

PRESTAZIONI ENERGETICHE ED AMBIENTALI DI EDIFICI CON PARETI CHE UTILIZZANO RIVESTIMENTI ATRIATHERMICA

Convenzione fra il Dipartimento DREAM e il Colorificio ATRIA

Palermo, Febbraio 2009

Responsabile Scientifico: Prof. Ing. Marco Beccali

Collaboratori: Ing. Maurizio Sorce

Consulenza: Prof. Arch. Simone Ferrari

(Dip. BEST – Politecnico di Milano)

PREMESSA

L'utilizzazione di finiture esterne con particolari proprietà radiative, rappresenta una misura di indubbia rilevanza nel bilancio energetico di un edificio. In particolare, accentuate caratteristiche riflettenti nel campo della radiazione solare e ridotte proprietà emmissive nel campo dell'infrarosso possono determinare, specialmente nella stagione estiva, una riduzione dei guadagni solari diurni e delle dispersioni termiche per re-irraggiamento notturne. Anche nella stagione invernale, specialmente nei climi in cui il contributo invernale della radiazione solare è limitato e le temperature notturne sono invece basse, si possono ottenere vantaggi complessivi. L'estrema dipendenza di tali scambi termici dalle condizioni climatiche e della loro variabilità temporale non consente tuttavia una stima affidabile se non utilizzando modelli di simulazione dinamici che siano in grado di effettuare il bilancio energetico su base oraria per un intero anno climatico. Utilizzando dati climatici statisticamente rappresentativi degli "anni medi" in diverse località è stato quindi possibile, valutare con sufficiente accuratezza, per tre tipologie edilizie rappresentative, i risultati energetici dell'applicazione di finiture esterne ad alta riflessione a bassa emissività. Il seguito del lavoro descrive le ipotesi fatte, la metodologia applicata e i risultati ottenuti.

1. IL PRODOTTO

Atriathermika è un rivestimento termoisolante a base ceramica, utilizzabile sia per esterni che per interni. E' commercialmente disponibile nelle seguenti varianti:

- Guaina liquida Atriathermika (copertura idrodiluibile elastomerica continua termoisolante per tetti e terrazzi);
- Pittura per esterno Atriathermika (pittura idrodiluibile termoisolante per esterno);
- Pittura per interno Atriathermika (pittura idrodiluibile termoisolante per interni).

La tabella che segue mostra i risultati della prova¹ di determinazione del fattore di riflessione luminosa e solare eseguita il 25/10/07 da Istituto Giordano S.p.A. (rapporto di prova n.232283):

Tabella 1 – Risultati della prova di determinazione del fattore di riflessione luminosa e solare

Campione	Fattore di riflessione luminosa r_v [%]	Fattore di riflessione solare r_e [%]	fattore di assorbimento solare a_e [%]
Guaina liquida Atriathermika	93,0	85,0	15,0
Pittura per esterno Atriathermika	90,2	82,5	17,5
Pittura per interno Atriathermika	88,5	81,2	18,8

¹ Condizioni ambientali al momento della prova:

- Temperatura ambiente = 20 ± 3 °C
- Umidità relativa = 50 ± 10 %

2. OGGETTO DELL'ANALISI

Oggetto del documento è quello di valutare i benefici dell'applicazione dei prodotti "Guaina liquida Atriathermika" e "Pittura per esterno Atriathermika", con riferimento alle proprietà riflettenti ed emmissive, nei riguardi delle performance termiche dell'edificio. In particolare, è analizzata la risposta termica dell'edificio in termini di:

- carico di riscaldamento e di raffrescamento;
- temperature interne superficiali delle pareti.

3. DESCRIZIONE DEL METODO DI ANALISI

L'analisi delle prestazioni termiche è stata condotta con l'ausilio del software, VisualDOE, interfaccia Windows del programma di simulazione operante in regime dinamico DOE-2.1E. Lo stesso motore è utilizzato nel software ENERGY PLUS.

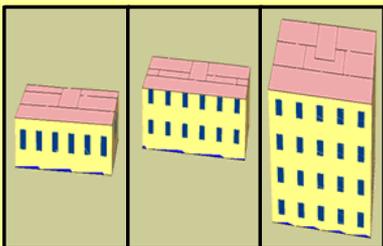
DOE-2 è un programma che simula su base oraria i consumi e i costi dell'energia della costruzione, data una descrizione del clima del sito, della geometria, dei materiali impiegati, dell'impianto HVAC e del sistema di controllo. DOE-2, sviluppato dal Simulation Research Group al Lawrence Berkeley Laboratory (LBL) all'interno dei programmi del US Department of Energy (DOE), è oggi uno dei software di simulazione energetica dell'edificio più largamente impiegati nel mondo per la progettazione di edifici efficienti, l'analisi degli impatti di nuove tecnologie e lo sviluppo di standards per il risparmio energetico.

4. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

L'analisi è stata condotta sulle tre tipologie edilizie caratterizzate definite in Tabella 2, rappresentative del di circa il 40% del patrimonio edilizio siciliano (fonte: Piano Energetico Ambientale della Regione Siciliana). Le superfici trasparenti sono in tutti i casi prevalentemente distribuite verso SUD.

Tabella 2 – Principali caratteristiche delle tipologie edilizie campione

Tipologia edilizia	Superficie [m ²]	Superficie disperdente [m ²]	Volume Riscaldato [m ³]	Rapporto di forma S/V	Zone termiche	Carichi interni		
						Illuminazione [W/m ²]	Apparecchiature [W/m ²]	Occupazione [m ² /persona]
edificio unifamiliare	150	373	450	0,85	6	10	15	37
edificio a schiera	720	696	1080	0,64	7	10	15	22,5
palazzina	3840	1248	2880	0,43	7	10	15	28



S/V=0.83 S/V=0.64 S/V=0.43

La simulazione è annuale ed il timestep è pari a 1 h. La ripartizione di ciascuna tipologia edilizia in zone termiche omogenee è stata operata effettuando dei tagli verticali in modo da evidenziare la diversa risposta delle aree di data esposizione rispetto alle altre.

Le infiltrazioni sono fissate in 0,3 volumi/h per tutte le zone termiche. I carichi interni imputabili all'illuminazione, alle apparecchiature ed alla presenza di occupanti sono considerati secondo le densità mostrate in Tabella 2.

L'impianto di climatizzazione ipotizzato è a fan coil a 4 tubi (riscaldamento + raffrescamento), con termostato di tipo "reverse action" con 2°C di throttling range.

La stima dei carichi è stata eseguita con riferimento ad una temperatura di set point di 20°C in inverno e di 26°C in estate. Gli impianti sono sempre ON.

Le superfici trasparenti sono realizzate in vetrocamera basso emissivo con trasmittanza pari a 1,81 W/m², coefficiente di shading pari a 0,69 e SHGC pari a 0,59. I serramenti sono in alluminio a taglio termico.

La valutazione delle prestazioni termiche dei prodotti oggetto dell'analisi è stata eseguita confrontando due tipologie di pacchetto, uno con finitura Atriathermika ed un secondo (benchmark) con finitura tradizionale. Tutti i pacchetti simulati rispettano gli standard di trasmittanza minima previsti dal D.Lgs. 192/95, così come integrato dal D.Lgs. 311/06.

La Tabella 3 mostra gli strati costituenti il pacchetto struttura verticale opaca. Per la finitura Atria Thermica il coefficiente di assorbimento è stato assunto conservativamente pari a 0,15 (contro lo 0,6 della finitura tradizionale di riferimento), mentre l'emissività esterna è pari 0,5 (contro lo 0,8 della finitura tradizionale di riferimento). In questo modo si rappresenta il comportamento della finitura per esterni sia sui tetti (guaina liquida) che sulle pareti esterne.

Tabella 3 – Struttura verticale opaca: parete doppio strato con isolante interno

Strato	Descrizione materiale	s [m]
1	Intonaco cementizio	0.015
2	Laterizio forato	0.085
3	Lana di roccia	0.060
4	Laterizio forato	0.085
5	Intonaco di calce e gesso	0.015
U	Trasmittanza	K = 0,50 W/m ² K

La Tabella 3 mostra gli strati costituenti il pacchetto struttura orizzontale opaca.

Tabella 4 – Struttura orizzontale opaca: solaio in latero-cemento

Strato	Descrizione materiale	s [m]
1	Ghiaia	0.120
2	Massetto pendenza	0.050
3	Isolante in pannelli	0.054
4	Massetto	0.050
5	Laterizio: Pignatta	0.200
6	Intonaco di calce e gesso	0.015
U	Trasmittanza	K = 0,35 W/m ² K

5. SIMULAZIONI DEL COMPORTAMENTO DEGLI EDIFICI, STIMA DELLA DOMANDA DI ENERGIA PER IL RISCALDAMENTO E IL RAFFRESCAMENTO E DELLE TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE

Si ipotizza che tutte le tipologie edilizie definite in Tabella 2 siano ubicate a Roma, Milano e Palermo. Per ciascun edificio tipo, le pagine che seguono mostrano i risultati delle simulazioni in regime dinamico condotte nel caso di applicazione del prodotto Atria Thermica e nel caso di utilizzo della finitura tradizionale. Oltre ai fabbisogni energetici mensili e stagionali per riscaldamento e raffrescamento, nei grafici seguenti si mostrano inoltre le temperature interne superficiali delle pareti per una giornata tipo estiva (12 luglio).

