

prof. ing. Livio Mazzarella

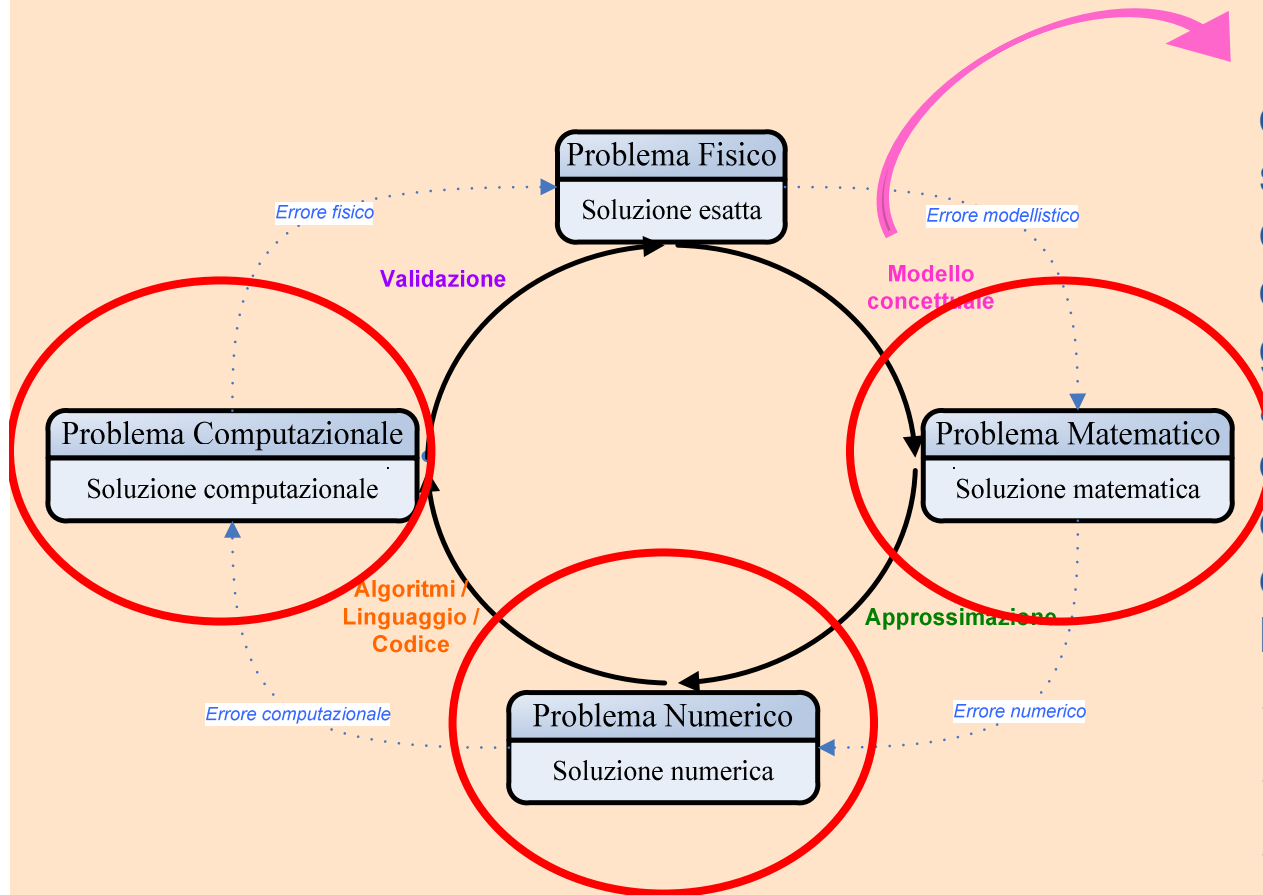
Politecnico di Milano - AiCARR

Confronto tra software

AICARR e il software per determinazione della prestazione energetica degli edifici

- Come l'associazione affronta il problema di fare chiarezza sulle "incertezze" legate alla scelta di uno strumento per il calcolo per la prestazione energetica degli edifici?
- Attraverso il lavoro volontario dei suoi soci che producono informazione tecnica indipendente attraverso i convegni e i seminari tecnici tenuti dall'Associazione in tutta Italia

Il modello prima del software



Il modello concettuale è una descrizione, non “software” specifica, del modello di calcolo da sviluppare, che descrive gli obiettivi, gli input, gli output, i contenuti, le assunzioni e semplificazioni del modello. Il modello concettuale deve essere caratterizzato da un adeguato livello di:

- ✓ astrazione e granularità
- ✓ validità
- ✓ credibilità
- ✓ utilità, e fattibilità

Un modello: le Norme UNI

Norme tecniche europee (oltre 40 documenti):

- EN ISO 13790:2008

Calcolo dei fabbisogni termici netti di energia per il riscaldamento e il raffrescamento dell'edificio

Norme tecniche nazionali:

- UNI/TS 11300-1:2008

Linee guida per l'applicazione nazionale della norma europea EN ISO 13790:2008

- UNI/TS 11300-2:2008

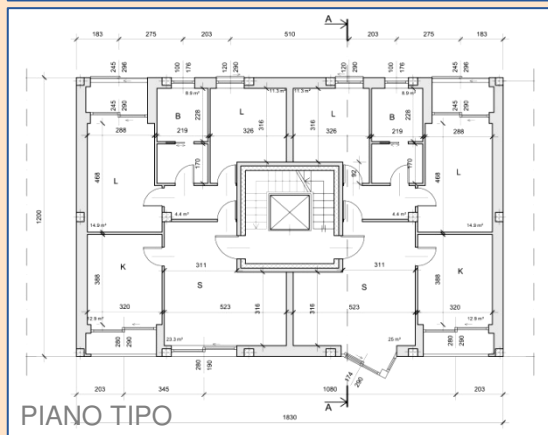
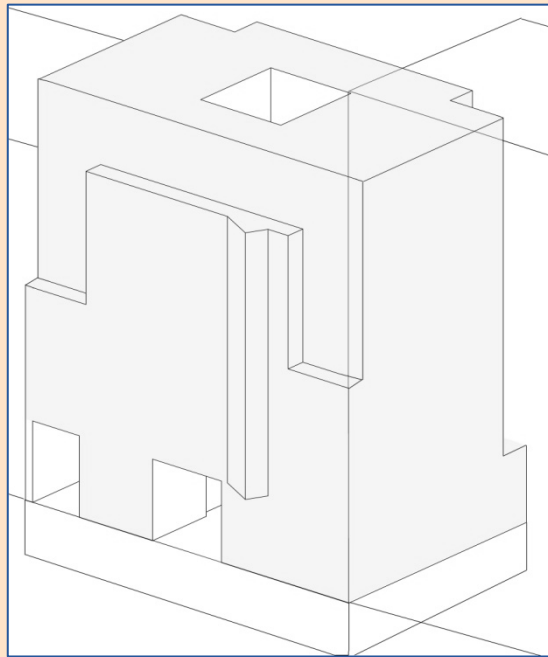
Dati e metodi per la determinazione dei rendimenti dell'impianto di riscaldamento e di produzione di ACS

Differenze tra modelli basati sulle stesse Norme UNI-EN [ref. 1]

- Modalità di zonizzazione
- Modalità di definizione delle superfici disperdenti e (conseguentemente) dei ponti termici
- Modalità di modellazione degli apporti solari attraverso i componenti opachi (*)
- Modalità di modellazione dell'extra-irraggiamento infrarosso verso la volta celeste (*)
- Modalità di calcolo del fattore di utilizzazione (*)

(*) Differenze tra i modelli regionali, nazionale ed europeo.

