456.41	5785.28
33	D	1318.59	-4655.03	5973.63	1399.72	-4526.88	5926.61	1269.59	-4537.79	5807.38
34	D	1483.50	-4587.25	6070.75	1584.51	-4454.48	6039.00	1453.70	-4437.90	5891.60
35	D	1792.48	-4471.78	6264.26	1934.71	-4329.28	6263.99	1785.11	-4266.63	6051.74
36	D	1366.08	-4629.27	5995.35	1448.61	-4493.74	5942.35	1292.67	-4483.14	5775.81
37	D	1679.68	-4511.50	6191.18	1804.49	-4369.90	6174.39	1659.32	-4323.56	5982.88
38	D	1724.89	-4495.19	6220.08	1861.00	-4356.90	6217.91	1716.35	-4304.61	6020.97
39	D	1271.96	-4669.84	5941.80	1348.87	-4542.40	5891.27	1206.46	-4544.65	5751.11
40	D	1596.22	-4505.01	6101.23	1528.01	-4459.84	5987.85	1325.87	-4806.65	6132.52
41	D	1082.31	-4748.67	5830.99	1083.99	-4652.77	5736.76	910.34	-4956.46	5866.80
42	D	1193.00	-4693.72	5886.72	1192.75	-4604.65	5797.40	992.97	-4903.16	5896.14
43	D	1749.90	-4488.43	6238.33	1706.71	-4398.39	6105.11	1480.83	-4733.58	6214.41
44	D	1156.87	-4811.82	5968.69	1212.60	-4669.67	5882.27	1101.73	-4703.08	5804.81
45	D	1285.54	-4761.50	6047.03	1353.74	-4617.70	5971.44	1236.78	-4624.85	5861.63
46	D	1697.41	-4626.30	6323.72	1814.47	-4475.37	6289.84	1681.17	-4407.35	6088.51
47	D	1630.25	-4526.35	6156.60	1597.96	-4436.97	6034.93	1362.14	-4767.15	6129.29
48	D	1331.31	-4636.15	5967.47	1322.28	-4547.23	5869.51	1108.46	-4854.89	5963.36
49	D	1779.28	-4483.58	6262.86	1722.03	-4388.99	6111.03	1517.77	-4756.45	6274.22
50	D	1449.38	-4594.84	6044.22	1424.46	-4500.79	5925.25	1225.88	-4837.28	6063.16
51	D	1335.64	-4738.60	6074.25	1408.33	-4587.60	5995.93	1289.30	-4588.87	5878.16
52	D	1509.24	-4683.30	6192.54	1602.50	-4536.78	6139.28	1476.19	-4500.91	5977.10
53	D	1584.92	-4654.32	6239.24	1686.55	-4498.83	6185.38	1557.53	-4454.10	6011.63
54	D	1773.34	-4605.57	6378.91	1900.92	-4454.09	6355.01	1764.91	-4372.19	6137.10
55	D	1278.41	-4613.22	5891.63	1380.13	-4523.24	5903.37	1237.22	-4519.59	5756.81
56	D	1317.74	-4597.56	5915.30	1423.45	-4506.50	5929.95	1279.03	-4496.16	5775.19
57	D	1258.54	-4630.74	5889.28	1378.76	-4485.82	5864.58	1216.26	-4549.11	5765.37
58	D	1343.36	-4596.72	5940.08	1444.61	-4494.53	5939.14	1305.66	-4498.12	5803.78
59	D	1442.38	-4558.89	6001.27	1584.11	-4407.20	5991.31	1411.46	-4441.13	5852.58
60	D	1559.67	-4516.94	6076.61	1716.53	-4360.73	6077.25	1538.51	-4377.22	5915.73
61	D	1337.37	-4562.00	5899.36	1480.65	-4431.59	5912.24	1291.38	-4464.25	5755.63
62	D	1498.61	-4502.13	6000.74	1662.16	-4367.84	6029.99	1464.42	-4375.34	5839.76
63	D	1246.30	-4607.51	5853.80	1374.85	-4475.49	5850.34	1195.61	-4523.83	5719.44
64	D	1284.28	-4592.17	5876.45	1417.22	-4459.03	5876.24	1235.40	-4501.13	5736.53
65	D	1368.71	-4559.15	5927.86	1511.57	-4423.55	5935.13	1324.49	-4452.05	5776.54
66	D	1521.78	-4503.33	6025.11	1683.65	-4363.28	6046.92	1488.30	-4368.34	5856.64
67	D	1397.24	-4578.64	5975.88	1528.41	-4413.30	5941.71	1364.55	-4458.26	5822.82
68	D	1597.44	-4469.69	6067.13	1719.92	-4343.92	6063.85	1546.44	-4363.27	5909.71
69	D	1824.90	-4398.06	6222.96	1977.49	-4263.29	6240.78	1792.08	-4249.19	6041.27
70	D	1288.79	-4531.31	5820.10	1406.09	-4458.67	5864.75	1217.60	-4501.15	5718.74
71	D	1088.49	-4659.82	5748.30	1170.79	-4576.02	5746.81	1013.26	-4655.23	5668.49
72	D	1089.49	-4669.83	5759.32	1164.83	-4576.75	5741.59	1007.76	-4659.75	5667.52
73	D	1023.38	-4662.48	5685.86	1102.97	-4583.97	5686.94	940.16	-4674.37	5614.53
74	D	1087.85	-4641.18	5729.03	1171.32	-4559.14	5730.46	1006.55	-4638.87	5645.42

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
75	D	1139.91	-4593.81	5733.72	1213.92	-4567.71	5781.63	1054.83	-4581.62	5636.45
76	D	1121.49	-4658.04	5779.52	1170.07	-4596.28	5766.35	1051.79	-4646.35	5698.14
77	D	1665.95	-4446.87	6112.82	1764.86	-4365.38	6130.25	1619.66	-4327.61	5947.28
78	D	1140.20	-4748.82	5889.02	1159.32	-4639.56	5798.88	1026.29	-4668.79	5695.08
79	D	1135.61	-4753.78	5889.40	1158.60	-4646.30	5804.90	1026.13	-4678.42	5704.55
80	D	1094.27	-4762.21	5856.48	1107.19	-4662.16	5769.35	968.47	-4700.97	5669.44
81	D	1150.33	-4739.06	5889.40	1170.03	-4634.30	5804.33	1030.38	-4662.41	5692.79
82	D	1164.77	-4741.98	5906.75	1197.25	-4634.07	5831.32	1079.49	-4676.64	5756.12
83	D	1665.95	-4446.87	6112.82	1778.71	-4395.93	6174.64	1634.79	-4351.38	5986.17
84	D	1214.42	-4704.54	5918.96	1258.21	-4545.89	5804.10	1071.50	-4597.70	5669.20
85	D	1346.81	-4664.21	6011.01	1413.53	-4487.49	5901.02	1242.11	-4525.90	5768.01
86	D	1384.84	-4649.80	6034.64	1455.94	-4468.62	5924.56	1282.60	-4501.09	5783.69
87	D	1322.81	-4676.83	5999.64	1390.95	-4505.79	5896.73	1218.74	-4549.60	5768.33
88	D	1378.33	-4690.90	6069.24	1482.78	-4466.05	5948.83	1304.85	-4496.49	5801.34
89	D	1501.65	-4611.41	6113.07	1590.90	-4421.35	6012.25	1407.06	-4436.66	5843.72
90	D	1616.34	-4573.36	6189.70	1720.34	-4370.48	6090.81	1530.35	-4369.41	5899.76
91	D	1419.24	-4626.13	6045.37	1492.23	-4451.00	5943.23	1302.55	-4477.69	5780.24
92	D	1574.78	-4570.11	6144.89	1666.98	-4378.38	6045.36	1468.82	-4382.05	5850.86
93	D	1326.12	-4665.51	5991.63	1390.54	-4499.45	5889.99	1030.38	-4662.41	5692.79
94	D	1362.70	-4651.21	6013.91	1431.34	-4481.67	5913.00	1249.41	-4517.39	5766.80
95	D	1444.08	-4620.46	6064.54	1522.45	-4442.92	5965.38	1334.99	-4465.42	5800.41
96	D	1592.05	-4568.56	6160.61	1689.07	-4375.54	6064.61	1493.22	-4376.13	5869.35
97	D	1456.38	-4628.37	6084.76	1547.03	-4447.52	5994.55	1384.69	-4485.30	5869.99
98	D	1622.76	-4572.59	6195.35	1734.91	-4375.92	6110.83	1562.83	-4388.05	5950.88
99	D	1843.30	-4507.50	6350.80	1988.29	-4291.04	6279.33	1804.49	-4270.61	6075.10
100	D	1355.45	-4645.83	6001.28	1414.66	-4472.00	5886.66	1217.41	-4500.83	5718.24
101	D	1877.20	-4444.47	6321.67	2030.01	-4289.94	6319.95	1861.79	-4204.88	6066.68
102	D	2330.32	-4319.99	6650.31	2569.30	-4167.06	6736.37	2389.42	-4016.83	6406.25
103	D	2197.67	-4393.83	6591.49	2412.43	-4326.43	6738.87	2264.11	-4174.65	6438.76
104	D	2561.67	-4270.67	6832.34	2849.26	-4107.67	6956.92	2678.53	-3942.78	6621.31
105	D	2103.60	-4363.93	6467.53	2303.38	-4217.08	6520.47	2142.73	-4111.00	6253.73
106	D	2280.09	-4341.82	6621.91	2506.99	-4176.18	6683.18	2345.53	-4046.65	6392.19
107	D	2405.04	-4441.32	6846.36	2660.34	-4153.98	6814.31	2478.34	-3992.00	6470.35
108	D	2039.19	-4509.89	6549.08	2219.73	-4259.43	6479.16	2049.56	-4144.52	6194.08
109	D	1942.98	-4531.70	6474.69	1942.98	-4531.70	6474.69	1939.86	-4189.32	6129.18
110	D	2663.73	-4451.88	7115.61	2663.73	-4451.88	7115.61	2791.13	-4062.18	6853.31
111	D	2526.01	-4461.74	6987.75	2526.01	-4461.74	6987.75	2627.93	-4097.54	6725.47
1	B	227.59	-5101.14	5328.72	241.14	-4955.48	5196.62	174.14	-5147.84	5321.98
2	B	200.95	-5118.50	5319.45	221.73	-4989.55	5211.29	155.30	-5177.82	5333.12
3	B	391.49	-4975.02	5366.51	439.07	-4842.35	5281.41	346.24	-4965.25	5311.49
4	B	442.53	-4936.43	5378.96	489.87	-4790.03	5279.90	386.22	-4893.76	5279.98
5	B	221.85	-5086.66	5308.51	245.73	-4956.75	5202.48	169.58	-5134.66	5304.24
6	B	478.15	-4924.24	5402.39	533.27	-4785.67	5318.94	426.83	-4878.13	5304.96
7	B	488.31	-4903.43	5391.74	552.17	-4765.22	5317.39	434.14	-4831.61	5265.75
8	B	474.03	-4921.95	5395.98	528.69	-4781.94	5310.63	420.71	-4873.54	5294.25
9	B	250.64	-5091.94	5342.58	272.89	-4961.74	5234.64	202.24	-5139.67	5341.91
10	B	217.57	-5123.15	5340.71	239.28	-4996.88	5236.16	175.32	-5192.91	5368.22
11	B	135.65	-5220.80	5356.45	146.87	-5094.65	5241.53	103.36	-5333.71	5437.07
12	B	246.66	-5087.75	5334.41	272.50	-4959.48	5231.97	199.77	-5138.58	5338.34
13	B	246.04	-5071.79	5317.82	272.78	-4941.30	5214.08	195.81	-5114.80	5310.61
14	B	192.17	-5130.62	5322.79	207.34	-4996.11	5203.45	141.93	-5193.40	5335.33
15	B	442.45	-4936.32	5378.78	492.52	-4796.32	5288.83	382.36	-4882.93	5265.29
16	B	194.06	-5129.41	5323.47	209.20	-4996.13	5205.32	142.77	-5193.74	5336.51
17	B	206.96	-5123.02	5329.99	228.33	-4997.01	5225.34	163.15	-5195.86	5359.01
18	B	137.69	-5201.32	5339.01	149.81	-5076.83	5226.64	101.85	-5311.39	5413.25
19	B	196.31	-5036.66	5232.97	185.76	-5036.34	5222.10	129.32	-5247.54	5376.87

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale			TRNSYS			
20	B	244.66	-5083.19	5327.85	270.58	-4953.87	5224.45	196.36	-5131.71	5328.07
21	B	365.41	-4971.76	5337.17	410.71	-4837.16	5247.87	308.90	-4951.01	5259.91
22	B	221.85	-5086.66	5308.51	245.73	-4956.75	5202.48	169.58	-5134.66	5304.24
23	B	231.63	-5132.58	5364.20	255.69	-5022.84	5278.53	199.93	-5232.09	5432.02
24	B	281.39	-5085.92	5367.31	312.36	-4982.75	5295.11	246.12	-5162.70	5408.81
25	B	519.14	-4934.09	5453.23	644.68	-4722.16	5366.84	482.77	-4923.23	5406.00
26	B	351.83	-5031.67	5383.49	439.59	-4807.58	5247.18	312.94	-5080.61	5393.55
27	B	558.08	-4916.07	5474.15	692.76	-4707.09	5399.85	524.07	-4891.65	5415.72
28	B	418.09	-4885.42	5303.51	418.34	-4926.35	5344.69	334.20	-5057.45	5391.65
29	B	373.69	-4916.10	5289.79	415.18	-4819.89	5235.07	293.70	-5102.55	5396.25
30	B	514.07	-4905.40	5419.48	568.61	-4753.41	5322.02	459.10	-4837.36	5296.46
31	B	353.18	-4999.34	5352.52	395.06	-4867.88	5262.94	304.26	-4990.33	5294.59
32	B	323.00	-5010.74	5333.74	361.09	-4878.58	5239.67	268.10	-5016.02	5284.12
33	B	297.11	-5053.10	5350.21	329.71	-4925.24	5254.96	254.25	-5095.86	5350.11
34	B	378.25	-4994.56	5372.81	422.33	-4862.19	5284.53	335.34	-4996.39	5331.73
35	B	532.93	-4894.46	5427.38	597.73	-4753.99	5351.72	485.70	-4827.33	5313.03
36	B	313.32	-5030.20	5343.52	343.14	-4896.01	5239.15	255.42	-5041.91	5297.33
37	B	475.32	-4928.96	5404.28	527.70	-4789.92	5317.62	423.79	-4884.68	5308.47
38	B	498.20	-4914.90	5413.10	562.83	-4778.15	5340.98	456.26	-4864.37	5320.63
39	B	271.15	-5065.22	5336.37	301.39	-4938.43	5239.81	225.18	-5101.73	5326.91
40	B	411.54	-4968.47	5380.01	390.30	-4864.21	5254.51	305.74	-5172.29	5478.03
41	B	196.33	-5131.61	5327.94	196.51	-5029.36	5225.87	147.05	-5377.25	5524.30
42	B	238.85	-5084.06	5322.92	238.28	-4988.63	5226.91	172.37	-5310.25	5482.62
43	B	504.31	-4913.84	5418.15	480.37	-4812.34	5292.71	376.02	-5076.58	5452.60
44	B	240.89	-5210.15	5451.04	258.75	-5066.14	5324.89	203.16	-5263.74	5466.90
45	B	298.39	-5168.31	5466.70	322.69	-5024.53	5347.22	255.13	-5188.58	5443.71
46	B	504.05	-5059.14	5563.19	556.91	-4911.55	5468.46	455.13	-4977.17	5432.30
47	B	442.56	-4945.86	5388.42	424.76	-4845.14	5269.90	321.15	-5125.53	5446.68
48	B	298.22	-5036.07	5334.29	292.94	-4939.38	5232.33	214.70	-5246.34	5461.04
49	B	520.71	-4910.70	5431.41	488.27	-4803.86	5292.14	394.57	-5098.26	5492.82
50	B	354.25	-5003.29	5357.55	384.51	-4769.00	5153.52	262.92	-5215.51	5478.43
51	B	320.78	-5148.17	5468.95	347.47	-4997.40	5344.87	275.46	-5153.25	5428.72
52	B	407.45	-5104.67	5512.12	446.15	-4960.17	5406.32	358.20	-5068.24	5426.44
53	B	444.51	-5080.11	5524.62	488.03	-4926.99	5415.02	394.41	-5022.55	5416.96
54	B	543.80	-5042.65	5586.45	603.02	-4894.89	5497.91	496.09	-4942.78	5438.86
55	B	265.19	-5008.33	5273.51	313.87	-4920.94	5234.82	235.59	-5076.97	5312.55
56	B	281.76	-4995.32	5277.08	334.13	-4906.87	5240.99	252.52	-5054.17	5306.69
57	B	258.55	-5024.57	5283.12	300.12	-4926.74	5226.86	226.81	-5107.03	5333.84
58	B	294.68	-4996.28	5290.95	343.23	-4895.76	5238.98	262.31	-5057.39	5319.70
59	B	339.61	-4965.10	5304.71	396.76	-4861.20	5257.97	307.03	-5001.72	5308.75
60	B	395.24	-4930.39	5325.63	463.57	-4822.44	5286.01	364.40	-4938.84	5303.24
61	B	285.45	-4961.10	5246.55	338.49	-4879.85	5218.34	249.00	-5023.11	5272.11
62	B	357.26	-4911.09	5268.34	426.45	-4827.45	5253.89	323.01	-4936.38	5259.39
63	B	249.42	-5000.57	5249.99	292.81	-4916.59	5209.41	213.92	-5080.91	5294.83
64	B	264.69	-4987.72	5252.41	311.52	-4903.00	5214.53	229.08	-5058.88	5287.96
65	B	300.46	-4960.20	5260.66	354.92	-4873.71	5228.62	264.70	-5011.21	5275.91
66	B	370.26	-4913.81	5284.07	439.47	-4823.97	5263.43	336.04	-4929.26	5265.30
67	B	319.49	-4981.91	5301.40	367.86	-4863.30	5231.16	288.24	-5016.89	5305.13
68	B	399.74	-4931.06	5330.81	514.98	-4670.95	5185.93	367.31	-4923.32	5290.63
69	B	513.67	-4871.11	5384.79	656.21	-4597.33	5253.54	483.97	-4809.03	5293.00
70	B	252.56	-4971.80	5224.36	345.15	-4772.63	5117.78	217.90	-5059.01	5276.92
71	B	183.15	-5085.57	5268.72	247.03	-4877.87	5124.90	154.82	-5208.71	5363.53
72	B	184.42	-5095.59	5280.01	244.81	-4877.95	5122.76	154.99	-5212.80	5367.79
73	B	161.18	-5084.49	5245.68	215.82	-4882.96	5098.78	129.94	-5227.46	5357.41
74	B	181.71	-5067.33	5249.04	243.74	-4861.12	5104.87	149.82	-5192.68	5342.49
75	B	198.15	-5024.47	5222.62	269.85	-4828.48	5098.33	162.20	-5136.27	5298.46

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
76	B	226.76	-4958.93	5185.68	257.68	-4853.67	5111.35	171.72	-5200.16	5371.88
77	B	484.47	-4775.95	5260.42	556.60	-4647.96	5204.56	401.09	-4887.84	5288.94
78	B	265.55	-5068.25	5333.80	259.33	-4899.19	5158.52	162.52	-5222.63	5385.16
79	B	263.65	-5073.36	5337.01	262.19	-4905.91	5168.10	165.97	-5232.13	5398.10
80	B	244.37	-5078.84	5323.21	235.94	-4919.59	5155.53	141.06	-5254.03	5395.09
81	B	269.81	-5058.16	5327.97	263.01	-4894.46	5157.47	161.63	-5216.42	5378.05
82	B	277.14	-5062.80	5339.93	284.37	-4895.26	5179.62	189.99	-5230.79	5420.78
83	B	484.47	-4775.95	5260.42	583.74	-4680.24	5263.98	424.26	-4910.94	5335.20
84	B	299.34	-5025.15	5324.49	284.91	-4853.07	5137.99	171.65	-5151.86	5323.51
85	B	365.59	-4992.50	5358.09	363.99	-4802.27	5166.27	241.00	-5082.99	5323.99
86	B	384.78	-4979.88	5364.66	384.78	-4785.30	5170.08	257.25	-5058.70	5315.95
87	B	353.81	-5004.29	5358.10	357.37	-4819.70	5177.07	235.28	-5106.10	5341.39
88	B	395.39	-4977.12	5372.51	402.65	-4783.98	5186.63	269.85	-5053.99	5323.84
89	B	445.29	-4947.33	5392.61	457.73	-4743.72	5201.45	313.15	-4995.31	5308.47
90	B	505.89	-4914.47	5420.36	525.39	-4698.21	5223.60	368.45	-4928.53	5296.98
91	B	401.48	-4956.76	5358.24	398.37	-4769.51	5167.89	259.63	-5035.99	5295.62
92	B	482.49	-4907.85	5390.34	435.59	-4837.46	5273.05	329.87	-4942.61	5272.48
93	B	354.70	-4992.12	5346.82	309.94	-4941.84	5251.78	161.63	-5216.42	5378.05
94	B	373.06	-4979.53	5352.59	328.05	-4926.64	5254.69	240.85	-5074.92	5315.76
95	B	414.50	-4952.69	5367.19	416.01	-4762.89	5178.90	275.53	-5024.17	5299.70
96	B	492.01	-4907.56	5399.56	501.46	-4702.74	5204.20	343.93	-4936.60	5280.54
97	B	421.80	-4962.25	5384.05	443.96	-4768.10	5212.06	310.30	-5043.34	5353.64
98	B	509.40	-4914.06	5423.46	490.23	-4837.59	5327.82	390.53	-4947.37	5337.90
99	B	628.52	-4858.40	5486.92	680.44	-4627.07	5307.51	505.86	-4829.92	5335.78
100	B	368.74	-4972.74	5341.48	355.26	-4786.45	5141.72	224.08	-5057.28	5281.36
101	B	578.28	-4870.20	5448.48	644.75	-4716.47	5361.22	522.67	-4761.41	5284.09
102	B	821.13	-4755.66	5576.79	942.52	-4602.84	5545.36	798.60	-4563.60	5362.20
103	B	766.80	-4840.24	5607.04	883.11	-4787.59	5670.70	754.70	-4744.76	5499.47
104	B	931.60	-4717.71	5649.31	1094.40	-4546.86	5641.26	947.88	-4485.83	5433.71
105	B	679.73	-4800.43	5480.16	791.35	-4650.20	5441.55	661.28	-4666.41	5327.69
106	B	781.42	-4784.32	5565.74	906.83	-4613.90	5520.73	771.24	-4598.88	5370.12
107	B	896.64	-4904.09	5800.73	1001.05	-4591.53	5592.58	854.08	-4536.09	5390.16
108	B	756.54	-4820.71	5577.25	761.48	-4691.21	5452.69	629.99	-4697.97	5327.96
109	B	644.65	-4978.93	5623.58	700.83	-4720.26	5421.10	574.44	-4744.57	5319.01
110	B	1033.92	-4921.15	5955.06	1187.53	-4774.80	5962.32	1042.99	-4628.67	5671.66
111	B	954.26	-4927.28	5881.54	1092.01	-4783.63	5875.64	950.33	-4665.78	5616.11

Tabella 12: Fabbisogno per riscaldamento, raffrescamento e totale (caso 1)

Scostamento trasmittanze UNI EN ISO 52016-1 (Appendice A) - TRNSYS e UNI EN ISO 52016-1 (Appendice B) - TRNSYS

I risultati precedentemente ottenuti utilizzando l'appendice A (modello Nazionale) e l'appendice B (modello Europeo) sono stati confrontati con i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate in TRNSYS. Il confronto è stato eseguito calcolando le differenze in termini di potenze (kWh) ed in termini percentuali (%) tra i due metodi e TRNSYS. I risultati di tali differenze sono elencati in tabella 13.

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
214.42	6.2	261.71	-8.9	-47.29	-0.7	114.33	3.3	169.86	-5.8	-55.53	-0.9
213.09	6.3	246.27	-8.3	-33.18	-0.5	105.69	3.1	171.71	-5.8	-66.02	-1.0

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
328.30	7.8	293.93	-10.5	34.37	0.5	139.98	3.3	211.61	-7.6	-71.62	-1.0
320.45	7.3	314.79	-11.5	5.66	0.1	116.58	2.6	222.30	-8.1	-105.72	-1.5
198.69	5.7	251.17	-8.6	-52.48	-0.8	81.39	2.4	176.83	-6.0	-95.44	-1.5
345.89	7.6	317.06	-11.6	28.83	0.4	123.67	2.7	227.40	-8.3	-103.73	-1.4
323.46	7.1	325.36	-12.0	-1.90	0.0	88.46	1.9	240.04	-8.9	-151.58	-2.1
339.38	7.5	318.48	-11.7	20.89	0.3	118.99	2.6	229.02	-8.4	-110.02	-1.5
251.30	7.0	260.39	-8.9	-9.09	-0.1	129.59	3.6	178.46	-6.1	-48.87	-0.7
248.02	7.2	245.60	-8.3	2.41	0.0	134.37	3.9	168.68	-5.7	-34.30	-0.5
200.36	6.7	216.53	-7.1	-16.17	-0.3	122.25	4.1	143.34	-4.7	-21.09	-0.3
247.58	6.9	255.46	-8.7	-7.88	-0.1	121.50	3.4	177.79	-6.1	-56.29	-0.9
237.26	6.6	257.86	-8.9	-20.60	-0.3	110.25	3.1	181.38	-6.2	-71.14	-1.1
188.27	5.7	246.32	-8.3	-58.04	-0.9	94.21	2.9	166.16	-5.6	-71.95	-1.1
300.80	6.8	316.98	-11.5	-16.18	-0.2	94.76	2.2	228.67	-8.3	-133.91	-1.9
185.34	5.6	246.06	-8.3	-60.72	-1.0	89.11	2.7	164.79	-5.6	-75.68	-1.2
236.80	7.0	242.75	-8.2	-5.95	-0.1	124.61	3.7	166.42	-5.6	-41.81	-0.7
187.36	6.2	216.37	-7.1	-29.01	-0.5	105.59	3.5	144.41	-4.7	-38.81	-0.6
205.70	6.5	231.82	-7.7	-26.12	-0.4	109.77	3.4	157.55	-5.2	-47.78	-0.8
242.49	6.8	256.00	-8.8	-13.51	-0.2	116.84	3.3	178.71	-6.1	-61.87	-1.0
273.26	6.6	294.72	-10.6	-21.46	-0.3	92.90	2.3	214.47	-7.7	-121.57	-1.8
198.69	5.7	251.17	-8.6	-52.48	-0.8	81.29	2.4	176.76	-6.0	-95.47	-1.5
293.05	8.4	235.99	-7.9	57.06	0.9	174.51	5.0	159.60	-5.3	14.91	0.2
307.90	8.3	249.24	-8.5	58.67	0.9	169.43	4.6	174.13	-5.9	-4.70	-0.1
389.47	8.4	295.93	-10.7	93.54	1.3	148.94	3.2	233.43	-8.4	-84.49	-1.1
329.49	8.2	264.45	-9.2	65.04	0.9	162.45	4.1	193.20	-6.7	-30.75	-0.4
404.92	8.4	302.64	-11.0	102.28	1.4	145.81	3.0	242.81	-8.9	-97.00	-1.3
336.56	8.2	268.99	-9.4	67.57	1.0	160.42	3.9	198.94	-6.9	-38.52	-0.6
323.18	8.2	260.36	-9.0	62.82	0.9	164.33	4.2	187.91	-6.5	-23.58	-0.3
354.11	7.6	331.36	-12.2	22.75	0.3	118.26	2.5	230.26	-8.5	-112.01	-1.5
295.49	7.3	289.73	-10.3	5.76	0.1	123.67	3.0	208.65	-7.4	-84.98	-1.2
258.78	6.6	279.95	-9.9	-21.17	-0.3	98.68	2.5	200.47	-7.1	-101.80	-1.5
293.72	7.7	264.35	-9.1	29.37	0.4	147.02	3.9	184.44	-6.4	-37.41	-0.6
330.64	8.0	287.36	-10.2	43.29	0.6	149.44	3.6	203.14	-7.2	-53.70	-0.8
372.02	7.9	328.78	-12.2	43.24	0.6	123.09	2.6	237.39	-8.8	-114.30	-1.5
254.46	6.6	280.80	-9.8	-26.34	-0.4	105.98	2.7	194.73	-6.8	-88.75	-1.3
350.49	7.8	317.62	-11.6	32.87	0.5	129.02	2.9	224.61	-8.2	-95.60	-1.3
370.66	8.0	316.87	-11.6	53.78	0.7	129.61	2.8	228.18	-8.3	-98.57	-1.3
265.74	7.2	264.35	-9.1	1.38	0.0	126.24	3.4	185.38	-6.4	-59.14	-0.9
68.15	1.7	100.34	-3.4	-32.20	-0.5	147.22	3.6	63.31	-2.1	83.92	1.2
118.64	3.7	94.37	-3.0	24.28	0.4	123.81	3.8	51.82	-1.7	72.00	1.1
84.39	2.5	96.80	-3.2	-12.41	-0.2	96.46	2.8	60.80	-2.0	35.66	0.6
45.01	1.0	114.20	-3.9	-69.19	-1.0	135.80	3.1	82.72	-2.8	53.08	0.7
279.61	8.0	255.47	-8.5	24.13	0.4	174.70	5.0	161.66	-5.4	13.04	0.2
294.98	7.9	274.74	-9.3	20.24	0.3	168.34	4.5	179.37	-6.1	-11.03	-0.2
359.23	7.9	333.80	-11.9	25.43	0.3	148.57	3.3	231.75	-8.3	-83.18	-1.1
27.21	0.7	107.37	-3.6	-80.16	-1.1	98.35	2.4	74.57	-2.5	23.78	0.3
65.38	1.8	100.77	-3.3	-35.39	-0.5	93.79	2.6	65.94	-2.2	27.86	0.4
61.32	1.4	103.46	-3.5	-42.14	-0.6	173.72	3.9	67.48	-2.3	106.24	1.4
82.87	2.1	99.87	-3.3	-17.00	-0.2	137.35	3.6	60.81	-2.0	76.54	1.1
300.59	7.8	282.77	-9.7	17.82	0.3	165.90	4.3	183.06	-6.3	-17.16	-0.3
320.85	7.7	305.73	-10.7	15.11	0.2	156.98	3.7	209.43	-7.3	-52.45	-0.7
338.06	7.8	319.21	-11.3	18.85	0.3	153.59	3.5	215.22	-7.6	-61.63	-0.9
373.60	7.9	344.12	-12.4	29.47	0.4	144.94	3.1	241.28	-8.7	-96.34	-1.3
281.71	7.5	228.77	-7.9	52.94	0.8	126.54	3.4	190.52	-6.6	-63.99	-1.0
288.31	7.5	233.97	-8.2	54.34	0.8	125.84	3.3	195.17	-6.8	-69.33	-1.0
278.35	7.5	225.05	-7.8	53.30	0.8	136.18	3.7	179.49	-6.2	-43.30	-0.7
302.96	7.8	236.58	-8.3	66.37	1.0	132.90	3.4	189.57	-6.6	-56.67	-0.8