EDIFICIO UNIFAMILIARE (ROMA)

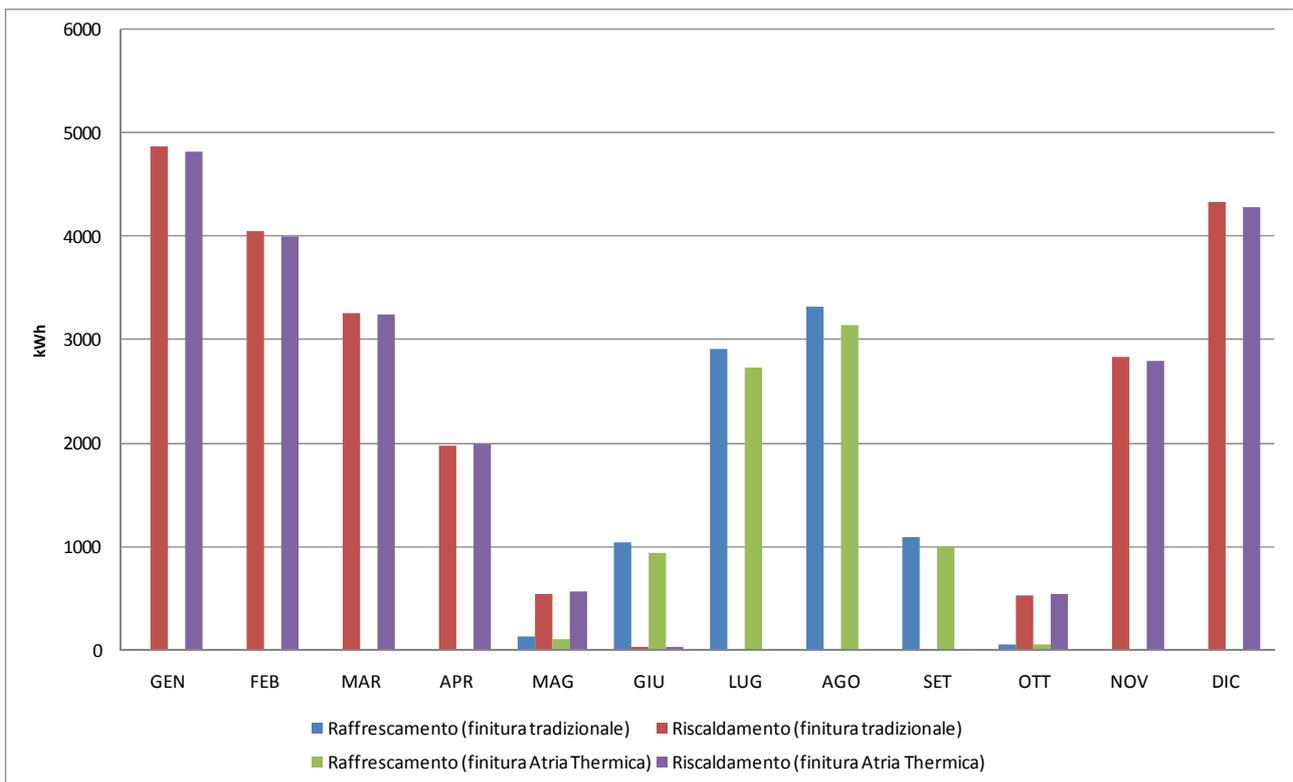
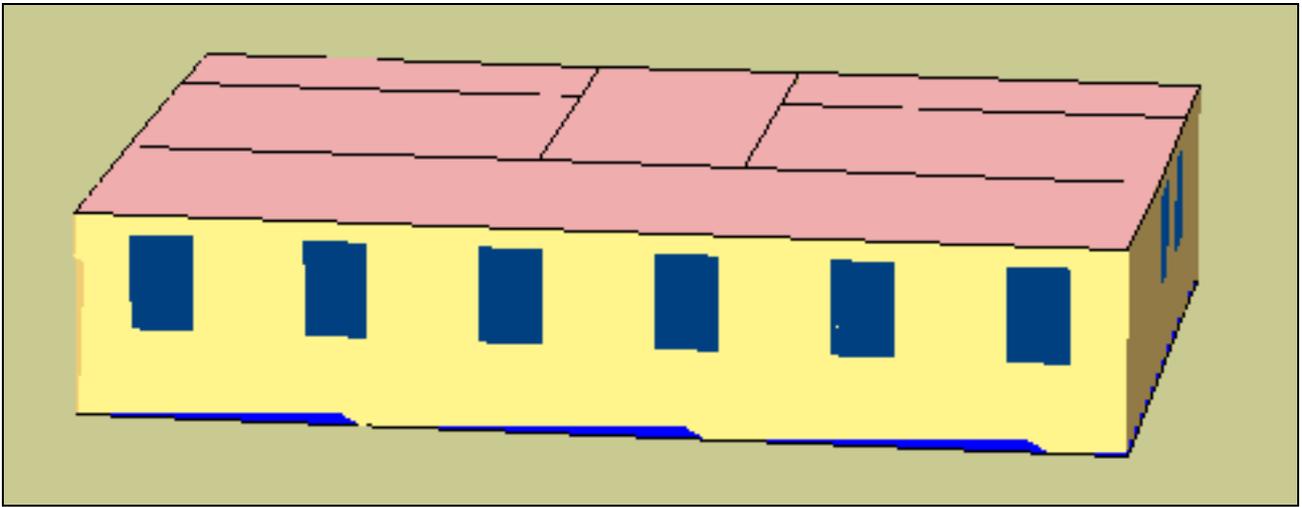


Figura 1 – Domanda di energia nel caso di “villetta unifamiliare”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 5 – Edificio unifamiliare (Roma): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	4874	32.5	0	0.0
FEB	4054	27.0	0	0.0
MAR	3257	21.7	0	0.0
APR	1979	13.2	0	0.0
MAG	536	3.6	123	0.8
GIU	23	0.2	1034	6.9
LUG	0	0.0	2912	19.4
AGO	0	0.0	3325	22.2
SET	3	0.0	1088	7.3
OTT	528	3.5	52	0.3
NOV	2830	18.9	0	0.0
DIC	4328	28.9	0	0.0
TOT	22412	149.4	8534	56.9

Tabella 6 – Edificio unifamiliare (Roma): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	4820	32.1	0	0.0
FEB	4007	26.7	0	0.0
MAR	3245	21.6	0	0.0
APR	1993	13.3	0	0.0
MAG	561	3.7	102	0.7
GIU	25	0.2	934	6.2
LUG	0	0.0	2731	18.2
AGO	0	0.0	3141	20.9
SET	3	0.0	1005	6.7
OTT	542	3.6	45	0.3
NOV	2801	18.7	0	0.0
DIC	4278	28.5	0	0.0
TOT	22275	148.5	7958	53.1

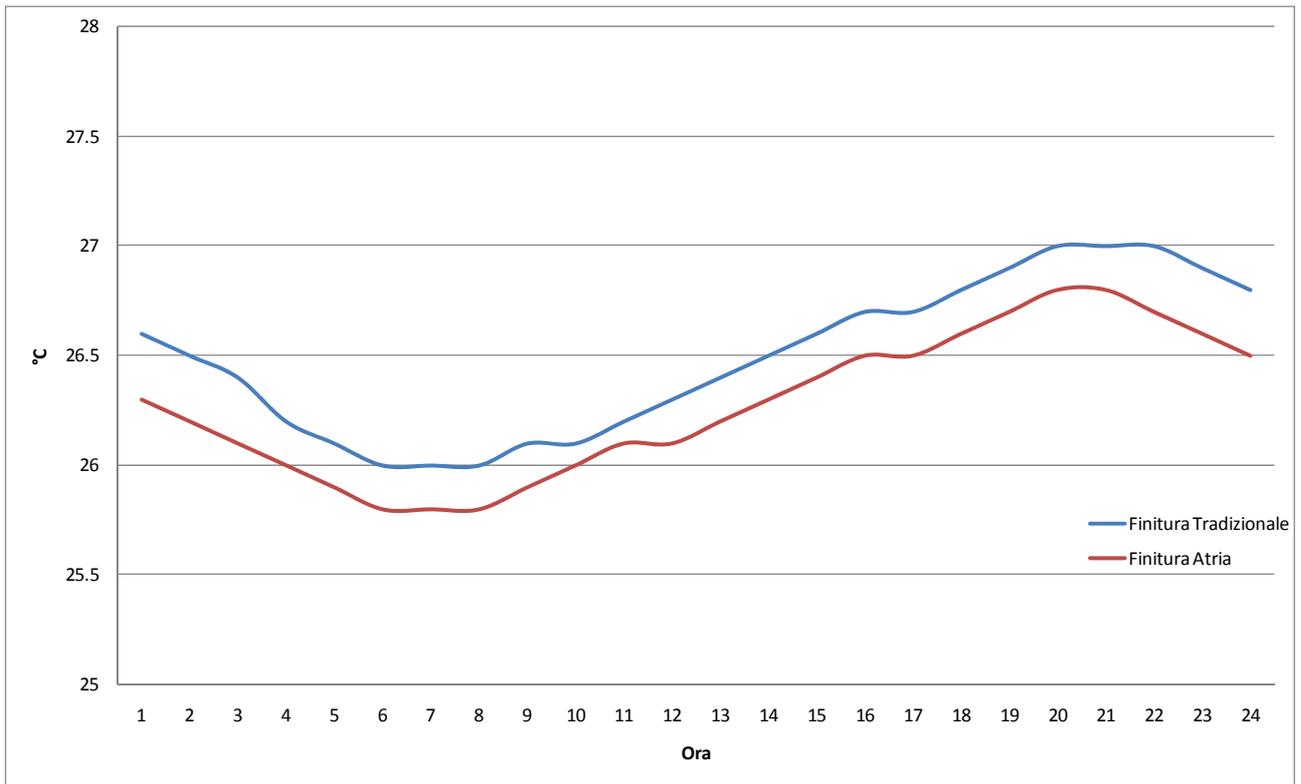


Figura 2 – Temperature interne superficiali nella parete NORD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