IL CASO STUDIO [2/8]



- Destinazione d'uso:
prevalentemente residenziale
(10 u.i. di circa 75 m²)
- Località: Torino (lat. 45 °N)
- Principali dati dimensionali:

$V = 3856 \text{ m}^3$	$S_p = 888 \text{ m}^2$
$S = 1638,4 \text{ m}^2$	$S/V = 0,42 \text{ m}^{-1}$

- Conformità ai requisiti di legge
degli elementi d'involucro
(D.Lgs. 311/06)
- Impianto di riscaldamento
centralizzato

SEMPLIFICAZIONI E DEVIAZIONI DI CALCOLO [3/8]

❖ Caso di riferimento: applicazione della UNI/TS 11300-1 con approccio analitico e senza alcuna semplificazione

a. Semplificazioni dei dati di ingresso:

1. volume netto e superficie netta
2. trasmissione termica attraverso i ponti termici
3. fattore di correzione dello scambio termico verso i locali non riscaldati
4. capacità termica della struttura edilizia

b. Semplificazioni del modello di calcolo:

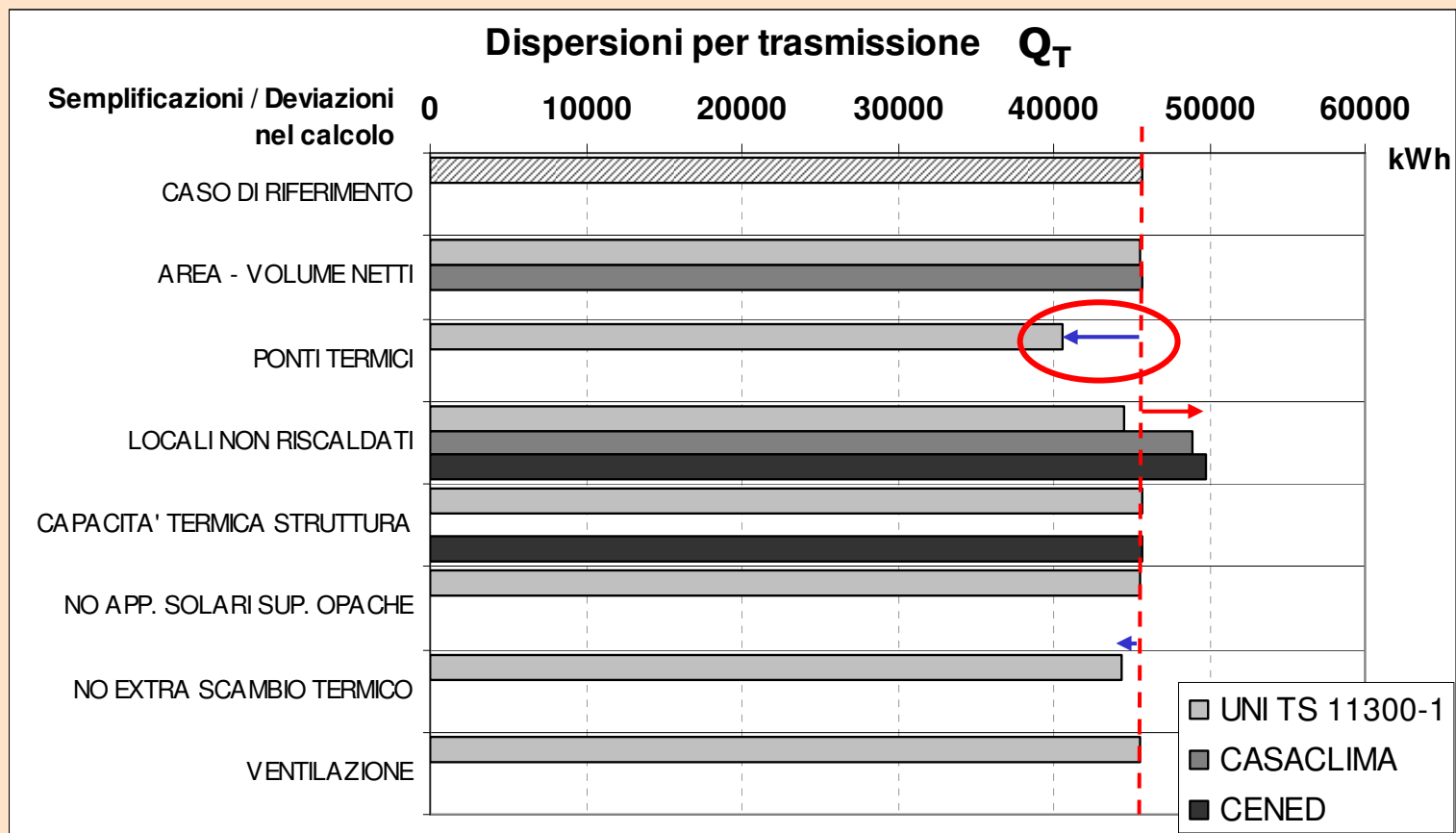
1. apporti solari nulli attraverso i componenti opachi
2. nessuna extra-dispersione per irraggiamento infrarosso tra superficie d'involucro e volta celeste

c. Deviazioni delle condizioni al contorno:

1. variazione del valore del tasso di ventilazione (0,5 vol/h)