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
305.58	7.5	249.79	-8.8	55.80	0.8	129.03	3.2	201.08	-7.1	-72.05	-1.0
325.51	7.6	265.01	-9.5	60.50	0.9	124.88	2.9	214.20	-7.7	-89.32	-1.3
269.04	7.0	235.00	-8.3	34.04	0.5	97.48	2.5	197.81	-7.0	-100.33	-1.5
299.87	7.2	255.22	-9.2	44.65	0.6	92.52	2.2	216.93	-7.8	-124.41	-1.8
258.05	7.0	224.52	-7.8	33.53	0.5	108.23	2.9	185.91	-6.4	-77.68	-1.2
263.45	7.0	229.69	-8.0	33.76	0.5	106.61	2.8	190.57	-6.6	-83.96	-1.3
276.43	7.1	241.02	-8.5	35.41	0.5	103.23	2.6	200.73	-7.1	-97.50	-1.4
302.35	7.2	260.37	-9.4	41.98	0.6	97.38	2.3	218.51	-7.9	-121.14	-1.7
303.37	7.6	251.51	-8.9	51.86	0.8	139.43	3.5	191.47	-6.7	-52.04	-0.8
327.77	7.6	275.62	-9.9	52.16	0.7	130.59	3.0	210.97	-7.6	-80.38	-1.1
366.48	7.7	306.46	-11.4	60.02	0.8	119.58	2.5	235.77	-8.8	-116.20	-1.6
263.79	7.1	219.37	-7.6	44.42	0.7	94.38	2.5	190.57	-6.6	-96.18	-1.5
249.46	7.5	199.02	-6.7	50.44	0.8	131.57	3.9	163.71	-5.5	-32.15	-0.5
240.86	7.2	203.01	-6.8	37.85	0.6	131.05	3.9	160.60	-5.4	-29.55	-0.5
220.87	6.9	189.70	-6.4	31.17	0.5	111.80	3.5	154.80	-5.2	-43.00	-0.7
234.24	7.0	199.40	-6.7	34.84	0.6	116.40	3.5	162.82	-5.5	-46.42	-0.7
221.61	6.5	203.79	-7.0	17.83	0.3	82.04	2.4	175.12	-6.0	-93.08	-1.5
267.67	7.8	207.87	-7.0	59.79	0.9	154.16	4.5	155.44	-5.2	-1.29	0.0
338.75	7.6	285.06	-10.4	53.68	0.7	127.04	2.9	218.51	-8.0	-91.47	-1.3
215.20	6.4	290.10	-9.7	-74.90	-1.2	133.70	4.0	169.06	-5.7	-35.36	-0.6
222.87	6.6	284.73	-9.5	-61.86	-1.0	135.18	4.0	167.13	-5.6	-31.95	-0.5
188.44	5.8	277.36	-9.2	-88.92	-1.4	119.52	3.7	162.87	-5.4	-43.35	-0.7
203.75	6.0	288.14	-9.6	-84.38	-1.3	122.56	3.6	170.03	-5.7	-47.47	-0.7
266.74	7.7	278.95	-9.3	-12.22	-0.2	161.28	4.7	162.68	-5.4	-1.40	0.0
359.72	8.1	259.47	-9.4	100.25	1.4	132.15	3.0	224.19	-8.1	-92.04	-1.3
159.44	4.6	307.66	-10.5	-148.22	-2.3	84.09	2.4	182.23	-6.2	-98.15	-1.5
243.04	6.5	329.21	-11.4	-86.17	-1.3	126.57	3.4	194.53	-6.7	-67.96	-1.0
249.58	6.5	336.22	-11.7	-86.64	-1.3	125.56	3.3	198.74	-6.9	-73.17	-1.1
242.40	6.5	319.74	-11.0	-77.34	-1.2	123.85	3.3	190.72	-6.5	-66.86	-1.0
253.21	6.5	334.47	-11.6	-81.26	-1.2	119.31	3.1	200.28	-7.0	-80.97	-1.2
267.98	6.6	351.57	-12.4	-83.58	-1.2	113.92	2.8	211.03	-7.4	-97.10	-1.4
288.45	6.7	371.87	-13.3	-83.42	-1.2	108.10	2.5	223.26	-8.0	-115.16	-1.6
222.20	5.7	337.27	-11.8	-115.07	-1.7	100.01	2.6	203.75	-7.1	-103.74	-1.5
249.50	6.0	364.96	-13.1	-115.46	-1.7	92.96	2.2	220.73	-7.9	-127.78	-1.8
-111.75	-3.3	236.72	-7.9	-348.47	-5.5	-221.58	-6.6	108.97	-3.6	-330.55	-5.2
226.57	6.0	326.73	-11.3	-100.16	-1.5	110.03	2.9	196.89	-6.8	-86.86	-1.3
238.04	6.1	340.97	-12.0	-102.93	-1.5	105.46	2.7	206.41	-7.2	-100.96	-1.5
263.51	6.2	366.79	-13.2	-103.28	-1.5	97.97	2.3	222.71	-8.0	-124.74	-1.8
304.17	7.6	331.04	-11.5	-26.87	-0.4	145.14	3.6	197.98	-6.9	-52.84	-0.8
331.74	7.6	359.80	-12.9	-28.06	-0.4	135.76	3.1	217.00	-7.8	-81.24	-1.1
375.34	7.9	396.60	-14.6	-21.26	-0.3	124.43	2.6	240.61	-8.9	-116.18	-1.6
176.81	4.8	334.32	-11.6	-157.51	-2.4	77.43	2.1	199.00	-6.9	-121.57	-1.8
362.37	7.4	351.01	-13.2	11.36	0.2	93.74	1.9	247.97	-9.3	-154.23	-2.0
487.95	8.4	397.16	-15.8	90.79	1.1	80.16	1.4	294.70	-11.7	-214.54	-2.6
498.85	9.0	337.76	-12.8	161.08	2.0	131.99	2.4	290.96	-11.1	-158.97	-1.9
557.86	8.9	402.31	-16.4	155.55	1.8	93.41	1.5	310.09	-12.7	-216.68	-2.5
432.45	8.1	346.92	-13.4	85.53	1.1	106.52	2.0	267.58	-10.3	-161.06	-2.0
477.68	8.4	376.61	-14.9	101.08	1.2	106.38	1.9	281.98	-11.1	-175.59	-2.1
521.47	8.8	514.13	-20.5	7.34	0.1	80.29	1.4	301.02	-12.0	-220.74	-2.6
412.15	7.9	450.88	-17.2	-38.73	-0.5	96.36	1.9	268.20	-10.2	-171.84	-2.2
388.03	7.7	434.29	-16.3	-46.26	-0.6	101.23	2.0	258.82	-9.7	-157.59	-2.1
608.37	9.4	462.34	-18.2	146.03	1.6	113.53	1.8	351.25	-13.8	-237.73	-2.6
564.63	9.1	440.07	-17.2	124.56	1.4	116.10	1.9	333.27	-13.0	-217.16	-2.5
-91.38	-8.5	119.46	-2.6	-210.84	-3.7	-143.22	-13.3	-25.23	0.5	-117.99	-2.1
-85.24	-8.3	109.33	-2.4	-194.56	-3.4	-145.24	-14.2	-19.35	0.4	-125.89	-2.2
-32.06	-2.1	161.26	-3.7	-193.32	-3.3	-138.09	-9.2	26.54	-0.6	-164.63	-2.8

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
-37.05	-2.3	188.32	-4.3	-225.37	-3.8	-152.29	-9.5	40.06	-0.9	-192.34	-3.2
-94.35	-8.8	118.00	-2.6	-212.35	-3.8	-161.00	-15.0	-12.03	0.3	-148.97	-2.6
-22.56	-1.4	189.61	-4.4	-212.17	-3.5	-148.83	-8.9	48.40	-1.1	-197.23	-3.3
-37.29	-2.2	211.43	-5.0	-248.71	-4.2	-172.21	-10.1	70.59	-1.7	-242.80	-4.1
-26.39	-1.6	192.39	-4.5	-218.79	-3.7	-152.05	-9.1	49.56	-1.1	-201.62	-3.4
-72.10	-6.3	116.15	-2.5	-188.25	-3.3	-138.72	-12.1	-13.76	0.3	-124.96	-2.2
-71.45	-6.7	97.73	-2.1	-169.18	-3.0	-133.44	-12.5	-28.06	0.6	-105.38	-1.8
-83.46	-10.2	63.64	-1.3	-147.10	-2.6	-125.47	-15.3	-59.94	1.3	-65.54	-1.2
-73.48	-6.4	113.37	-2.5	-186.85	-3.3	-143.20	-12.6	-14.97	0.3	-128.23	-2.2
-77.82	-6.8	121.18	-2.7	-199.00	-3.5	-149.52	-13.0	-9.70	0.2	-139.82	-2.5
-98.11	-10.0	106.96	-2.3	-205.07	-3.6	-149.40	-15.2	-26.90	0.6	-122.49	-2.2
-49.74	-3.1	198.27	-4.6	-248.01	-4.2	-167.21	-10.5	55.37	-1.3	-222.59	-3.8
-100.60	-10.2	105.23	-2.3	-205.83	-3.7	-152.52	-15.4	-27.54	0.6	-124.99	-2.2
-76.42	-7.3	96.00	-2.1	-172.43	-3.0	-137.74	-13.2	-29.97	0.6	-107.78	-1.9
-89.77	-10.8	66.52	-1.4	-156.29	-2.8	-134.30	-16.2	-56.80	1.2	-77.50	-1.4
-86.42	-9.3	86.97	-1.9	-173.40	-3.1	-138.76	-14.9	-37.98	0.8	-100.78	-1.8
-75.70	-6.6	115.84	-2.5	-191.54	-3.4	-145.69	-12.8	-13.61	0.3	-132.09	-2.3
-63.65	-4.4	173.25	-3.9	-236.90	-4.1	-166.55	-11.6	35.85	-0.8	-202.40	-3.5
-94.35	-8.8	118.00	-2.6	-212.35	-3.8	-161.00	-15.0	-12.03	0.3	-148.97	-2.6
-45.71	-4.2	67.84	-1.5	-113.55	-2.0	-110.43	-10.1	-43.58	0.9	-66.85	-1.2
-39.85	-3.3	86.80	-1.9	-126.65	-2.2	-115.96	-9.5	-21.08	0.5	-94.88	-1.6
2.44	0.1	153.43	-3.5	-150.99	-2.5	-134.25	-7.7	66.69	-1.5	-200.95	-3.3
-29.47	-2.1	108.03	-2.4	-137.50	-2.3	-122.35	-8.9	7.49	-0.2	-129.85	-2.2
11.35	0.6	163.80	-3.8	-152.45	-2.5	-136.59	-7.5	80.58	-1.9	-217.16	-3.5
-25.90	-1.8	114.23	-2.5	-140.14	-2.4	-124.19	-8.7	15.93	-0.4	-140.12	-2.4
-32.61	-2.5	102.37	-2.3	-134.98	-2.3	-120.63	-9.1	-0.40	0.0	-120.23	-2.0
-18.46	-1.1	206.82	-4.8	-225.29	-3.7	-151.45	-8.7	53.54	-1.3	-204.99	-3.4
-51.58	-3.7	162.86	-3.7	-214.44	-3.7	-148.10	-10.6	29.53	-0.7	-177.63	-3.0
-70.69	-5.3	151.50	-3.4	-222.19	-3.8	-161.21	-12.1	17.27	-0.4	-178.48	-3.1
-49.01	-3.9	117.24	-2.6	-166.25	-2.9	-130.14	-10.3	-10.91	0.2	-119.23	-2.1
-29.80	-2.1	149.35	-3.4	-179.15	-3.0	-130.82	-9.0	16.58	-0.4	-147.40	-2.5
-7.38	-0.4	205.15	-4.8	-212.52	-3.5	-149.61	-8.4	62.65	-1.5	-212.25	-3.5
-73.42	-5.7	146.13	-3.3	-219.55	-3.8	-155.94	-12.1	10.60	-0.2	-166.54	-2.9
-20.36	-1.2	187.94	-4.3	-208.30	-3.5	-145.16	-8.7	46.34	-1.1	-191.51	-3.2
-8.54	-0.5	190.58	-4.4	-199.11	-3.3	-144.65	-8.4	52.29	-1.2	-196.94	-3.3
-65.50	-5.4	125.20	-2.8	-190.69	-3.3	-142.41	-11.8	-2.24	0.0	-140.16	-2.4
-270.35	-20.4	-301.64	6.3	31.29	0.5	-202.14	-15.2	-346.81	7.2	144.67	2.4
-171.98	-18.9	-207.78	4.2	35.81	0.6	-173.65	-19.1	-303.69	6.1	130.04	2.2
-200.02	-20.1	-209.44	4.3	9.41	0.2	-199.78	-20.1	-298.51	6.1	98.74	1.7
-269.07	-18.2	-245.16	5.2	-23.92	-0.4	-225.88	-15.3	-335.19	7.1	109.31	1.8
-55.14	-5.0	108.74	-2.3	-163.88	-2.8	-110.87	-10.1	-33.41	0.7	-77.46	-1.3
-48.76	-3.9	136.64	-3.0	-185.40	-3.2	-116.96	-9.5	-7.15	0.2	-109.81	-1.9
-16.25	-1.0	218.96	-5.0	-235.20	-3.9	-133.30	-7.9	68.02	-1.5	-201.32	-3.3
-268.11	-19.7	-240.80	5.1	-27.31	-0.4	-235.82	-17.3	-330.18	6.9	94.36	1.5
-222.85	-20.1	-218.74	4.5	-4.11	-0.1	-213.82	-19.3	-307.66	6.3	93.85	1.6
-261.51	-17.2	-272.87	5.7	11.36	0.2	-204.26	-13.5	-367.46	7.7	163.20	2.6
-223.50	-18.2	-242.44	5.0	18.94	0.3	-198.58	-16.2	-336.49	7.0	137.91	2.3
-46.35	-3.6	149.74	-3.3	-196.08	-3.3	-119.03	-9.2	-1.27	0.0	-117.76	-2.0
-33.05	-2.2	182.39	-4.1	-215.44	-3.6	-126.30	-8.6	35.87	-0.8	-162.18	-2.7
-27.39	-1.8	200.22	-4.5	-227.61	-3.8	-129.02	-8.3	44.74	-1.0	-173.75	-2.9
-8.43	-0.5	233.38	-5.3	-241.81	-3.9	-136.01	-7.7	81.90	-1.9	-217.91	-3.6
-41.19	-3.3	93.63	-2.1	-134.82	-2.3	-142.91	-11.6	3.66	-0.1	-146.57	-2.5
-38.71	-3.0	101.40	-2.3	-140.11	-2.4	-144.42	-11.3	10.34	-0.2	-154.76	-2.7
-42.28	-3.5	81.63	-1.8	-123.91	-2.1	-162.50	-13.4	-63.29	1.4	-99.21	-1.7
-37.70	-2.9	98.61	-2.2	-136.30	-2.3	-138.95	-10.6	-3.59	0.1	-135.36	-2.3
-30.93	-2.2	117.76	-2.7	-148.69	-2.5	-172.65	-12.2	-33.93	0.8	-138.72	-2.4

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
-21.17	-1.4	139.71	-3.2	-160.88	-2.7	-178.02	-11.6	-16.50	0.4	-161.52	-2.7
-45.98	-3.6	97.75	-2.2	-143.73	-2.5	-189.27	-14.7	-32.66	0.7	-156.61	-2.7
-34.20	-2.3	126.79	-2.9	-160.98	-2.8	-197.74	-13.5	-7.50	0.2	-190.23	-3.3
-50.68	-4.2	83.68	-1.8	-134.36	-2.3	-179.23	-15.0	-48.34	1.1	-130.90	-2.3
-48.88	-4.0	91.04	-2.0	-139.92	-2.4	-181.82	-14.7	-42.10	0.9	-139.72	-2.4
-44.22	-3.3	107.10	-2.4	-151.32	-2.6	-187.08	-14.1	-28.50	0.6	-158.58	-2.7
-33.48	-2.2	134.99	-3.1	-168.47	-2.9	-195.35	-13.1	-5.06	0.1	-190.28	-3.2
-32.69	-2.4	120.38	-2.7	-153.07	-2.6	-163.85	-12.0	-44.96	1.0	-118.89	-2.0
-50.99	-3.3	106.42	-2.4	-157.42	-2.7	-173.48	-11.2	-19.34	0.4	-154.14	-2.6
-32.83	-1.8	148.86	-3.5	-181.69	-3.0	-185.41	-10.3	14.10	-0.3	-199.51	-3.3
-71.20	-5.8	30.16	-0.7	-101.36	-1.8	-188.49	-15.5	-42.48	0.9	-146.01	-2.6
-75.22	-7.4	4.59	-0.1	-79.81	-1.4	-157.53	-15.5	-79.20	1.7	-78.32	-1.4
-81.72	-8.1	10.08	-0.2	-91.80	-1.6	-157.07	-15.6	-83.00	1.8	-74.07	-1.3
-83.22	-8.9	-11.89	0.3	-71.32	-1.3	-162.81	-17.3	-90.40	1.9	-72.41	-1.3
-81.31	-8.1	2.31	0.0	-83.61	-1.5	-164.77	-16.4	-79.73	1.7	-85.04	-1.5
-85.08	-8.1	12.18	-0.3	-97.27	-1.7	-159.09	-15.1	-13.92	0.3	-145.17	-2.6
-69.70	-6.6	11.69	-0.3	-81.38	-1.4	-118.27	-11.2	-50.06	1.1	-68.21	-1.2
-46.28	-2.9	119.26	-2.8	-165.55	-2.8	-145.20	-9.0	37.77	-0.9	-182.97	-3.1
-113.92	-11.1	80.03	-1.7	-193.95	-3.4	-133.03	-13.0	-29.23	0.6	-103.81	-1.8
-109.49	-10.7	75.36	-1.6	-184.85	-3.2	-132.48	-12.9	-32.12	0.7	-100.35	-1.8
-125.79	-13.0	61.24	-1.3	-187.04	-3.3	-138.71	-14.3	-38.81	0.8	-99.90	-1.8
-119.95	-11.6	76.65	-1.6	-196.61	-3.5	-139.65	-13.6	-28.11	0.6	-111.54	-2.0
-85.28	-7.9	65.35	-1.4	-150.63	-2.6	-117.76	-10.9	-42.56	0.9	-75.19	-1.3
-31.16	-1.9	95.49	-2.2	-126.65	-2.1	-143.92	-8.8	44.55	-1.0	-188.47	-3.1
-142.91	-13.3	106.84	-2.3	-249.75	-4.4	-186.71	-17.4	-51.80	1.1	-134.90	-2.4
-104.70	-8.4	138.31	-3.1	-243.00	-4.2	-171.42	-13.8	-38.41	0.8	-133.01	-2.3
-102.24	-8.0	148.71	-3.3	-250.95	-4.3	-173.34	-13.5	-32.47	0.7	-140.87	-2.4
-104.07	-8.5	127.24	-2.8	-231.31	-4.0	-172.21	-14.1	-43.81	1.0	-128.40	-2.2
-73.48	-5.6	194.41	-4.3	-267.90	-4.6	-177.93	-13.6	-30.44	0.7	-147.49	-2.5
-94.59	-6.7	174.75	-3.9	-269.35	-4.6	-183.84	-13.1	-15.31	0.3	-168.53	-2.9
-85.99	-5.6	203.94	-4.7	-289.93	-4.9	-189.99	-12.4	1.06	0.0	-191.05	-3.2
-116.69	-9.0	148.44	-3.3	-265.13	-4.6	-189.68	-14.6	-26.69	0.6	-162.99	-2.8
-105.96	-7.2	188.06	-4.3	-294.02	-5.0	-198.16	-13.5	-3.66	0.1	-194.50	-3.3
-295.74	-28.7	3.11	-0.1	-298.84	-5.2	-360.16	-35.0	-162.96	3.5	-197.21	-3.5
-113.29	-9.1	133.82	-3.0	-247.11	-4.3	-181.93	-14.6	-35.72	0.8	-146.21	-2.5
-109.09	-8.2	155.04	-3.5	-264.13	-4.6	-187.47	-14.0	-22.50	0.5	-164.97	-2.8
-98.83	-6.6	192.43	-4.4	-291.26	-5.0	-195.85	-13.1	-0.58	0.0	-195.26	-3.3
-71.69	-5.2	143.07	-3.2	-214.76	-3.7	-162.34	-11.7	-37.78	0.8	-124.55	-2.1
-59.93	-3.8	184.54	-4.2	-244.47	-4.1	-172.08	-11.0	-12.13	0.3	-159.95	-2.7
-38.81	-2.2	236.88	-5.5	-275.70	-4.5	-183.81	-10.2	20.42	-0.5	-204.23	-3.4
-138.04	-11.3	145.00	-3.2	-283.04	-4.9	-197.25	-16.2	-28.83	0.6	-168.42	-2.9
-15.40	-0.8	239.59	-5.7	-254.99	-4.2	-168.22	-9.0	85.05	-2.0	-253.27	-4.2
59.10	2.5	303.15	-7.5	-244.06	-3.8	-179.88	-7.5	150.23	-3.7	-330.11	-5.2
66.45	2.9	219.18	-5.3	-152.73	-2.4	-148.32	-6.6	151.79	-3.6	-300.11	-4.7
116.86	4.4	327.89	-8.3	-211.04	-3.2	-170.73	-6.4	164.89	-4.2	-335.62	-5.1
39.13	1.8	252.93	-6.2	-213.80	-3.4	-160.65	-7.5	106.08	-2.6	-266.74	-4.3
65.45	2.8	295.17	-7.3	-229.72	-3.6	-161.46	-6.9	129.53	-3.2	-290.99	-4.6
73.31	3.0	449.32	-11.3	-376.01	-5.8	-181.99	-7.3	161.97	-4.1	-343.96	-5.3
10.37	0.5	365.37	-8.8	-355.00	-5.7	-170.17	-8.3	114.91	-2.8	-285.08	-4.6
-3.13	-0.2	342.38	-8.2	-345.51	-5.6	-3.13	-0.2	342.38	-8.2	-345.51	-5.6
127.40	4.6	389.70	-9.6	-262.30	-3.8	127.40	4.6	389.70	-9.6	-262.30	-3.8
101.92	3.9	364.20	-8.9	-262.28	-3.9	101.92	3.9	364.20	-8.9	-262.28	-3.9
-53.45	-30.7	-46.71	0.9	-6.74	-0.1	-67.00	-38.5	-192.36	3.7	125.36	2.4
-45.66	-29.4	-59.33	1.1	13.67	0.3	-66.44	-42.8	-188.27	3.6	121.83	2.3
-45.24	-13.1	9.78	-0.2	-55.02	-1.0	-92.83	-26.8	-122.90	2.5	30.08	0.6
-56.31	-14.6	42.66	-0.9	-98.98	-1.9	-103.65	-26.8	-103.73	2.1	0.08	0.0

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
-52.27	-30.8	-48.01	0.9	-4.27	-0.1	-76.15	-44.9	-177.92	3.5	101.77	1.9
-51.32	-12.0	46.11	-0.9	-97.43	-1.8	-106.44	-24.9	-92.46	1.9	-13.98	-0.3
-54.17	-12.5	71.83	-1.5	-126.00	-2.4	-118.03	-27.2	-66.39	1.4	-51.65	-1.0
-53.32	-12.7	48.41	-1.0	-101.73	-1.9	-107.98	-25.7	-91.60	1.9	-16.38	-0.3
-48.39	-23.9	-47.72	0.9	-0.67	0.0	-70.65	-34.9	-177.92	3.5	107.27	2.0
-42.25	-24.1	-69.76	1.3	27.51	0.5	-63.96	-36.5	-196.03	3.8	132.07	2.5
-32.29	-31.2	-112.91	2.1	80.61	1.5	-43.51	-42.1	-239.05	4.5	195.54	3.6
-46.90	-23.5	-50.83	1.0	3.93	0.1	-72.73	-36.4	-179.10	3.5	106.37	2.0
-50.23	-25.7	-43.01	0.8	-7.21	-0.1	-76.97	-39.3	-173.50	3.4	96.53	1.8
-50.24	-35.4	-62.77	1.2	12.54	0.2	-65.41	-46.1	-197.29	3.8	131.89	2.5
-60.09	-15.7	53.40	-1.1	-113.49	-2.2	-110.16	-28.8	-86.61	1.8	-23.55	-0.4
-51.29	-35.9	-64.34	1.2	13.04	0.2	-66.43	-46.5	-197.62	3.8	131.19	2.5
-43.82	-26.9	-72.84	1.4	29.02	0.5	-65.18	-40.0	-198.85	3.8	133.67	2.5
-35.84	-35.2	-110.07	2.1	74.24	1.4	-47.96	-47.1	-234.57	4.4	186.61	3.4
-66.99	-51.8	-210.88	4.0	143.90	2.7	-56.43	-43.6	-211.20	4.0	154.77	2.9
-48.30	-24.6	-48.52	0.9	0.21	0.0	-74.22	-37.8	-177.84	3.5	103.62	1.9
-56.51	-18.3	20.75	-0.4	-77.26	-1.5	-101.81	-33.0	-113.86	2.3	12.04	0.2
-52.27	-30.8	-48.01	0.9	-4.27	-0.1	-76.15	-44.9	-177.92	3.5	101.77	1.9
-31.70	-15.9	-99.51	1.9	67.81	1.2	-55.76	-27.9	-209.25	4.0	153.49	2.8
-35.27	-14.3	-76.78	1.5	41.50	0.8	-66.25	-26.9	-179.95	3.5	113.70	2.1
-36.37	-7.5	10.86	-0.2	-47.23	-0.9	-161.91	-33.5	-201.07	4.1	39.16	0.7
-38.88	-12.4	-48.94	1.0	10.06	0.2	-126.65	-40.5	-273.03	5.4	146.38	2.7
-34.01	-6.5	24.42	-0.5	-58.43	-1.1	-168.69	-32.2	-184.56	3.8	15.87	0.3
-83.89	-25.1	-172.03	3.4	88.15	1.6	-84.14	-25.2	-131.10	2.6	46.97	0.9
-79.99	-27.2	-186.45	3.7	106.46	2.0	-121.48	-41.4	-282.66	5.5	161.17	3.0
-54.97	-12.0	68.05	-1.4	-123.02	-2.3	-109.50	-23.9	-83.94	1.7	-25.56	-0.5
-48.92	-16.1	9.01	-0.2	-57.93	-1.1	-90.80	-29.8	-122.45	2.5	31.65	0.6
-54.90	-20.5	-5.27	0.1	-49.63	-0.9	-92.99	-34.7	-137.44	2.7	44.45	0.8
-42.86	-16.9	-42.76	0.8	-0.10	0.0	-75.47	-29.7	-170.62	3.3	95.15	1.8
-42.91	-12.8	-1.83	0.0	-41.08	-0.8	-86.99	-25.9	-134.20	2.7	47.21	0.9
-47.23	-9.7	67.13	-1.4	-114.35	-2.2	-112.03	-23.1	-73.34	1.5	-38.69	-0.7
-57.90	-22.7	-11.71	0.2	-46.19	-0.9	-87.72	-34.3	-145.90	2.9	58.18	1.1
-51.54	-12.2	44.27	-0.9	-95.81	-1.8	-103.91	-24.5	-94.76	1.9	-9.15	-0.2
-41.94	-9.2	50.53	-1.0	-92.47	-1.7	-106.57	-23.4	-86.22	1.8	-20.35	-0.4
-45.97	-20.4	-36.51	0.7	-9.46	-0.2	-76.20	-33.8	-163.30	3.2	87.10	1.6
-105.80	-34.6	-203.83	3.9	98.03	1.8	-84.56	-27.7	-308.08	6.0	223.52	4.1
-49.28	-33.5	-245.64	4.6	196.36	3.6	-49.45	-33.6	-347.88	6.5	298.43	5.4
-66.49	-38.6	-226.19	4.3	159.70	2.9	-65.91	-38.2	-321.63	6.1	255.71	4.7
-128.29	-34.1	-162.74	3.2	34.44	0.6	-104.35	-27.8	-264.24	5.2	159.89	2.9
-37.74	-18.6	-53.60	1.0	15.86	0.3	-55.60	-27.4	-197.60	3.8	142.00	2.6
-43.26	-17.0	-20.27	0.4	-22.99	-0.4	-67.55	-26.5	-164.05	3.2	96.49	1.8
-48.92	-10.7	81.97	-1.6	-130.89	-2.4	-101.78	-22.4	-65.62	1.3	-36.16	-0.7
-121.40	-37.8	-179.66	3.5	58.26	1.1	-103.61	-32.3	-280.39	5.5	176.78	3.2
-83.52	-38.9	-210.27	4.0	126.76	2.3	-78.24	-36.4	-306.96	5.9	228.72	4.2
-126.15	-32.0	-187.56	3.7	61.41	1.1	-93.71	-23.7	-294.39	5.8	200.69	3.7
-91.34	-34.7	-212.22	4.1	120.88	2.2	-121.60	-46.2	-446.51	8.6	324.91	5.9
-45.32	-16.5	-5.09	0.1	-40.23	-0.7	-72.00	-26.1	-155.85	3.0	83.85	1.5
-49.25	-13.7	36.43	-0.7	-85.68	-1.6	-87.94	-24.6	-108.07	2.1	20.12	0.4
-50.11	-12.7	57.56	-1.1	-107.66	-2.0	-93.62	-23.7	-95.56	1.9	1.94	0.0
-47.71	-9.6	99.87	-2.0	-147.58	-2.7	-106.93	-21.6	-47.89	1.0	-59.04	-1.1
-29.60	-12.6	-68.64	1.4	39.04	0.7	-78.29	-33.2	-156.03	3.1	77.74	1.5
-29.24	-11.6	-58.84	1.2	29.60	0.6	-81.61	-32.3	-147.30	2.9	65.69	1.2
-31.74	-14.0	-82.45	1.6	50.72	1.0	-73.30	-32.3	-180.29	3.5	106.98	2.0
-32.36	-12.3	-61.11	1.2	28.74	0.5	-80.91	-30.8	-161.63	3.2	80.71	1.5
-32.58	-10.6	-36.62	0.7	4.04	0.1	-89.73	-29.2	-140.51	2.8	50.78	1.0
-30.84	-8.5	-8.45	0.2	-22.39	-0.4	-99.17	-27.2	-116.40	2.4	17.23	0.3

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
-36.45	-14.6	-62.01	1.2	25.56	0.5	-89.49	-35.9	-143.26	2.9	53.77	1.0
-34.25	-10.6	-25.29	0.5	-8.95	-0.2	-103.43	-32.0	-108.93	2.2	5.50	0.1
-35.50	-16.6	-80.34	1.6	44.84	0.8	-78.89	-36.9	-164.32	3.2	85.43	1.6
-35.61	-15.5	-71.16	1.4	35.55	0.7	-82.44	-36.0	-155.88	3.1	73.44	1.4
-35.76	-13.5	-51.01	1.0	15.24	0.3	-90.22	-34.1	-137.50	2.7	47.28	0.9
-34.22	-10.2	-15.45	0.3	-18.76	-0.4	-103.43	-30.8	-105.29	2.1	1.87	0.0
-31.25	-10.8	-34.98	0.7	3.73	0.1	-79.62	-27.6	-153.59	3.1	73.97	1.4
-32.43	-8.8	7.74	-0.2	-40.17	-0.8	-147.66	-40.2	-252.37	5.1	104.71	2.0
-29.70	-6.1	62.08	-1.3	-91.78	-1.7	-172.24	-35.6	-211.70	4.4	39.46	0.7
-34.65	-15.9	-87.21	1.7	52.56	1.0	-127.24	-58.4	-286.38	5.7	159.14	3.0
-28.33	-18.3	-123.14	2.4	94.82	1.8	-92.21	-59.6	-330.84	6.4	238.63	4.4
-29.43	-19.0	-117.21	2.2	87.78	1.6	-89.82	-58.0	-334.85	6.4	245.03	4.6
-31.24	-24.0	-142.97	2.7	111.73	2.1	-85.87	-66.1	-344.50	6.6	258.63	4.8
-31.89	-21.3	-125.35	2.4	93.46	1.7	-93.93	-62.7	-331.56	6.4	237.63	4.4
-35.95	-22.2	-111.80	2.2	75.85	1.4	-107.65	-66.4	-307.78	6.0	200.13	3.8
-55.03	-32.0	-241.23	4.6	186.20	3.5	-85.96	-50.1	-346.49	6.7	260.53	4.8
-83.38	-20.8	-111.89	2.3	28.52	0.5	-155.51	-38.8	-239.88	4.9	84.37	1.6
-103.02	-63.4	-154.38	3.0	51.36	1.0	-96.81	-59.6	-323.44	6.2	226.63	4.2
-97.68	-58.9	-158.77	3.0	61.09	1.1	-96.22	-58.0	-326.23	6.2	230.00	4.3
-103.31	-73.2	-175.18	3.3	71.87	1.3	-94.88	-67.3	-334.43	6.4	239.55	4.4
-108.17	-66.9	-158.26	3.0	50.09	0.9	-101.38	-62.7	-321.96	6.2	220.58	4.1
-87.14	-45.9	-167.99	3.2	80.85	1.5	-94.37	-49.7	-335.53	6.4	241.16	4.4
-60.21	-14.2	-134.99	2.7	74.78	1.4	-159.49	-37.6	-230.71	4.7	71.22	1.3
-127.69	-74.4	-126.71	2.5	-0.98	0.0	-113.26	-66.0	-298.78	5.8	185.52	3.5
-124.59	-51.7	-90.50	1.8	-34.10	-0.6	-123.00	-51.0	-280.72	5.5	157.73	3.0
-127.53	-49.6	-78.82	1.6	-48.71	-0.9	-127.53	-49.6	-273.40	5.4	145.87	2.7
-118.53	-50.4	-101.81	2.0	-16.71	-0.3	-122.09	-51.9	-286.40	5.6	164.32	3.1
-125.55	-46.5	-76.87	1.5	-48.68	-0.9	-132.80	-49.2	-270.01	5.3	137.21	2.6
-132.13	-42.2	-47.98	1.0	-84.15	-1.6	-144.58	-46.2	-251.59	5.0	107.02	2.0
-137.44	-37.3	-14.06	0.3	-123.38	-2.3	-156.94	-42.6	-230.32	4.7	73.37	1.4
-141.85	-54.6	-79.23	1.6	-62.62	-1.2	-138.74	-53.4	-266.47	5.3	127.73	2.4
-152.62	-46.3	-34.76	0.7	-117.86	-2.2	-105.72	-32.0	-105.15	2.1	-0.57	0.0
-193.07	-119.4	-224.30	4.3	31.23	0.6	-148.31	-91.8	-274.58	5.3	126.27	2.3
-132.21	-54.9	-95.38	1.9	-36.83	-0.7	-87.20	-36.2	-148.28	2.9	61.07	1.1
-138.97	-50.4	-71.48	1.4	-67.49	-1.3	-140.48	-51.0	-261.28	5.2	120.80	2.3
-148.07	-43.1	-29.05	0.6	-119.02	-2.3	-157.53	-45.8	-233.86	4.7	76.33	1.4
-111.51	-35.9	-81.09	1.6	-30.41	-0.6	-133.66	-43.1	-275.24	5.5	141.58	2.6
-118.88	-30.4	-33.32	0.7	-85.56	-1.6	-99.70	-25.5	-109.78	2.2	10.08	0.2
-122.66	-24.2	28.48	-0.6	-151.14	-2.8	-174.58	-34.5	-202.85	4.2	28.26	0.5
-144.66	-64.6	-84.54	1.7	-60.12	-1.1	-131.19	-58.5	-270.83	5.4	139.64	2.6
-55.61	-10.6	108.79	-2.3	-164.40	-3.1	-122.08	-23.4	-44.95	0.9	-77.13	-1.5
-22.53	-2.8	192.06	-4.2	-214.58	-4.0	-143.92	-18.0	39.24	-0.9	-183.16	-3.4
-12.10	-1.6	95.48	-2.0	-107.58	-2.0	-128.41	-17.0	42.83	-0.9	-171.23	-3.1
16.28	1.7	231.89	-5.2	-215.60	-4.0	-146.52	-15.5	61.04	-1.4	-207.55	-3.8
-18.45	-2.8	134.02	-2.9	-152.47	-2.9	-130.07	-19.7	-16.20	0.3	-113.86	-2.1
-10.18	-1.3	185.44	-4.0	-195.61	-3.6	-135.59	-17.6	15.02	-0.3	-150.61	-2.8
-42.56	-5.0	368.01	-8.1	-410.57	-7.6	-146.97	-17.2	55.44	-1.2	-202.42	-3.8
-126.55	-20.1	122.74	-2.6	-249.29	-4.7	-131.49	-20.9	-6.76	0.1	-124.73	-2.3
-70.21	-12.2	234.35	-4.9	-304.57	-5.7	-126.39	-22.0	-24.31	0.5	-102.09	-1.9
9.08	0.9	292.48	-6.3	-283.40	-5.0	-144.54	-13.9	146.12	-3.2	-290.66	-5.1
-3.93	-0.4	261.50	-5.6	-265.43	-4.7	-141.68	-14.9	117.85	-2.5	-259.53	-4.6

Tabella 13: Differenza metodo Europeo-TRNSYS, differenza metodo Nazionale-TRNSYS (caso 1)

Questi risultati sono stati graficati per comprenderne meglio i risultati (se il Δ è nullo

i risultati coincidono con i risultati ottenuti in TRNSYS).