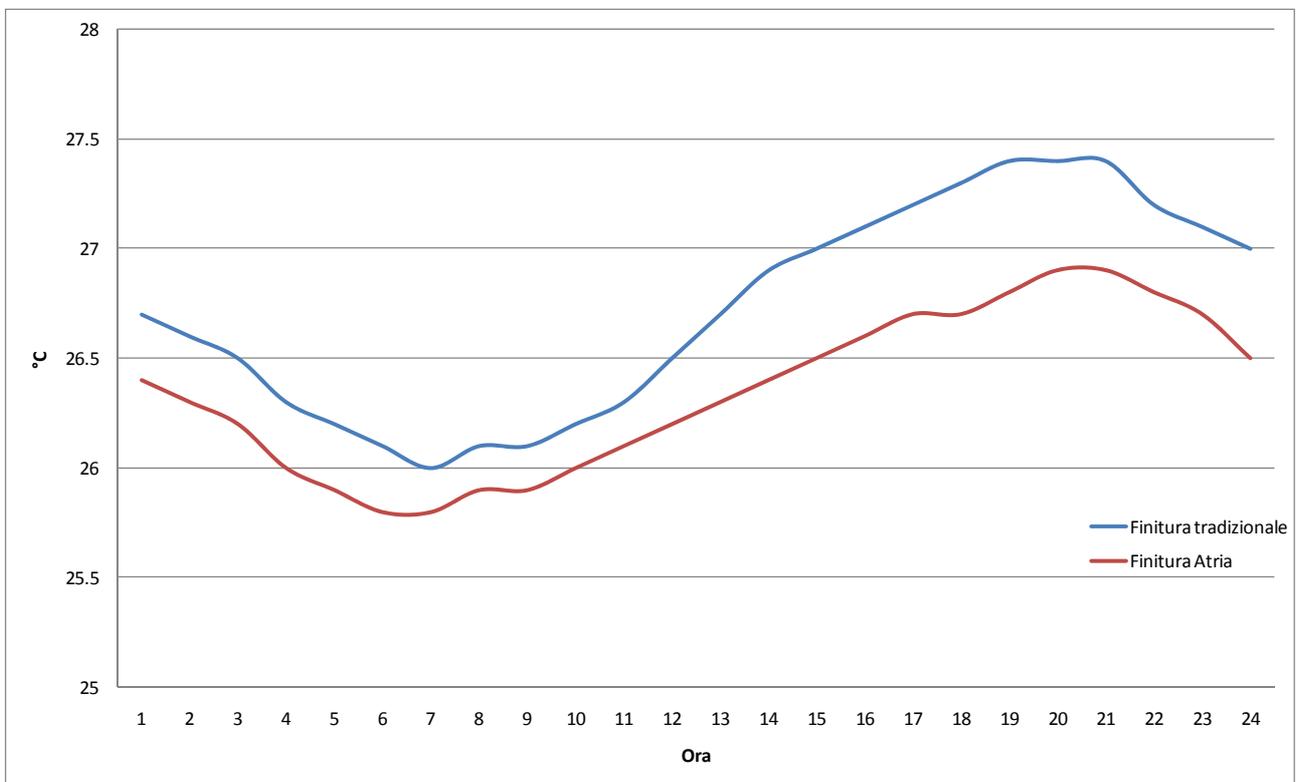


Figura 3 – Temperature interne superficiali nella parete EST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

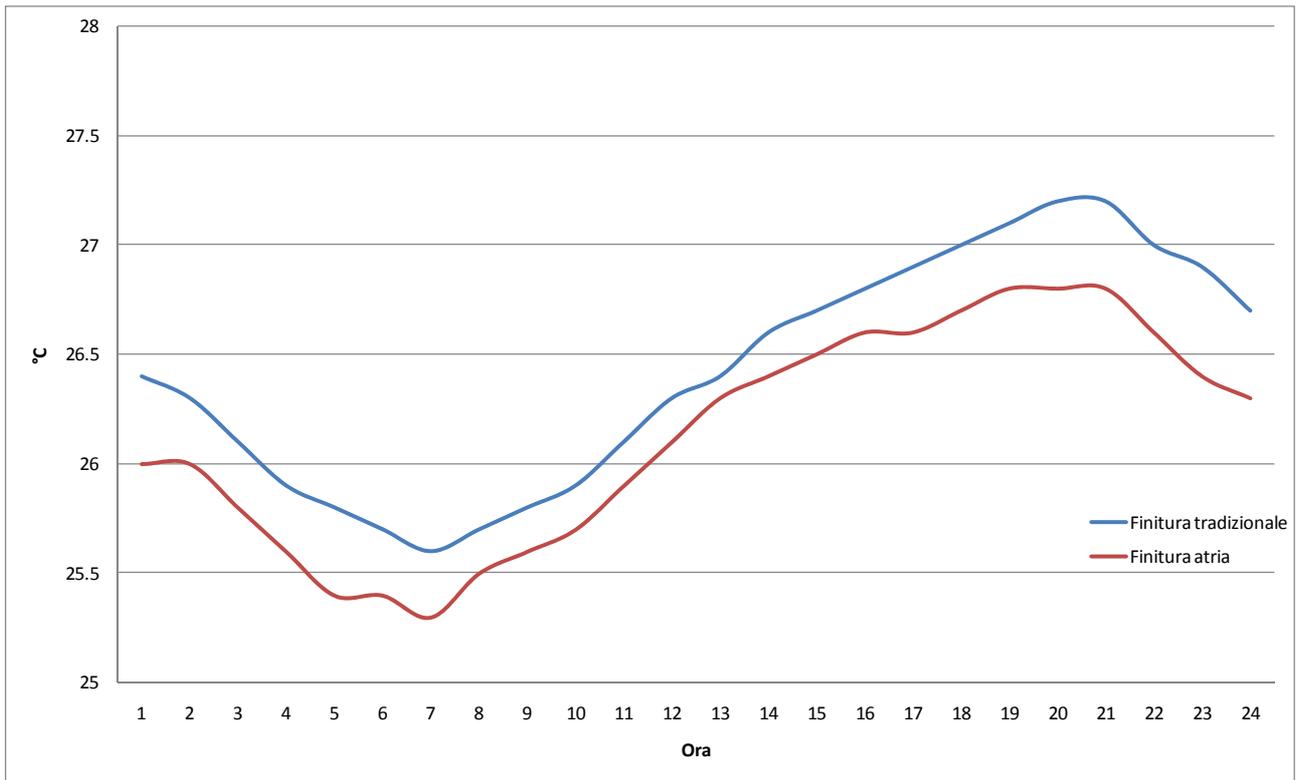


Figura 4 – Temperature interne superficiali nella parete SUD nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

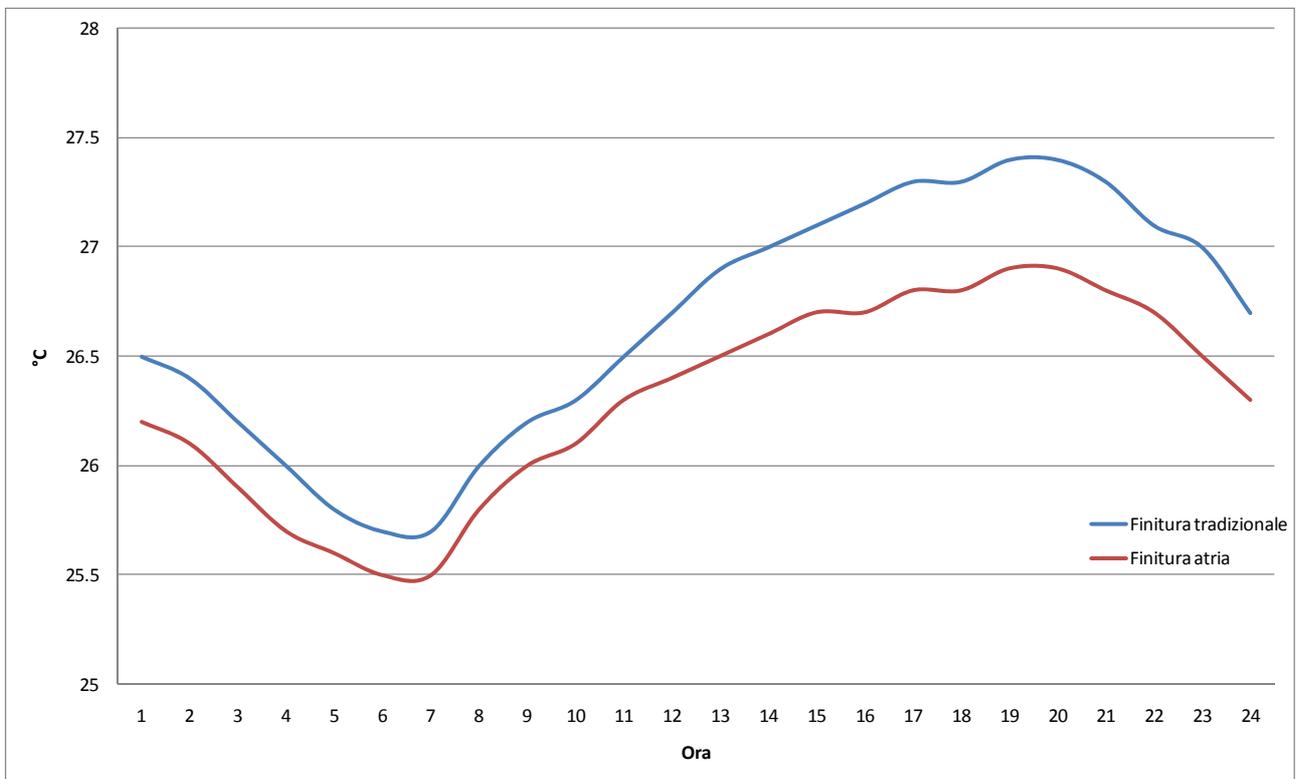


Figura 5 – Temperature interne superficiali nella parete OVEST nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

EDIFICIO UNIFAMILIARE (MILANO)