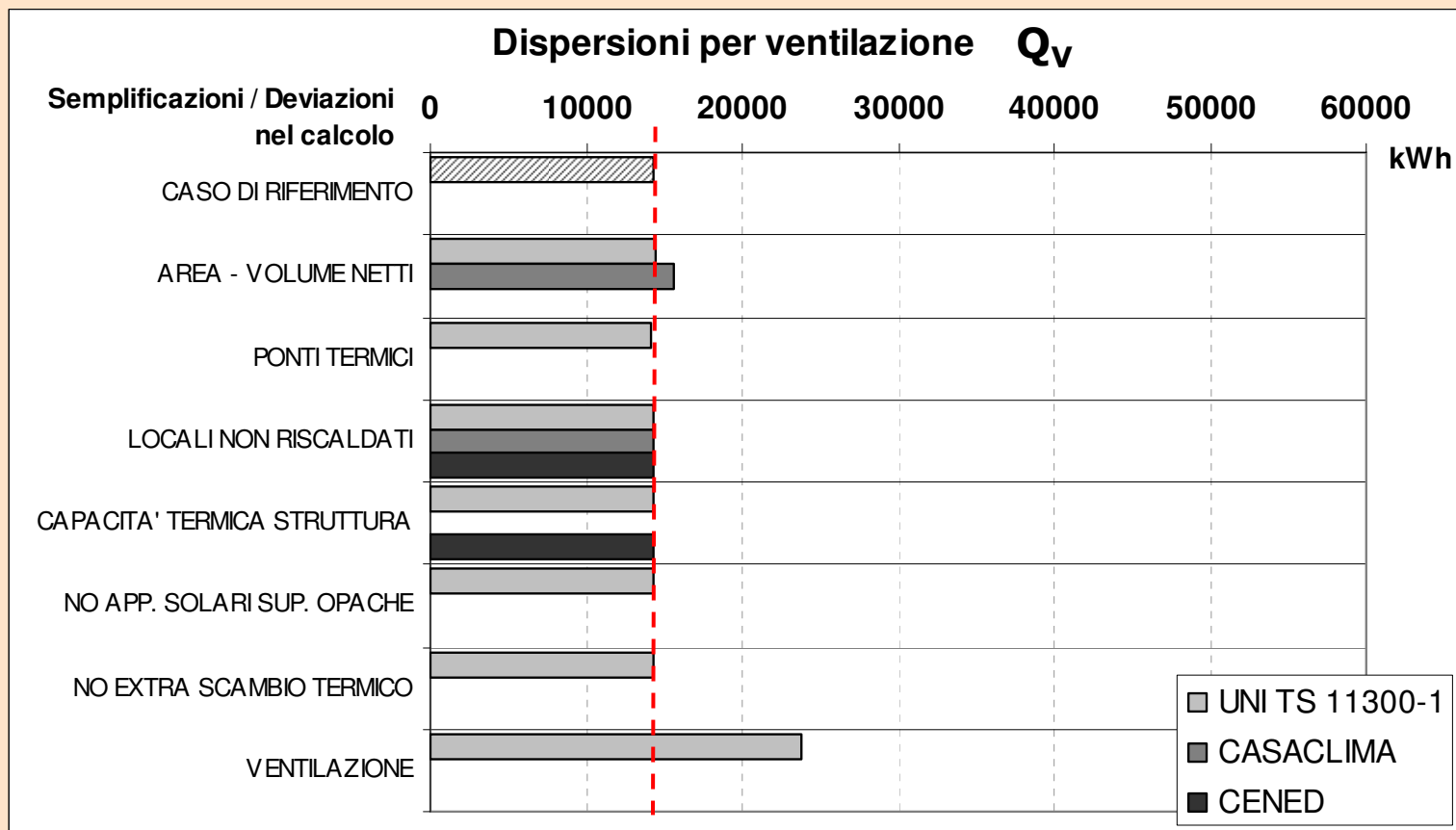
SEMPLIFICAZIONI E DEVIAZIONI DI CALCOLO [4/8]

DISPERSIONI TERMICHE PER TRASMISSIONE confronto UNI-TS, Casaclima, CENED



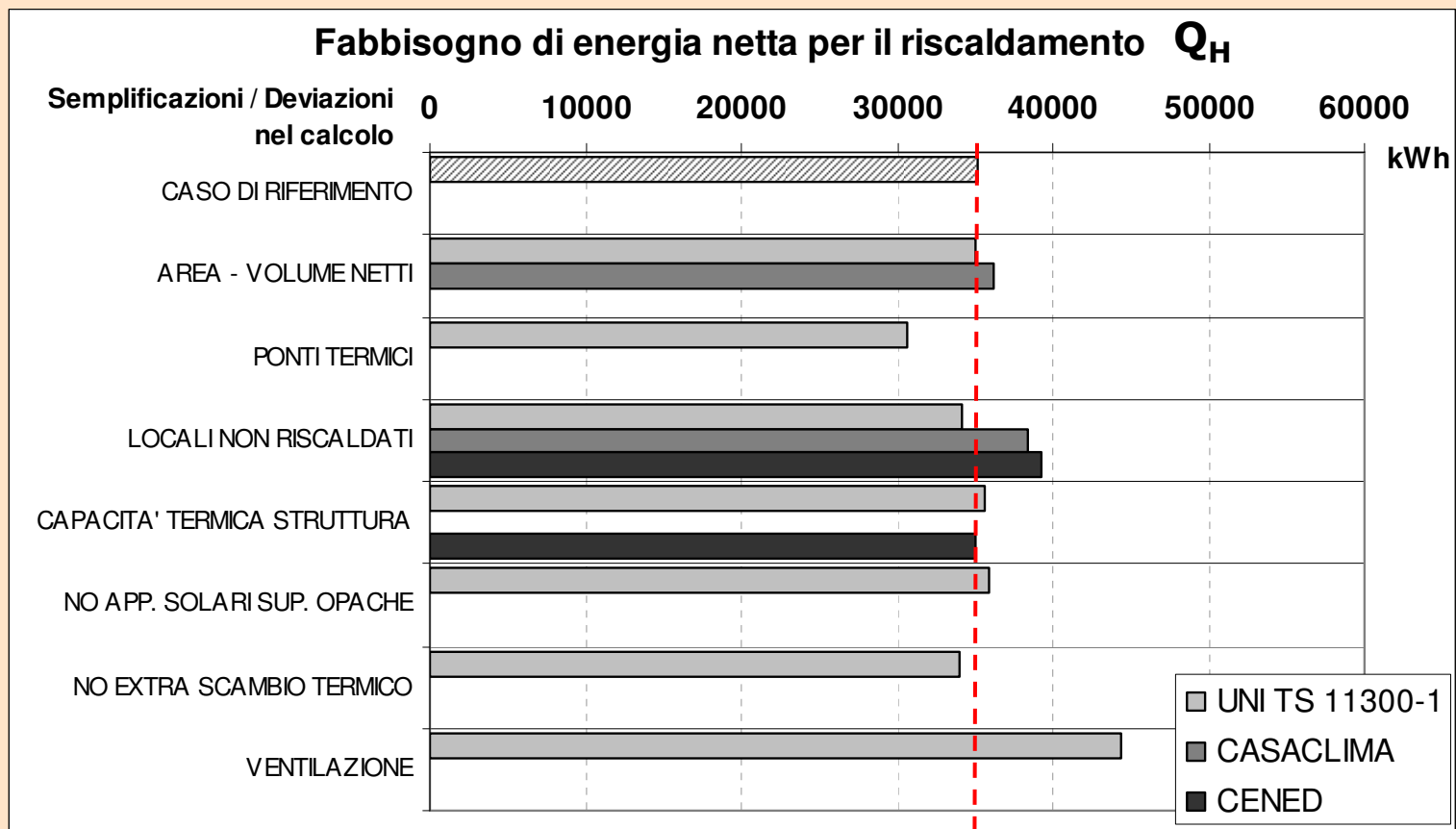
SEMPLIFICAZIONI E DEVIAZIONI DI CALCOLO [5/8]