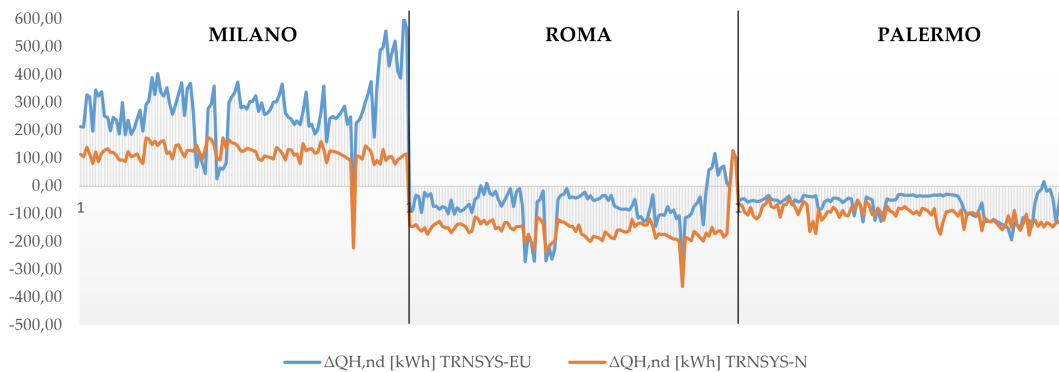


Figura 35: Differenza fabbisogno utile per riscaldamento (caso 1)

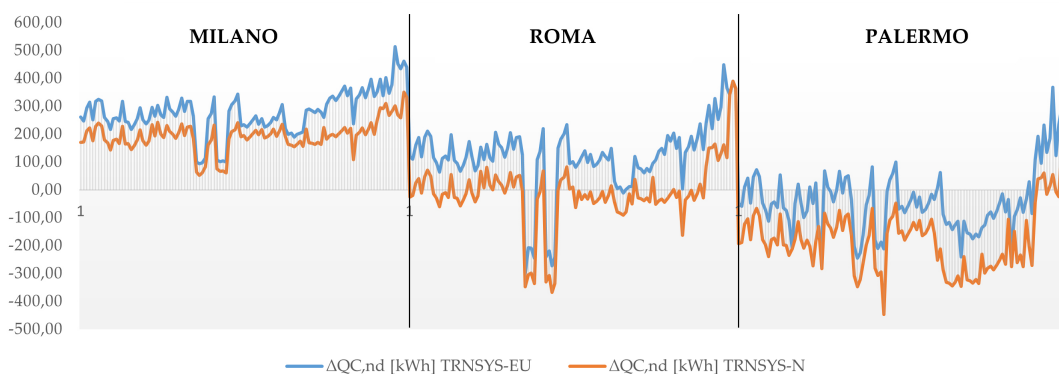


Figura 36: Differenza fabbisogno utile per raffrescamento (caso 1)

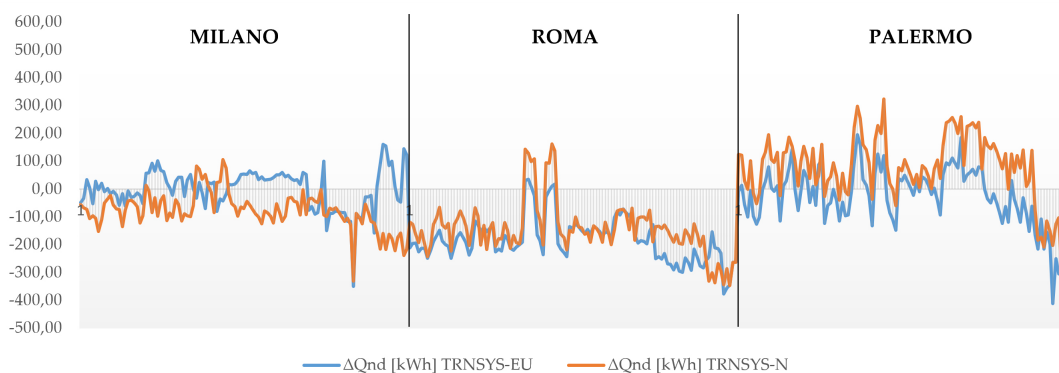


Figura 37: Differenza fabbisogno utile totale (caso 1)

Si nota in figura 35 che i due metodi, nel calcolo del fabbisogno utile per riscaldamento, restituiscono valori molto coerenti rispetto ai risultati ottenuti in TRNSYS (circa 100 kWh di differenza all'anno), a meno del metodo Europeo limitato alla zona climatica E (Milano) nella quale si nota una minor precisione nel metodo.

Questa differenza tra i due metodi, al contrario, non si riscontra nel calcolo del fabbisogno utile per raffrescamento (figura 36), nel quale i due metodi sono praticamente simili. Tale similitudine tra i due metodi è stata riscontrata anche nelle zone climatiche D (Roma) e B (Palermo). Inoltre nella zona climatica D si nota una maggior precisione del metodo Nazionale rispetto a quello europeo.

Per il calcolo del del fabbisogno utile totale, in figura 37, i due metodi risultano molto precisi rispetto a TRNSYS, restituendo infatti valori molto simili tra loro.

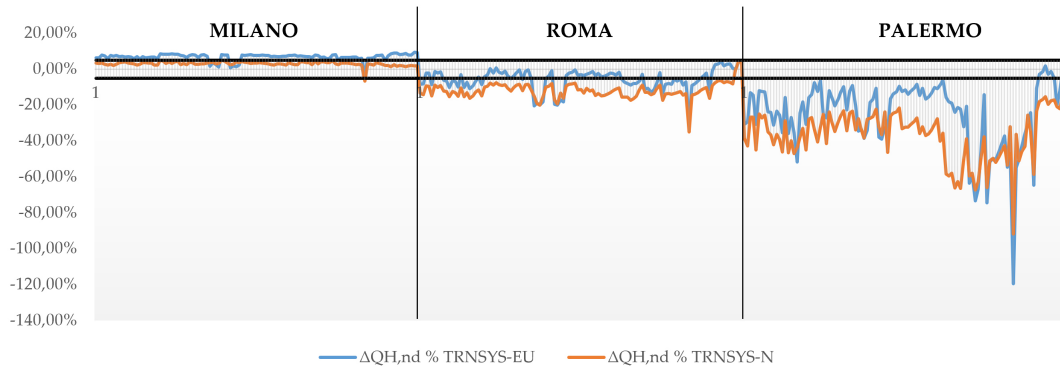


Figura 38: Differenza percentuale fabbisogno utile per riscaldamento (caso 1)

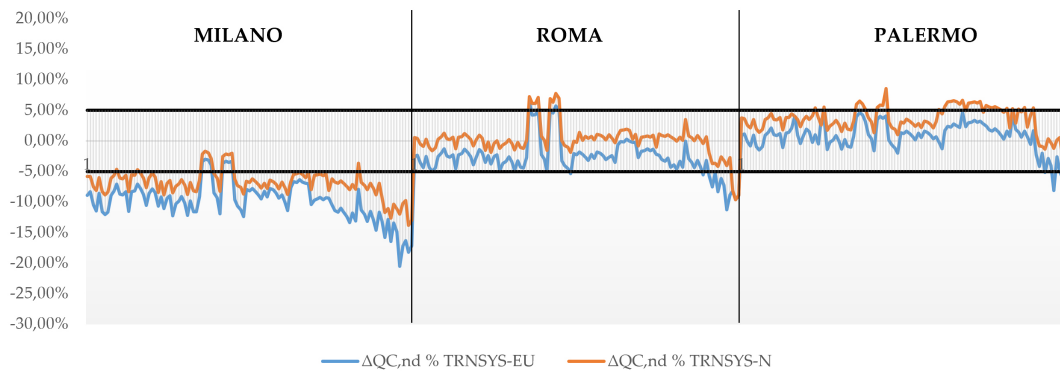


Figura 39: Differenza percentuale fabbisogno utile per raffreddamento (caso 1)

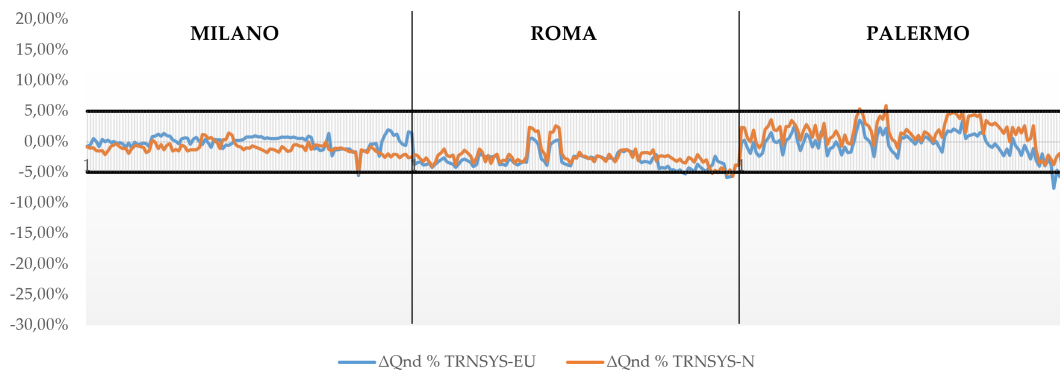


Figura 40: Differenza percentuale fabbisogno utile totale (caso 1)

Attraverso la valutazione delle differenze percentuali si è verificato se la precisione dei due metodi ricade all'interno di una tolleranza del $\pm 5\%$ (tutti i software hanno un certo errore di base).

Si può notare che l'errore percentuale, del fabbisogno utile totale, è sempre minore del $\pm 5\%$, per tutte le località. È possibile quindi affermare che il metodo nazionale e il metodo europeo hanno una precisione piuttosto elevata rispetto a TRNSYS.

Tuttavia questa precisione non è riscontrata nel calcolo dei fabbisogni invernali ed estivi dove nel particolare:

- il metodo nazionale risulta essere meno preciso sul calcolo del fabbisogno invernale per le località di Roma e Palermo, mentre sul calcolo del fabbisogno estivo risulta poco preciso per Milano;

- il metodo Europeo risulta essere impreciso su Palermo per il calcolo del fabbisogno invernale e per Milano nel calcolo del fabbisogno estivo.

Scostamento trasmittanze UNI EN ISO 52016-1 (Appendice A e B), TRNSYS - requisiti minimi Decreto Efficienza Energetica (DEE)

Considerando i limiti di trasmittanza per le superfici opache verticali, imposti dal del Decreto Efficienza Energetica, allegato E (DEE) in quanto più restrittivo rispetto ai valori limite di trasmittanza del Decreto Requisiti Minimi, allegato B (figura 41), è possibile scegliere, per ogni località, una stratigrafia che ha come valore di trasmittanza il valore massimo imposto dal decreto (tabella 14). È stato valutato, a questo punto, l'andamento dei fabbisogni invernali, estivi e totali in funzione delle diverse trasmittanze delle strutture scelte rispetto alle stratigrafie di riferimento individuate.

Zona Climatica	Strutture verticali opache		Coperture		Pavimenti		Serramenti	
	Requisiti Minimi	DEE	Requisiti Minimi	DEE	Requisiti Minimi	DEE	Requisiti Minimi	DEE
A	0,40	0,38	0,32	0,27	0,42	0,40	3,00	2,60
B	0,40	0,38	0,32	0,27	0,42	0,40	3,00	2,60
C	0,36	0,30	0,32	0,27	0,38	0,30	2,00	1,75
D	0,32	0,26	0,26	0,22	0,32	0,28	1,80	1,67
E	0,28	0,23	0,24	0,20	0,29	0,25	1,40	1,30
F	0,26	0,22	0,22	0,19	0,28	0,23	1,00	1,00

Figura 41: Confronto tra i valori limite di trasmittanza del Decreto Requisiti Minimi, Allegato B e del Decreto Efficienza Energetica, Allegato E (DEE)

n	Località	Massa	U_d	M_s	C_{tot}	Y_{ie}	fa	ϕ	k_i	s
-	-	-	$\frac{W}{m^2 K}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kJ}{m^2 K}$	$\frac{W}{m^2 K}$	-	h	$\frac{kJ}{m^2 K}$	m
5	Milano	D	0.230	432.00	480.00	0.001	0.005	5.93	39.57	0.53
51	Roma	EI	0.260	25.10	89.90	0.227	0.871	3.96	36.96	0.18
35	Palermo	D	0.380	246.75	233.70	0.04	0.105	15.40	38.84	0.28

Tabella 14: Strutture di riferimento

MILANO Si nota in figura 42, 43 e 44, che per stratigrafie con trasmittanza maggiore rispetto a quella di riferimento il fabbisogno invernale aumenta notevolmente, mentre il fabbisogno estivo tende a diminuire.

Si può notare inoltre che l'aumento importante del fabbisogno invernale comporta anche l'aumento del fabbisogno totale annuo.

L'andamento dei fabbisogni è concorde per tutti e tre i metodi utilizzati.

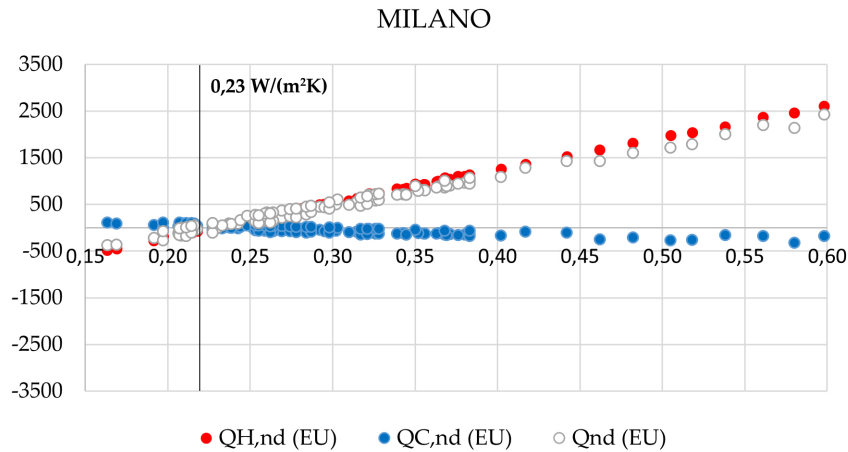


Figura 42: Confronto fabbisogno (Metodo Europeo)-Trasmittanze su Milano (caso 1)

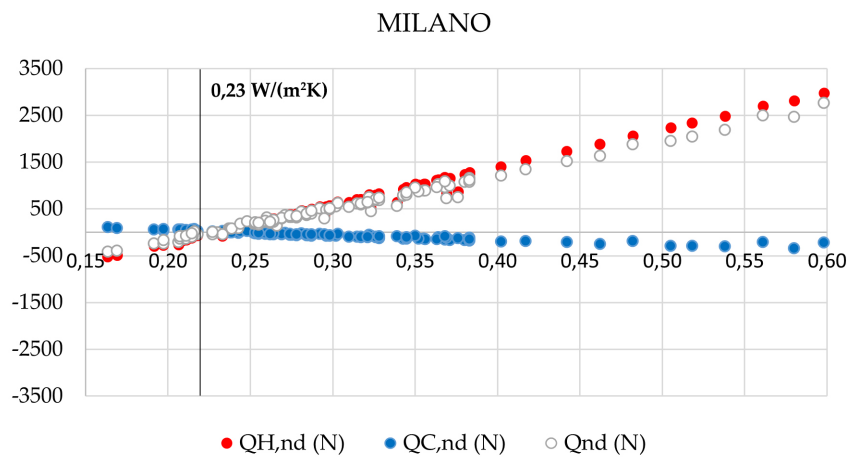


Figura 43: Confronto fabbisogno (Metodo Nazionale)-Trasmittanze su Milano (caso 1)

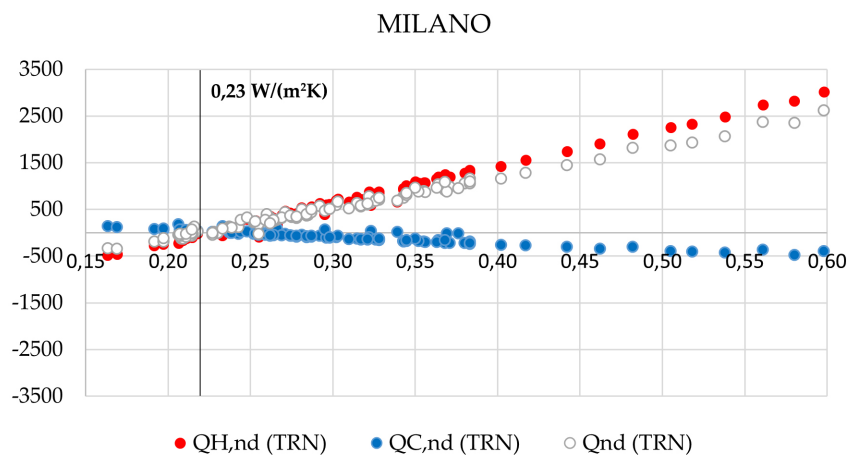


Figura 44: Confronto fabbisogno (TRNSYS)-Trasmittanze su Milano (caso 1)

ROMA L'andamento dei fabbisogni, in figura 45, 46 e 47, è lo stesso che viene riscontrato su Milano ma con un minor aumento dei fabbisogni invernali e totali per trasmittanze superiori a quella di riferimento. Questo è dovuto sicuramente alla zona climatica che è caratterizzata da temperature e radiazione solare più elevate rispetto alla precedente.

Anche in questo caso l'andamento dei fabbisogni è concorde per i tre metodi di analisi.

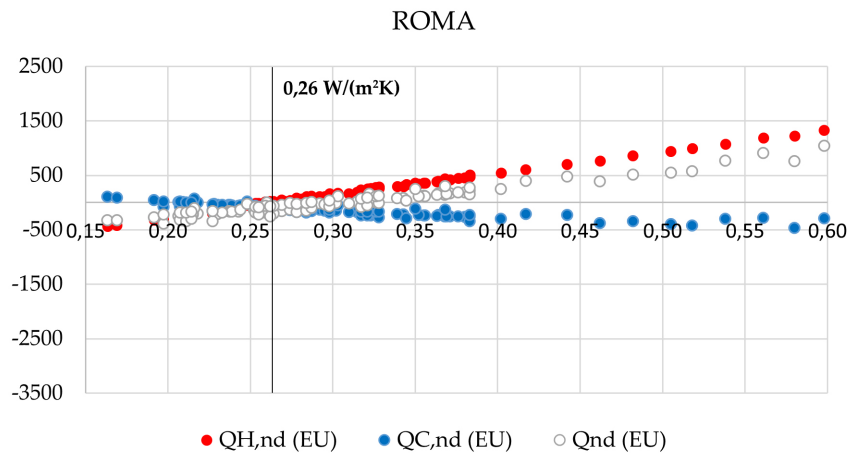


Figura 45: Confronto fabbisogno (Metodo Europeo)-Trasmittanze su Roma (caso 1)

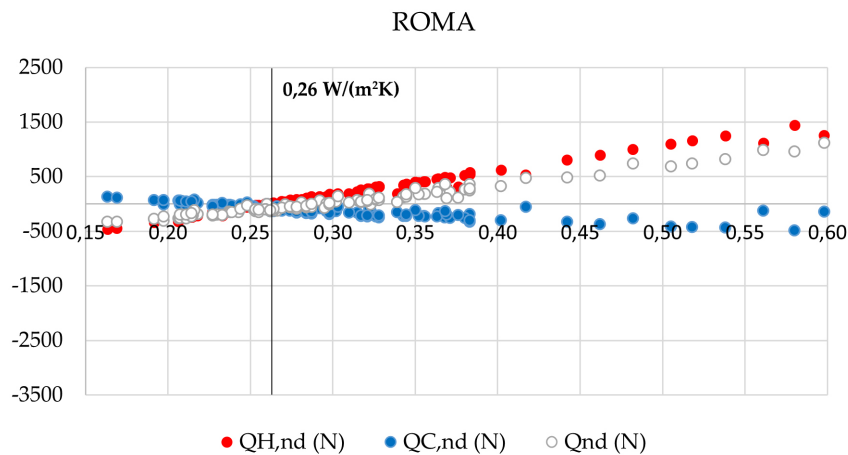


Figura 46: Confronto fabbisogno (Metodo Nazionale)-Trasmittanze su Roma (caso 1)

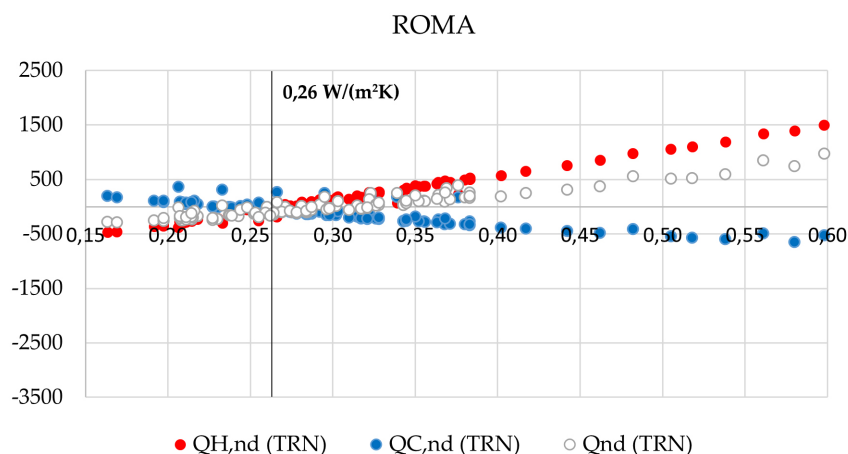


Figura 47: Confronto fabbisogno (TRNSYS)-Trasmittanze su Roma (caso 1)

PALERMO L'effetto della zona climatica è molto più visibile in figura 48, 49 e 50. L'aumento del fabbisogno invernale e totale che si riscontrava nei casi precedenti, all'aumentare della trasmittanza, in questo caso è molto meno accentuato. Si nota tuttavia un

leggero aumento del fabbisogno estivo per trasmittanze minori di quella di riferimento. Per via dei fabbisogni estivi ed invernali bassi e simili tra loro (circa ± 500 kWh all'anno), il Δ sul fabbisogno totale ha un andamento non definito e prossimo allo zero. Anche in questo caso i tre metodi di analisi restituiscono valori molto simili tra loro.

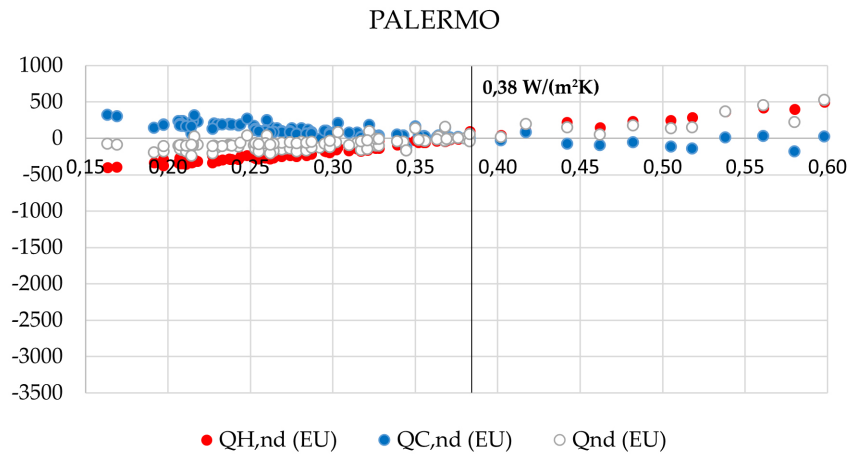


Figura 48: Confronto fabbisogno (Metodo Europeo)-Trasmittanze su Palermo (caso 1)

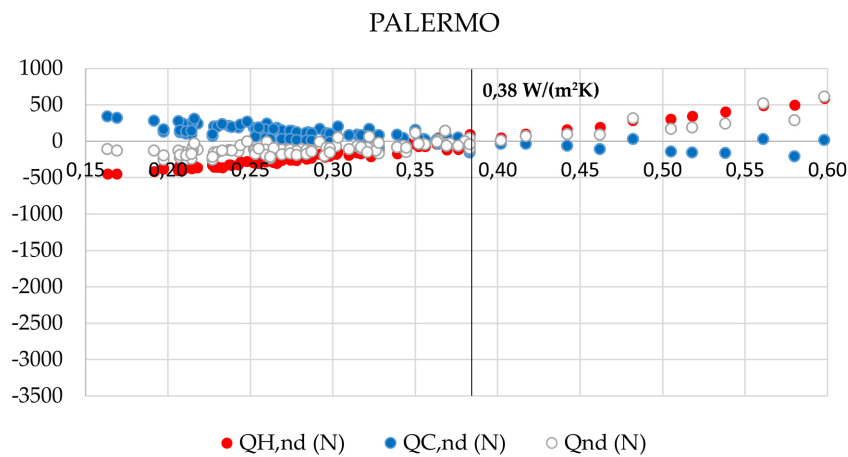


Figura 49: Confronto fabbisogno (Metodo Nazionale)-Trasmittanze su Palermo (caso 1)

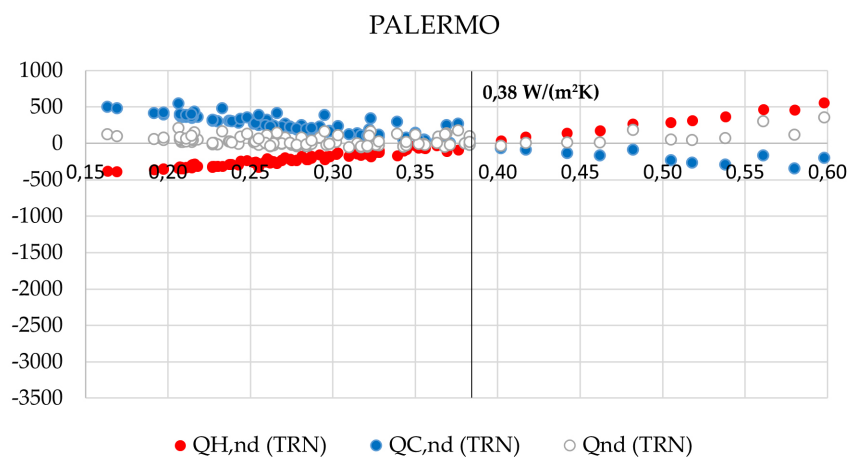


Figura 50: Confronto fabbisogno (TRNSYS)-Trasmittanze su Palermo (caso 1)

Considerando un errore di base (intrinseco dei metodi di calcolo) è possibile individuare un range di trasmittanze, oltre quella di riferimento, per le quali i valori del fabbisogno cadano proprio nella fascia dell'errore posta a $\pm 5\%$. Questo porta ad affermare che la trasmittanza limite può essere anche più alta di quella imposta in quanto i valori di fabbisogno ottenuti con trasmittanze maggiori, cadono all'interno dell'errore ammesso.