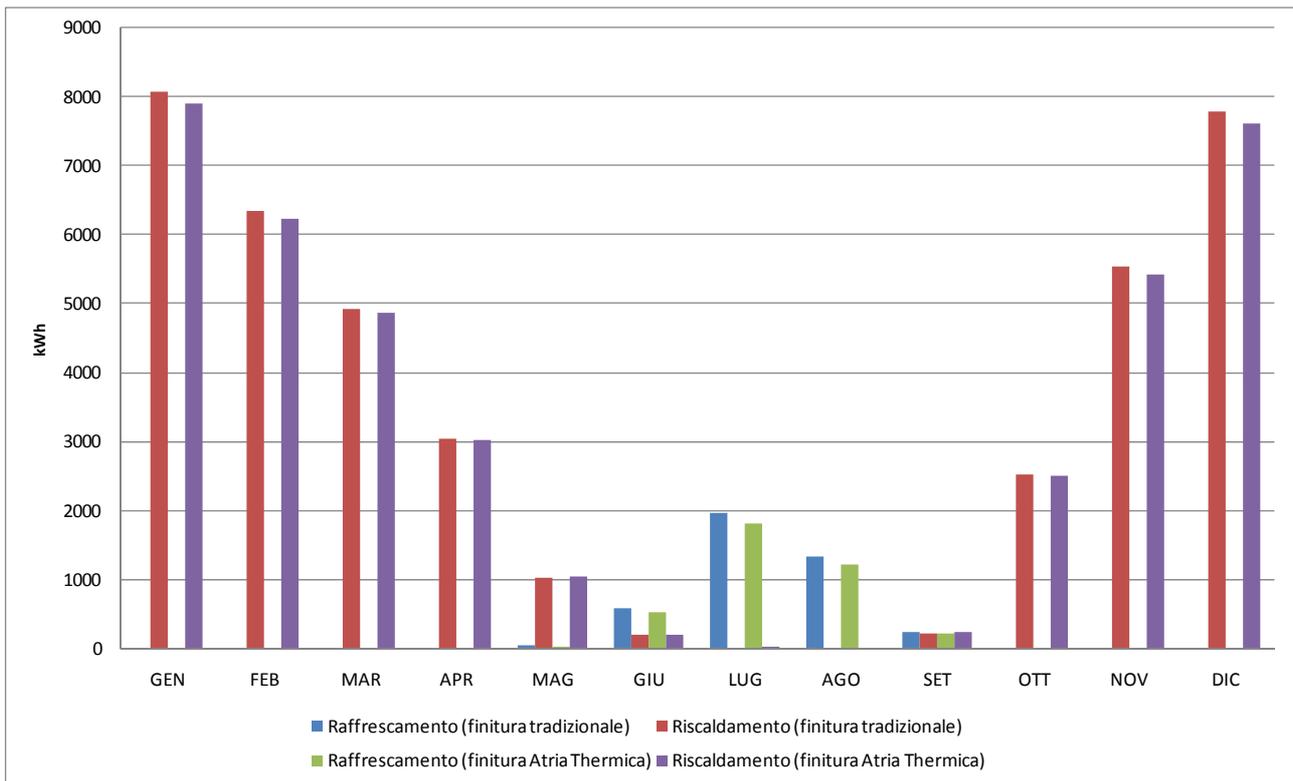
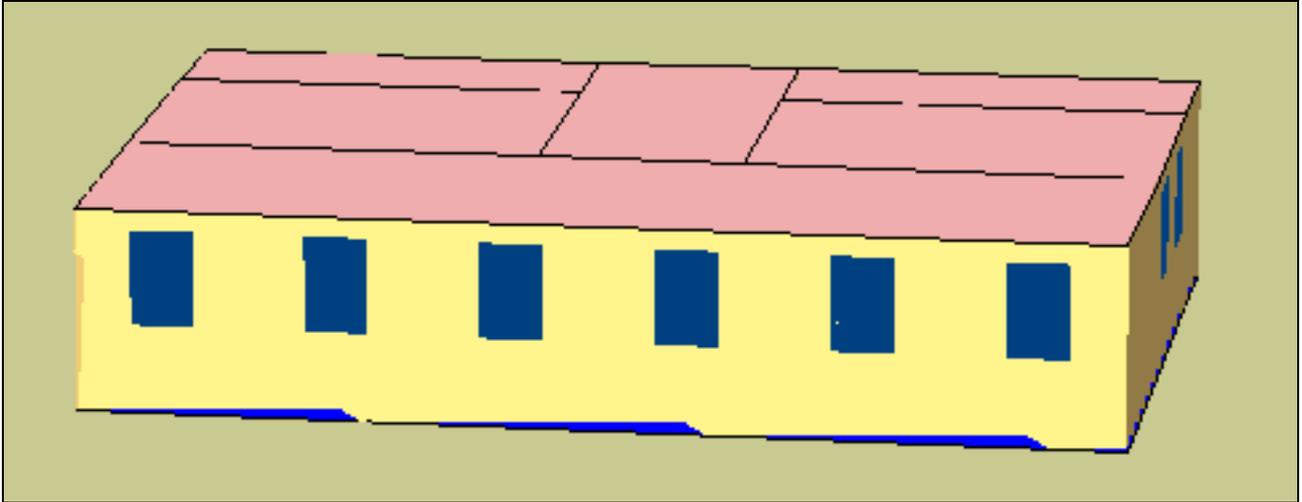


Figura 6 – Domanda di energia nel caso di “villetta unifamiliare”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 7 – Edificio unifamiliare (Milano): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	8081	53.9	0	0.0
FEB	6346	42.3	0	0.0
MAR	4930	32.9	0	0.0
APR	3043	20.3	4	0.0
MAG	1018	6.8	35	0.2
GIU	185	1.2	583	3.9
LUG	9	0.1	1954	13.0
AGO	1	0.0	1321	8.8
SET	214	1.4	241	1.6
OTT	2529	16.9	2	0.0
NOV	5531	36.9	0	0.0
DIC	7784	51.9	0	0.0
TOT	39671	264.5	4140	27.6

Tabella 8 – Edificio unifamiliare (Milano): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	7908	52.7	0	0.0
FEB	6222	41.5	0	0.0
MAR	4857	32.4	0	0.0
APR	3021	20.1	2	0.0
MAG	1039	6.9	27	0.2
GIU	197	1.3	517	3.4
LUG	12	0.1	1810	12.1
AGO	1	0.0	1205	8.0
SET	226	1.5	212	1.4
OTT	2507	16.7	2	0.0
NOV	5416	36.1	0	0.0
DIC	7614	50.8	0	0.0
TOT	39020	260.1	3775	25.2

EDIFICIO UNIFAMILIARE (PALERMO)

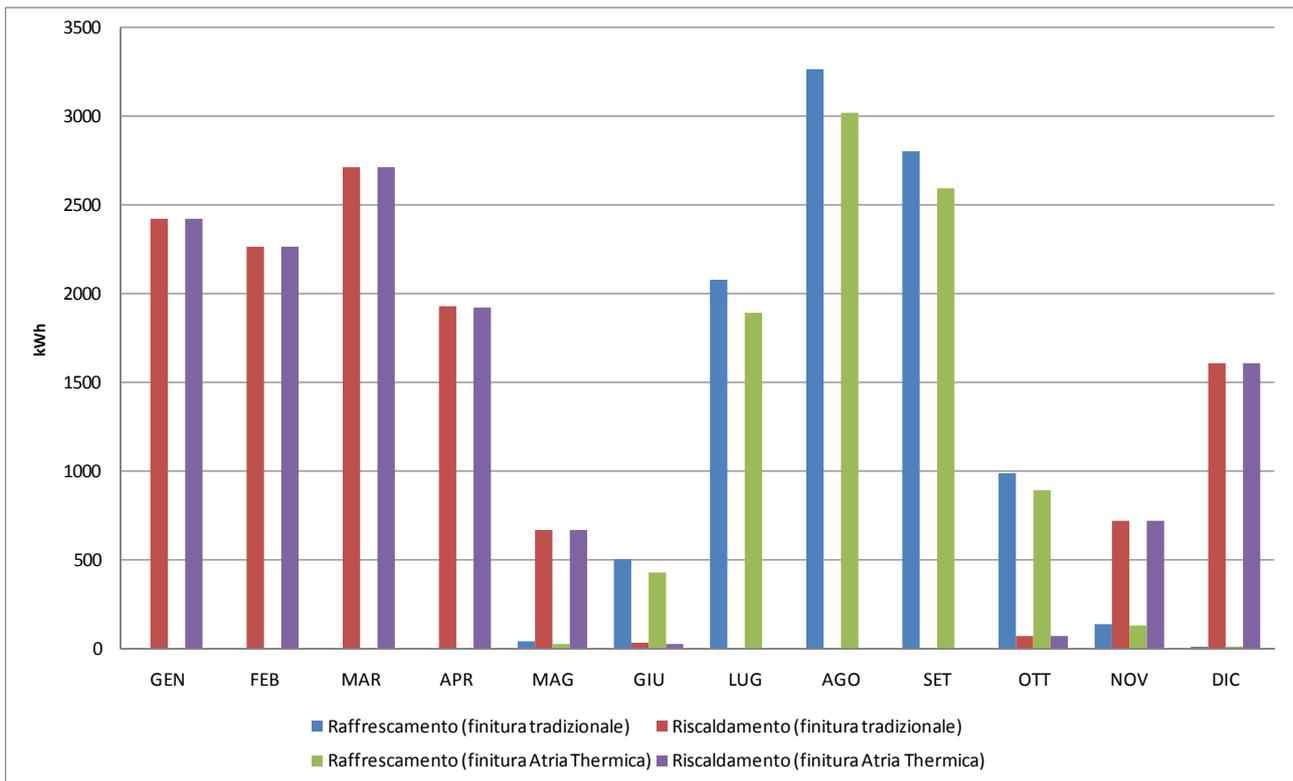
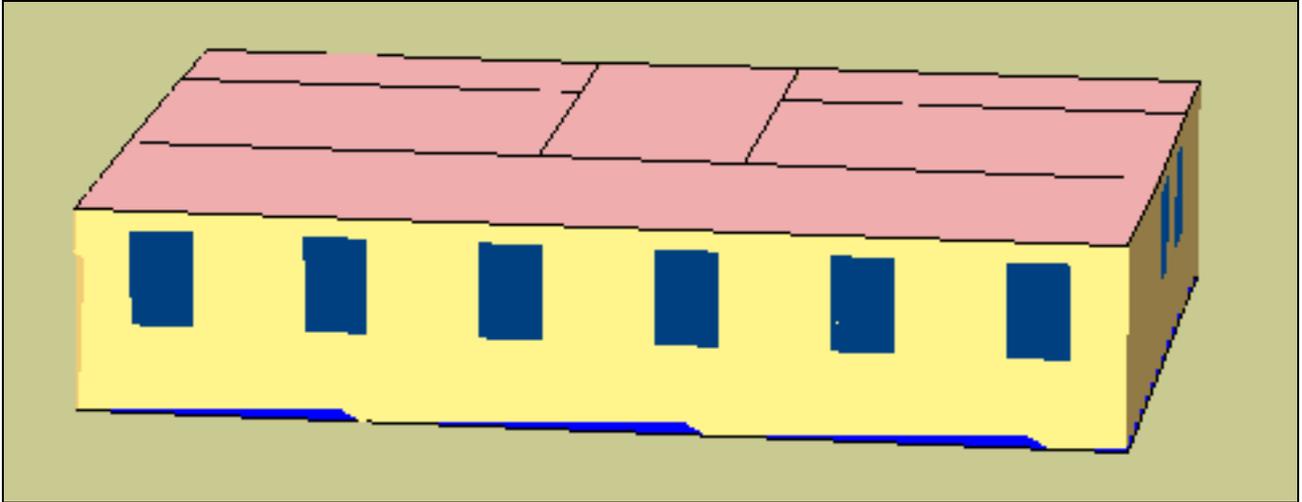