DISPERSIONI TERMICHE PER VENTILAZIONE confronto UNI-TS, Casaclima, CENED



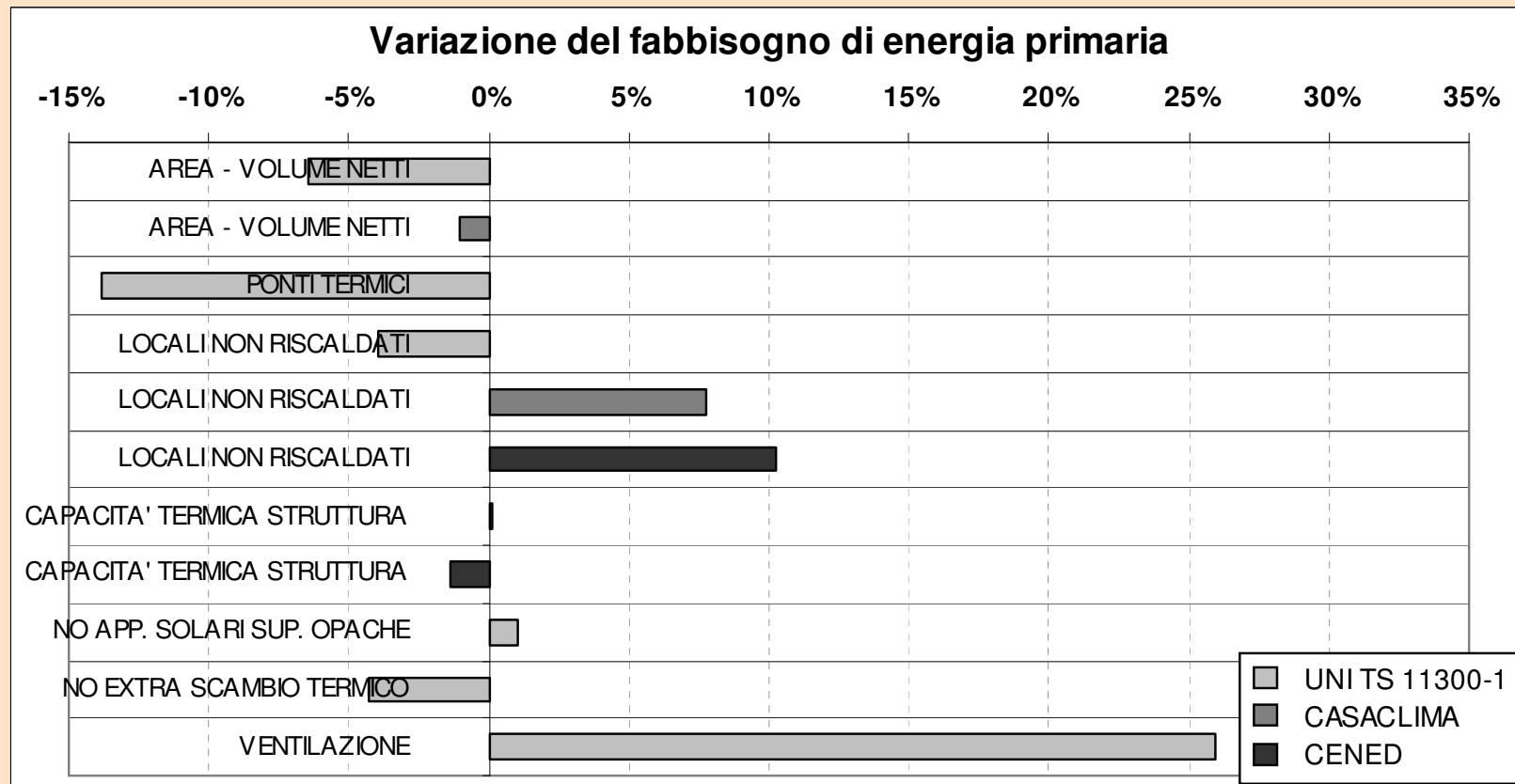
SEMPLIFICAZIONI E DEVIAZIONI DI CALCOLO [6/8]

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA NETTA confronto UNI-TS, Casaclima, CENED



SEMPLIFICAZIONI E DEVIAZIONI DI CALCOLO [7/8]

FABISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA confronto UNI-TS, Casaclima, CENED



SEMPLIFICAZIONI E DEVIAZIONI DI CALCOLO [8/8]

CONCLUSIONI

La normativa tecnica può essere uno strumento efficace per produrre dei modelli e quindi dei software di calcolo che diano dei risultati almeno comparabili, ma:

- è necessario definire in modo completo e condiviso le condizioni al contorno del calcolo;
- è necessario un approfondimento della ricerca sulle **deviazioni prodotte dalle semplificazioni dei dati di ingresso** (utilizzo di dati precalcolati).

ANALISI COMPARATIVA DOCET-CENED [ref.2]

Caratteristiche DOCET

- Utilizzo di un edificio equivalente (**modello** parallelepipedo equivalente di superfici disperdenti)
- Definizione semplificata delle caratteristiche termofisiche di **involucro** (database interno di valori di trasmittanza prestabiliti di elementi edilizi di edifici esistenti)
- Definizione molto semplificata del sistema **impianto**