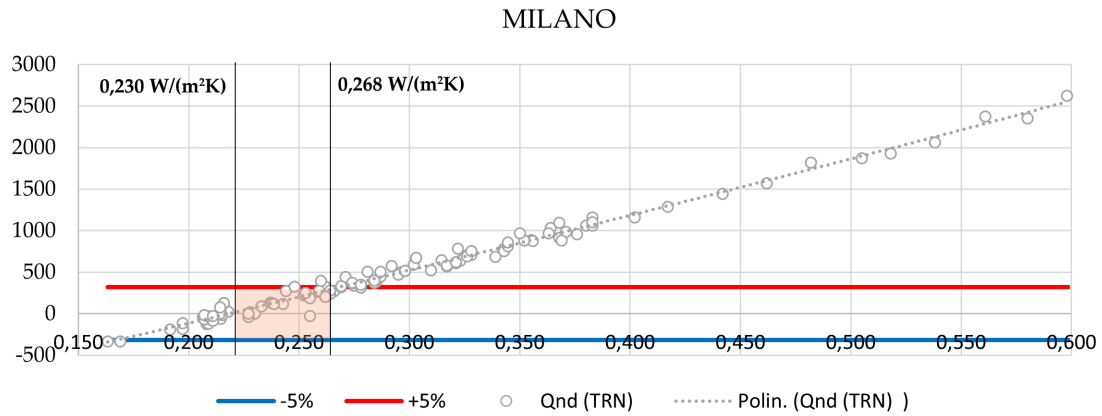


Figura 51: Errore del 5% sul fabbisogno totale per Milano (caso 1)

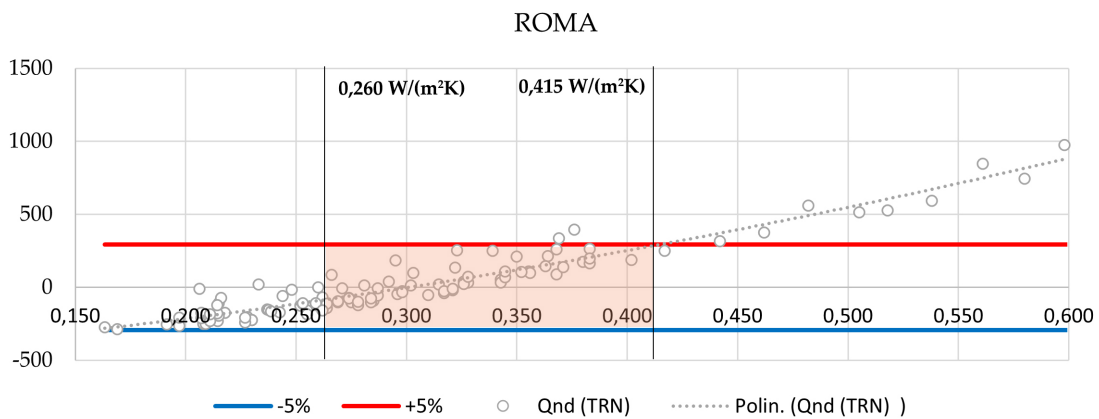


Figura 52: Errore del 5% sul fabbisogno totale per Roma (caso 1)

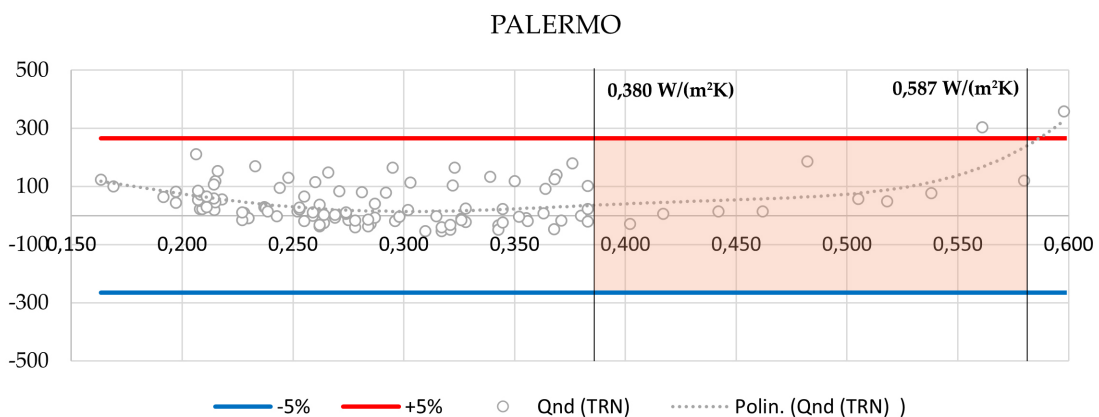


Figura 53: Errore del 5% sul fabbisogno totale per Palermo (caso 1)

Sono stati quindi calcolati i valori limite di trasmittanza affinché il fabbisogno totale non

superi il 5% del fabbisogno totale ottenuto utilizzando una struttura con trasmittanza limite. Questi limiti sono

- Milano $0.268 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Roma $0.415 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Palermo $0.587 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

5.1.2 Valutazione del peso dei parametri termo-fisici degli elementi dell'involucro edilizio sul fabbisogno di energia utile

Per valutare il peso dei parametri termo-fisici utilizzati (trasmittanza termica, massa superficiale, capacità termica totale, trasmittanza termica periodica, fattore di attenuazione, sfasamento e capacità termica areica interna) sui fabbisogni di energia per riscaldamento e raffrescamento, è stata effettuata una misura statistica. In particolare si è calcolato:

- la matrice di correlazione;
- i pesi per correlazione.

Una correlazione è una misura statistica che esprime una relazione lineare tra due variabili. Il grado di associazione tra i due parametri viene espresso tramite l'indice di correlazione che è un valore compreso tra -1 (correlazione inversa) e 1 (correlazione diretta e assoluta). Un indice di correlazione pari a 0 comporta l'assenza di correlazione.

Calcolando la matrice di correlazione e definendo una certa soglia di correzione, è possibile determinare le coppie di parametri che sono fortemente dipendenti fra loro. Questa dipendenza porta a una ridondanza dei parametri e generano, in aggiunta, dispersioni in termini di peso nella previsione. Per questo motivo sono stati scartati tutti i parametri con un indice di correlazione maggiore del valore di soglia impostato al 93%.

Calcolata la matrice e scartati i parametri ridondanti, sono stati calcolati i pesi per correlazione. Quest'ultimi permettono di definire, in base al proprio valore, quali dei parametri considerati hanno un peso maggiore nel calcolo del fabbisogno di energia invernale ed estivo. Maggiore è il peso del parametro, maggiore è la sua rilevanza.

Matrice di correlazione

La matrice di correlazione è stata calcolata fornendo in input tutti i parametri termo-fisici che identificano le configurazioni di involucro edilizio utilizzate nelle singole simulazioni (tabella 7), mentre in output i relativi fabbisogni di energia invernali ed estivi ricavati dalle stesse simulazioni (tabella 12).

		U $\frac{W}{m^2 K}$	M _s $\frac{kg}{m^2}$	C _{tot} $\frac{kJ}{m^2 K}$	Y _{ie} $\frac{W}{m^2 K}$	f _a -	Φ h	k _i $\frac{kJ}{m^2 K}$
U	$\frac{W}{m^2 K}$	1.00	-0.37	-0.42	0.55	0.35	-0.44	0.05
M _s	$\frac{kg}{m^2}$	-0.37	1.00	0.98	-0.79	-0.85	0.66	0.28
C _{tot}	$\frac{kJ}{m^2 K}$	-0.42	0.98	1.00	-0.79	-0.85	0.66	0.30
Y _{ie}	$\frac{W}{m^2 K}$	0.55	-0.79	-0.79	1.00	0.93	-0.70	-0.23
f _a	-	0.35	-0.85	-0.85	0.93	1.00	-0.75	-0.24
Φ	h	-0.44	0.66	0.66	-0.70	-0.75	1.00	0.19
k _i	$\frac{kJ}{m^2 K}$	0.05	0.28	0.30	-0.23	-0.24	0.19	1.00

Legenda

100%

99% ÷ 93%

92% ÷ 70%

69% ÷ 40%

39% ÷ 11%

< 11%

Tabella 15: Matrice di correlazione

Nella matrice di correlazione (tabella 15) sono presenti due parametri con valori al di sopra della soglia di correlazione posta al 93%. Sia la capacità termica totale che il fattore di attenuazione risultano essere dipendenti rispettivamente dalla massa superficiale e dalla trasmittanza termica periodica. Questi parametri, per cui, possono essere esclusi dal calcolo dei pesi ed ottenere così la seguente matrice di correlazione corretta.

		U $\frac{W}{m^2 K}$	M _s $\frac{kg}{m^2}$	Y _{ie} $\frac{W}{m^2 K}$	Φ h	k _i $\frac{kJ}{m^2 K}$
U	$\frac{W}{m^2 K}$	1.00	-0.37	0.55	-0.44	0.05
M _s	$\frac{kg}{m^2}$	-0.37	1.00	-0.79	0.66	0.28
Y _{ie}	$\frac{W}{m^2 K}$	0.55	-0.79	1.00	-0.70	-0.23
Φ	h	-0.44	0.66	-0.70	1.00	0.19
k _i	$\frac{kJ}{m^2 K}$	0.05	0.28	-0.23	0.19	1.00

Legenda

100%

99% ÷ 93%

92% ÷ 70%

69% ÷ 40%

39% ÷ 11%

< 11%

Tabella 16: Matrice di correlazione corretta

Pesi per correlazione

Per mezzo delle variabili indipendenti della matrice di correlazione corretta (tabella 16), si individuano i pesi che i singoli parametri hanno sul calcolo del fabbisogno di energia per riscaldamento e per raffrescamento.

Milano												
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.99	40.9%	0.85	42.4%	0.99	41.4%	0.95	48.6%	0.99	40.3%	0.93	49.2%
Y _{ie}	0.56	22.9%	0.43	21.7%	0.56	23.3%	0.32	16.2%	0.58	23.4%	0.38	19.9%
Φ	0.46	18.8%	0.29	14.4%	0.44	18.3%	0.31	15.9%	0.46	18.6%	0.30	15.6%
M _s	0.39	15.9%	0.28	13.8%	0.40	16.4%	0.20	10.3%	0.42	17.2%	0.26	13.9%
k _i	0.04	1.5%	0.16	7.8%	0.01	0.6%	0.18	9.1%	0.01	0.5%	0.03	1.4%

Tabella 17: Pesi Milano

Il parametro più influente sul calcolo del fabbisogno invernale (figura 54), è senza dubbio la trasmittanza termica seguito dalla trasmittanza termica periodica, dallo sfasamento e dalla massa superficiale, mentre la capacità termica areica interna ha un peso quasi ininfluente. Questa gerarchia di pesi è rispettata anche in estate dove, tuttavia, si attribuisce un'importanza maggiore alla capacità termica areica interna (figura 55). In inverno i pesi attribuiti ai parametri sono molto simili tra i tre metodi, mentre in

estate utilizzando il metodo europeo, la trasmittanza ha un peso minore rispetto agli altri. Sempre in estate inoltre si nota che il peso attribuito alla capacità termica areica interna, utilizzando TRNSYS, è nettamente inferiore rispetto agli altri due metodi.

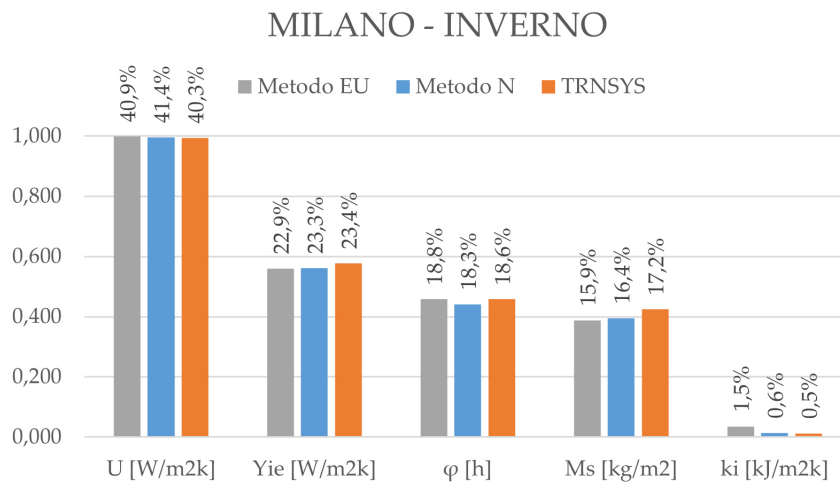


Figura 54: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento su Milano (caso 1)

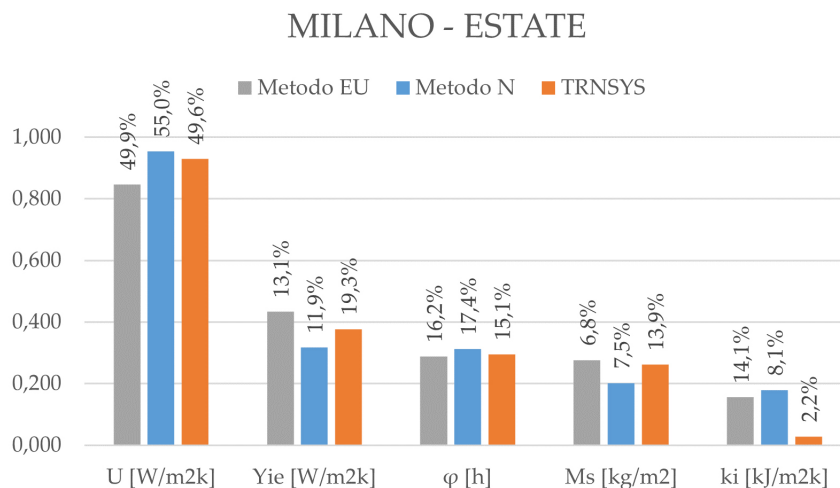


Figura 55: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento su Milano (caso 1)

Roma												
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.99	41.3%	0.88	48.6%	0.99	42.5%	0.83	58.4%	0.98	40.4%	0.85	49.0%
Y _{ie}	0.56	23.2%	0.30	16.5%	0.52	22.3%	0.23	16.1%	0.58	23.6%	0.33	19.0%
Φ	0.46	19.1%	0.25	13.8%	0.43	18.5%	0.16	11.5%	0.45	18.3%	0.25	14.6%
M _s	0.39	16.0%	0.25	13.7%	0.37	16.0%	0.12	8.6%	0.43	17.4%	0.24	13.7%
k _i	0.01	0.4%	0.13	7.3%	0.02	0.7%	0.08	5.4%	0.01	0.3%	0.06	3.6%

Tabella 18: Pesi Roma

Anche in questo caso la trasmittanza termica è il parametro che più influenza il calcolo fabbisogno invernale (figura 56), seguito dalla trasmittanza termica periodica, dallo

sfasamento, dalla massa superficiale ed infine dalla capacità termica areica interna che ha un peso quasi nullo. Come per Milano, anche per Roma la capacità termica areica interna aumenta il suo peso in estate (figura 57), ma la scala gerarchica resta invariata. In inverno i pesi attribuiti ai parametri sono coerenti tra i tre metodi, mentre in estate il peso dei parametri del metodo nazionale si discosta leggermente dagli altri.

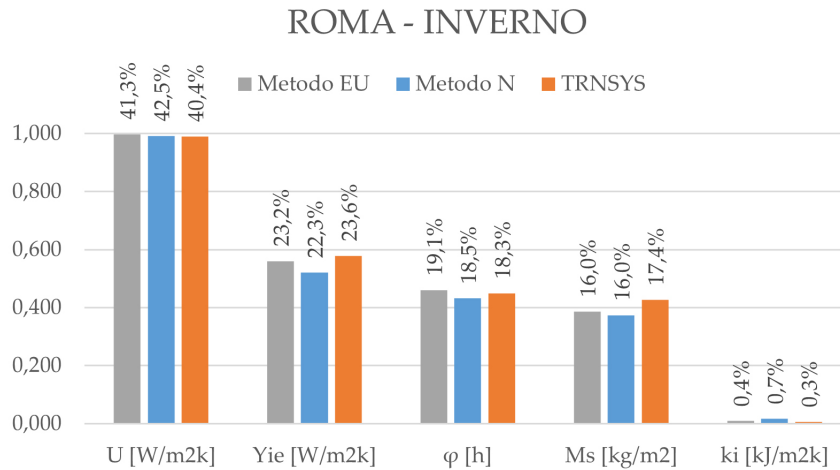


Figura 56: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento su Roma (caso 1)

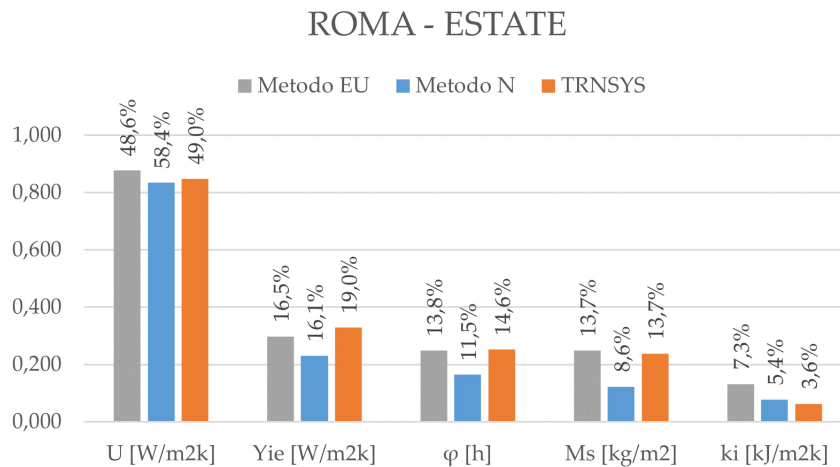


Figura 57: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento su Roma (caso 1)

Palermo												
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.98	38.3%	0.78	64.2%	0.99	38.8%	0.76	61.3%	0.99	38.8%	0.93	50.5%
Y _{ie}	0.58	22.7%	0.24	19.5%	0.60	23.6%	0.26	21.4%	0.62	24.5%	0.35	19.0%
Φ	0.47	18.3%	0.12	9.9%	0.47	18.5%	0.11	9.0%	0.47	18.4%	0.29	15.8%
M _s	0.41	15.9%	0.05	4.3%	0.43	16.8%	0.07	5.5%	0.45	17.7%	0.24	13.2%
k _i	0.12	4.8%	0.03	2.2%	0.06	2.4%	0.03	2.8%	0.02	0.6%	0.03	1.5%

Tabella 19: Pesi Palermo

Come per Milano e Roma sia in inverno che in estate la trasmittanza termica è il parametro che più peso per il calcolo fabbisogno (figura 58, 59), seguito dalla trasmittanza termica periodica dallo sfasamento, dalla massa superficiale ed in fine dalla capacità termica areica interna.

In inverno i pesi attribuiti ai parametri sono coerenti tra i tre metodi, mentre in estate i pesi ottenuti da TRNSYS sono maggiori rispetto agli altri pesi ottenuti attraverso i due metodi della norma UNI EN ISO 52016-1 che sono simili tra loro.

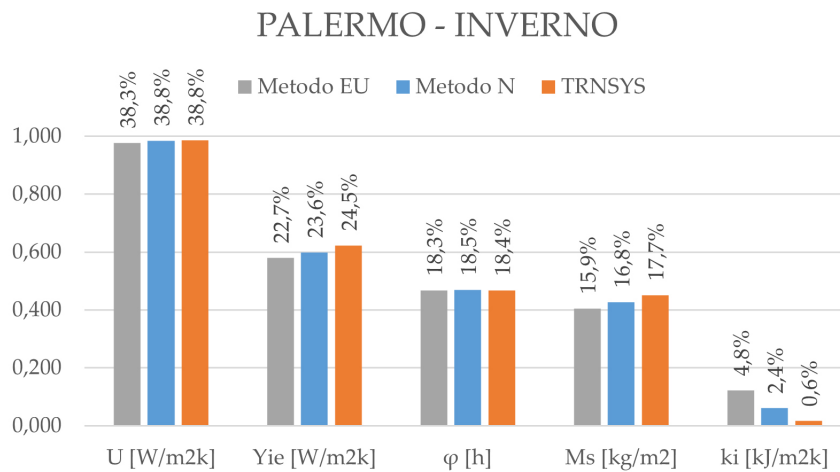


Figura 58: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento su Palermo (caso 1)

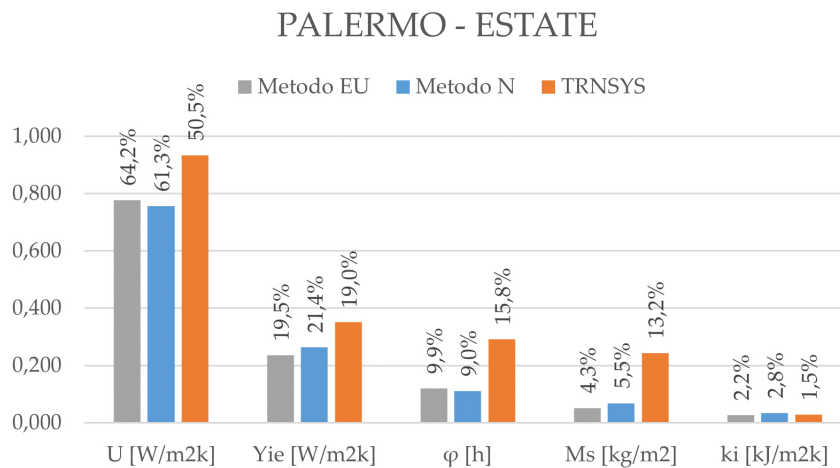


Figura 59: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento su Palermo (caso 1)

	Valore Medio											
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.99	40.1%	0.83	49.9%	0.99	40.8%	0.85	55.0%	0.99	39.8%	0.90	49.6%
Y _{ie}	0.57	23.0%	0.22	13.1%	0.56	23.1%	0.18	11.9%	0.59	23.8%	0.35	19.3%
Φ	0.46	18.7%	0.27	16.2%	0.45	18.4%	0.27	17.4%	0.46	18.4%	0.27	15.1%
M _s	0.39	15.9%	0.11	6.8%	0.40	16.4%	0.12	7.5%	0.43	17.4%	0.25	13.9%
k _i	0.06	2.2%	0.24	14.1%	0.03	1.3%	0.13	8.1%	0.01	0.5%	0.04	2.2%

Metodo EU		Metodo N		TRNSYS	
Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate

Tabella 20: Pesì valore medio

Attraverso una media dei pesi sulle tre località, si evidenzia qual'è l'andamento del peso medio dei parametri.

In inverno la trasmittanza termica resta il parametro più importante seguito dalla trasmittanza termica periodica, dallo sfasamento e dalla massa superficiale che hanno peso simile ed in ultimo dalla capacità termica areica interna.

In estate il parametro più influente resta la trasmittanza. È possibile notare che il peso dei parametri termo-fisici a meno dello sfasamento si discostano dagli altri.

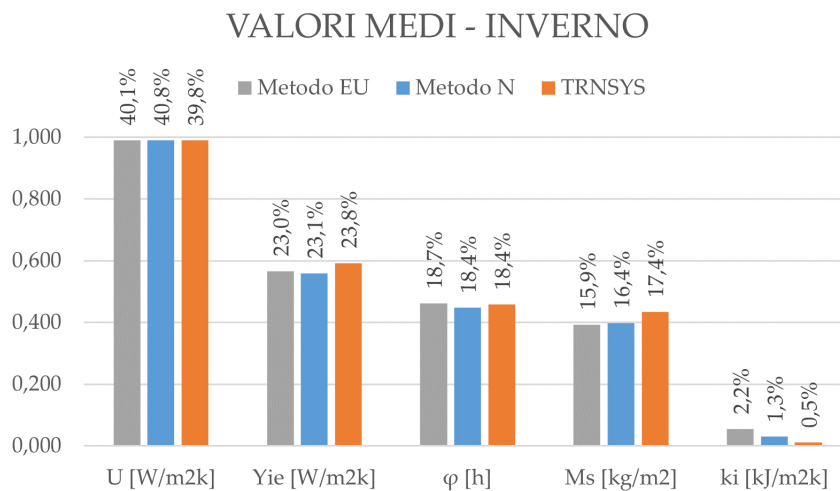


Figura 60: Valori medi del peso dei parametri termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento (caso 1)

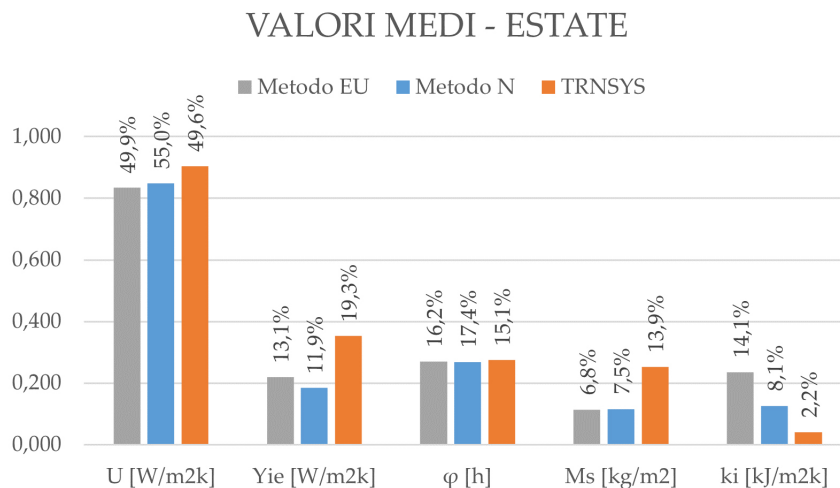


Figura 61: Valori medi del peso dei parametri termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento (caso 1)

5.2 CASO STUDIO 2

Il caso 2 si distingue dal caso 1 per via del fattore solare g delle finestre. Essendo in questo caso il $g_{gl} = 0.34$ la radiazione solare entrante nell'edificio è minore rispetto al caso studio 1.

L'effetto di questa diminuzione di radiazione comporta un innalzamento del fabbisogno invernale ma, allo stesso tempo, una riduzione del fabbisogno estivo.

5.2.1 Valutazione dei fabbisogni di energia utile

Come per il caso 1, il dato di output principale delle simulazioni è il fabbisogno di energia utile, articolato in:

- Fabbisogno di energia utile per riscaldamento $Q_{H,nd}$;
- Fabbisogno di energia utile per raffrescamento $Q_{C,nd}$;
- Fabbisogno di energia utile totale $Q_{nd} = Q_{H,nd} + Q_{C,nd}$.

Questi risultati sono suddivisi per le 3 zone climatiche e per le 111 chiusure verticali utilizzate per le analisi per un totale di 333 simulazioni (tabella 21).

n	ZC	$Q_{H,nd}$	$Q_{C,nd}$	Q_{nd}	$Q_{H,nd}$	$Q_{C,nd}$	Q_{nd}	$Q_{H,nd}$	$Q_{C,nd}$	Q_{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale			TRNSYS			
1	E	4213.12	-1574.95	5788.07	4331.94	-1532.11	5864.04	4670.40	-1255.00	5925.40
2	E	5496.98	-2298.52	7795.50	5616.34	-2245.26	7861.60	4546.13	-1269.11	5815.24
3	E	4872.95	-1541.42	6414.38	5072.26	-1508.07	6580.32	5439.46	-1210.05	6649.51
4	E	5079.08	-1527.75	6606.83	5298.50	-1486.37	6784.86	5646.07	-1177.57	6823.64
5	E	4224.06	-1564.43	5788.49	4349.97	-1531.49	5881.46	4652.08	-1251.14	5903.21
6	E	5171.00	-1529.43	6700.43	5407.49	-1491.65	6899.14	5761.54	-1183.20	6944.74
7	E	5260.59	-1515.55	6776.14	5504.69	-1480.06	6984.75	5824.57	-1161.92	6986.49
8	E	5175.85	-1526.10	6701.95	5409.66	-1487.47	6897.13	5760.00	-1176.46	6936.47
9	E	4287.39	-1576.94	5864.33	4423.34	-1541.91	5965.25	4774.58	-1265.49	6040.07
10	E	4138.34	-1585.15	5723.49	4263.23	-1553.32	5816.55	4618.46	-1283.52	5901.98
11	E	3702.75	-1611.07	5313.82	3791.17	-1579.65	5370.81	4132.87	-1324.46	5457.32
12	E	4289.96	-1572.83	5862.79	4426.82	-1540.32	5967.14	4770.06	-1263.54	6033.60
13	E	4323.09	-1562.68	5885.78	4459.35	-1529.54	5988.90	4793.59	-1247.34	6040.93
14	E	4054.15	-1581.03	5635.18	4160.48	-1543.74	5704.21	4475.61	-1270.52	5746.13
15	E	5079.28	-1527.65	6606.93	5298.12	-1488.78	6786.90	5622.40	-1177.78	6800.18
16	E	4062.22	-1580.95	5643.17	4171.98	-1543.63	5715.61	4481.50	-1270.79	5752.30
17	E	4112.11	-1581.48	5693.58	4235.28	-1549.55	5784.84	4581.85	-1278.51	5860.36
18	E	3741.82	-1601.37	5343.18	3833.44	-1570.08	5403.52	4159.56	-1311.26	5470.82
19	E	3924.74	-1591.16	5515.90	4031.17	-1559.46	5590.63	4360.46	-1293.57	5654.04
20	E	4295.70	-1569.29	5864.99	4431.47	-1536.44	5967.92	4770.95	-1257.78	6028.73
21	E	4831.14	-1531.59	6362.73	5020.00	-1497.09	6517.10	5340.83	-1193.35	6534.18
22	E	4224.06	-1564.43	5788.49	4349.97	-1531.49	5881.46	4652.08	-1251.14	5903.21
23	E	4123.15	-1594.89	5718.04	4252.57	-1563.27	5815.84	4645.49	-1307.08	5952.56
24	E	4341.34	-1580.48	5921.82	4490.17	-1550.76	6040.93	4879.46	-1285.58	6165.04
25	E	5226.53	-1534.10	6760.63	5473.89	-1517.30	6991.20	5852.34	-1215.64	7067.98
26	E	4620.82	-1563.73	6184.54	4797.16	-1537.82	6334.98	5182.32	-1260.94	6443.26
27	E	5360.39	-1528.72	6889.12	5625.49	-1514.50	7139.98	6003.17	-1206.97	7210.13
28	E	4703.39	-1559.17	6262.56	4888.57	-1534.49	6423.06	5272.54	-1254.10	6526.64
29	E	4543.83	-1568.13	6111.97	4712.29	-1541.09	6253.38	5098.54	-1267.44	6365.99
30	E	5286.05	-1525.48	6811.54	5542.06	-1481.18	7023.24	5891.81	-1170.15	7061.95
31	E	4735.04	-1547.16	6282.19	4917.59	-1514.01	6431.60	5266.27	-1218.28	6484.55

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
32	E	4644.91	-1545.99	6190.91	4814.60	-1512.37	6326.97	5138.17	-1218.60	6356.77
33	E	4479.28	-1566.82	6046.09	4638.35	-1534.62	6172.97	5008.01	-1255.20	6263.21
34	E	4783.19	-1551.86	6335.05	4977.27	-1518.00	6495.27	4146.77	-2830.35	6977.11
35	E	5352.41	-1522.35	6874.76	5615.56	-1484.53	7100.09	5970.82	-1171.22	7142.04
36	E	4575.11	-1556.24	6131.35	4739.14	-1518.90	6258.04	5068.96	-1229.29	6298.26
37	E	5146.35	-1532.48	6678.82	5385.39	-1493.43	6878.83	5744.18	-1187.15	6931.33
38	E	5229.20	-1528.31	6757.51	5482.81	-1493.27	6976.09	5842.50	-1187.18	7029.68
39	E	4399.25	-1566.37	5965.62	4550.61	-1534.36	6084.97	4899.05	-1252.85	6151.91
40	E	4972.31	-1541.16	6513.47	4887.32	-1517.78	6405.10	5193.63	-1338.99	6532.62
41	E	4067.79	-1590.01	5657.79	4057.73	-1567.31	5625.03	4352.38	-1380.92	5733.30
42	E	4279.81	-1575.25	5855.05	4260.81	-1554.50	5815.31	4525.95	-1364.40	5890.35
43	E	5307.99	-1525.14	6833.13	5209.36	-1502.97	6712.33	5504.52	-1316.90	6821.42
44	E	4155.64	-1621.44	5777.08	4272.85	-1576.46	5849.31	4664.91	-1315.86	5980.77
45	E	4398.41	-1610.44	6008.84	4537.34	-1565.48	6102.82	4925.01	-1293.55	6218.56
46	E	5155.81	-1584.52	6740.33	5378.47	-1537.42	6915.89	5754.59	-1232.63	6987.22
47	E	5090.73	-1534.19	6624.92	5012.00	-1512.30	6524.29	5270.58	-1325.76	6596.33
48	E	4539.11	-1560.78	6099.89	4503.26	-1539.77	6043.03	4762.38	-1350.28	6112.66
49	E	5359.53	-1524.64	6884.17	5241.39	-1500.34	6741.73	5570.99	-1326.32	6897.31
50	E	4756.61	-1551.37	6307.98	4696.33	-1527.95	6224.27	4994.81	-1347.19	6342.00
51	E	4495.40	-1603.87	6099.27	4642.41	-1555.93	6198.34	5028.51	-1281.28	6309.79
52	E	4813.73	-1594.78	6408.52	4995.62	-1549.51	6545.13	5376.29	-1258.53	6634.82
53	E	4955.54	-1587.16	6542.70	5152.17	-1537.62	6689.78	5530.70	-1242.99	6773.69
54	E	5292.30	-1580.95	6873.25	5532.71	-1533.85	7066.56	5907.31	-1223.07	7130.37
55	E	4466.95	-1547.04	6013.99	4608.96	-1528.01	6136.97	4958.85	-1242.97	6201.82
56	E	4539.88	-1543.17	6083.05	4688.60	-1524.27	6212.87	5038.05	-1236.49	6274.54
57	E	4425.00	-1553.85	5978.86	4558.13	-1529.27	6087.40	4918.37	-1249.05	6167.42
58	E	5738.63	-2268.85	8007.49	5854.54	-2247.17	8101.70	5087.84	-1234.32	6322.16
59	E	4765.68	-1536.18	6301.86	4931.10	-1511.17	6442.27	5286.36	-1218.03	6504.39
60	E	4981.03	-1526.07	6507.10	5169.21	-1500.93	6670.15	5522.23	-1200.09	6722.32
61	E	4591.15	-1525.38	6116.52	4750.00	-1508.51	6258.51	5073.76	-1214.32	6288.07
62	E	4886.60	-1510.27	6396.87	5076.66	-1494.70	6571.36	5397.42	-1189.59	6587.00
63	E	4417.52	-1540.01	5957.54	4556.84	-1520.74	6077.58	4889.94	-1234.56	6124.50
64	E	4487.98	-1536.15	6024.13	4633.73	-1516.91	6150.64	4965.52	-1227.96	6193.48
65	E	4643.89	-1527.90	6171.79	4804.56	-1508.81	6313.37	5133.72	-1213.92	6347.63
66	E	4924.21	-1514.10	6438.31	5114.23	-1495.69	6609.93	5439.61	-1190.50	6630.11
67	E	5003.59	-1741.97	6745.56	4839.61	-1510.22	6349.83	5204.74	-1221.94	6426.68
68	E	4993.84	-1526.90	6520.74	5184.86	-1493.26	6678.11	5543.95	-1193.23	6737.17
69	E	5402.36	-1509.88	6912.23	5641.70	-1473.61	7115.32	5994.18	-1158.93	7153.11
70	E	4459.04	-1523.77	5982.81	4614.56	-1513.47	6128.03	4934.92	-1223.01	6157.93
71	E	4064.97	-1570.16	5635.13	4173.74	-1551.13	5724.87	4527.84	-1281.70	5809.55
72	E	4061.03	-1575.25	5636.28	4164.71	-1551.61	5716.32	4517.77	-1283.88	5801.65
73	E	3958.21	-1563.00	5521.21	4061.93	-1544.68	5606.61	4398.46	-1276.20	5674.66
74	E	4074.30	-1560.12	5634.42	4185.21	-1540.81	5726.02	4525.70	-1268.50	5794.20
75	E	4184.68	-1539.85	5724.53	4314.62	-1527.94	5842.56	4618.53	-1247.12	5865.65
76	E	4119.42	-1572.86	5692.28	4229.92	-1545.09	5775.02	4607.31	-1278.93	5886.24
77	E	5117.42	-1521.45	6638.87	5322.33	-1487.03	6809.37	5679.21	-1182.46	6861.67
78	E	4058.34	-1621.17	5679.52	4177.99	-1561.43	5739.42	4532.40	-1294.09	5826.49
79	E	4049.31	-1623.35	5672.67	4171.42	-1565.72	5737.14	4525.99	-1301.32	5827.31
80	E	3971.85	-1622.27	5594.12	4078.23	-1565.45	5643.68	4418.41	-1300.98	5719.39
81	E	4078.10	-1617.17	5695.28	4197.98	-1558.74	5756.72	4541.28	-1290.09	5831.36
82	E	4104.44	-1620.82	5725.26	4240.42	-1564.93	5805.35	4620.97	-1304.75	5925.72
83	E	5065.96	-1580.37	6646.33	5314.71	-1504.17	6818.87	5675.48	-1206.19	6881.67
84	E	4199.67	-1606.95	5806.62	4319.59	-1541.73	5861.32	4623.48	-1263.42	5886.90
85	E	4445.07	-1601.57	6046.64	4605.33	-1533.52	6138.85	4954.53	-1249.78	6204.32
86	E	4515.18	-1598.41	6113.59	4684.20	-1528.80	6213.01	5032.83	-1242.19	6275.02
87	E	4400.32	-1605.58	6005.91	4557.55	-1540.48	6098.03	4902.74	-1261.17	6163.91