Figura 7 – Domanda di energia nel caso di “villetta unifamiliare”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 9 – Edificio unifamiliare (Palermo): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	2420	16.1	0	0.0
FEB	2264	15.1	1	0.0
MAR	2716	18.1	3	0.0
APR	1926	12.8	4	0.0
MAG	668	4.5	35	0.2
GIU	27	0.2	500	3.3
LUG	0	0.0	2081	13.9
AGO	0	0.0	3269	21.8
SET	0	0.0	2801	18.7
OTT	70	0.5	987	6.6
NOV	717	4.8	138	0.9
DIC	1610	10.7	5	0.0
TOT	12418	82.8	9824	65.5

Tabella 10 – Edificio unifamiliare (Palermo): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	2421	16.1	0	0.0
FEB	2263	15.1	1	0.0
MAR	2717	18.1	2	0.0
APR	1925	12.8	3	0.0
MAG	669	4.5	27	0.2
GIU	26	0.2	426	2.8
LUG	0	0.0	1892	12.6
AGO	0	0.0	3024	20.2
SET	0	0.0	2596	17.3
OTT	69	0.5	893	6.0
NOV	718	4.8	127	0.8
DIC	1609	10.7	5	0.0
TOT	12417	82.8	8996	60.0

EDIFICIO A SCHIERA (ROMA)

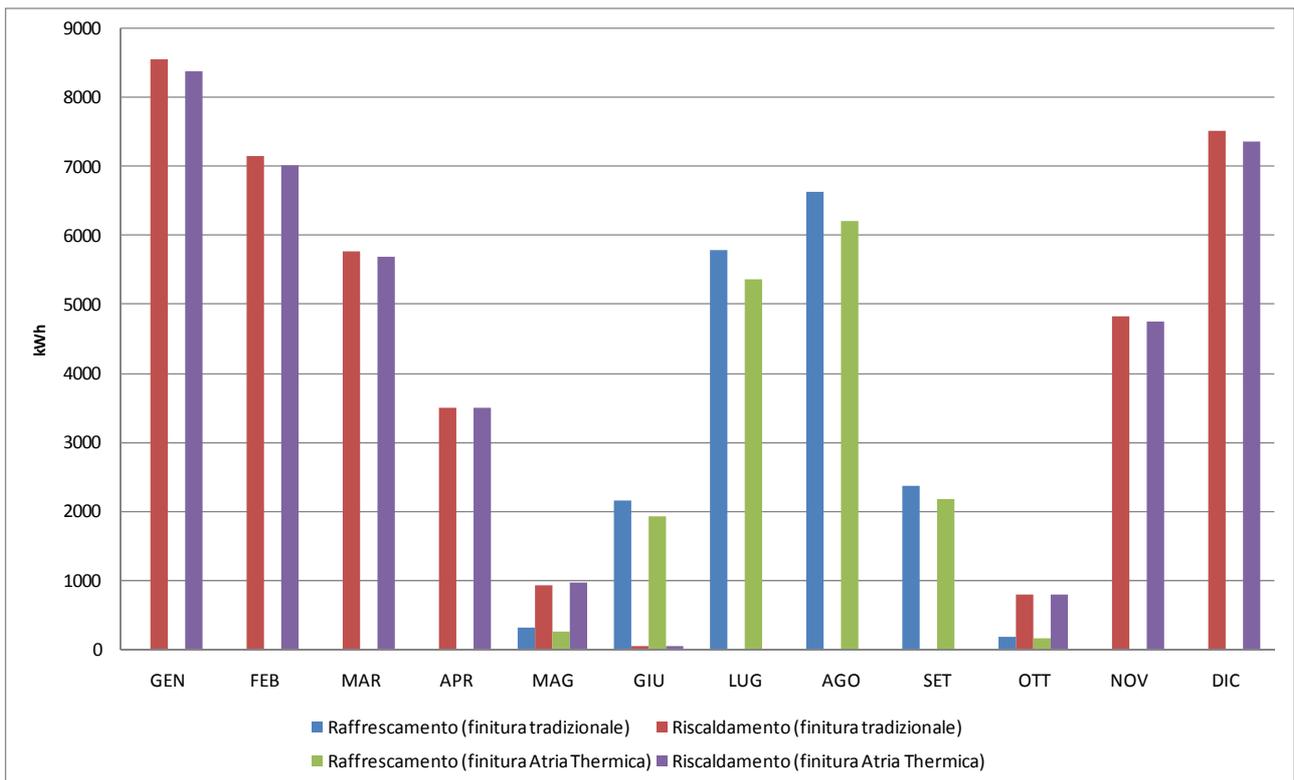
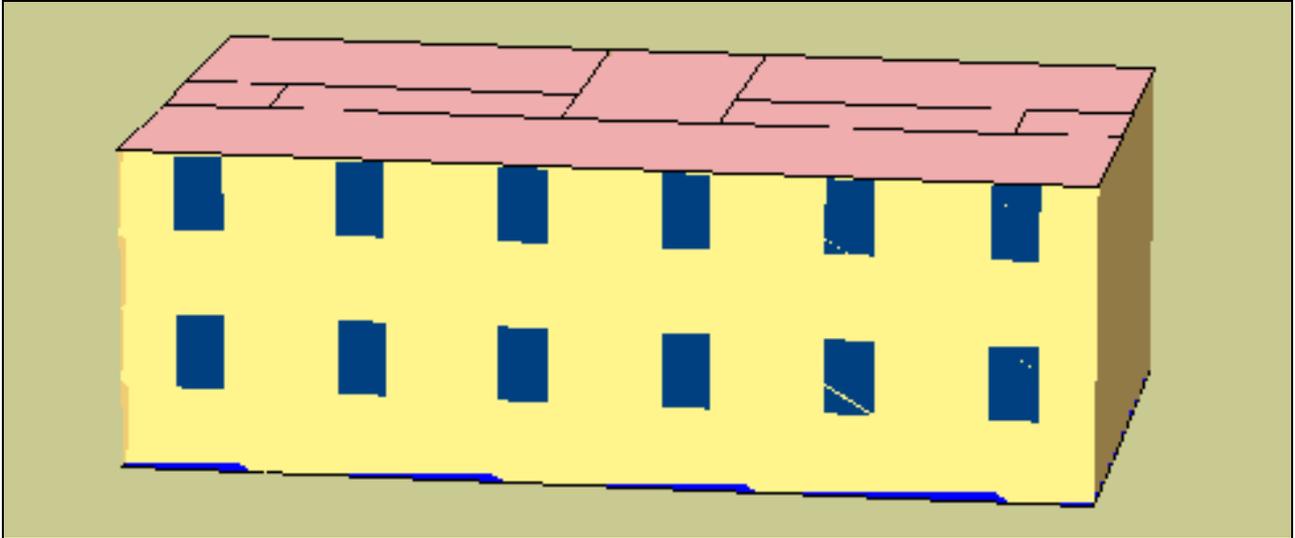


Figura 8 – Domanda di energia nel caso di “edificio a schiera”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 11 – Edificio a schiera (Roma): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh	KWh/m ²	KWh/m ²
GEN	8563	11.9	0	0.0
FEB	7160	9.9	0	0.0
MAR	5764	8.0	0	0.0
APR	3499	4.9	1.06	0.0
MAG	922	1.3	301	0.4
GIU	40	0.1	2160	3.0
LUG	0	0.0	5792	8.0
AGO	0	0.0	6634	9.2
SET	5	0.0	2362	3.3
OTT	785	1.1	171	0.2
NOV	4836	6.7	0	0.0
DIC	7516	10.4	0	0.0
TOT	39090	54.3	17421	24.2

Tabella 12 – Edificio a schiera (Roma): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	8393	11.7	0	0.0
FEB	7014	9.7	0	0.0
MAR	5701	7.9	0	0.0
APR	3498	4.9	0	0.0
MAG	963	1.3	246	0.3
GIU	42	0.1	1927	2.7
LUG	0	0.0	5375	7.5
AGO	0	0.0	6202	8.6
SET	5	0.0	2165	3.0
OTT	802	1.1	148	0.2
NOV	4744	6.6	0	0.0
DIC	7363	10.2	0	0.0
TOT	38525	53.5	16063	22.3