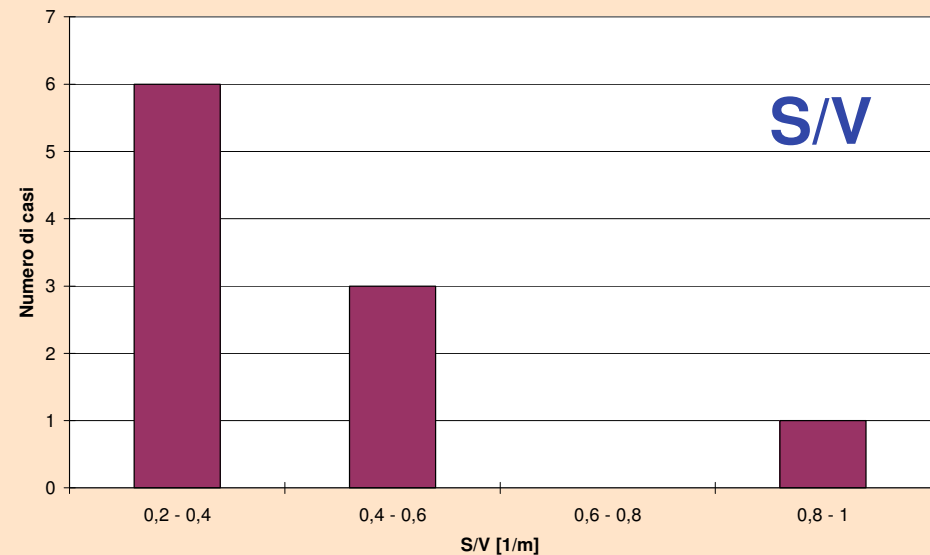
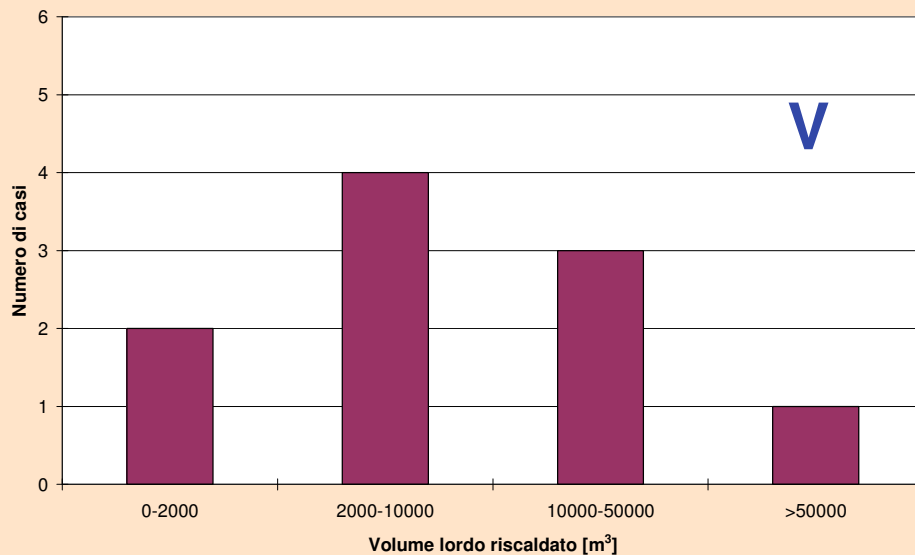
ANALISI COMPARATIVA DOCET-CENED [2/7]

Caratteristiche CENED

- **Modello** con definizione puntuale della posizione e geometria delle superfici disperdenti
- Definizione puntuale della trasmittanza delle superfici disperdenti dell'**involucro** (anche con database interno di valori di trasmittanza prestabiliti di elementi edilizi di edifici esistenti).
- Definizione sufficientemente dettagliata del sistema **impianto**
- Dati climatici non solo per Lombardia (ex limite)

ANALISI COMPARATIVA DOCET-CENED [3/7]

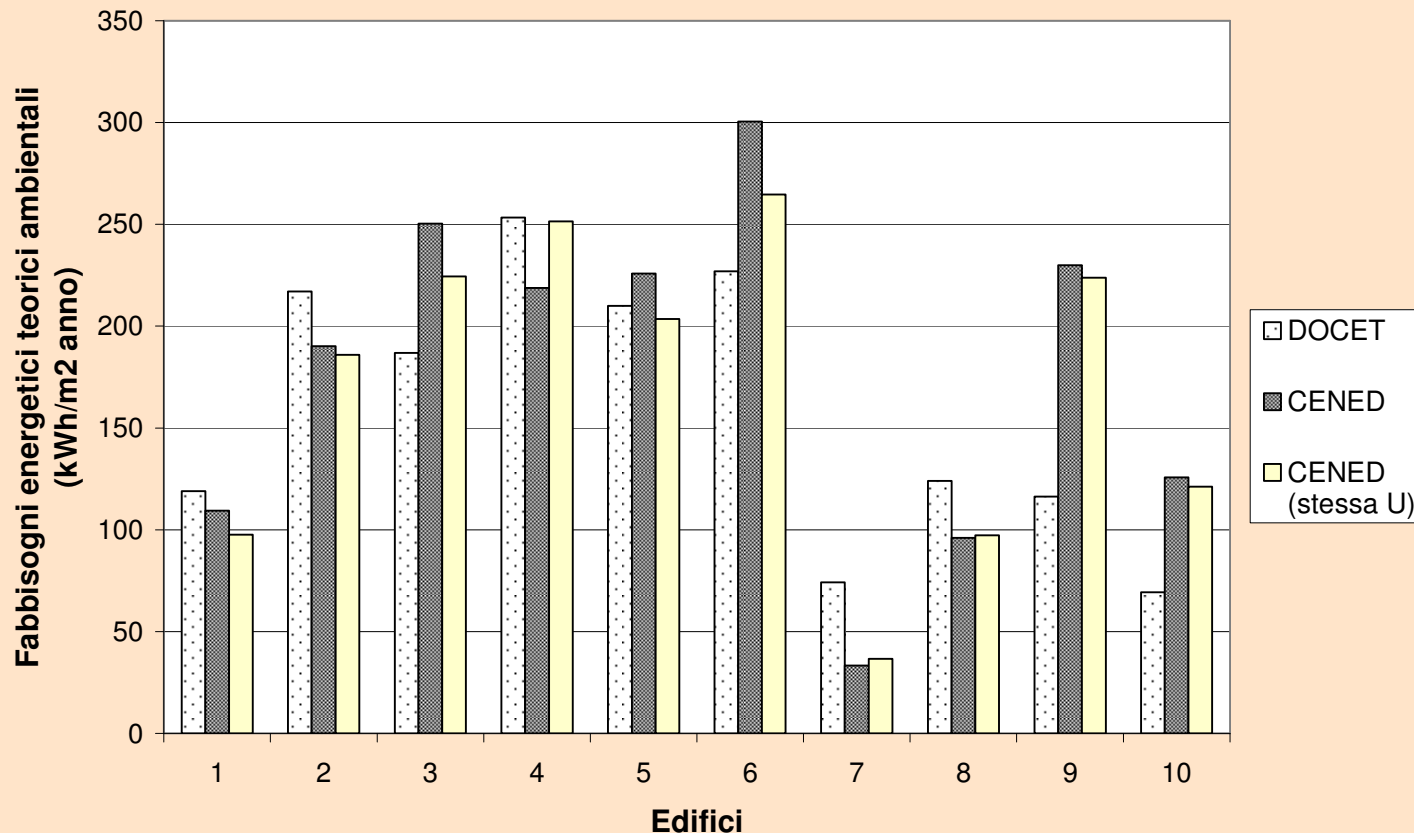
Si confrontano i risultati in termini di fabbisogno energetico ambientale e di energia primaria per il riscaldamento ottenuti adottando i 2 strumenti di calcolo per un campione di 10 edifici residenziali esistenti di tipo multifamiliare, costruiti tra il 1930 e il 1992 e siti in Lombardia.