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
88	E	4552.16	-1598.81	6150.97	4726.79	-1530.37	6257.16	5159.96	-1292.40	6452.36
89	E	4728.43	-1591.65	6320.09	4925.11	-1519.15	6444.27	5263.09	-1226.50	6489.59
90	E	4935.62	-1584.01	6519.63	5161.08	-1506.69	6667.77	4285.46	-2786.68	7072.14
91	E	4579.53	-1589.79	6169.32	4748.02	-1519.82	6267.84	5072.58	-1228.40	6300.99
92	E	4862.69	-1577.51	6440.20	5069.76	-1501.25	6571.02	5390.20	-1197.87	6588.07
93	E	4407.53	-1599.69	6007.22	4559.90	-1534.51	6094.41	4541.28	-1290.09	5831.36
94	E	4475.12	-1596.43	6071.55	4635.14	-1529.82	6164.96	4968.40	-1243.99	6212.40
95	E	4624.66	-1589.62	6214.27	4802.58	-1519.77	6322.35	5132.49	-1227.62	6360.11
96	E	4893.38	-1578.53	6471.91	5107.63	-1502.91	6610.54	5432.78	-1199.65	6632.43
97	E	4645.78	-1595.57	6241.34	4839.54	-1528.62	6368.15	4387.65	-2332.49	6720.14
98	E	4947.00	-1584.35	6531.36	5179.31	-1510.80	6690.12	5542.19	-1217.31	6759.50
99	E	5339.84	-1572.34	6912.19	5629.55	-1489.59	7119.14	5986.07	-1181.73	7167.79
100	E	4462.61	-1592.88	6055.48	4611.71	-1521.42	6133.13	4910.46	-1231.34	6141.80
101	E	5504.48	-1516.01	7020.48	5792.75	-1470.98	7263.73	6119.03	-1151.16	7270.19
102	E	6307.01	-1484.99	7791.99	6728.03	-1443.52	8171.55	7053.81	-1099.45	8153.25
103	E	6049.85	-1507.61	7557.46	6420.73	-1506.98	7927.71	6797.86	-1168.94	7966.81
104	E	6760.25	-1469.91	8230.16	7215.66	-1424.83	8640.50	7564.94	-1069.16	8634.09
105	E	5958.38	-1490.75	7449.13	6275.42	-1450.68	7726.10	6622.33	-1118.24	7740.57
106	E	6262.83	-1490.88	7753.71	6627.57	-1441.74	8069.30	6979.61	-1103.22	8082.84
107	E	6382.69	-1561.48	7944.17	6869.34	-1441.41	8310.75	7198.69	-1099.73	8298.42
108	E	5742.14	-1570.02	7312.15	6101.24	-1469.07	7570.31	6433.87	-1146.25	7580.12
109	E	5572.24	-1573.24	7145.48	5901.48	-1477.22	7378.70	6236.27	-1159.75	7396.01
110	E	6844.11	-1570.70	8414.82	7351.67	-1527.18	8878.85	7724.28	-1147.36	8871.64
111	E	6610.57	-1564.22	8174.79	7071.02	-1521.77	8592.79	7442.46	-1153.01	8595.46
1	D	2048.20	-2346.07	4394.28	2118.90	-2296.94	4415.84	2242.52	-2083.96	4326.48
2	D	2564.30	-3490.37	6054.67	2637.56	-3405.97	6043.54	2168.56	-2089.78	4258.34
3	D	2444.37	-2335.27	4779.64	2566.78	-2296.31	4863.09	2713.77	-2060.25	4774.02
4	D	2569.08	-2333.08	4902.15	2703.27	-2290.02	4993.29	2839.03	-2042.51	4881.54
5	D	2054.71	-2341.16	4395.87	2132.20	-2296.99	4429.19	2232.30	-2078.98	4311.29
6	D	2625.08	-2333.88	4958.96	2770.51	-2295.06	5065.57	2911.80	-2044.87	4956.67
7	D	2679.20	-2331.53	5010.74	2830.05	-2293.41	5123.45	2947.91	-2030.92	4978.83
8	D	2627.93	-2333.53	4961.46	2771.95	-2293.81	5065.76	2909.98	-2042.29	4952.27
9	D	2092.53	-2346.61	4439.14	2174.95	-2304.08	4479.03	2307.24	-2088.96	4396.19
10	D	2003.75	-2350.61	4354.36	2079.09	-2308.95	4388.04	2212.77	-2099.99	4312.76
11	D	1746.65	-2366.86	4113.51	1799.92	-2322.12	4122.04	1920.66	-2126.06	4046.72
12	D	2094.07	-2345.09	4439.16	2177.21	-2303.32	4480.53	2304.32	-2088.05	4392.38
13	D	2113.74	-2340.82	4454.56	2197.39	-2297.45	4494.84	2318.14	-2079.10	4397.24
14	D	1953.91	-2349.07	4302.98	2018.92	-2301.98	4320.90	2125.79	-2091.16	4216.95
15	D	2569.20	-2333.05	4902.24	2704.19	-2292.06	4996.25	2823.67	-2039.22	4862.89
16	D	1958.68	-2349.02	4307.70	2025.44	-2302.93	4328.37	2129.12	-2091.77	4220.89
17	D	1988.18	-2349.20	4337.38	2062.54	-2307.37	4369.91	2190.13	-2098.28	4288.41
18	D	1769.48	-2361.18	4130.66	1824.96	-2316.91	4141.87	1936.18	-2118.57	4054.74
19	D	1877.39	-2354.65	4232.05	1941.64	-2311.28	4252.93	2056.68	-2105.86	4162.55
20	D	2097.46	-2343.66	4441.12	2180.28	-2301.19	4481.47	2304.62	-2084.93	4389.55
21	D	2418.87	-2331.30	4750.17	2535.58	-2289.86	4825.44	2650.62	-2048.36	4698.98
22	D	2054.71	-2341.16	4395.87	2132.20	-2296.99	4429.19	2232.30	-2078.98	4311.29
23	D	1994.12	-2351.86	4345.98	2071.39	-2315.39	4386.79	2230.51	-2114.29	4344.79
24	D	2124.38	-2344.76	4469.14	2213.75	-2313.71	4527.46	2372.31	-2102.72	4475.03
25	D	2658.33	-2338.15	4996.49	2810.24	-2332.00	5142.23	2968.66	-2073.25	5041.91
26	D	2292.16	-2339.05	4631.21	2398.94	-2315.87	4714.81	2556.95	-2090.88	4647.82
27	D	2739.72	-2339.92	5079.64	2903.10	-2337.65	5240.74	3061.60	-2070.41	5132.01
28	D	2341.93	-2338.03	4679.96	2454.31	-2317.32	4771.63	2612.14	-2087.90	4700.04
29	D	2245.84	-2340.25	4586.10	2347.64	-2314.83	4662.47	2505.73	-2093.83	4599.57
30	D	2695.03	-2333.49	5028.53	2850.91	-2291.37	5142.28	2991.74	-2035.58	5027.31
31	D	2361.06	-2336.43	4697.49	2472.99	-2296.60	4769.60	2606.43	-2061.24	4667.67
32	D	2306.70	-2335.51	4642.21	2411.05	-2293.86	4704.91	2527.46	-2062.28	4589.74

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale			TRNSYS			
33	D	2207.34	-2342.15	4549.49	2303.96	-2302.15	4606.11	2450.80	-2085.20	4536.00
34	D	2390.36	-2336.79	4727.15	2508.90	-2297.20	4806.11	2661.70	-2067.76	4729.46
35	D	2735.34	-2333.44	5068.77	2897.25	-2295.95	5193.19	3041.50	-2037.21	5078.72
36	D	2264.82	-2338.96	4603.78	2364.81	-2296.78	4661.59	2485.37	-2068.61	4553.98
37	D	2610.20	-2333.78	4943.99	2756.39	-2295.40	5051.79	2901.20	-2046.49	4947.69
38	D	2660.55	-2333.58	4994.13	2815.89	-2296.41	5112.30	2962.97	-2044.81	5007.78
39	D	2159.42	-2342.46	4501.89	2251.06	-2302.60	4553.66	2382.47	-2082.03	4464.50
40	D	2497.79	-2349.71	4847.50	2452.01	-2295.36	4747.37	2466.08	-2294.42	4760.50
41	D	1954.99	-2359.43	4314.42	1953.62	-2313.43	4267.05	4352.38	-1380.92	5733.30
42	D	2081.07	-2352.41	4433.48	2075.49	-2307.78	4383.26	2092.56	-2258.85	4351.41
43	D	2701.25	-2350.24	5051.49	2648.58	-2293.73	4942.32	2639.74	-2291.55	4931.29
44	D	2012.44	-2396.81	4409.26	2082.47	-2341.20	4423.68	2241.50	-2130.09	4371.59
45	D	2157.67	-2395.11	4552.78	2241.33	-2341.36	4582.69	2399.55	-2118.04	4517.59
46	D	2615.43	-2402.26	5017.68	2751.55	-2353.74	5105.30	2908.16	-2089.69	4997.85
47	D	2569.35	-2348.43	4917.78	2528.49	-2294.65	4823.15	2508.78	-2281.07	4789.84
48	D	2236.23	-2348.89	4585.13	2220.85	-2301.61	4522.46	2224.34	-2263.69	4488.03
49	D	2732.70	-2352.56	5085.26	2667.09	-2293.41	4960.50	2677.73	-2313.88	4991.61
50	D	2367.31	-2349.56	4716.88	2336.39	-2297.48	4633.87	2354.51	-2285.78	4640.29
51	D	2215.43	-2392.89	4608.32	2304.11	-2335.83	4639.95	2462.20	-2110.52	4572.72
52	D	2407.97	-2396.72	4804.70	2518.63	-2346.55	4865.19	2675.58	-2100.86	4776.44
53	D	2493.30	-2396.19	4889.48	2613.06	-2342.45	4955.51	2770.06	-2092.35	4862.41
54	D	2698.63	-2405.40	5104.03	2885.83	-2325.50	5211.33	3002.14	-2085.88	5088.02
55	D	2191.40	-2335.01	4526.42	2321.05	-2267.60	4588.65	2418.89	-2075.67	4494.57
56	D	2235.04	-2334.28	4569.32	2369.55	-2266.72	4636.27	2467.13	-2071.82	4538.95
57	D	2166.55	-2339.33	4505.87	2255.23	-2298.18	4553.41	2394.92	-2082.65	4477.57
58	D	2691.97	-3444.14	6136.11	2776.26	-3385.51	6161.77	2498.12	-2073.98	4572.10
59	D	2370.99	-2336.84	4707.83	2480.71	-2294.67	4775.38	2619.50	-2064.57	4684.07
60	D	2500.91	-2337.11	4838.03	2625.44	-2294.30	4919.74	2764.32	-2054.33	4818.66
61	D	2264.96	-2322.16	4587.12	2371.72	-2290.09	4661.81	2487.66	-2059.96	4547.62
62	D	2442.51	-2320.91	4763.42	2569.66	-2289.78	4859.44	2685.32	-2046.08	4731.41
63	D	2161.45	-2327.99	4489.44	2254.90	-2293.62	4548.52	2376.07	-2071.43	4447.51
64	D	2203.49	-2327.12	4530.61	2301.24	-2292.68	4593.91	2421.98	-2067.57	4489.55
65	D	2296.85	-2325.75	4622.60	2404.47	-2291.30	4695.77	2524.44	-2059.48	4583.91
66	D	4108.22	-3580.06	7688.27	4302.89	-3538.04	7840.93	2711.48	-2046.27	4757.75
67	D	2320.11	-2338.21	4658.32	2422.82	-2290.33	4713.15	2568.68	-2064.84	4633.53
68	D	2508.79	-2338.35	4847.14	2632.49	-2288.63	4921.13	2776.55	-2048.46	4825.00
69	D	2756.64	-2341.76	5098.39	2911.11	-2290.45	5201.56	3054.10	-2029.51	5083.61
70	D	2185.59	-2317.25	4502.83	2290.67	-2290.47	4581.13	2403.29	-2065.10	4468.39
71	D	1952.36	-2342.20	4294.56	2025.63	-2306.49	4332.11	2157.56	-2099.79	4257.36
72	D	1981.17	-2315.40	4296.57	2051.11	-2275.99	4327.10	2151.40	-2100.82	4252.22
73	D	1918.91	-2303.47	4222.38	1989.80	-2271.15	4260.95	2078.45	-2097.82	4176.28
74	D	1957.47	-2334.55	4292.02	2063.90	-2269.90	4333.80	2155.43	-2092.45	4247.88
75	D	2054.16	-2290.92	4345.08	2143.08	-2263.50	4406.58	2211.25	-2076.85	4288.11
76	D	2016.15	-2314.95	4331.10	2088.40	-2270.96	4359.36	2205.86	-2099.75	4305.61
77	D	2621.35	-2306.52	4927.87	2755.25	-2256.78	5012.03	2859.76	-2042.47	4902.23
78	D	1986.20	-2349.49	4335.69	2062.00	-2282.00	4344.00	2161.82	-2105.37	4267.20
79	D	1980.79	-2351.70	4332.49	2057.91	-2284.11	4342.02	2158.38	-2108.85	4267.24
80	D	1934.18	-2346.73	4280.91	2003.08	-2283.56	4286.64	2093.44	-2110.11	4203.55
81	D	1998.09	-2345.40	4343.49	2074.73	-2280.77	4355.50	2167.33	-2103.20	4270.53
82	D	2013.97	-2351.11	4365.08	2098.17	-2283.15	4381.32	2217.15	-2112.27	4329.42
83	D	2599.49	-2348.15	4947.64	2754.56	-2263.16	5017.72	2861.28	-2053.06	4914.33
84	D	2071.49	-2338.15	4409.64	2149.06	-2270.61	4419.67	2216.66	-2083.76	4300.42
85	D	2220.17	-2343.70	4563.87	2320.56	-2269.32	4589.88	2417.47	-2077.72	4495.20
86	D	2262.80	-2343.20	4606.01	2368.47	-2267.68	4636.15	2465.06	-2073.25	4538.31
87	D	2193.01	-2346.36	4539.37	2291.91	-2272.31	4564.22	4902.74	-1261.17	6163.91
88	D	2285.33	-2345.38	4630.71	2395.06	-2268.65	4663.71	2497.59	-2220.85	4718.43

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
89	D	2392.78	-2345.16	4737.94	2516.23	-2265.50	4781.73	2606.27	-2062.89	4669.16
90	D	2519.51	-2346.10	4865.61	2660.56	-2262.92	4923.49	2748.48	-2050.99	4799.47
91	D	2301.97	-2335.60	4637.57	2409.03	-2263.50	4672.53	2489.16	-2065.52	4554.68
92	D	2474.81	-2334.62	4809.43	2605.24	-2259.10	4864.33	2682.44	-2048.42	4730.86
93	D	2197.35	-2339.54	4536.89	2259.98	-2300.61	4560.58	2167.33	-2103.20	4270.53
94	D	2238.42	-2338.81	4577.23	2305.25	-2298.98	4604.24	2426.03	-2074.63	4500.66
95	D	2329.43	-2337.71	4667.14	2442.02	-2264.69	4706.71	2525.79	-2065.04	4590.83
96	D	2493.57	-2337.51	4831.08	2628.38	-2260.90	4889.28	2708.89	-2049.15	4758.04
97	D	2342.35	-2345.87	4688.22	2463.11	-2267.99	4731.09	2574.69	-2076.37	4651.06
98	D	2526.50	-2347.02	4873.52	2671.43	-2264.09	4935.52	2779.37	-2059.37	4838.74
99	D	2768.03	-2352.31	5120.35	2948.41	-2262.66	5211.07	3052.69	-2039.24	5091.92
100	D	2230.87	-2333.44	4564.31	2325.87	-2262.03	4587.90	2390.02	-2064.64	4454.67
101	D	2827.77	-2333.44	5161.20	3003.98	-2292.90	5296.88	3130.94	-2020.62	5151.57
102	D	3318.40	-2340.73	5659.13	3579.01	-2307.35	5886.37	3709.25	-1991.98	5701.23
103	D	3161.36	-2357.47	5518.83	3391.88	-2374.59	5766.47	3552.13	-2060.88	5613.01
104	D	3588.59	-2373.40	5961.99	3878.62	-2314.59	6193.21	4026.03	-1981.43	6007.46
105	D	3095.84	-2351.95	5447.79	3299.14	-2297.86	5597.01	3442.56	-2007.33	5449.89
106	D	3283.13	-2367.85	5650.98	3515.35	-2306.32	5821.67	3663.13	-1999.44	5662.57
107	D	3367.18	-2425.98	5793.16	3667.51	-2307.22	5974.73	3798.33	-1988.82	5787.16
108	D	2975.28	-2402.45	5377.73	3195.77	-2297.25	5493.02	3326.95	-2014.54	5341.49
109	D	2871.42	-2397.40	5268.82	3073.50	-2295.68	5369.18	3205.24	-2022.16	5227.39
110	D	3650.26	-2471.53	6121.79	3963.48	-2445.25	6408.73	4122.99	-2068.84	6191.83
111	D	3506.92	-2455.69	5962.62	3791.14	-2427.49	6218.63	3948.45	-2067.17	6015.63
1	B	776.13	-2730.93	3507.05	807.95	-2673.78	3481.74	860.69	-2464.66	3325.35
2	B	975.25	-3917.89	4893.14	1012.76	-3826.58	4839.35	820.74	-2474.78	3295.52
3	B	1002.52	-2706.28	3708.80	1069.16	-2657.79	3726.95	1139.02	-2413.64	3552.66
4	B	1071.24	-2699.89	3771.13	1142.90	-2645.26	3788.17	1208.36	-2389.40	3597.75
5	B	773.60	-2725.97	3499.57	814.15	-2674.13	3488.28	854.77	-2458.97	3313.74
6	B	1107.47	-2697.47	3804.94	1185.65	-2648.04	3833.69	1255.31	-2387.72	3643.03
7	B	1132.04	-2694.54	3826.58	1215.90	-2644.50	3860.40	1273.46	-2371.20	3644.66
8	B	1106.74	-2697.63	3804.37	1184.33	-2647.01	3831.34	1251.84	-2385.63	3637.47
9	B	805.86	-2729.25	3535.11	846.75	-2680.42	3527.17	903.84	-2466.31	3370.15
10	B	755.14	-2736.05	3491.19	793.77	-2688.36	3482.13	850.66	-2484.41	3335.07
11	B	608.11	-2758.81	3366.92	633.74	-2709.20	3342.94	683.97	-2529.92	3213.89
12	B	803.74	-2728.33	3532.08	847.13	-2679.69	3526.82	901.20	-2465.55	3366.75
13	B	809.57	-2723.92	3533.49	853.60	-2672.90	3526.49	903.99	-2454.94	3358.93
14	B	720.17	-2736.90	3457.07	750.50	-2682.53	3433.03	794.50	-2478.79	3273.28
15	B	1071.25	-2699.87	3771.12	1143.61	-2648.20	3791.81	1200.03	-2385.15	3585.18
16	B	723.16	-2736.69	3459.85	754.10	-2683.70	3437.80	796.37	-2479.26	3275.64
17	B	742.39	-2735.74	3478.13	780.61	-2687.75	3468.35	833.87	-2483.93	3317.80
18	B	616.12	-2752.95	3369.07	643.27	-2703.50	3346.77	688.65	-2520.50	3209.15
19	B	678.12	-2744.25	3422.37	710.44	-2695.22	3405.65	758.37	-2499.45	3257.82
20	B	803.49	-2727.08	3530.57	846.79	-2677.40	3524.19	899.24	-2462.15	3361.39
21	B	980.83	-2704.54	3685.37	1044.86	-2653.09	3697.95	1095.96	-2403.20	3499.16
22	B	773.60	-2725.97	3499.57	814.15	-2674.13	3488.28	854.77	-2458.97	3313.74
23	B	761.23	-2735.26	3496.49	801.76	-2697.44	3499.20	871.21	-2502.25	3373.46
24	B	834.08	-2725.04	3559.12	881.82	-2693.66	3575.49	952.17	-2482.01	3434.18
25	B	1137.72	-2705.29	3843.01	1223.39	-2702.15	3925.54	1303.31	-2424.91	3728.22
26	B	928.80	-2714.99	3643.80	987.05	-2693.08	3680.13	1059.11	-2460.22	3519.33
27	B	1184.53	-2705.31	3889.84	1277.50	-2706.56	3984.06	1359.85	-2418.96	3778.81
28	B	957.05	-2712.69	3669.74	1018.60	-2693.65	3712.24	1091.27	-2454.48	3545.75
29	B	902.59	-2717.42	3620.01	957.80	-2692.79	3650.59	1029.36	-2465.81	3495.17
30	B	1148.86	-2694.14	3843.00	1231.65	-2639.63	3871.28	1302.66	-2374.27	3676.93
31	B	954.23	-2710.74	3664.97	1014.81	-2662.10	3676.91	1076.30	-2418.83	3495.12
32	B	919.70	-2712.39	3632.09	976.03	-2662.07	3638.10	1026.49	-2424.51	3450.99
33	B	871.48	-2720.94	3592.41	942.32	-2671.80	3614.12	989.09	-2454.99	3444.08

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale			TRNSYS			
34	B	976.86	-2708.54	3685.40	1040.66	-2659.66	3700.32	1113.25	-2423.21	3536.46
35	B	1171.87	-2692.67	3864.54	1260.01	-2643.32	3903.33	1334.09	-2373.85	3707.94
36	B	900.03	-2716.61	3616.64	950.81	-2666.78	3617.59	1003.35	-2433.57	3436.92
37	B	1100.79	-2697.48	3798.28	1178.23	-2648.65	3826.88	1249.77	-2389.45	3639.22
38	B	1129.27	-2695.44	3824.71	1215.09	-2646.80	3861.89	1289.28	-2384.28	3673.56
39	B	840.59	-2723.66	3564.25	888.99	-2676.85	3565.84	946.39	-2454.17	3400.56
40	B	1035.06	-2725.04	3760.10	1006.66	-2659.45	3666.12	1017.37	-2536.28	3553.64
41	B	729.06	-2750.64	3479.70	726.76	-2695.48	3422.24	742.02	-2575.04	3317.07
42	B	798.87	-2740.27	3539.14	794.12	-2685.88	3480.00	797.87	-2549.73	3347.61
43	B	1150.76	-2718.61	3869.38	1118.56	-2650.09	3768.65	1120.02	-2505.52	3625.54
44	B	775.13	-2792.21	3567.34	808.42	-2731.14	3539.56	878.14	-2524.33	3402.48
45	B	857.07	-2788.28	3645.35	898.10	-2728.84	3626.94	968.97	-2502.67	3471.64
46	B	1118.47	-2787.44	3905.90	1189.75	-2730.61	3920.36	1267.94	-2448.56	3716.50
47	B	1075.23	-2720.94	3796.17	1050.00	-2655.70	3705.70	1041.32	-2511.94	3553.26
48	B	886.18	-2732.28	3618.46	875.80	-2674.79	3550.59	874.28	-2534.27	3408.55
49	B	1169.39	-2720.53	3889.92	1129.10	-2648.98	3778.08	1144.73	-2529.47	3674.42
50	B	960.96	-2729.23	3690.19	941.27	-2666.29	3607.57	951.44	-2542.32	3493.75
51	B	889.01	-2785.25	3674.26	932.53	-2721.05	3653.58	1003.93	-2490.32	3494.25
52	B	999.62	-2785.83	3785.44	1056.00	-2728.77	3784.77	1129.61	-2470.62	3600.23
53	B	1047.45	-2783.54	3830.99	1108.76	-2720.88	3829.64	1183.73	-2456.00	3639.73
54	B	1166.25	-2788.99	3955.24	1244.41	-2733.21	3977.62	1324.73	-2440.87	3765.60
55	B	852.50	-2716.42	3568.92	908.02	-2671.11	3579.13	966.42	-2445.11	3411.53
56	B	877.29	-2714.32	3591.61	935.49	-2668.60	3604.09	994.66	-2438.09	3432.75
57	B	840.22	-2722.19	3562.41	890.17	-2671.18	3561.36	952.09	-2455.75	3407.84
58	B	1055.36	-3877.06	4932.42	1107.16	-3812.08	4919.25	1012.07	-2440.21	3452.28
59	B	955.95	-2713.16	3669.12	1018.77	-2659.34	3678.12	1082.94	-2423.25	3506.19
60	B	1029.77	-2708.87	3738.65	1101.85	-2653.20	3755.05	1167.81	-2404.74	3572.56
61	B	888.49	-2698.91	3587.40	950.69	-2659.14	3609.82	1000.53	-2424.36	3424.89
62	B	989.69	-2691.28	3680.97	1064.71	-2651.40	3716.11	1116.78	-2399.08	3515.87
63	B	831.51	-2708.86	3540.37	885.34	-2666.52	3551.86	937.12	-2443.13	3380.25
64	B	855.48	-2706.64	3562.12	911.79	-2664.12	3575.91	963.80	-2436.26	3400.06
65	B	908.68	-2702.17	3610.85	970.89	-2659.17	3630.06	1023.63	-2421.76	3445.39
66	B	1004.70	-2695.55	3700.25	1078.98	-2651.68	3730.67	1133.56	-2397.86	3531.43
67	B	927.60	-2716.53	3644.13	985.73	-2655.92	3641.65	1053.92	-2425.67	3479.58
68	B	1034.74	-2710.12	3744.86	1180.30	-2540.71	3721.01	1174.83	-2397.48	3572.31
69	B	1176.58	-2705.19	3881.77	1347.39	-2528.98	3876.37	1338.73	-2365.93	3704.66
70	B	905.35	-2592.29	3497.65	903.18	-2662.33	3565.52	949.84	-2434.67	3384.52
71	B	776.32	-2631.06	3407.38	820.44	-2589.02	3409.46	815.40	-2487.53	3302.94
72	B	777.05	-2636.06	3413.10	817.43	-2588.78	3406.22	812.92	-2488.88	3301.80
73	B	733.49	-2623.58	3357.07	775.08	-2585.31	3360.39	764.82	-2489.77	3254.58
74	B	775.62	-2621.69	3397.31	819.94	-2581.52	3401.46	810.22	-2479.29	3289.52
75	B	808.77	-2604.40	3413.17	863.22	-2571.78	3435.00	841.06	-2457.81	3298.87
76	B	797.88	-2634.53	3432.41	839.98	-2581.27	3421.25	844.84	-2485.27	3330.10
77	B	1151.19	-2601.18	3752.37	1153.26	-2642.65	3795.91	1223.58	-2387.35	3610.93
78	B	805.57	-2672.37	3477.94	767.83	-2693.25	3461.08	822.47	-2493.88	3316.35
79	B	802.66	-2675.02	3477.68	768.45	-2695.10	3463.54	823.36	-2497.76	3321.13
80	B	775.02	-2670.16	3445.18	733.21	-2696.29	3429.51	781.25	-2503.42	3284.66
81	B	812.04	-2667.32	3479.36	773.49	-2691.83	3465.33	823.94	-2491.26	3315.20
82	B	821.89	-2673.61	3495.50	795.37	-2692.52	3487.89	860.89	-2498.97	3359.86
83	B	1164.12	-2655.82	3819.95	1161.77	-2650.38	3812.14	1232.56	-2397.32	3629.89
84	B	853.91	-2657.07	3510.98	810.00	-2678.83	3488.83	850.08	-2465.59	3315.67
85	B	941.19	-2660.40	3601.60	911.03	-2672.62	3583.64	968.57	-2447.64	3416.20
86	B	965.99	-2658.81	3624.80	937.71	-2669.37	3607.08	996.03	-2439.94	3435.97
87	B	925.65	-2664.11	3589.76	897.54	-2676.35	3573.89	953.15	-2455.67	3408.82
88	B	979.37	-2660.79	3640.16	954.96	-2669.22	3624.18	1005.93	-2610.48	3616.41
89	B	1042.18	-2657.84	3700.02	1022.69	-2661.62	3684.32	1079.90	-2420.52	3500.42

n	ZC	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}	Q _{H,nd}	Q _{C,nd}	Q _{nd}
-	-	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Metodo Europeo				Metodo Nazionale				TRNSYS		
90	B	1116.74	-2655.57	3772.31	1103.82	-2653.72	3757.54	1162.74	-2400.33	3563.07
91	B	988.00	-2648.77	3636.77	957.33	-2664.28	3621.61	1006.22	-2430.60	3436.82
92	B	1089.09	-2642.98	3732.06	1067.21	-2652.83	3720.04	1118.32	-2401.84	3520.17
93	B	927.42	-2656.02	3583.44	894.77	-2674.23	3569.00	823.94	-2491.26	3315.20
94	B	951.29	-2654.18	3605.48	920.22	-2671.07	3591.29	971.37	-2444.06	3415.43
95	B	1004.29	-2650.64	3654.93	1046.93	-2562.18	3609.11	1029.01	-2427.92	3456.93
96	B	1100.47	-2646.01	3746.47	1081.85	-2653.78	3735.63	1135.46	-2401.11	3536.57
97	B	1012.73	-2659.94	3672.67	997.78	-2665.52	3663.30	1065.37	-2437.64	3503.01
98	B	1120.97	-2656.46	3777.43	1114.80	-2654.17	3768.98	1184.27	-2408.08	3592.35
99	B	1265.09	-2655.88	3920.97	1271.83	-2642.96	3914.80	1346.62	-2374.46	3721.08
100	B	946.27	-2647.81	3594.07	907.79	-2665.12	3572.91	948.85	-2434.36	3383.21
101	B	1225.51	-2689.40	3914.91	1320.46	-2635.14	3955.60	1387.39	-2352.05	3739.44
102	B	1511.75	-2680.13	4191.88	1661.56	-2630.77	4292.33	1745.34	-2305.81	4051.16
103	B	1520.97	-2605.59	4126.56	1569.90	-2737.81	4307.71	1664.96	-2397.63	4062.59
104	B	1663.50	-2715.14	4378.64	1840.24	-2632.03	4472.27	1939.58	-2292.60	4232.18
105	B	1459.76	-2593.68	4053.44	1491.90	-2630.19	4122.08	1574.62	-2330.44	3905.07
106	B	1577.35	-2605.23	4182.59	1622.27	-2634.13	4256.41	1712.74	-2317.15	4029.89
107	B	1665.80	-2682.84	4348.64	1720.80	-2629.78	4350.59	1806.48	-2299.87	4106.35
108	B	1418.03	-2668.22	4086.25	1439.16	-2634.45	4073.61	1514.20	-2337.64	3851.84
109	B	1353.31	-2665.69	4019.00	1367.62	-2637.23	4004.85	1439.76	-2349.52	3789.28
110	B	1842.87	-2725.50	4568.38	1924.19	-2806.34	4730.53	2032.45	-2399.43	4431.88
111	B	1649.18	-2827.64	4476.82	1815.17	-2789.15	4604.32	1917.90	-2399.18	4317.08

Tabella 21: Fabbisogno per riscaldamento, raffrescamento e totale (caso 2)

Scostamento trasmittanze UNI EN ISO 52016-1 (Appendice A) - TRNSYS e UNI EN ISO 52016-1 (Appendice B) - TRNSYS

I risultati precedentemente ottenuti utilizzando l'appendice A (modello Nazionale) e l'appendice B (modello Europeo), come per il caso 1, sono stati confrontati con i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate in TRNSYS andando a calcolare lo scostamento in termini di potenze (kWh) ed in termini percentuali (%) tra i tra i due metodi e TRNSYS. I risultati di tali differenze sono elencati in tabella 22.