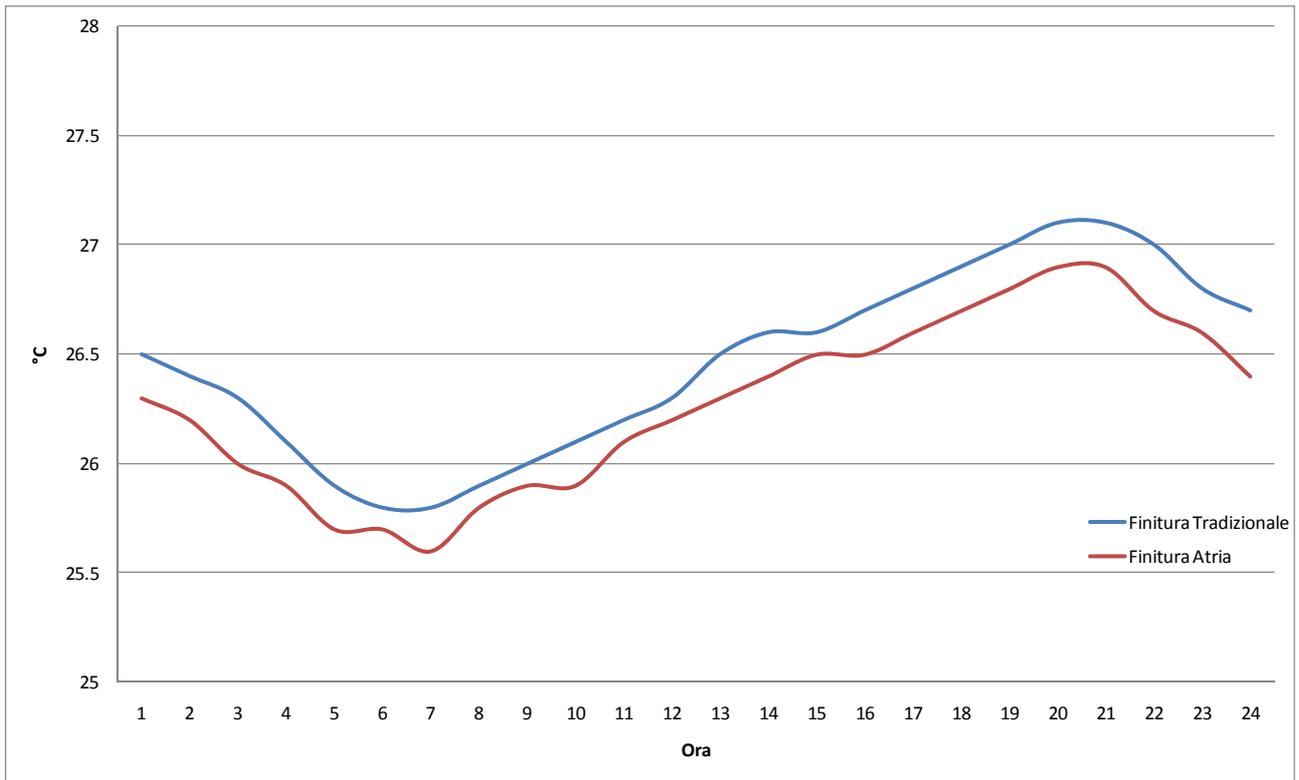


Figura 9 – Temperature interne superficiali nella parete NORD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

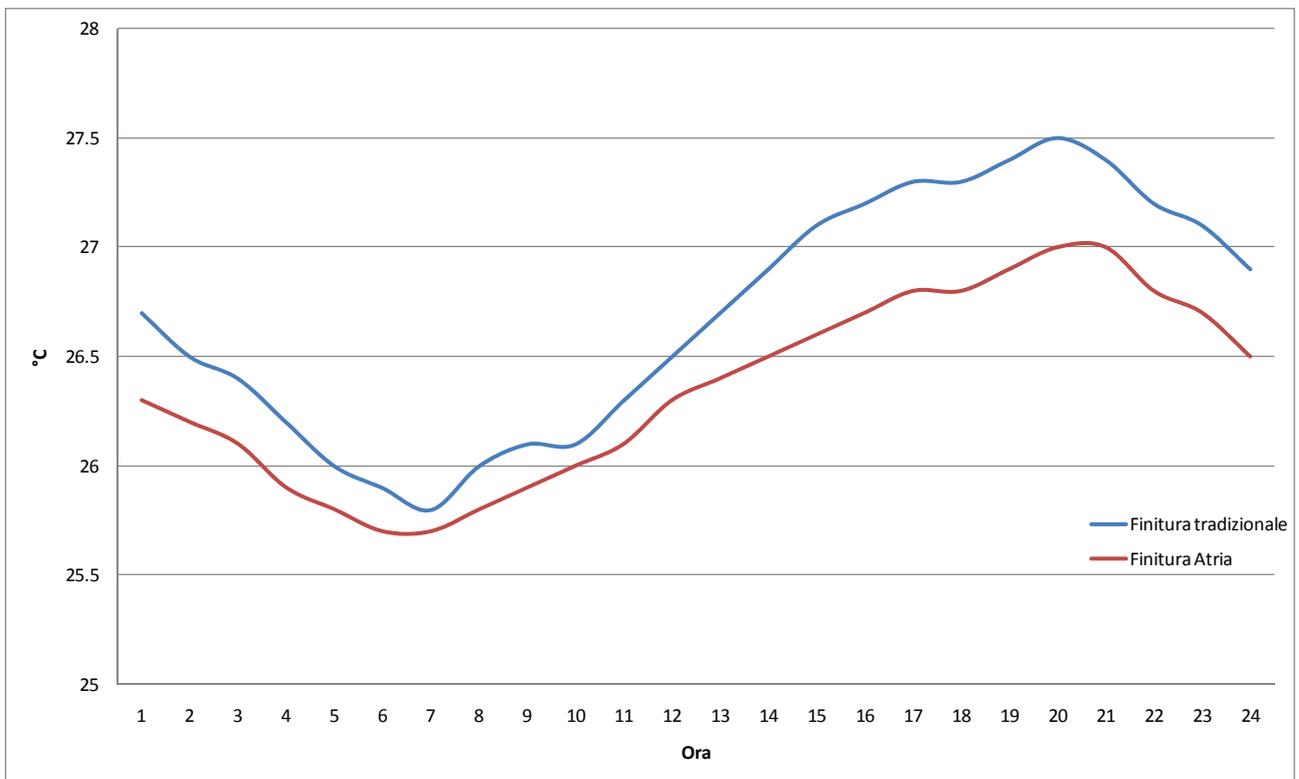


Figura 10 – Temperature interne superficiali nella parete EST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

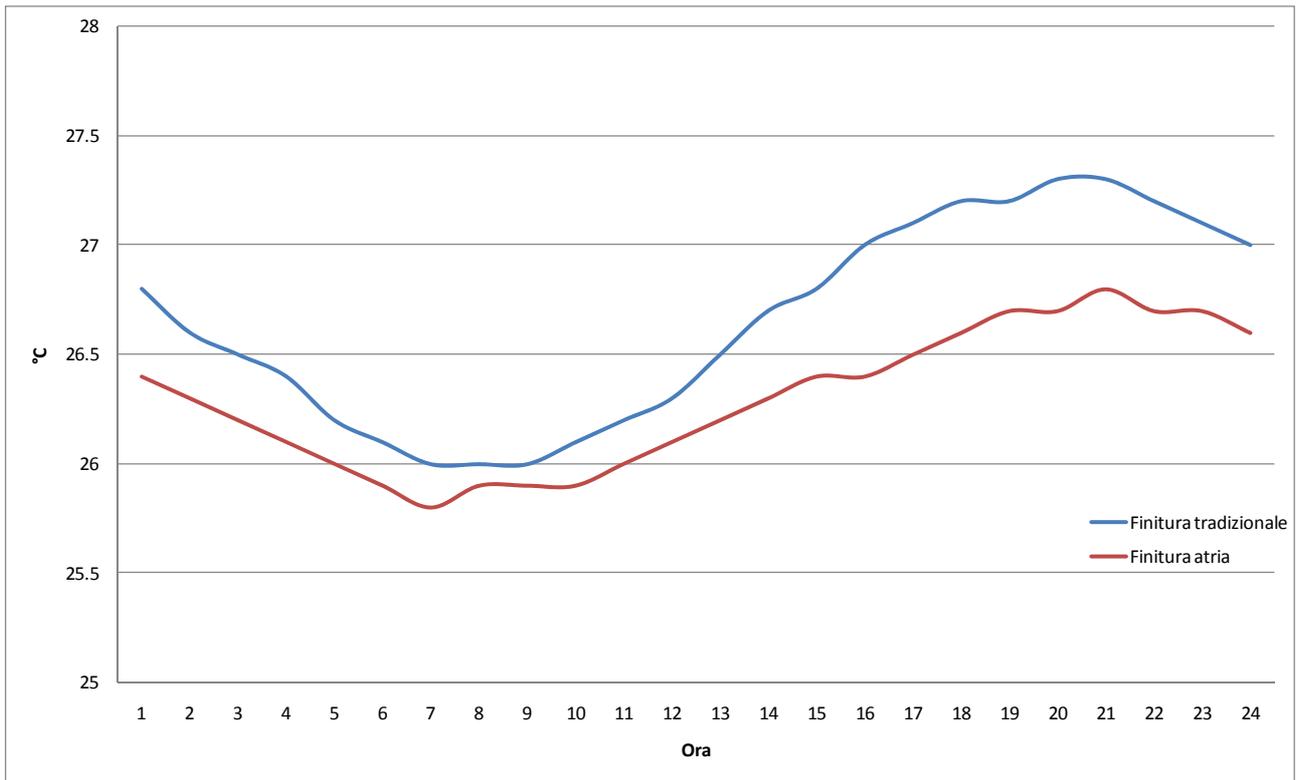


Figura 11 – Temperature interne superficiali nella parete SUD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)



Figura 12 – Temperature interne superficiali nella parete OVEST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

EDIFICIO A SCHIERA (MILANO)