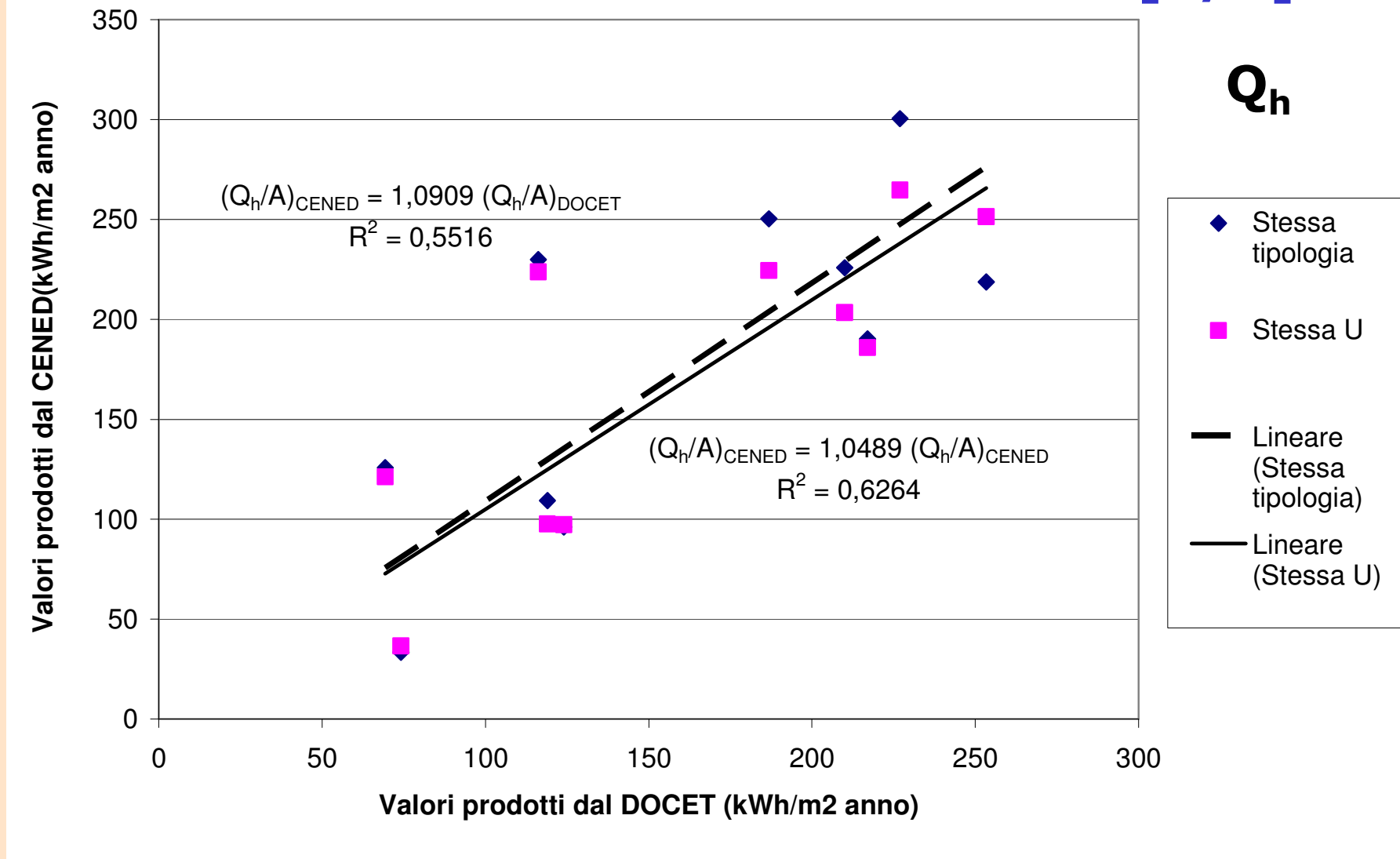
ANALISI COMPARATIVA DOCET-CENED [4/7]

I STEP: calcolo con trasmittanze fornite direttamente da ciascun software.

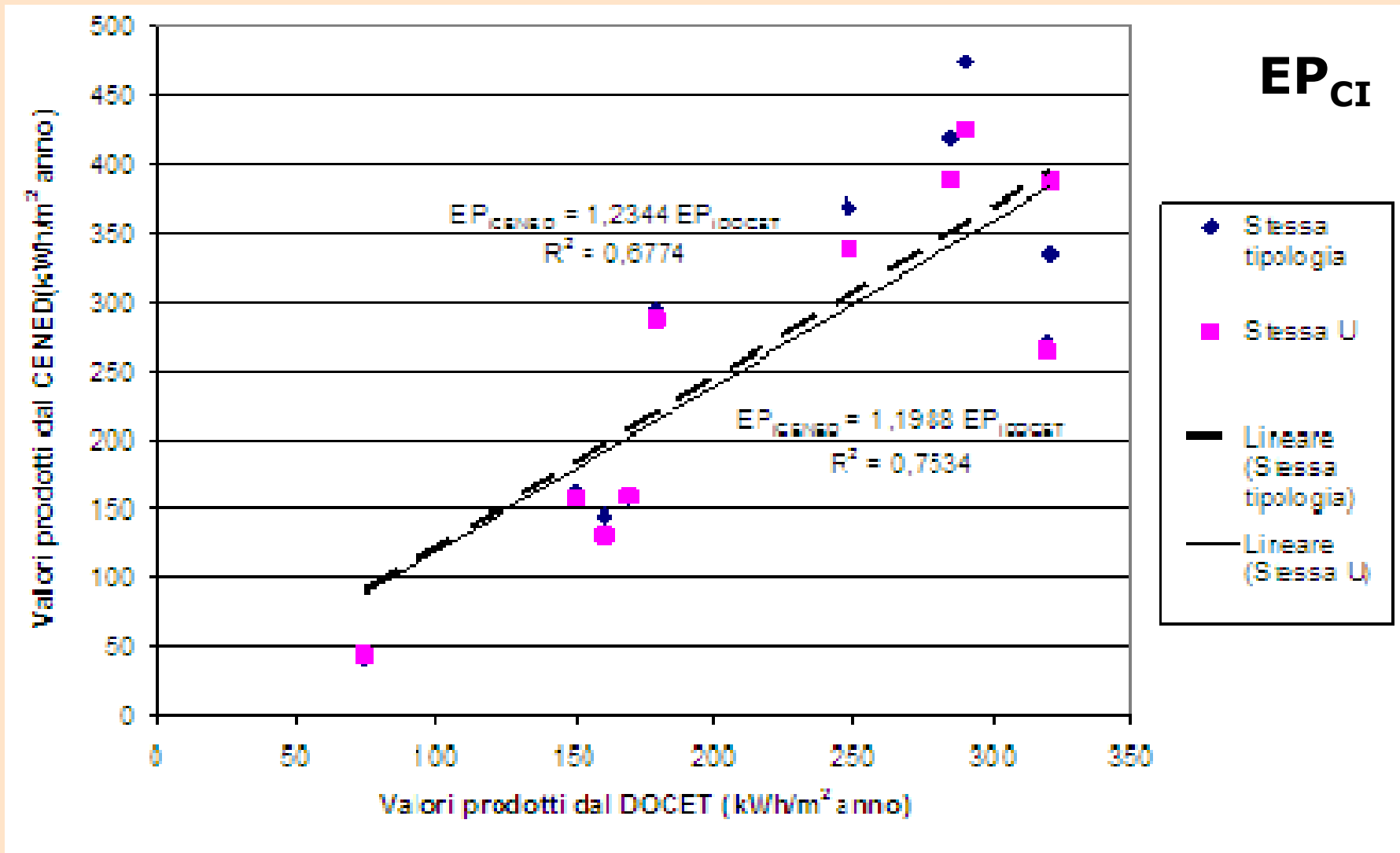
II STEP: calcolo imponendo per gli stessi edifici le stesse trasmittanze (utilizzando quelle fornite dal DOCET)