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
457.28	9.8	-319.95	25.5	137.33	2.3	338.46	7.2	-277.10	22.1	61.35	1.0
-950.86	-20.9	-1029.40	81.1	-1980.26	-34.1	-1070.21	-23.5	-976.15	76.9	-2046.36	-35.2
566.51	10.4	-331.37	27.4	235.13	3.5	367.20	6.8	-298.01	24.6	69.19	1.0
566.99	10.0	-350.18	29.7	216.81	3.2	347.57	6.2	-308.80	26.2	38.78	0.6
428.01	9.2	-313.29	25.0	114.72	1.9	302.10	6.5	-280.35	22.4	21.75	0.4
590.54	10.2	-346.23	29.3	244.31	3.5	354.04	6.1	-308.44	26.1	45.60	0.7
563.98	9.7	-353.63	30.4	210.34	3.0	319.88	5.5	-318.14	27.4	1.74	0.0
584.15	10.1	-349.64	29.7	234.51	3.4	350.35	6.1	-311.01	26.4	39.34	0.6
487.19	10.2	-311.44	24.6	175.74	2.9	351.23	7.4	-276.41	21.8	74.82	1.2
480.11	10.4	-301.63	23.5	178.48	3.0	355.23	7.7	-269.81	21.0	85.42	1.4
430.12	10.4	-286.61	21.6	143.51	2.6	341.70	8.3	-255.19	19.3	86.51	1.6
480.10	10.1	-309.29	24.5	170.81	2.8	343.24	7.2	-276.78	21.9	66.46	1.1
470.50	9.8	-315.34	25.3	155.15	2.6	334.24	7.0	-282.20	22.6	52.04	0.9
421.46	9.4	-310.50	24.4	110.95	1.9	315.13	7.0	-273.21	21.5	41.92	0.7
543.13	9.7	-349.87	29.7	193.25	2.8	324.28	5.8	-311.00	26.4	13.28	0.2
419.29	9.4	-310.16	24.4	109.13	1.9	309.52	6.9	-272.84	21.5	36.69	0.6
469.74	10.3	-302.97	23.7	166.78	2.8	346.57	7.6	-271.04	21.2	75.52	1.3
417.74	10.0	-290.10	22.1	127.63	2.3	326.12	7.8	-258.82	19.7	67.30	1.2
435.72	10.0	-297.59	23.0	138.13	2.4	329.29	7.6	-265.89	20.6	63.41	1.1

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
475.25	10.0	-311.52	24.8	163.73	2.7	339.48	7.1	-278.67	22.2	60.81	1.0
509.68	9.5	-338.23	28.3	171.45	2.6	320.82	6.0	-303.74	25.5	17.08	0.3
428.01	9.2	-313.29	25.0	114.72	1.9	302.10	6.5	-280.35	22.4	21.75	0.4
522.34	11.2	-287.82	22.0	234.52	3.9	392.92	8.5	-256.19	19.6	136.73	2.3
538.12	11.0	-294.90	22.9	243.22	3.9	389.30	8.0	-265.18	20.6	124.12	2.0
625.81	10.7	-318.47	26.2	307.35	4.3	378.45	6.5	-301.67	24.8	76.78	1.1
561.51	10.8	-302.79	24.0	258.72	4.0	385.16	7.4	-276.89	22.0	108.28	1.7
642.77	10.7	-321.75	26.7	321.02	4.5	377.68	6.3	-307.53	25.5	70.15	1.0
569.15	10.8	-305.06	24.3	264.08	4.0	383.97	7.3	-280.39	22.4	103.58	1.6
554.71	10.9	-300.69	23.7	254.02	4.0	386.25	7.6	-273.65	21.6	112.60	1.8
605.76	10.3	-355.34	30.4	250.42	3.5	349.74	5.9	-311.03	26.6	38.71	0.5
531.23	10.1	-328.88	27.0	202.35	3.1	348.67	6.6	-295.73	24.3	52.94	0.8
493.26	9.6	-327.39	26.9	165.87	2.6	323.57	6.3	-293.77	24.1	29.80	0.5
528.73	10.6	-311.61	24.8	217.12	3.5	369.65	7.4	-279.42	22.3	90.24	1.4
-636.42	-15.3	1278.49	-45.2	642.07	9.2	-830.50	-20.0	1312.34	-46.4	481.85	6.9
618.41	10.4	-351.13	30.0	267.28	3.7	355.26	5.9	-313.31	26.8	41.96	0.6
493.86	9.7	-326.95	26.6	166.91	2.7	329.82	6.5	-289.60	23.6	40.22	0.6
597.83	10.4	-345.33	29.1	252.50	3.6	358.78	6.2	-306.28	25.8	52.50	0.8
613.30	10.5	-341.13	28.7	272.17	3.9	359.68	6.2	-306.09	25.8	53.59	0.8
499.81	10.2	-313.52	25.0	186.29	3.0	348.45	7.1	-281.51	22.5	66.94	1.1
221.32	4.3	-202.17	15.1	19.16	0.3	306.31	5.9	-178.79	13.4	127.52	2.0
284.59	6.5	-209.09	15.1	75.50	1.3	294.66	6.8	-186.39	13.5	108.26	1.9
246.15	5.4	-210.85	15.5	35.30	0.6	265.15	5.9	-190.10	13.9	75.05	1.3
196.53	3.6	-208.25	15.8	-11.71	-0.2	295.16	5.4	-186.08	14.1	109.08	1.6
509.27	10.9	-305.58	23.2	203.69	3.4	392.06	8.4	-260.61	19.8	131.45	2.2
526.61	10.7	-316.89	24.5	209.72	3.4	387.67	7.9	-271.93	21.0	115.74	1.9
598.78	10.4	-351.89	28.5	246.89	3.5	376.12	6.5	-304.79	24.7	71.33	1.0
179.85	3.4	-208.43	15.7	-28.58	-0.4	258.58	4.9	-186.54	14.1	72.04	1.1
223.27	4.7	-210.50	15.6	12.77	0.2	259.12	5.4	-189.48	14.0	69.63	1.1
211.46	3.8	-198.32	15.0	13.14	0.2	329.60	5.9	-174.02	13.1	155.59	2.3
238.20	4.8	-204.18	15.2	34.03	0.5	298.48	6.0	-180.75	13.4	117.73	1.9
533.11	10.6	-322.58	25.2	210.52	3.3	386.10	7.7	-274.65	21.4	111.45	1.8
562.55	10.5	-336.25	26.7	226.30	3.4	380.67	7.1	-290.98	23.1	89.69	1.4
575.16	10.4	-344.18	27.7	230.99	3.4	378.54	6.8	-294.63	23.7	83.91	1.2
615.01	10.4	-357.89	29.3	257.12	3.6	374.60	6.3	-310.79	25.4	63.81	0.9
491.89	9.9	-304.07	24.5	187.83	3.0	349.89	7.1	-285.04	22.9	64.85	1.0
498.17	9.9	-306.68	24.8	191.50	3.1	349.45	6.9	-287.78	23.3	61.67	1.0
493.37	10.0	-304.81	24.4	188.56	3.1	360.24	7.3	-280.23	22.4	80.02	1.3
-650.80	-12.8	-1034.53	83.8	-1685.33	-26.7	-766.70	-15.1	-1012.85	82.1	-1779.55	-28.1
520.68	9.8	-318.15	26.1	202.53	3.1	355.26	6.7	-293.14	24.1	62.12	1.0
541.20	9.8	-325.98	27.2	215.22	3.2	353.02	6.4	-300.84	25.1	52.18	0.8
482.61	9.5	-311.06	25.6	171.55	2.7	323.75	6.4	-294.19	24.2	29.56	0.5
510.82	9.5	-320.69	27.0	190.13	2.9	320.76	5.9	-305.12	25.6	15.64	0.2
472.42	9.7	-305.45	24.7	166.96	2.7	333.09	6.8	-286.18	23.2	46.92	0.8
477.54	9.6	-308.19	25.1	169.35	2.7	331.79	6.7	-288.95	23.5	42.84	0.7
489.83	9.5	-313.98	25.9	175.85	2.8	329.16	6.4	-294.89	24.3	34.26	0.5
515.41	9.5	-323.60	27.2	191.80	2.9	325.38	6.0	-305.19	25.6	20.19	0.3
201.16	3.9	-520.03	42.6	-318.88	-5.0	365.14	7.0	-288.29	23.6	76.85	1.2
550.11	9.9	-333.67	28.0	216.44	3.2	359.09	6.5	-300.03	25.1	59.06	0.9
591.82	9.9	-350.94	30.3	240.88	3.4	352.47	5.9	-314.68	27.2	37.80	0.5
475.88	9.6	-300.76	24.6	175.12	2.8	320.35	6.5	-290.45	23.7	29.90	0.5
462.88	10.2	-288.46	22.5	174.41	3.0	354.10	7.8	-269.43	21.0	84.68	1.5
456.74	10.1	-291.37	22.7	165.37	2.9	353.06	7.8	-267.73	20.9	85.33	1.5
440.25	10.0	-286.80	22.5	153.45	2.7	336.53	7.7	-268.48	21.0	68.05	1.2
451.40	10.0	-291.61	23.0	159.78	2.8	340.49	7.5	-272.31	21.5	68.19	1.2
433.85	9.4	-292.73	23.5	141.12	2.4	303.92	6.6	-280.82	22.5	23.10	0.4
487.89	10.6	-293.94	23.0	193.95	3.3	377.39	8.2	-266.17	20.8	111.22	1.9
561.78	9.9	-338.99	28.7	222.80	3.2	356.87	6.3	-304.57	25.8	52.30	0.8
474.06	10.5	-327.08	25.3	146.98	2.5	354.41	7.8	-267.34	20.7	87.07	1.5
476.68	10.5	-322.03	24.7	154.65	2.7	354.57	7.8	-264.40	20.3	90.17	1.5
446.56	10.1	-321.30	24.7	125.27	2.2	340.18	7.7	-264.47	20.3	75.70	1.3
463.18	10.2	-327.09	25.4	136.09	2.3	343.30	7.6	-268.65	20.8	74.64	1.3
516.53	11.2	-316.07	24.2	200.46	3.4	380.55	8.2	-260.18	19.9	120.37	2.0
609.52	10.7	-374.18	31.0	235.34	3.4	360.77	6.4	-297.97	24.7	62.80	0.9
423.81	9.2	-343.53	27.2	80.27	1.4	303.89	6.6	-278.31	22.0	25.58	0.4
509.46	10.3	-351.79	28.1	157.67	2.5	349.21	7.0	-283.74	22.7	65.47	1.1

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
517.65	10.3	-356.22	28.7	161.43	2.6	348.62	6.9	-286.61	23.1	62.01	1.0
502.42	10.2	-344.41	27.3	158.01	2.6	345.19	7.0	-279.31	22.1	65.88	1.1
607.80	11.8	-306.41	23.7	301.39	4.7	433.17	8.4	-237.97	18.4	195.20	3.0
534.66	10.2	-365.16	29.8	169.50	2.6	337.98	6.4	-292.66	23.9	45.32	0.7
-650.16	-15.2	1202.67	-43.2	552.51	7.8	-875.63	-20.4	1279.99	-45.9	404.36	5.7
493.05	9.7	-361.39	29.4	131.67	2.1	324.56	6.4	-291.42	23.7	33.15	0.5
527.52	9.8	-379.65	31.7	147.87	2.2	320.44	5.9	-303.39	25.3	17.05	0.3
133.75	2.9	-309.60	24.0	-175.85	-3.0	-18.63	-0.4	-244.42	18.9	-263.05	-4.5
493.28	9.9	-352.44	28.3	140.84	2.3	333.26	6.7	-285.83	23.0	47.43	0.8
507.84	9.9	-362.00	29.5	145.84	2.3	329.92	6.4	-292.15	23.8	37.76	0.6
539.40	9.9	-378.87	31.6	160.52	2.4	325.14	6.0	-303.25	25.3	21.89	0.3
-258.12	-5.9	736.92	-31.6	478.80	7.1	-451.88	-10.3	803.87	-34.5	351.99	5.2
595.19	10.7	-367.05	30.2	228.15	3.4	362.88	6.5	-293.50	24.1	69.38	1.0
646.22	10.8	-390.61	33.1	255.61	3.6	356.51	6.0	-307.86	26.1	48.65	0.7
447.85	9.1	-361.54	29.4	86.31	1.4	298.75	6.1	-290.08	23.6	8.67	0.1
614.55	10.0	-364.85	31.7	249.70	3.4	326.28	5.3	-319.82	27.8	6.46	0.1
746.80	10.6	-385.54	35.1	361.26	4.4	325.77	4.6	-344.07	31.3	-18.30	-0.2
748.02	11.0	-338.67	29.0	409.35	5.1	377.13	5.5	-338.03	28.9	39.10	0.5
804.69	10.6	-400.75	37.5	403.94	4.7	349.27	4.6	-355.68	33.3	-6.40	-0.1
663.95	10.0	-372.51	33.3	291.44	3.8	346.90	5.2	-332.44	29.7	14.46	0.2
716.78	10.3	-387.66	35.1	329.12	4.1	352.05	5.0	-338.52	30.7	13.53	0.2
816.00	11.3	-461.76	42.0	354.25	4.3	329.35	4.6	-341.68	31.1	-12.33	-0.1
691.73	10.8	-423.77	37.0	267.96	3.5	332.63	5.2	-322.82	28.2	9.81	0.1
664.02	10.6	-413.49	35.7	250.53	3.4	334.79	5.4	-317.48	27.4	17.31	0.2
880.16	11.4	-423.34	36.9	456.82	5.1	372.61	4.8	-379.83	33.1	-7.21	-0.1
831.88	11.2	-411.21	35.7	420.67	4.9	371.44	5.0	-368.77	32.0	2.67	0.0
194.31	8.7	-262.11	12.6	-67.80	-1.6	123.61	5.5	-212.98	10.2	-89.36	-2.1
-395.74	-18.2	-1400.59	67.0	-1796.33	-42.2	-469.01	-21.6	-1316.19	63.0	-1785.20	-41.9
269.40	9.9	-275.02	13.3	-5.62	-0.1	147.00	5.4	-236.07	11.5	-89.07	-1.9
269.96	9.5	-290.57	14.2	-20.61	-0.4	135.76	4.8	-247.51	12.1	-111.75	-2.3
177.59	8.0	-262.17	12.6	-84.58	-2.0	100.10	4.5	-218.01	10.5	-117.90	-2.7
286.73	9.8	-289.01	14.1	-2.28	0.0	141.29	4.9	-250.18	12.2	-108.89	-2.2
268.71	9.1	-300.62	14.8	-31.91	-0.6	117.87	4.0	-262.49	12.9	-144.62	-2.9
282.05	9.7	-291.24	14.3	-9.19	-0.2	138.03	4.7	-251.52	12.3	-113.49	-2.3
214.70	9.3	-257.65	12.3	-42.95	-1.0	132.28	5.7	-215.12	10.3	-82.84	-1.9
209.02	9.4	-250.62	11.9	-41.60	-1.0	133.67	6.0	-208.96	10.0	-75.29	-1.7
174.01	9.1	-240.80	11.3	-66.79	-1.7	120.74	6.3	-196.07	9.2	-75.33	-1.9
210.25	9.1	-257.04	12.3	-46.78	-1.1	127.12	5.5	-215.27	10.3	-88.15	-2.0
204.40	8.8	-261.72	12.6	-57.31	-1.3	120.75	5.2	-218.35	10.5	-97.60	-2.2
171.89	8.1	-257.91	12.3	-86.03	-2.0	106.88	5.0	-210.82	10.1	-103.95	-2.5
254.48	9.0	-293.82	14.4	-39.35	-0.8	119.48	4.2	-252.84	12.4	-133.36	-2.7
170.45	8.0	-257.25	12.3	-86.81	-2.1	103.68	4.9	-211.16	10.1	-107.48	-2.5
201.95	9.2	-250.92	12.0	-48.97	-1.1	127.60	5.8	-209.09	10.0	-81.50	-1.9
166.69	8.6	-242.61	11.5	-75.92	-1.9	111.22	5.7	-198.35	9.4	-87.13	-2.1
179.29	8.7	-248.79	11.8	-69.50	-1.7	115.04	5.6	-205.42	9.8	-90.38	-2.2
207.16	9.0	-258.72	12.4	-51.56	-1.2	124.34	5.4	-216.25	10.4	-91.92	-2.1
231.74	8.7	-282.94	13.8	-51.19	-1.1	115.04	4.3	-241.50	11.8	-126.46	-2.7
177.59	8.0	-262.17	12.6	-84.58	-2.0	100.10	4.5	-218.01	10.5	-117.90	-2.7
236.39	10.6	-237.57	11.2	-1.18	0.0	159.11	7.1	-201.10	9.5	-41.99	-1.0
247.93	10.5	-242.05	11.5	5.89	0.1	158.56	6.7	-211.00	10.0	-52.44	-1.2
310.33	10.5	-264.90	12.8	45.43	0.9	158.42	5.3	-258.74	12.5	-100.32	-2.0
264.79	10.4	-248.17	11.9	16.61	0.4	158.00	6.2	-224.99	10.8	-66.99	-1.4
321.88	10.5	-269.51	13.0	52.37	1.0	158.50	5.2	-267.24	12.9	-108.74	-2.1
270.21	10.3	-250.13	12.0	20.08	0.4	157.83	6.0	-229.42	11.0	-71.59	-1.5
259.89	10.4	-246.42	11.8	13.47	0.3	158.09	6.3	-221.00	10.6	-62.91	-1.4
296.70	9.9	-297.92	14.6	-1.22	0.0	140.82	4.7	-255.79	12.6	-114.97	-2.3
245.37	9.4	-275.19	13.4	-29.82	-0.6	133.43	5.1	-235.36	11.4	-101.93	-2.2
220.76	8.7	-273.23	13.2	-52.47	-1.1	116.41	4.6	-231.58	11.2	-115.16	-2.5
243.45	9.9	-256.94	12.3	-13.49	-0.3	146.84	6.0	-216.95	10.4	-70.11	-1.5
271.34	10.2	-269.03	13.0	2.31	0.0	152.80	5.7	-229.44	11.1	-76.64	-1.6
306.17	10.1	-296.22	14.5	9.95	0.2	144.26	4.7	-258.73	12.7	-114.48	-2.3
220.55	8.9	-270.35	13.1	-49.80	-1.1	120.56	4.9	-228.17	11.0	-107.61	-2.4
291.00	10.0	-287.29	14.0	3.70	0.1	144.81	5.0	-248.92	12.2	-104.10	-2.1
302.42	10.2	-288.77	14.1	13.65	0.3	147.08	5.0	-251.60	12.3	-104.53	-2.1
223.05	9.4	-260.43	12.5	-37.39	-0.8	131.41	5.5	-220.57	10.6	-89.16	-2.0
-31.72	-1.3	-55.28	2.4	-87.00	-1.8	14.07	0.6	-0.94	0.0	13.13	0.3

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
2397.39	55.1	-978.51	70.9	1418.88	24.7	2398.76	55.1	-932.51	67.5	1466.24	25.6
11.50	0.5	-93.56	4.1	-82.07	-1.9	17.08	0.8	-48.93	2.2	-31.85	-0.7
-61.51	-2.3	-58.69	2.6	-120.20	-2.4	-8.84	-0.3	-2.18	0.1	-11.03	-0.2
229.06	10.2	-266.72	12.5	-37.66	-0.9	159.03	7.1	-211.11	9.9	-52.08	-1.2
241.88	10.1	-277.06	13.1	-35.19	-0.8	158.22	6.6	-223.32	10.5	-65.10	-1.4
292.73	10.1	-312.56	15.0	-19.83	-0.4	156.60	5.4	-264.05	12.6	-107.45	-2.1
-60.58	-2.4	-67.36	3.0	-127.94	-2.7	-19.72	-0.8	-13.58	0.6	-33.30	-0.7
-11.89	-0.5	-85.21	3.8	-97.10	-2.2	3.49	0.2	-37.93	1.7	-34.44	-0.8
-54.97	-2.1	-38.68	1.7	-93.65	-1.9	10.64	0.4	20.47	-0.9	31.11	0.6
-12.81	-0.5	-63.78	2.8	-76.58	-1.7	18.12	0.8	-11.70	0.5	6.42	0.1
246.77	10.0	-282.37	13.4	-35.60	-0.8	158.09	6.4	-225.31	10.7	-67.22	-1.5
267.61	10.0	-295.86	14.1	-28.26	-0.6	156.95	5.9	-245.69	11.7	-88.74	-1.9
276.77	10.0	-303.84	14.5	-27.07	-0.6	157.01	5.7	-250.11	12.0	-93.10	-1.9
303.51	10.1	-319.52	15.3	-16.02	-0.3	116.31	3.9	-239.63	11.5	-123.32	-2.4
227.49	9.4	-259.34	12.5	-31.85	-0.7	97.84	4.0	-191.92	9.2	-94.08	-2.1
232.09	9.4	-262.46	12.7	-30.37	-0.7	97.58	4.0	-194.90	9.4	-97.32	-2.1
228.37	9.5	-256.67	12.3	-28.30	-0.6	139.69	5.8	-215.53	10.3	-75.84	-1.7
-193.85	-7.8	-1370.16	66.1	-1564.01	-34.2	-278.14	-11.1	-1311.53	63.2	-1589.67	-34.8
248.50	9.5	-272.27	13.2	-23.76	-0.5	138.79	5.3	-230.10	11.1	-91.31	-1.9
263.41	9.5	-282.78	13.8	-19.37	-0.4	138.88	5.0	-239.97	11.7	-101.09	-2.1
222.70	9.0	-262.20	12.7	-39.51	-0.9	115.94	4.7	-230.13	11.2	-114.19	-2.5
242.81	9.0	-274.83	13.4	-32.02	-0.7	115.66	4.3	-243.70	11.9	-128.04	-2.7
214.62	9.0	-256.55	12.4	-41.93	-0.9	121.17	5.1	-222.18	10.7	-101.01	-2.3
218.49	9.0	-259.55	12.6	-41.06	-0.9	120.74	5.0	-225.10	10.9	-104.36	-2.3
227.58	9.0	-266.27	12.9	-38.69	-0.8	119.97	4.8	-231.82	11.3	-111.85	-2.4
-1396.73	-51.5	-1533.79	75.0	-2930.52	-61.6	-1591.41	-58.7	-1491.77	72.9	-3083.17	-64.8
248.57	9.7	-273.37	13.2	-24.79	-0.5	145.86	5.7	-225.48	10.9	-79.62	-1.7
267.75	9.6	-289.89	14.2	-22.14	-0.5	144.05	5.2	-240.18	11.7	-96.13	-2.0
297.46	9.7	-312.24	15.4	-14.78	-0.3	142.98	4.7	-260.93	12.9	-117.95	-2.3
217.70	9.1	-252.14	12.2	-34.44	-0.8	112.62	4.7	-225.37	10.9	-112.74	-2.5
205.21	9.5	-242.41	11.5	-37.20	-0.9	131.94	6.1	-206.69	9.8	-74.75	-1.8
170.23	7.9	-214.58	10.2	-44.35	-1.0	100.29	4.7	-175.17	8.3	-74.88	-1.8
159.55	7.7	-205.65	9.8	-46.10	-1.1	88.65	4.3	-173.33	8.3	-84.67	-2.0
197.97	9.2	-242.11	11.6	-44.14	-1.0	91.53	4.2	-177.45	8.5	-85.92	-2.0
157.09	7.1	-214.06	10.3	-56.97	-1.3	68.17	3.1	-186.64	9.0	-118.47	-2.8
189.72	8.6	-215.21	10.2	-25.49	-0.6	117.46	5.3	-171.21	8.2	-53.75	-1.2
238.41	8.3	-264.05	12.9	-25.64	-0.5	104.51	3.7	-214.32	10.5	-109.81	-2.2
175.63	8.1	-244.12	11.6	-68.49	-1.6	99.82	4.6	-176.63	8.4	-76.81	-1.8
177.60	8.2	-242.85	11.5	-65.25	-1.5	100.48	4.7	-175.26	8.3	-74.78	-1.8
159.27	7.6	-236.62	11.2	-77.35	-1.8	90.37	4.3	-173.45	8.2	-83.09	-2.0
169.24	7.8	-242.20	11.5	-72.96	-1.7	92.60	4.3	-177.57	8.4	-84.97	-2.0
203.18	9.2	-238.84	11.3	-35.66	-0.8	118.99	5.4	-170.89	8.1	-51.90	-1.2
261.79	9.1	-295.10	14.4	-33.31	-0.7	106.72	3.7	-210.10	10.2	-103.39	-2.1
145.17	6.5	-254.39	12.2	-109.22	-2.5	67.60	3.0	-186.85	9.0	-119.25	-2.8
197.30	8.2	-265.98	12.8	-68.67	-1.5	96.91	4.0	-191.59	9.2	-94.68	-2.1
202.26	8.2	-269.95	13.0	-67.69	-1.5	96.59	3.9	-194.43	9.4	-97.84	-2.2
2709.72	55.3	-1085.19	86.0	1624.54	26.4	2610.83	53.3	-1011.14	80.2	1599.69	26.0
212.26	8.5	-124.53	5.6	87.73	1.9	102.53	4.1	-47.81	2.2	54.72	1.2
213.49	8.2	-282.26	13.7	-68.77	-1.5	90.05	3.5	-202.61	9.8	-112.56	-2.4
228.97	8.3	-295.10	14.4	-66.13	-1.4	87.92	3.2	-211.93	10.3	-124.01	-2.6
187.19	7.5	-270.08	13.1	-82.89	-1.8	80.12	3.2	-197.98	9.6	-117.85	-2.6
207.64	7.7	-286.20	14.0	-78.56	-1.7	77.20	2.9	-210.68	10.3	-133.47	-2.8
-30.02	-1.4	-236.33	11.2	-266.36	-6.2	-92.65	-4.3	-197.40	9.4	-290.05	-6.8
187.60	7.7	-264.17	12.7	-76.57	-1.7	120.77	5.0	-224.35	10.8	-103.57	-2.3
196.36	7.8	-272.67	13.2	-76.31	-1.7	83.77	3.3	-199.65	9.7	-115.88	-2.5
215.32	7.9	-288.35	14.1	-73.04	-1.5	80.51	3.0	-211.75	10.3	-131.23	-2.8
232.34	9.0	-269.50	13.0	-37.16	-0.8	111.58	4.3	-191.61	9.2	-80.03	-1.7
252.87	9.1	-287.65	14.0	-34.78	-0.7	107.94	3.9	-204.72	9.9	-96.78	-2.0
284.65	9.3	-313.08	15.4	-28.42	-0.6	104.28	3.4	-223.42	11.0	-119.15	-2.3
159.16	6.7	-268.79	13.0	-109.64	-2.5	64.16	2.7	-197.39	9.6	-133.23	-3.0
303.18	9.7	-312.82	15.5	-9.64	-0.2	126.96	4.1	-272.27	13.5	-145.31	-2.8
390.85	10.5	-348.75	17.5	42.10	0.7	130.24	3.5	-315.38	15.8	-185.14	-3.2
390.77	11.0	-296.59	14.4	94.18	1.7	160.26	4.5	-313.72	15.2	-153.46	-2.7
437.44	10.9	-391.97	19.8	45.47	0.8	147.41	3.7	-333.16	16.8	-185.75	-3.1
346.72	10.1	-344.62	17.2	2.10	0.0	143.42	4.2	-290.54	14.5	-147.12	-2.7
380.00	10.4	-368.41	18.4	11.59	0.2	147.78	4.0	-306.88	15.3	-159.10	-2.8