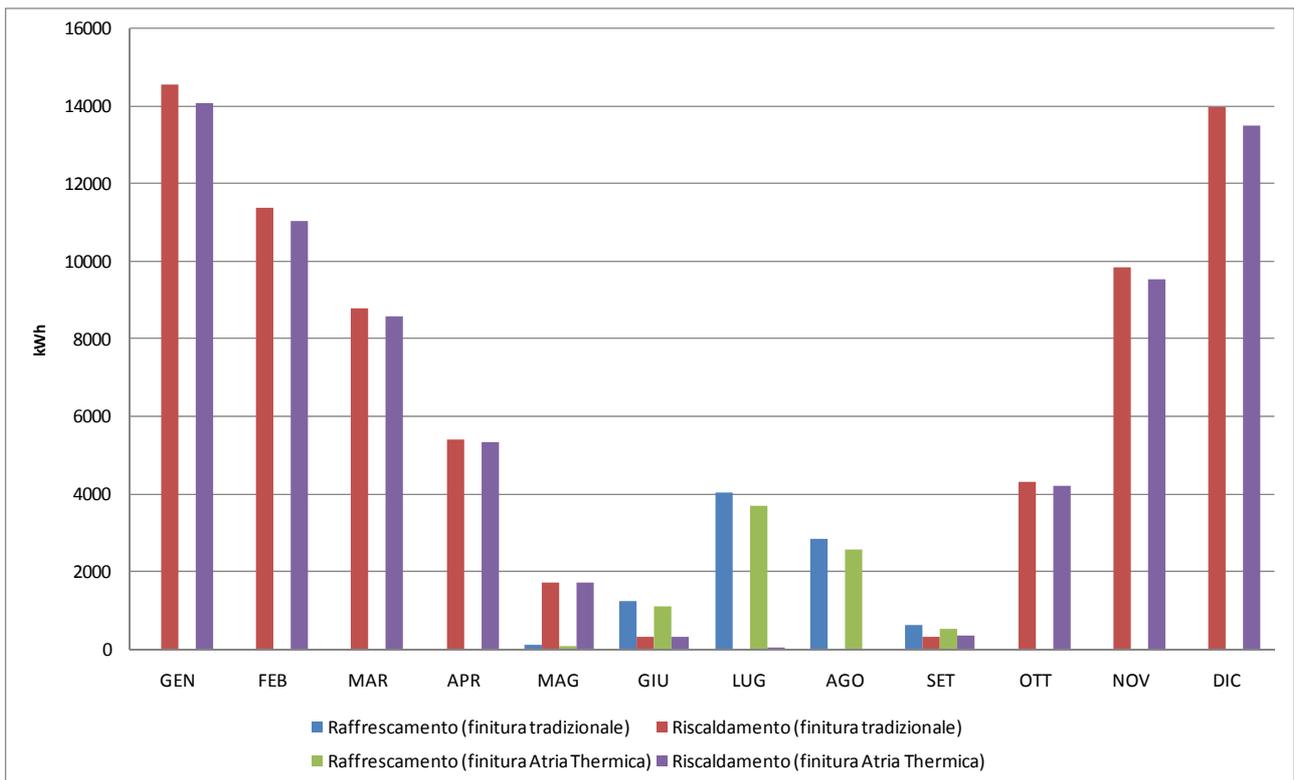
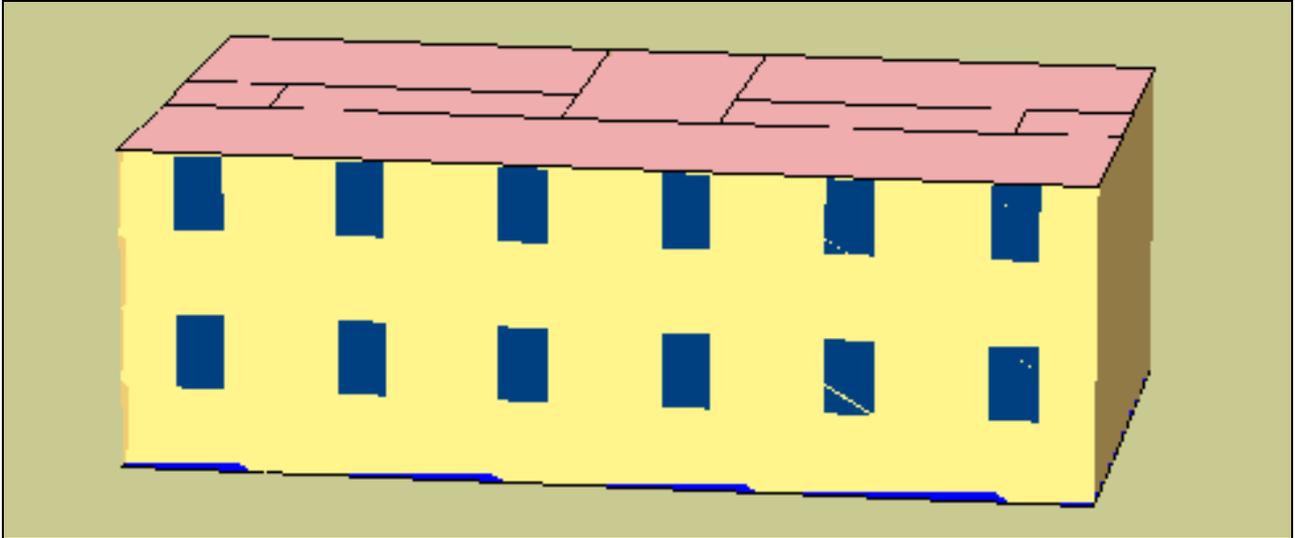


Figura 13 – Domanda di energia nel caso di “edificio a schiera”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 13 – Edificio a schiera (Milano): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh	KWh/m ²	KWh/m ²
GEN	14553	20.2	0	0.0
FEB	11399	15.8	0	0.0
MAR	8796	12.2	0	0.0
APR	5419	7.5	15	0.0
MAG	1707	2.4	100	0.1
GIU	294	0.4	1243	1.7
LUG	17	0.0	4047	5.6
AGO	3	0.0	2838	3.9
SET	312	0.4	613	0.9
OTT	4297	6.0	13	0.0
NOV	9851	13.7	0	0.0
DIC	13971	19.4	0	0.0
TOT	70619	98.1	8869	12.3

Tabella 14 – Edificio a schiera (Milano): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	14074	19.5	0	0.0
FEB	11047	15.3	0	0.0
MAR	8573	11.9	0	0.0
APR	5326	7.4	11	0.0
MAG	1725	2.4	76	0.1
GIU	313	0.4	1088	1.5
LUG	23	0.0	3712	5.2
AGO	5	0.0	2566	3.6
SET	330	0.5	537	0.7
OTT	4208	5.8	10	0.0
NOV	9525	13.2	0	0.0
DIC	13501	18.8	0	0.0
TOT	68650	95.3	8000	11.1

EDIFICIO A SCHIERA (PALERMO)

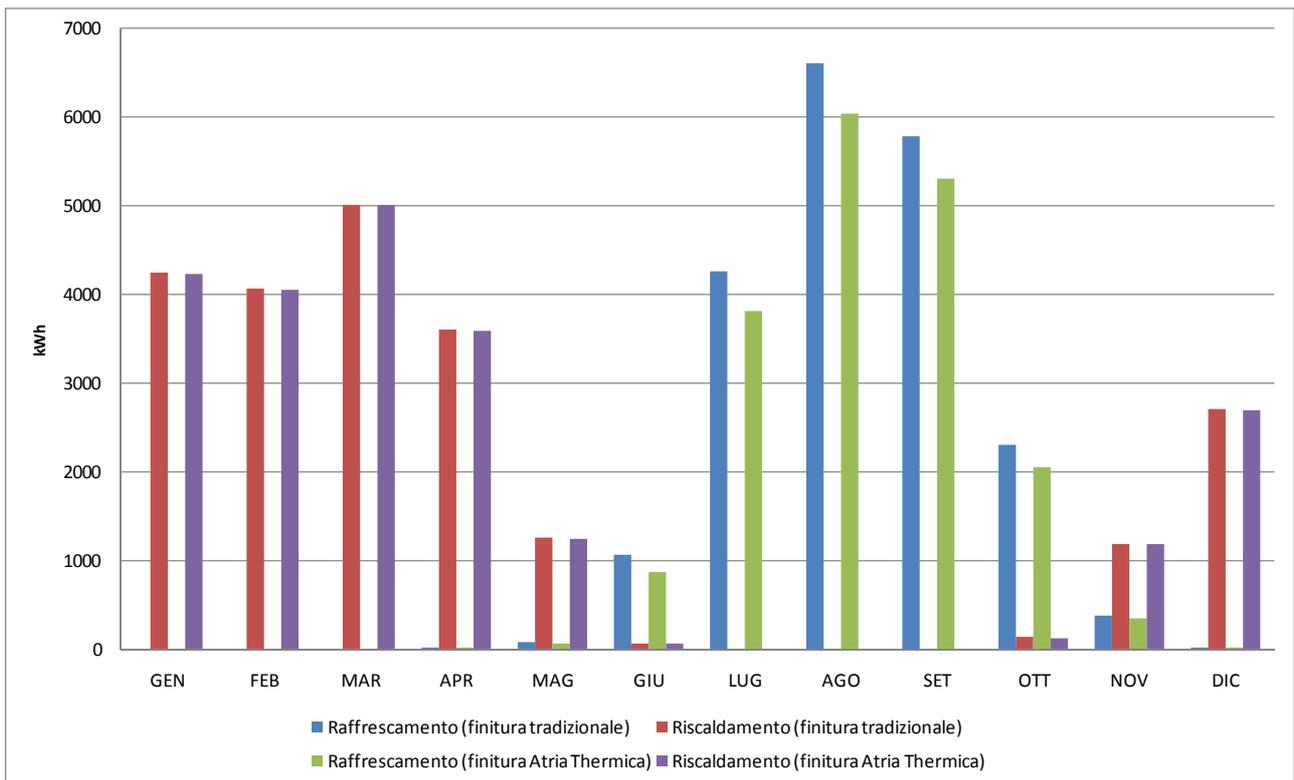
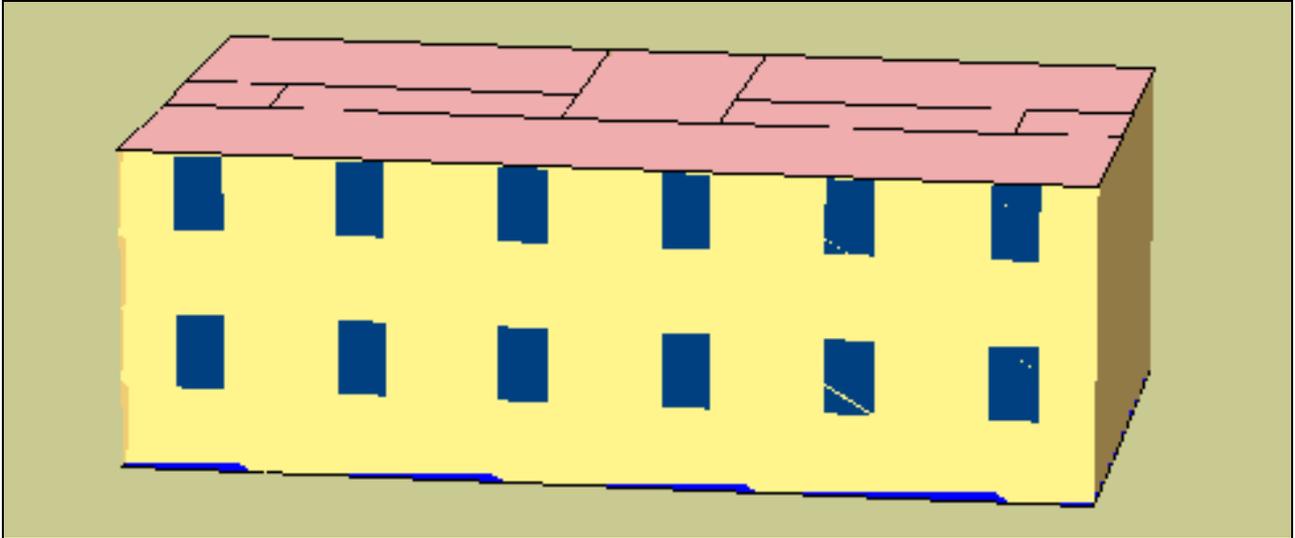