ANALISI COMPARATIVA DOCET-CENED [5/7]



ANALISI COMPARATIVA DOCET-CENED [6/7]



ANALISI COMPARATIVA DOCET-CENED [7/7]

- Il calcolo dell'indice di prestazione energetica con DOCET e CENED su uno stesso edificio conduce a risultati anche apprezzabilmente differenti.
- Per il campione analizzato, i valori di EPI calcolati da CENED sono più alti di quelli del DOCET, mediamente del 20%, con conseguenti variazioni di qualità e classe energetica.

Confronto tra software istituzionali [Ref. 2]

- Alcuni enti istituzionali hanno messo a disposizione dei software per effettuare il calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio e dell'energia primaria, tra questi:

Procedura	Ente	Autore	Certificazione	Tipo di calcolo
Casaclima	Provincia autonoma di Bolzano	Agenzia Casaclima	Obbligatoria	annuale
Cened	Regione Lombardia	ITC-CESTEC	Obbligatoria	mensile
Docet	Enea	ITC-ENEA	Edifici esistenti	mensile
Ecoabita	Provincia di Reggio Emilia	ECOABITA	Facoltativa	mensile
Ecodomus	Provincia di Vicenza	Vi.Energia	Facoltativa	mensile

- **Utilizzano metodi di calcolo quasi stazionari che rispecchiano quanto riportato all'interno della UNI EN ISO 13790**
- Le differenze riscontrate tra i vari software riguardano il **calcolo della capacità termica delle strutture** da cui dipende la costante di tempo dell'edificio e l'assunzione dei **carichi interni** da utilizzare nei calcoli

Confronto tra software istituzionali [2/8]

Tabelle riassuntive delle differenze riscontrate:

Metodologie di calcolo delle dispersioni

Procedura	Superficie disperdente	Ponti termici
Casaclima	esterna	predefiniti
Cened	esterna	no
Docet	esterna/interna	a percentuale
Ecoabita	esterna	a percentuale
Ecodomus	interna	analitici

Confronto tra software istituzionali [3/8]

Metodologie di calcolo degli apporti interni e della ventilazione per gli edifici di categoria E.1

Procedura	Apporti interni	Ventilazione	Note
Casaclima	3,5 (a) - 4,5 (u) W/m ²	0,5 vol/h	(1)
Cened	6,25 - 0,02·S W/m ²	0,5 vol/h	(2) (4)
Docet	da 3 a 2,2 W/m ²	0,5 vol/h	(3)
Ecoabita	6,25 - 0,02·S W/m ²	0,3 o 0,5 vol/h	(2)
Ecodomus	6,25 - 0,02·S W/m ²	0,3 vol/h	(2) (4)

(1) a: abitazioni; u: uffici

(2) Per superficie maggiore di 200 m² si assume un carico interno fisso di 450 W

(3) I due valori sono assegnati con un criterio non specificato nel manuale; si osserva comunque che aumentando la superficie del locale il carico interno passa da 3 a 2,2 W/m²

(4) Valore consigliato ma modificabile

Confronto tra software istituzionali [4/8]

Aspetti relativi all'impiantistica e calcolo estivo

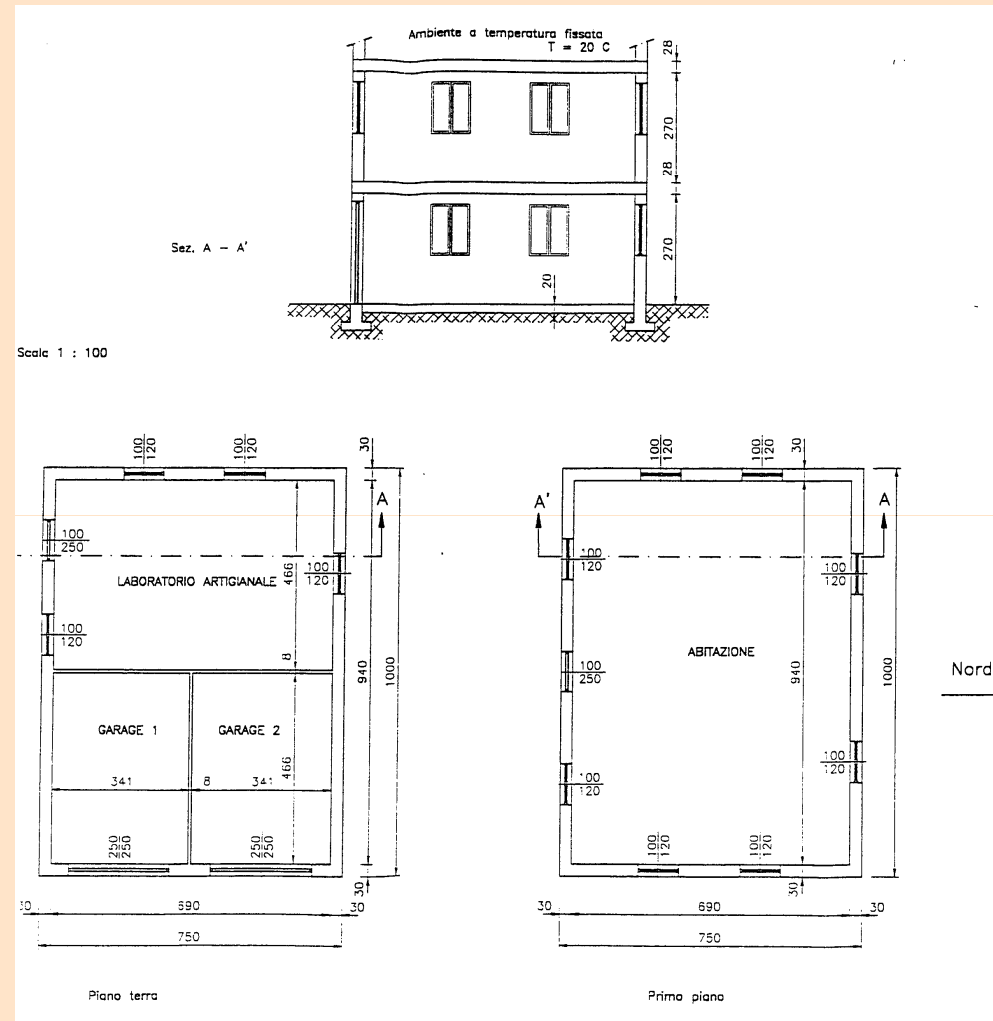
Procedura	Pompe di calore	Fonti rinnovabili	Fabbisogno estivo
Casaclima	SI	SI	NO
Cened	SI	SI	SI
Docet	SI	SI	SI
Ecoabita	NO	NO	NO
Ecodomus	SI	SI	NO