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
431.15	11.4	-437.16	22.0	-6.01	-0.1	130.82	3.4	-318.40	16.0	-187.58	-3.2
351.67	10.6	-387.91	19.3	-36.24	-0.7	131.18	3.9	-282.71	14.0	-151.53	-2.8
333.82	10.4	-375.24	18.6	-41.43	-0.8	131.74	4.1	-273.53	13.5	-141.79	-2.7
472.73	11.5	-402.69	19.5	70.04	1.1	159.51	3.9	-376.41	18.2	-216.90	-3.5
441.53	11.2	-388.52	18.8	53.01	0.9	157.32	4.0	-360.32	17.4	-203.00	-3.4
84.56	9.8	-266.26	10.8	-181.70	-5.5	52.73	6.1	-209.12	8.5	-156.39	-4.7
-154.52	-18.8	-1443.11	58.3	-1597.62	-48.5	-192.03	-23.4	-1351.80	54.6	-1543.83	-46.8
136.50	12.0	-292.64	12.1	-156.14	-4.4	69.86	6.1	-244.16	10.1	-174.29	-4.9
137.12	11.3	-310.49	13.0	-173.37	-4.8	65.45	5.4	-255.87	10.7	-190.41	-5.3
81.17	9.5	-267.00	10.9	-185.83	-5.6	40.62	4.8	-215.16	8.7	-174.54	-5.3
147.84	11.8	-309.75	13.0	-161.91	-4.4	69.66	5.5	-260.32	10.9	-190.67	-5.2
141.42	11.1	-323.34	13.6	-181.92	-5.0	57.56	4.5	-273.30	11.5	-215.74	-5.9
145.10	11.6	-312.00	13.1	-166.90	-4.6	67.51	5.4	-261.38	11.0	-193.87	-5.3
97.98	10.8	-262.94	10.7	-164.96	-4.9	57.09	6.3	-214.11	8.7	-157.03	-4.7
95.52	11.2	-251.64	10.1	-156.12	-4.7	56.90	6.7	-203.96	8.2	-147.06	-4.4
75.86	11.1	-228.89	9.0	-153.03	-4.8	50.23	7.3	-179.27	7.1	-129.04	-4.0
97.46	10.8	-262.78	10.7	-165.33	-4.9	54.06	6.0	-214.14	8.7	-160.07	-4.8
94.42	10.4	-268.98	11.0	-174.56	-5.2	50.39	5.6	-217.96	8.9	-167.57	-5.0
74.32	9.4	-258.11	10.4	-183.79	-5.6	44.00	5.5	-203.75	8.2	-159.75	-4.9
128.78	10.7	-314.71	13.2	-185.93	-5.2	56.42	4.7	-263.04	11.0	-206.63	-5.8
73.21	9.2	-257.43	10.4	-184.21	-5.6	42.27	5.3	-204.43	8.2	-162.16	-5.0
91.48	11.0	-251.81	10.1	-160.33	-4.8	53.26	6.4	-203.82	8.2	-150.55	-4.5
72.53	10.5	-232.45	9.2	-159.92	-5.0	45.38	6.6	-183.00	7.3	-137.62	-4.3
80.24	10.6	-244.80	9.8	-164.56	-5.1	47.93	6.3	-195.77	7.8	-147.84	-4.5
95.75	10.6	-264.93	10.8	-169.17	-5.0	52.45	5.8	-215.25	8.7	-162.79	-4.8
115.12	10.5	-301.34	12.5	-186.21	-5.3	51.10	4.7	-249.88	10.4	-198.79	-5.7
81.17	9.5	-267.00	10.9	-185.83	-5.6	40.62	4.8	-215.16	8.7	-174.54	-5.3
109.98	12.6	-233.01	9.3	-123.03	-3.6	69.45	8.0	-195.19	7.8	-125.74	-3.7
118.09	12.4	-243.03	9.8	-124.94	-3.6	70.35	7.4	-211.65	8.5	-141.30	-4.1
165.60	12.7	-280.38	11.6	-114.78	-3.1	79.92	6.1	-277.24	11.4	-197.32	-5.3
130.31	12.3	-254.77	10.4	-124.47	-3.5	72.06	6.8	-232.86	9.5	-160.80	-4.6
175.33	12.9	-286.35	11.8	-111.03	-2.9	82.35	6.1	-287.60	11.9	-205.24	-5.4
134.22	12.3	-258.21	10.5	-123.99	-3.5	72.67	6.7	-239.16	9.7	-166.50	-4.7
126.77	12.3	-251.61	10.2	-124.83	-3.6	71.56	7.0	-226.98	9.2	-155.41	-4.4
153.80	11.8	-319.87	13.5	-166.07	-4.5	71.01	5.5	-265.36	11.2	-194.35	-5.3
122.07	11.3	-291.91	12.1	-169.84	-4.9	61.49	5.7	-243.28	10.1	-181.79	-5.2
106.78	10.4	-287.88	11.9	-181.10	-5.2	50.45	4.9	-237.56	9.8	-187.11	-5.4
117.61	11.9	-265.94	10.8	-148.34	-4.3	46.77	4.7	-216.81	8.8	-170.05	-4.9
136.39	12.3	-285.33	11.8	-148.94	-4.2	72.59	6.5	-236.45	9.8	-163.86	-4.6
162.22	12.2	-318.82	13.4	-156.61	-4.2	74.08	5.6	-269.47	11.4	-195.39	-5.3
103.31	10.3	-283.03	11.6	-179.72	-5.2	52.54	5.2	-233.21	9.6	-180.67	-5.3
148.97	11.9	-308.03	12.9	-159.06	-4.4	71.53	5.7	-259.20	10.8	-187.66	-5.2
160.02	12.4	-311.17	13.1	-151.15	-4.1	74.19	5.8	-262.52	11.0	-188.33	-5.1
105.80	11.2	-269.49	11.0	-163.69	-4.8	57.40	6.1	-222.68	9.1	-165.28	-4.9
-17.70	-1.7	-188.76	7.4	-206.45	-5.8	10.70	1.1	-123.18	4.9	-112.47	-3.2
12.97	1.7	-175.60	6.8	-162.63	-4.9	15.27	2.1	-120.44	4.7	-105.17	-3.2
-1.00	-0.1	-190.53	7.5	-191.53	-5.7	3.76	0.5	-136.15	5.3	-132.39	-4.0
-30.75	-2.7	-213.09	8.5	-243.84	-6.7	1.46	0.1	-144.57	5.8	-143.12	-3.9
103.01	11.7	-267.88	10.6	-164.87	-4.8	69.72	7.9	-206.81	8.2	-137.09	-4.0
111.90	11.5	-285.61	11.4	-173.71	-5.0	70.87	7.3	-226.17	9.0	-155.30	-4.5
149.48	11.8	-338.88	13.8	-189.40	-5.1	78.19	6.2	-282.06	11.5	-203.86	-5.5
-33.91	-3.3	-209.00	8.3	-242.91	-6.8	-8.68	-0.8	-143.76	5.7	-152.45	-4.3
-11.91	-1.4	-198.01	7.8	-209.91	-6.2	-1.52	-0.2	-140.51	5.5	-142.03	-4.2
-24.67	-2.2	-191.06	7.6	-215.72	-5.9	15.63	1.4	-119.51	4.7	-103.88	-2.8
-9.53	-1.0	-186.91	7.4	-196.44	-5.6	10.16	1.1	-123.97	4.9	-113.81	-3.3
114.92	11.4	-294.93	11.8	-180.02	-5.2	71.40	7.1	-230.73	9.3	-159.33	-4.6
129.99	11.5	-315.20	12.8	-185.21	-5.1	73.61	6.5	-258.14	10.4	-184.54	-5.1
136.28	11.5	-327.54	13.3	-191.26	-5.3	74.97	6.3	-264.88	10.8	-189.91	-5.2
158.48	12.0	-348.12	14.3	-189.64	-5.0	80.32	6.1	-292.34	12.0	-212.02	-5.6
113.93	11.8	-271.31	11.1	-157.38	-4.6	58.40	6.0	-226.00	9.2	-167.60	-4.9
117.37	11.8	-276.24	11.3	-158.86	-4.6	59.17	5.9	-230.51	9.5	-171.34	-5.0
111.87	11.7	-266.44	10.8	-154.58	-4.5	61.92	6.5	-215.43	8.8	-153.52	-4.5
-43.29	-4.3	-1436.86	58.9	-1480.15	-42.9	-95.09	-9.4	-1371.88	56.2	-1466.97	-42.5
126.98	11.7	-289.91	12.0	-162.93	-4.6	64.16	5.9	-236.10	9.7	-171.93	-4.9
138.04	11.8	-304.13	12.6	-166.09	-4.6	65.96	5.6	-248.46	10.3	-182.50	-5.1
112.05	11.2	-274.55	11.3	-162.50	-4.7	49.85	5.0	-234.78	9.7	-184.93	-5.4

$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}		$\Delta Q_{H,nd}$		$\Delta Q_{C,nd}$		ΔQ_{nd}	
kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Δ TRNSYS-EU						Δ TRNSYS-N					
127.09	11.4	-292.20	12.2	-165.11	-4.7	52.07	4.7	-252.32	10.5	-200.24	-5.7
105.61	11.3	-265.73	10.9	-160.12	-4.7	51.78	5.5	-223.39	9.1	-171.61	-5.1
108.32	11.2	-270.38	11.1	-162.06	-4.8	52.01	5.4	-227.86	9.4	-175.85	-5.2
114.95	11.2	-280.41	11.6	-165.46	-4.8	52.74	5.2	-237.41	9.8	-184.67	-5.4
128.87	11.4	-297.69	12.4	-168.82	-4.8	54.58	4.8	-253.82	10.6	-199.24	-5.6
126.32	12.0	-290.86	12.0	-164.55	-4.7	68.19	6.5	-230.26	9.5	-162.07	-4.7
140.09	11.9	-312.64	13.0	-172.55	-4.8	-5.47	-0.5	-143.23	6.0	-148.70	-4.2
162.15	12.1	-339.26	14.3	-177.11	-4.8	-8.66	-0.6	-163.04	6.9	-171.71	-4.6
44.49	4.7	-157.62	6.5	-113.13	-3.3	46.66	4.9	-227.66	9.4	-181.00	-5.3
39.08	4.8	-143.53	5.8	-104.45	-3.2	-5.04	-0.6	-101.48	4.1	-106.52	-3.2
35.87	4.4	-147.18	5.9	-111.31	-3.4	-4.51	-0.6	-99.90	4.0	-104.42	-3.2
31.33	4.1	-133.81	5.4	-102.49	-3.1	-10.26	-1.3	-95.54	3.8	-105.81	-3.3
34.60	4.3	-142.39	5.7	-107.79	-3.3	-9.72	-1.2	-102.22	4.1	-111.94	-3.4
32.29	3.8	-146.59	6.0	-114.31	-3.5	-22.16	-2.6	-113.97	4.6	-136.13	-4.1
46.96	5.6	-149.27	6.0	-102.31	-3.1	4.86	0.6	-96.01	3.9	-91.15	-2.7
72.39	5.9	-213.83	9.0	-141.44	-3.9	70.32	5.7	-255.30	10.7	-184.98	-5.1
16.90	2.1	-178.48	7.2	-161.58	-4.9	54.64	6.6	-199.37	8.0	-144.72	-4.4
20.70	2.5	-177.25	7.1	-156.55	-4.7	54.92	6.7	-197.33	7.9	-142.42	-4.3
6.23	0.8	-166.74	6.7	-160.51	-4.9	48.03	6.1	-192.88	7.7	-144.84	-4.4
11.90	1.4	-176.06	7.1	-164.16	-5.0	50.44	6.1	-200.57	8.1	-150.13	-4.5
38.99	4.5	-174.64	7.0	-135.64	-4.0	65.52	7.6	-193.54	7.7	-128.02	-3.8
68.44	5.6	-258.50	10.8	-190.06	-5.2	70.80	5.7	-253.05	10.6	-182.26	-5.0
-3.84	-0.5	-191.48	7.8	-195.31	-5.9	40.08	4.7	-213.24	8.6	-173.17	-5.2
27.37	2.8	-212.77	8.7	-185.39	-5.4	57.54	5.9	-224.98	9.2	-167.44	-4.9
30.05	3.0	-218.88	9.0	-188.83	-5.5	58.33	5.9	-229.44	9.4	-171.11	-5.0
27.50	2.9	-208.44	8.5	-180.94	-5.3	55.60	5.8	-220.68	9.0	-165.08	-4.8
26.56	2.6	-50.31	1.9	-23.75	-0.7	50.96	5.1	-58.73	2.2	-7.77	-0.2
37.72	3.5	-237.32	9.8	-199.60	-5.7	57.21	5.3	-241.10	10.0	-183.90	-5.3
46.00	4.0	-255.24	10.6	-209.24	-5.9	58.91	5.1	-253.39	10.6	-194.47	-5.5
18.22	1.8	-218.17	9.0	-199.95	-5.8	48.89	4.9	-233.68	9.6	-184.79	-5.4
29.24	2.6	-241.13	10.0	-211.90	-6.0	51.11	4.6	-250.99	10.4	-199.88	-5.7
-103.49	-12.6	-164.75	6.6	-268.24	-8.1	-70.83	-8.6	-182.96	7.3	-253.80	-7.7
20.08	2.1	-210.12	8.6	-190.04	-5.6	51.14	5.3	-227.00	9.3	-175.86	-5.1
24.72	2.4	-222.72	9.2	-198.00	-5.7	-17.92	-1.7	-134.26	5.5	-152.18	-4.4
34.99	3.1	-244.89	10.2	-209.90	-5.9	53.61	4.7	-252.67	10.5	-199.06	-5.6
52.64	4.9	-222.29	9.1	-169.66	-4.8	67.59	6.3	-227.87	9.3	-160.29	-4.6
63.31	5.3	-248.38	10.3	-185.08	-5.2	69.47	5.9	-246.09	10.2	-176.62	-4.9
81.53	6.1	-281.42	11.9	-199.89	-5.4	74.79	5.6	-268.51	11.3	-193.72	-5.2
2.58	0.3	-213.45	8.8	-210.87	-6.2	41.05	4.3	-230.76	9.5	-189.70	-5.6
161.88	11.7	-337.35	14.3	-175.47	-4.7	66.93	4.8	-283.09	12.0	-216.16	-5.8
233.59	13.4	-374.32	16.2	-140.72	-3.5	83.78	4.8	-324.96	14.1	-241.17	-6.0
143.99	8.6	-207.97	8.7	-63.97	-1.6	95.06	5.7	-340.19	14.2	-245.12	-6.0
276.08	14.2	-422.54	18.4	-146.47	-3.5	99.33	5.1	-339.43	14.8	-240.09	-5.7
114.86	7.3	-263.24	11.3	-148.38	-3.8	82.73	5.3	-299.74	12.9	-217.02	-5.6
135.38	7.9	-288.08	12.4	-152.70	-3.8	90.46	5.3	-316.98	13.7	-226.52	-5.6
140.68	7.8	-382.97	16.7	-242.29	-5.9	85.68	4.7	-329.92	14.3	-244.24	-5.9
96.17	6.4	-330.58	14.1	-234.41	-6.1	75.05	5.0	-296.81	12.7	-221.77	-5.8
86.45	6.0	-316.17	13.5	-229.72	-6.1	72.14	5.0	-287.71	12.2	-215.57	-5.7
189.57	9.3	-326.07	13.6	-136.50	-3.1	108.26	5.3	-406.91	17.0	-298.65	-6.7
268.72	14.0	-428.46	17.9	-159.74	-3.7	102.73	5.4	-389.97	16.3	-287.24	-6.7

Tabella 22: Differenza metodo Europeo-TRNSYS, differenza metodo Nazionale-TRNSYS (caso 2)

Questi risultati sono stati graficati per comprenderne meglio i risultati (se il Δ è nullo i risultati coincidono con i risultati ottenuti in TRNSYS).

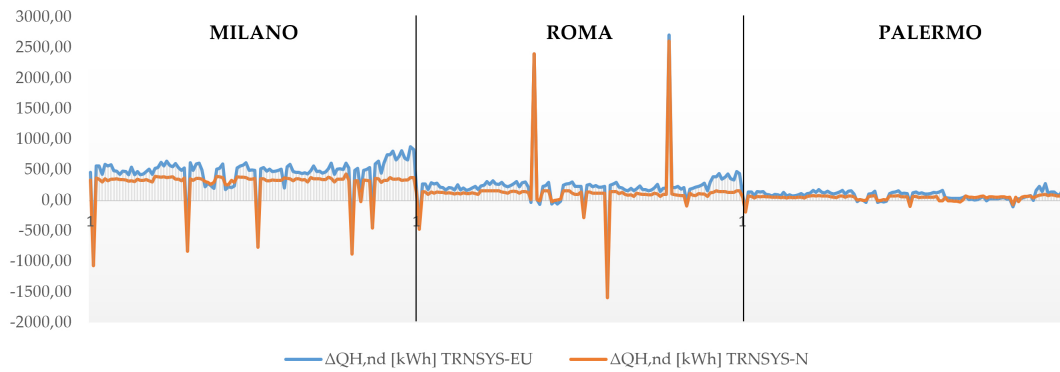


Figura 62: Differenza fabbisogno utile per riscaldamento (caso 2)

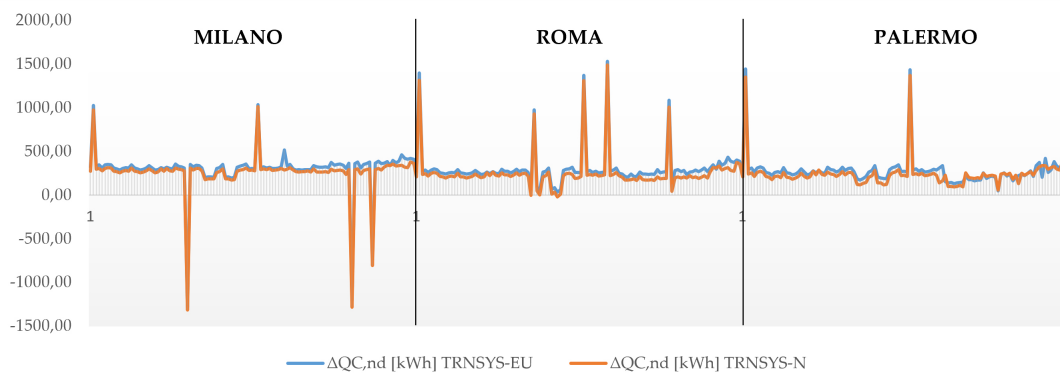


Figura 63: Differenza fabbisogno utile per raffreddamento del (caso 2)

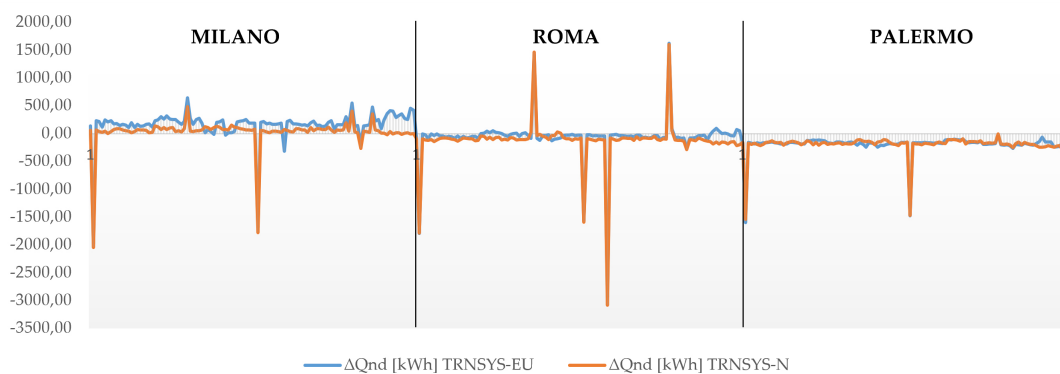


Figura 64: Differenza fabbisogno utile totale (caso 2)

Si nota in figura 62 che i due metodi, nel calcolo del fabbisogno utile per riscaldamento, restituiscono valori molto coerenti rispetto ai risultati ottenuti in TRNSYS. Questa similitudine tra i due metodi si nota anche nel calcolo del fabbisogno utile per raffreddamento (figura 63), nel quale i due metodi sono praticamente simili, e nel calcolo del del fabbisogno utile totale (figura 64).

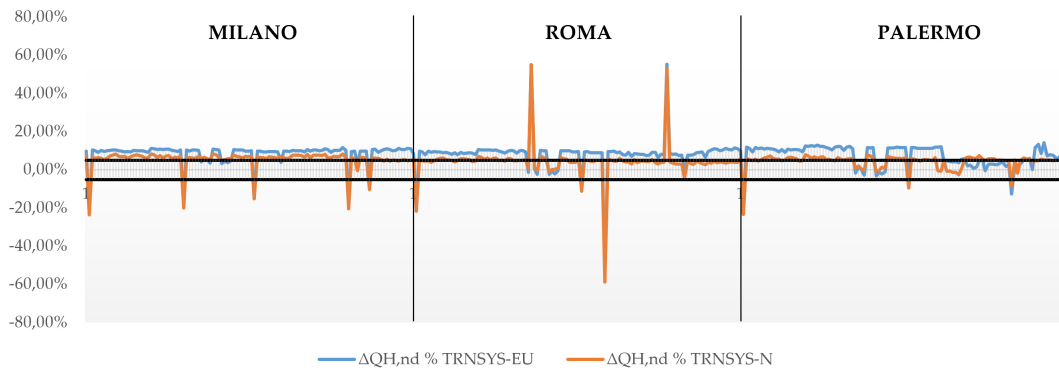


Figura 65: Differenza percentuale fabbisogno utile per riscaldamento (caso 2)

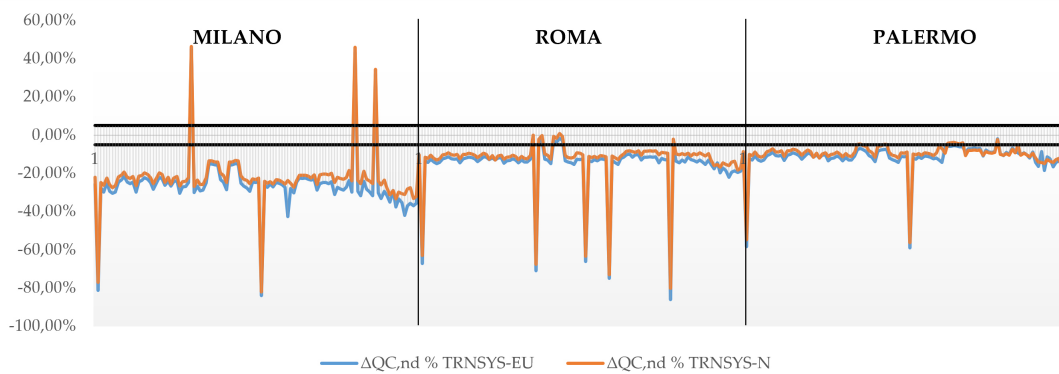


Figura 66: Differenza percentuale fabbisogno utile per raffrescamento (caso 2)

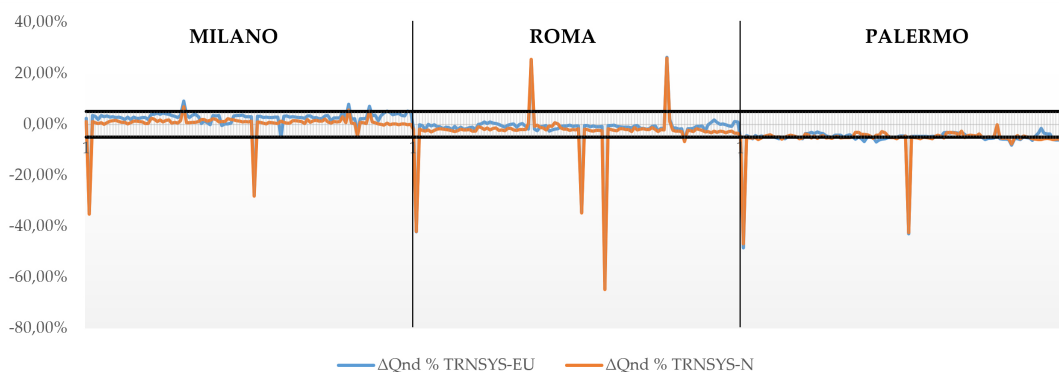


Figura 67: Differenza percentuale fabbisogno utile totale (caso 2)

Attraverso la valutazione delle differenze percentuali, anche in questo caso, si è verificato se la precisione dei due metodi ricade all'interno di una tolleranza del $\pm 5\%$. Si può notare che l'errore percentuale, del fabbisogno utile totale, è sempre minore del $\pm 5\%$ per tutte le località. È possibile quindi affermare che il metodo nazionale e il metodo europeo hanno una precisione piuttosto elevata rispetto a TRNSYS. Questa precisione è riscontrata anche nel calcolo del fabbisogno invernale, mentre mentre sul calcolo del fabbisogno estivo risulta poco accurato.

Scostamento trasmittanze UNI EN ISO 52016-1 (Appendice A e B), TRNSYS - requisiti minimi Decreto Efficienza Energetica (DEE)

Considerando anche in questo caso i limiti di trasmittanza per le superfici opache verticali, imposti dal del Decreto Efficienza Energetica, allegato E (DEE) (vedi figura 41),

è stato possibile scegliere, per ogni località, una stratigrafia che ha come valore di trasmittanza il valore massimo imposto dal decreto (tabella 23). È stato valutato, a questo punto, l'andamento dei fabbisogni invernali, estivi e totali in funzione delle diverse trasmittanze delle strutture scelte rispetto alle stratigrafie di riferimento individuate.

n	Località	Massa	U_d	M_s	C_{tot}	Y_{ie}	fa	ϕ	k_i	s
-	-	-	$\frac{W}{m^2 K}$	$\frac{kg}{m^2}$	$\frac{kJ}{m^2 K}$	$\frac{W}{m^2 K}$	-	h	$\frac{kJ}{m^2 K}$	m
5	Milano	D	0.230	432.00	480.00	0.001	0.005	5.93	39.57	0.53
51	Roma	EI	0.260	25.10	89.90	0.227	0.871	3.96	36.96	0.18
35	Palermo	D	0.380	246.75	233.70	0.04	0.105	15.40	38.84	0.28

Tabella 23: Strutture di riferimento

MILANO Si nota in figura 68, 69 e 70, che per stratigrafie con trasmittanza maggiore rispetto a quella di riferimento il fabbisogno invernale aumenta mentre il fabbisogno estivo, a differenza del caso precedente, resta quasi costante. Questo comportamento è dovuto alla radiazione solare che, per via del fattore solare delle finestre, entrando con una quota molto minore all'interno dell'edificio non aumenta gli apporti interni.

Questo andamento dei fabbisogni è concorde per tutti e tre i metodi utilizzati per determinarli.

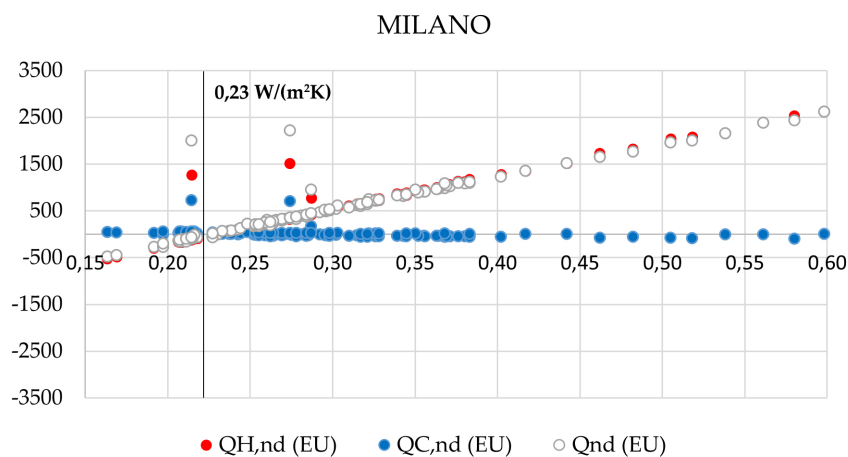


Figura 68: Confronto fabbisogno (Metodo Europeo)-Trasmittanze su Milano (caso 2)

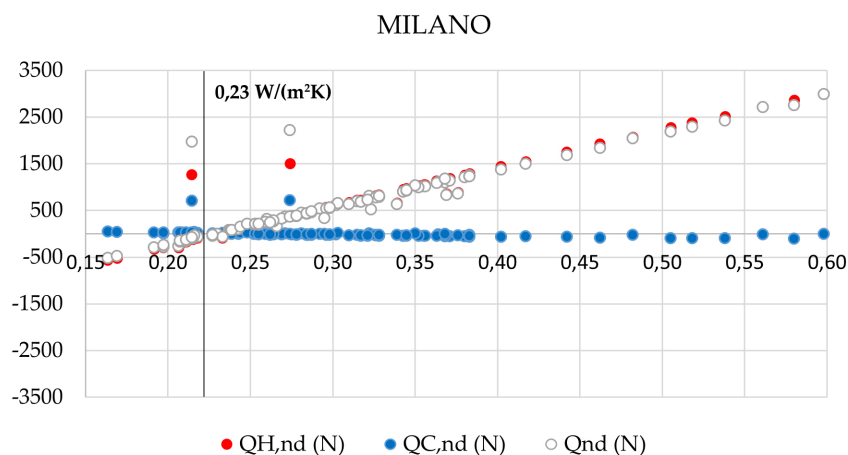


Figura 69: Confronto fabbisogno (Metodo Nazionale)-Trasmittanze su Milano (caso 2)

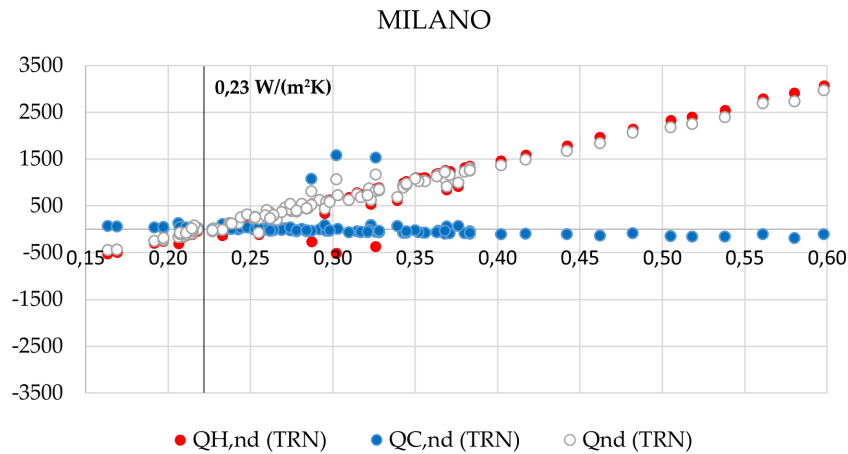


Figura 70: Confronto fabbisogno (TRNSYS)-Trasmittanze su Milano (caso 2)

ROMA L'andamento dei fabbisogni, in figura 71, 72 e 73, è lo stesso che viene riscontrato su Milano ma con un minor aumento dei fabbisogni invernali e totali per trasmittanze superiori a quella di riferimento. Anche in questo caso, come nel caso 1, questo è dovuto sicuramente alla zona climatica che è caratterizzata da temperature e radiazione solare più elevate rispetto alla precedente.

Anche in questo caso l'andamento dei fabbisogni è concorde per i tre metodi di analisi utilizzati.

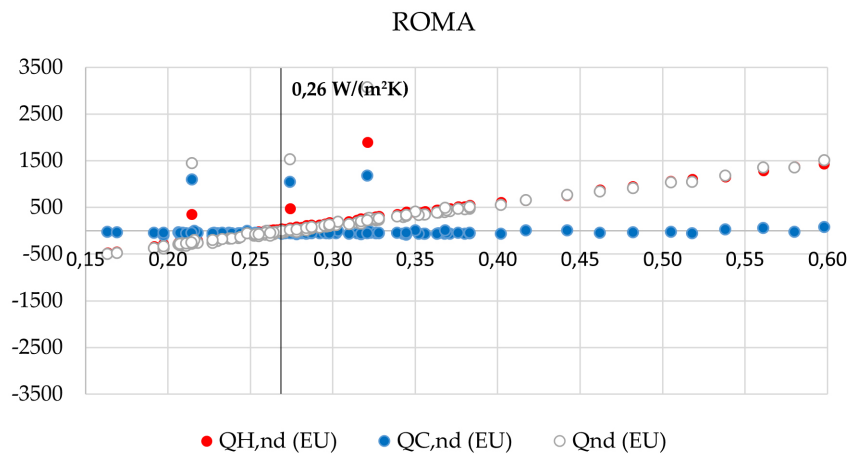


Figura 71: Confronto fabbisogno (Metodo Europeo)-Trasmittanze su Roma (caso 2)

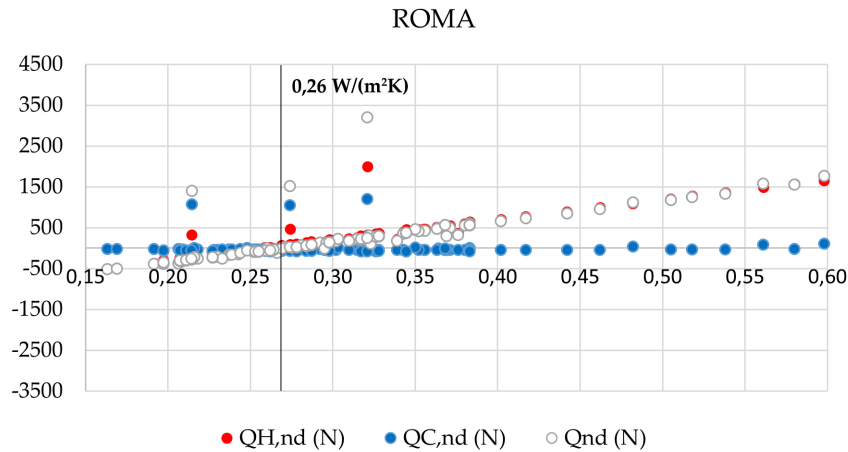


Figura 72: Confronto fabbisogno (Metodo Nazionale)-Trasmittanze su Roma (caso 2)

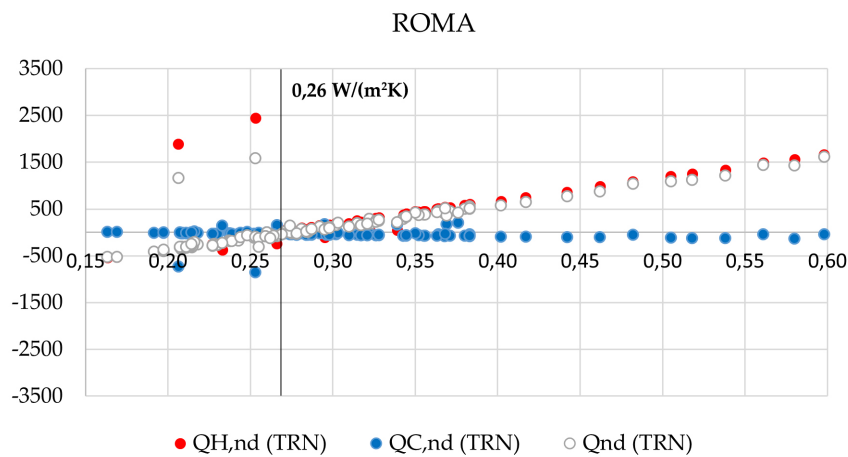


Figura 73: Confronto fabbisogno (TRNSYS)-Trasmittanze su Roma (caso 2)

PALERMO L'effetto della zona climatica è molto più visibile in figura 48, 49 e 50. L'aumento del fabbisogno invernale e totale che si riscontrava nei casi precedenti, all'aumentare della trasmittanza, in questo caso è molto meno accentuato. A differenza col caso 1, in questo caso il fabbisogno totale ha un andamento ben definito, questo perché la quota parte di fabbisogno estivo è quasi nulla. Anche in questo caso i tre metodi di analisi restituiscono valori molto simili tra loro.

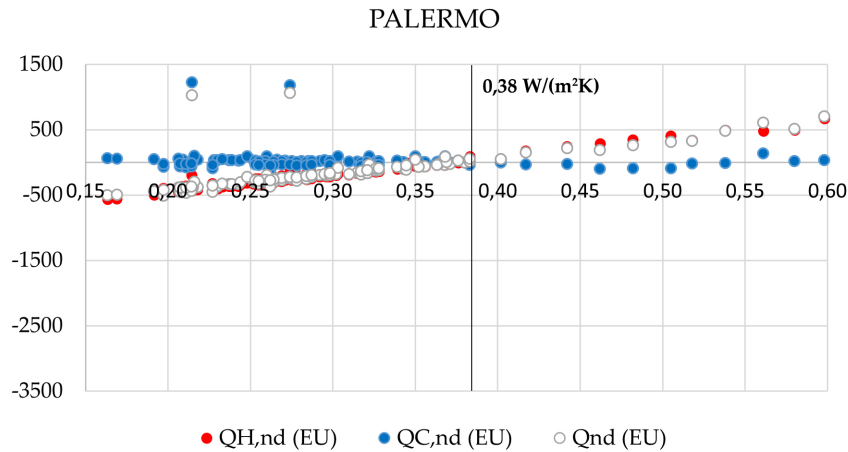


Figura 74: Confronto fabbisogno (Metodo Europeo)-Trasmittanze su Palermo (caso 2)

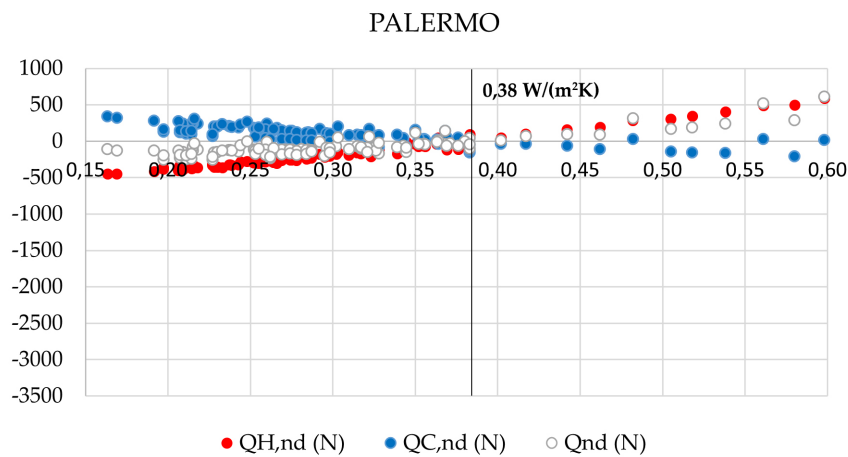


Figura 75: Confronto fabbisogno (Metodo Nazionale)-Trasmittanze su Palermo (caso 2)

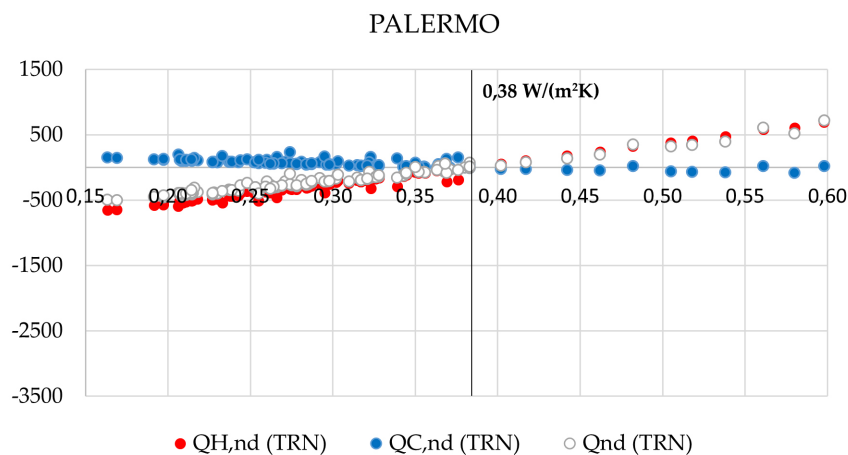


Figura 76: Confronto fabbisogno (TRNSYS)-Trasmittanze su Palermo (caso 2)

Considerando un errore di base (intrinseco del metodo di calcolo) è possibile individuare un range di trasmittanze, oltre quella di riferimento, per le quali i valori del fabbisogno cadano proprio nella fascia dell'errore posta a $\pm 5\%$. Questo porta ad affermare che la trasmittanza limite può essere anche più alta di quella imposta in quanto i valori fabbisogno ottenuti con trasmittanze maggiori, cadono all'interno dell'errore ammesso.

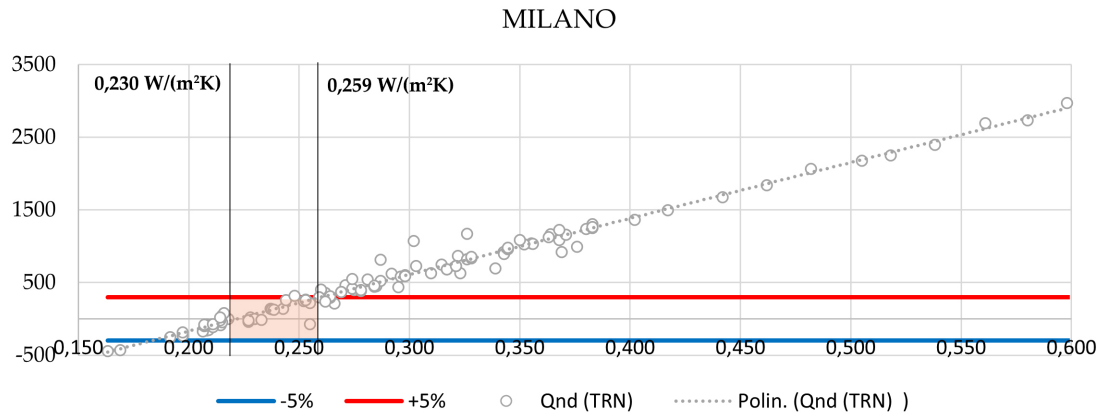


Figura 77: Errore del 5% sul fabbisogno totale per Milano (caso 2)

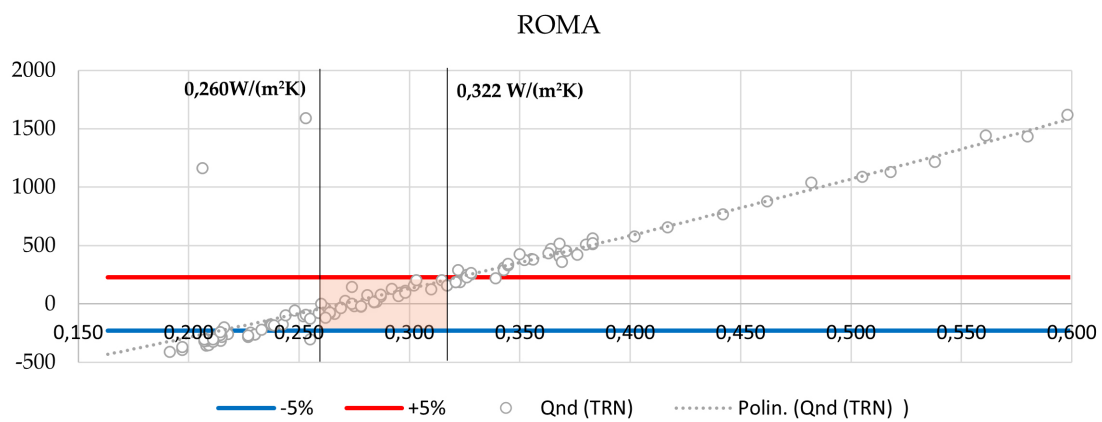


Figura 78: Errore del 5% sul fabbisogno totale per Roma (caso 2)

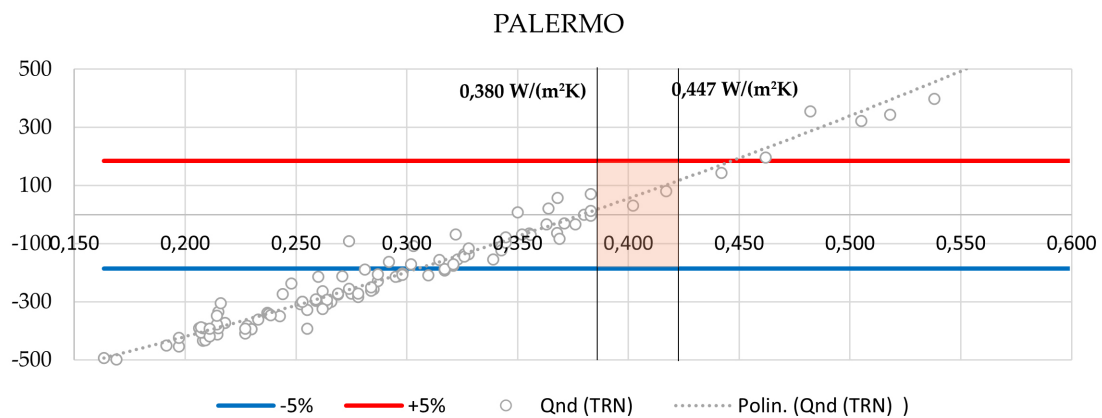


Figura 79: Errore del 5% sul fabbisogno totale per Palermo (caso 2)

Sono stati quindi calcolati i valori limite di trasmittanza affinché il fabbisogno totale non superi il 5% del fabbisogno totale ottenuto utilizzando una struttura con trasmittanza limite. Questi limiti sono

- Milano $0.259 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Roma $0.322 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Palermo $0.447 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

5.2.2 Valutazione del peso dei parametri termo-fisici degli elementi dell'involucro edilizio sul fabbisogno di energia utile

Per valutare il peso dei parametri termo-fisici utilizzati (trasmittanza termica, massa superficiale, capacità termica totale, trasmittanza termica periodica, fattore di attenuazione, sfasamento e capacità termica areica interna) sui fabbisogni di energia per riscaldamento e raffrescamento, è stata effettuata, anche in questo caso una misura statistica, calcolando:

- la matrice di correlazione;
- i pesi per correlazione.

Matrice di correlazione

Essendo la matrice di correlazione calcolata fornendo in input tutti i parametri termo-fisici che identificano le configurazioni di involucro edilizio utilizzate nelle singole simulazioni, ed essendo queste configurazioni uguali per i due casi (tabella 7), la matrice di correlazione coincide con la matrice del caso 1 (vedi paragrafo 5.1.2).

Pesi per correlazione

Per mezzo delle variabili indipendenti della matrice di correlazione corretta (tabella 16), si individuano i pesi che i singoli parametri hanno sul calcolo del fabbisogno di energia per riscaldamento e per raffrescamento.

Milano												
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.96	41.2%	0.28	41.7%	0.97	42.1%	0.32	51.3%	0.97	40.3%	0.18	37.7%
Y _{ie}	0.52	22.3%	0.14	21.3%	0.53	23.0%	0.16	25.9%	0.56	23.5%	0.09	18.9%
Φ	0.41	17.5%	0.13	19.1%	0.40	17.3%	0.07	11.1%	0.43	18.0%	0.02	3.2%
M _s	0.36	15.2%	0.08	12.5%	0.37	15.9%	0.04	6.1%	0.39	16.2%	0.04	9.1%
k _i	0.09	3.8%	0.04	5.4%	0.04	1.6%	0.04	5.6%	0.05	2.0%	0.15	31.2%

Tabella 24: Pesi Milano (caso 2)

Il parametro più influente sul calcolo del fabbisogno invernale (figura 80), è senza dubbio la trasmittanza termica seguito dalla trasmittanza termica periodica, dallo sfasamento e dalla massa superficiale, mentre la capacità termica areica interna ha un peso quasi ininfluente.

In estate, per via della minor radiazione entrante, si può notare un appiattimento generale pesi dei parametri (figura 81). In inverno i pesi attribuiti ai parametri sono molto simili tra i tre metodi, mentre in estate si rileva una certa differenza.

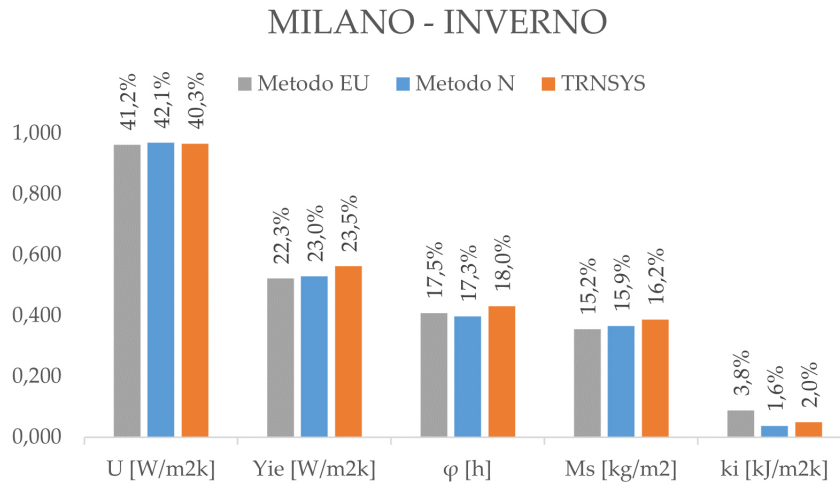


Figura 80: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento su Milano (caso 2)

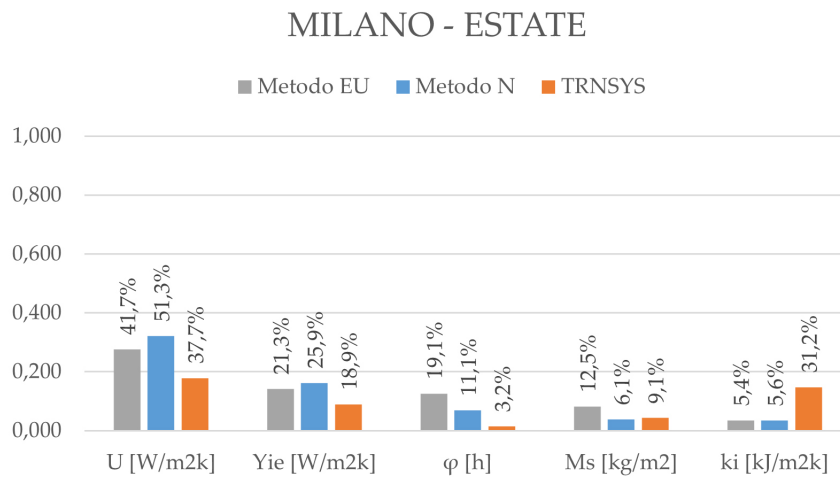


Figura 81: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento su Milano (caso 2)

Roma												
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.91	43.2%	0.09	44.7%	0.92	43.8%	0.08	35.9%	0.78	38.9%	0.08	41.9%
Y _{ie}	0.47	22.3%	0.05	26.9%	0.48	22.9%	0.08	35.9%	0.47	23.3%	0.03	17.8%
Φ	0.37	17.2%	0.04	19.1%	0.36	17.1%	0.04	16.9%	0.41	20.2%	0.00	1.6%
M _s	0.29	13.8%	0.01	5.5%	0.31	14.6%	0.02	9.3%	0.35	17.6%	0.01	3.1%
k _i	0.07	3.4%	0.01	3.8%	0.04	1.7%	0.00	1.9%	0.00	0.0%	0.07	35.6%

Tabella 25: Pesi Roma (caso 2)

Anche in questo caso la trasmittanza termica è il parametro che più influenza il calcolo fabbisogno invernale (figura 56), seguito dalla trasmittanza termica periodica, dallo sfasamento, dalla massa superficiale ed infine dalla capacità termica areica interna che ha un peso quasi nullo. Come per Milano, anche per Roma i pesi si abbassano notevolmente (figura 57).

In inverno i pesi attribuiti ai parametri sono coerenti tra i tre metodi, mentre TRNSYS attribuisce un peso maggiore alla capacità termica areica interna.

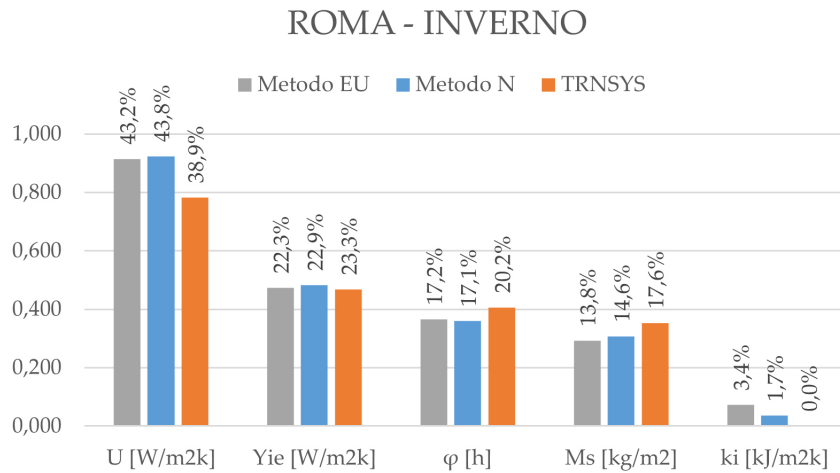


Figura 82: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento su Roma (caso 2)

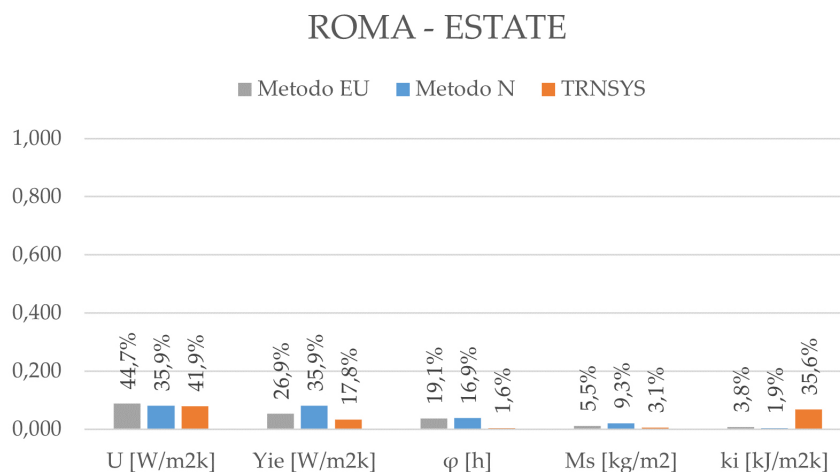


Figura 83: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento su Roma (caso 2)

Palermo												
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.98	38.3%	0.78	64.2%	0.99	38.8%	0.76	61.3%	0.99	38.8%	0.93	50.5%
Y _{ie}	0.58	22.7%	0.24	19.5%	0.60	23.6%	0.26	21.4%	0.62	24.5%	0.35	19.0%
Φ	0.47	18.3%	0.12	9.9%	0.47	18.5%	0.11	9.0%	0.47	18.4%	0.29	15.8%
M _s	0.41	15.9%	0.05	4.3%	0.43	16.8%	0.07	5.5%	0.45	17.7%	0.24	13.2%
k _i	0.12	4.8%	0.03	2.2%	0.06	2.4%	0.03	2.8%	0.02	0.6%	0.03	1.5%

Tabella 26: Pesi Palermo (caso 2)

Come per Milano e Roma la trasmittanza termica è il parametro influenza il calcolo fabbisogno per riscaldamento (figura 84), seguito dalla trasmittanza termica periodica dallo sfasamento, dalla massa superficiale ed in fine dalla capacità termica areica inter-

na.

In estate (figura 85) oltre alla diminuzione dei pesi, TRNSYS attribuisce un peso maggiore alla trasmittanza termica rispetto agli altri due metodi.

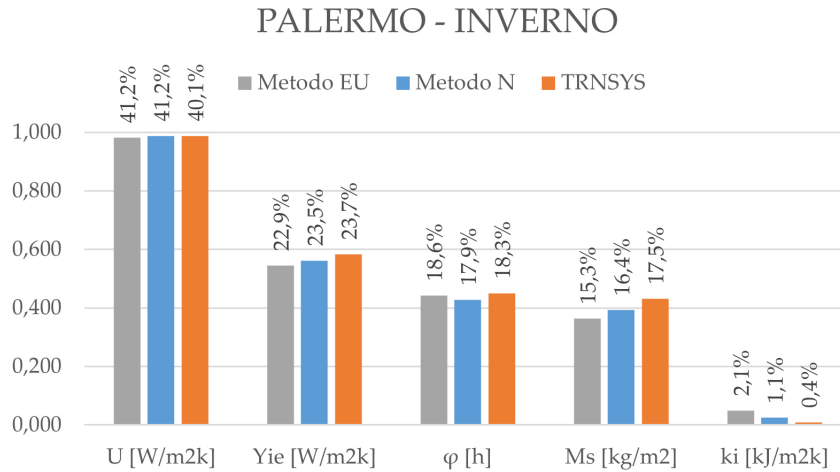


Figura 84: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento su Palermo (caso 2)

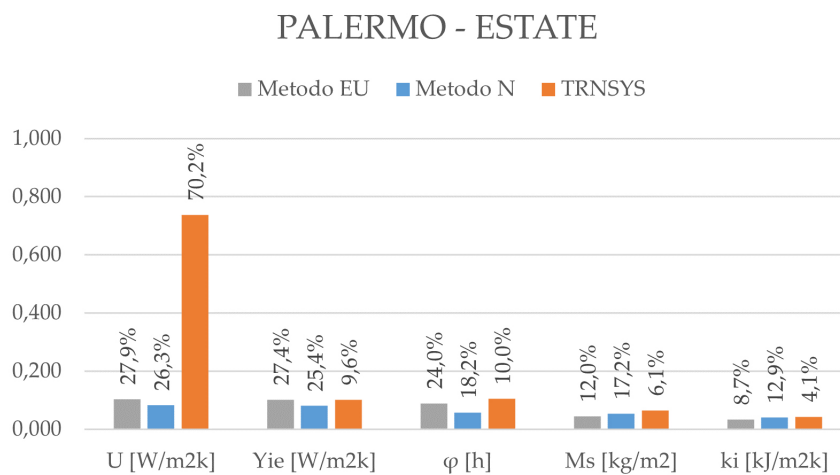


Figura 85: Peso dei parametri dei termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento su Palermo (caso 2)

Valore Medio												
	Metodo EU				Metodo N				TRNSYS			
	Inverno		Estate		Inverno		Estate		Inverno		Estate	
U	0.95	41.8%	0.16	35.7%	0.96	42.3%	0.14	35.0%	0.91	39.8%	0.33	58.1%
Y _{ie}	0.51	22.5%	0.04	9.6%	0.52	23.1%	0.06	16.1%	0.54	23.5%	0.08	13.1%
Φ	0.41	17.8%	0.11	24.3%	0.40	17.4%	0.10	25.5%	0.43	18.8%	0.04	7.3%
M _s	0.34	14.8%	0.04	9.0%	0.36	15.7%	0.04	10.0%	0.39	17.1%	0.04	6.4%
k _i	0.07	3.1%	0.09	21.5%	0.03	1.4%	0.05	13.5%	0.02	0.9%	0.09	15.1%

Tabella 27: Pesi valore medio (caso 2)

Attraverso una media dei pesi sulle tre località, si evidenzia qual'è l'andamento me-

dio del peso dei parametri.

In inverno la trasmittanza termica resta il parametro più importante seguito dalla trasmittanza termica periodica, dallo sfasamento e dalla massa superficiale che hanno peso simile ed in ultimo dalla capacità termica areica interna.

In estate oltre a notare una diminuzione generale del peso dei parametri si ha che la trasmittanza termica resta il parametro con il peso maggiore seguita dallo sfasamento, trasmittanza termica periodica, capacità termica areica interna e massa superficiale.

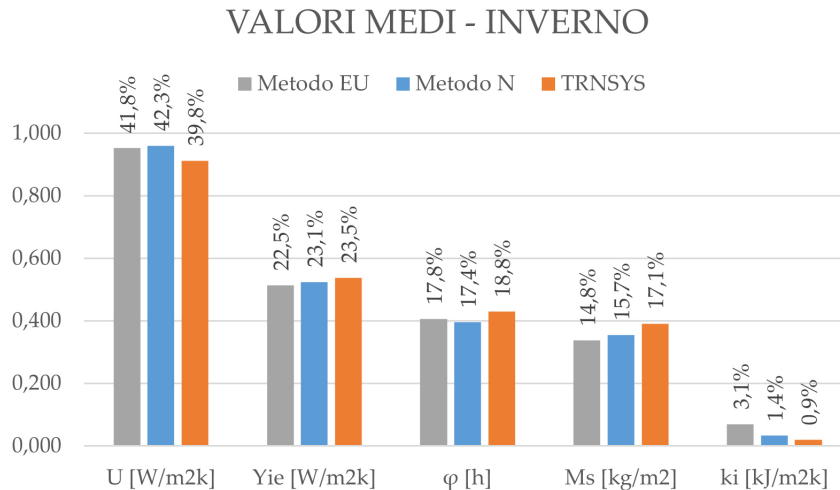


Figura 86: Valori medi del peso dei parametri termo-fisici sul fabbisogno per riscaldamento (caso 2)

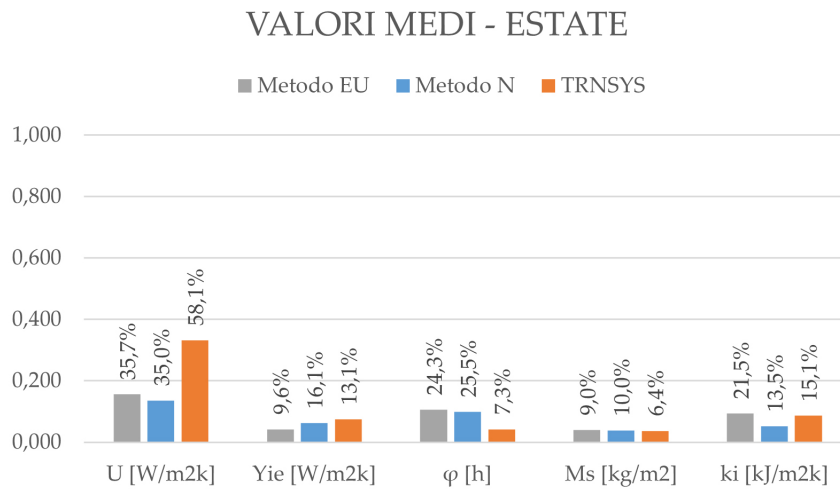


Figura 87: Valori medi del peso dei parametri termo-fisici sul fabbisogno per raffrescamento (caso 2)

6 | CONCLUSIONI

Attraverso l'utilizzo dei dati ottenuti da simulazioni realizzate mediante la procedura di calcolo riportata dalla norma UNI EN ISO 52016-1:2018 appendice A e B, è stato possibile effettuare il confronto con il metodo di calcolo implementato da TRNSYS.

Tale confronto è stato realizzato con lo scopo di validare i due metodi proposti dalla normativa.

All'interno del software di simulazione TRNSYS sono stati ricostruiti i due casi studio utilizzando le stesse condizioni al contorno proposte nelle simulazioni realizzate in precedenza.

Per mezzo dei dati di export ottenuti dai tre metodi è stato valutato:

- lo scostamento dei fabbisogni tra i metodi TRNSYS-UNI EN ISO 52016 appendice A e TRNSYS-UNI EN ISO 52016 appendice B;
- l'errore percentuale dei fabbisogni tra i metodi TRNSYS-UNI EN ISO 52016 appendice A e TRNSYS-UNI EN ISO 52016 appendice B;
- l'andamento del fabbisogno al variare della trasmittanza delle strutture rispetto al fabbisogno associato alla trasmittanza limite;
- il confronto tra i pesi dei parametri termo-fisici degli elementi dell'involucro edilizio sul fabbisogno di energia utile.

Attraverso il confronto dei fabbisogni ottenuti utilizzando i metodi proposti dalla normativa e i fabbisogni ottenuti utilizzando TRNSYS, è stato riscontrato che a meno del fabbisogno per riscaldamento nel caso 1, limitato su Milano, i due metodi forniscono risultati molto coerenti rispetto a TRNSYS.

Mediante il calcolo dell'errore percentuale è stato riscontrato che:

- per il fabbisogno totale i due metodi proposti dalla norma risultano essere precisi per i due casi studio;
- per il fabbisogno per riscaldamento il metodo nazionale è preciso solo su Milano per il caso 1 mentre per il caso 2 è preciso per tutte le zone climatiche. Il metodo europeo è preciso su Milano e Roma per il caso 1 mentre per il caso 2 è preciso per tutte le zone climatiche;
- per il fabbisogno per raffrescamento il metodo nazionale è preciso su Roma e Palermo per il caso 1 mentre per il caso 2 è impreciso per tutte le zone climatiche. Il metodo europeo è preciso su Roma e Palermo per il caso 1 mentre per il caso 2 è impreciso per tutte le zone climatiche.

Per mezzo della valutazione del fabbisogno al variare della trasmittanza delle strutture rispetto al fabbisogno associato alla trasmittanza limite, si è riscontrata la possibilità di aumentare il valore limite di trasmittanza. In particolare, nel caso di fattori solari elevati ($g_{gl} = 0.77$) sono stati determinati i seguenti limiti:

- Milano $0.268 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Roma $0.415 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Palermo $0.587 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;

mentre per fattori solari ridotti ($g_{gl} = 0.34$) sono stati determinati i seguenti limiti:

- Milano $0.259 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Roma $0.322 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$;
- Palermo $0.447 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

Attraverso il confronto tra i pesi dei parametri termo-fisici degli elementi dell'involucro edilizio sul fabbisogno di energia utile è evidente come i tre metodi attribuiscono valori molto simili ai parametri termo-fisici sul calcolo del fabbisogno invernale, assegnando alla trasmittanza termica il peso maggiore, seguita dalla trasmittanza termica periodica, dallo sfasamento, dalla massa superficiale e dalla capacità termica areica interna che ha un peso quasi nullo.

In estate si riscontra una differenza tra i due casi studio. Per il caso studio 1 la trasmittanza termica resta il parametro più influente, tuttavia TRNSYS attribuisce un peso maggiore alla trasmittanza termica periodica e alla massa superficiale rispetto ai metodi forniti dalla normativa. Per il caso 2, oltre a notare una diminuzione generale dei pesi, si nota come TRNSYS attribuisca un peso maggiore alla trasmittanza rispetto ai metodi proposti dalla normativa.

In conclusione si può affermare che il metodo di calcolo proposto dalla UNI EN ISO 52016-1:2018 restituisce risultati accettabili nel calcolo del fabbisogno per il riscaldamento, mentre si nota una precisione minore per il calcolo del fabbisogno estivo. È importante sottolineare che considerando il fabbisogno di energia utile annuale la percentuale di errore è compresa tra $\pm 5\%$.

Come sviluppo futuro è possibile estendere le analisi proposte considerando tipologie di edificio differenti, ulteriori zone climatiche e fattori solari diversi, proponendo anche un aumento del numero di stratigrafie.

LISTA DEI SIMBOLI

U_d	Trasmittanza termica di progetto	$[W/(m^2 K)]$
M_s	Massa superficiale	$[kg/m^2]$
C_{tot}	Capacità termica totale	$[kJ/(m^2 K)]$
Y_{ie}	Trasmittanza termica periodica	$[W/(m^2 K)]$
f_a	Fattore di attenuazione	$[-]$
Φ	Sfasamento	$[h]$
k_i	Capacità termica areica interna	$[kJ/(m^2 K)]$
s	Spessore	$[m]$
$g_{gl,n}$	Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale	$[-]$
g_{gl}	Trasmittanza di energia solare totale	$[-]$
τ	Fattore di trasmissione luminosa	$[-]$
r	Fattore di riflessione	$[-]$
ϵ	Emissività	$[-]$
T_{air}	Temperatura dell'aria	$[^{\circ}C]$
T_{op}	Temperatura operativa	$[^{\circ}C]$
T_{mr}	Temperatura media radiante	$[^{\circ}C]$

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI EN ISO 52016-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo.
- [2] Solar Energy Laboratory. Trnsys 17 - Mathematical Reference. <http://https://sel.me.wisc.edu/trnsys/>.
- [3] Di Perna Costanzo. Dispense del corso di progettazione energetica.