Confronto tra software istituzionali [5/8]

Analisi di un edificio campione di 65 m² rappresentativo del parco edilizio esistente delle abitazioni costruite attorno agli anni '90

Sono stati confrontati i consumi energetici in regime di riscaldamento

Edificio situato a Milano (per alcuni software si è proceduto all'aggiornamento dei dati climatici dove non disponibili per la località considerata)



Confronto tra software istituzionali [6/8]

E' stato fatto un confronto diretto tra i vari software istituzionali e un ulteriore confronto tra i risultati delle procedure semplificate e quelli ottenuti dal codice di calcolo orario TRNSYS.

Caratteristiche termiche delle strutture:

Parete perimetrale esterna	$U = 0,61 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Solaio	$U = 1,76 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Porta esterna abitazione	$U = 0,81 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Parete divisoria	$U = 2,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Portone garage	$U = 5,88 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Pavimenti	$U = 1,31 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Finestre	$U = 3,03 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Dati Climatici: Partendo dalla conoscenza dei valori medi mensili della UNI 10349 è stato ricostruito l'anno tipo da utilizzare per le simulazioni con il codice di calcolo TRNSYS.

Confronto tra software istituzionali [7/8]

Risultati ottenuti

Software analizzato	Ventilaz .	TRNSYS	Risultati software	Variaz .
	[1/h]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	%
ECODOMUS	0,3	69.5	70.8	2
	0,5	80.1	81.1	1
CENED	0,3	69.5	81.5	17
	0,5	80.1	91.9	15
DOCET	0,5	90.2	132.7	47
CASA CLIMA(1)	0,5	88.9	95.5	7

(1) Per i calcoli è stato utilizzato il software ProCasaClima Ver. 3.2 Rel. 27

Confronto tra software istituzionali [8/8]

- Un maggiore livello di dettaglio dei dati di input consente di ottenere dei risultati che più si avvicinano a quelli ottenuti mediante le simulazioni dettagliate, infatti nel precedente confronto **ecodomus** e **casaclima** forniscono risultati più accurati rispetto alle altre procedure
- Il valore attribuito ai carichi interni e alla portata di ventilazione ha influenza significativa sul risultato finale
- Nelle procedure esaminate le modalità di controllo dei parametri sono assai diverse

Conclusioni

1. L'assunzione delle condizioni di riferimento riveste un ruolo fondamentale (dati climatici, proprietà dei materiali e profili d'uso)
2. E' importante la precisione nella definizione del sistema da esaminare
3. Gli algoritmi fondamentali ancorchè recepiti dalla normativa a livello europeo mostrano delle incongruenze (in particolare nel regime estivo)
4. Non risulta ancora completato l'iter legislativo che lascia ancora punti in sospeso

Come si pensa di risolvere il problema

D.Lgs 115/2008 Art.18 comma 6 Appendice III comma:

- 2. Gli strumenti di calcolo applicativi delle metodologie di cui al punto 1 (software commerciali), garantiscono che i valori degli indici di prestazione energetica, calcolati attraverso il loro utilizzo, **abbiano uno scostamento massimo di più o meno il 5 per cento rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dello strumento nazionale di riferimento**. La predetta garanzia e' fornita attraverso una verifica e dichiarazione resa dal Comitato termotecnico italiano (CTI) o dall'Ente nazionale italiano di unificazione (UNI).
- 3. In relazione alle norme tecniche di cui al punto 1, il **CTI predispone lo strumento nazionale di riferimento** sulla cui base fornire la garanzia di cui al punto 2.

Conclusione

- L'incertezza connaturata alla modellistica complessa del sistema edificio impianto può comportare deviazioni superiori al 5% legate solo

NON È QUESTO IL MODO DI AFFRONTARE IL PROBLEMA !

Un software va "validato" fin dalla sua fase di progettazione che deve essere trasparente e di pubblico dominio!

.... codici OPEN SOURCE !

GRAZIE!

Riferimenti bibliografici

- Corrado, Ballarini – *“La nuova normativa tecnica nazionale ed europea quale risposta ai requisiti di accuratezza, semplicità, riproducibilità e trasparenza nelle procedure di certificazione energetica”* - Convegno AICARR *“CERTIFICAZIONE ENERGETICA: NORMATIVE E MODELLI DI CALCOLO PER IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO POSTI A CONFRONTO”*, Napoli, 16 gennaio 2009
- Corgnati, Ariaudo, Rollino - *“Confronto fra le metodologie DOCET e CENED per la certificazione energetica di edifici esistenti”* – Convegno AICARR *“CERTIFICAZIONE ENERGETICA: NORMATIVE E MODELLI DI CALCOLO PER IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO POSTI A CONFRONTO”*, Napoli, 16 gennaio 2009
- Baldassa, Emmi, Raissa, Zecchin – *“Algoritmi e procedure per la valutazione del fabbisogno energetico per la climatizzazione degli edifici”* – Convegno AICARR *“CERTIFICAZIONE ENERGETICA: NORMATIVE E MODELLI DI CALCOLO PER IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO POSTI A CONFRONTO”*, Napoli, 16 gennaio 2009