Figura 14 – Domanda di energia nel caso di “edificio a schiera”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 15 – Edificio a schiera (Palermo): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh	KWh/m ²	KWh/m ²
GEN	4249	5.9	5	0.0
FEB	4070	5.7	7	0.0
MAR	5018	7.0	10	0.0
APR	3603	5.0	14	0.0
MAG	1257	1.7	83	0.1
GIU	71	0.1	1066	1.5
LUG	11	0.0	4262	5.9
AGO	9	0.0	6618	9.2
SET	9	0.0	5792	8.0
OTT	137	0.2	2304	3.2
NOV	1187	1.6	372	0.5
DIC	2708	3.8	19	0.0
TOT	22329	31.0	20552	28.5

Tabella 16 – Edificio a schiera (Palermo): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	4240	5.9	3	0.0
FEB	4059	5.6	6	0.0
MAR	5009	7.0	8	0.0
APR	3592	5.0	12	0.0
MAG	1248	1.7	64	0.1
GIU	60	0.1	871	1.2
LUG	0	0.0	3814	5.3
AGO	0	0.0	6050	8.4
SET	0	0.0	5309	7.4
OTT	126	0.2	2052	2.9
NOV	1178	1.6	340	0.5
DIC	2697	3.7	18	0.0
TOT	22209	30.8	18547	25.8

PALAZZINA (ROMA)

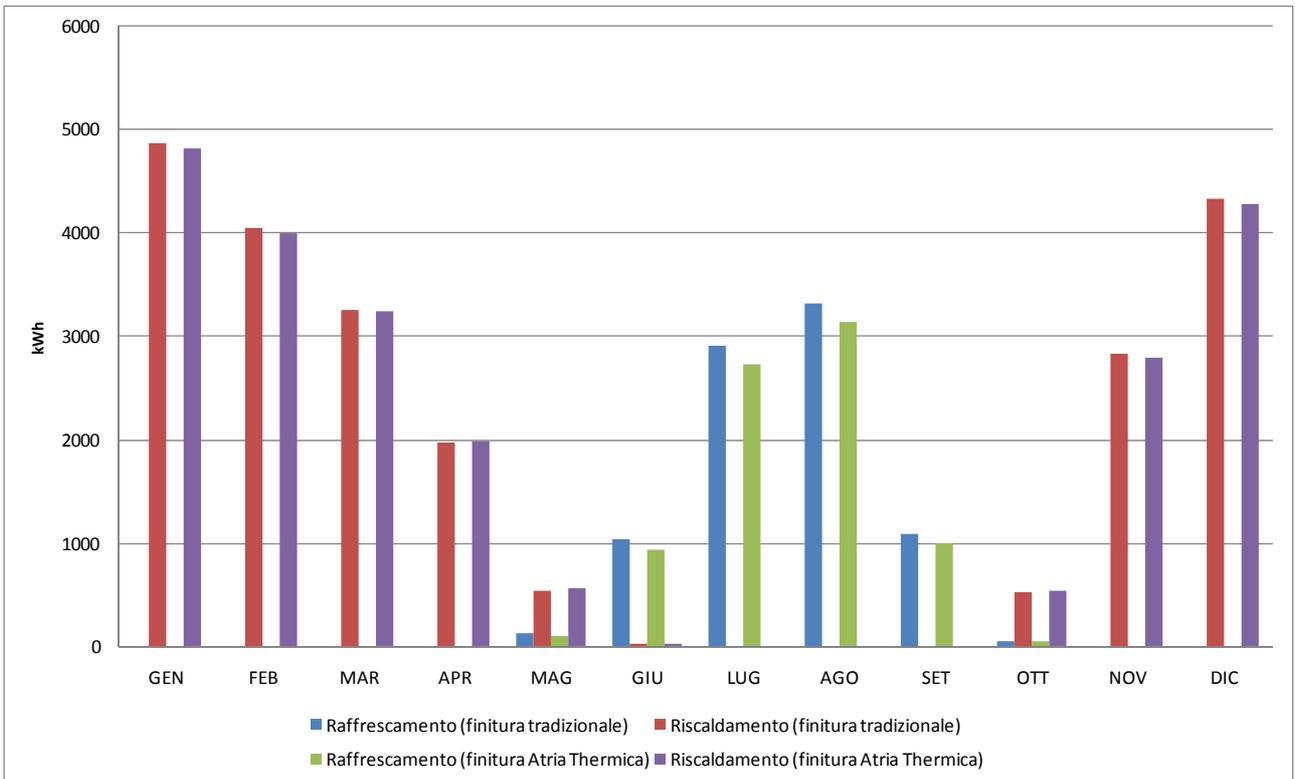
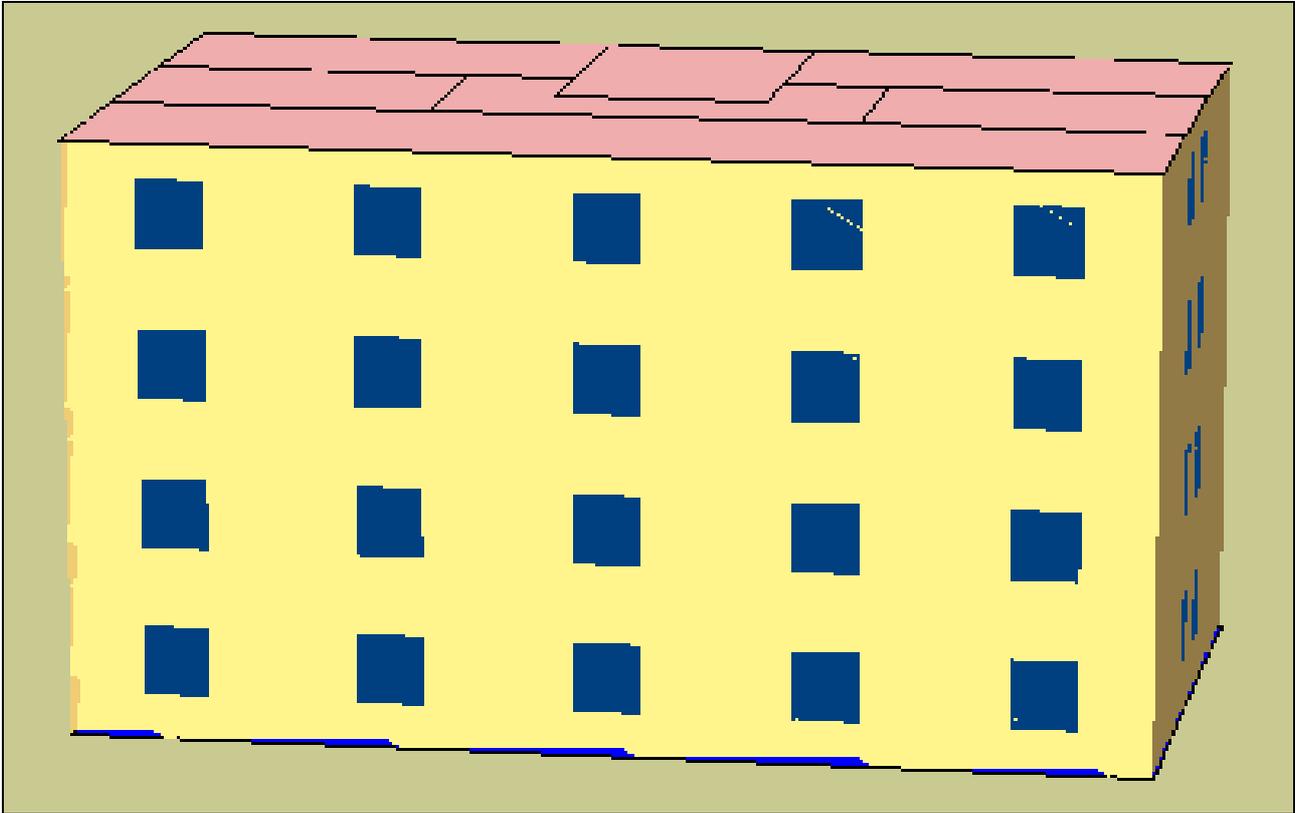


Figura 15 – Domanda di energia nel caso di “palazzina”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 17 – Palazzina (Roma): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh	KWh/m ²	KWh/m ²
GEN	23473	6.1	0	0.0
FEB	19586	5.1	0	0.0
MAR	15862	4.1	1.54	0.0
APR	9921	2.6	19.8	0.0
MAG	3029	0.8	1219	0.3
GIU	222	0.1	6398	1.7
LUG	17	0.0	15888	4.1
AGO	2	0.0	17974	4.7
SET	72	0.0	6748	1.8
OTT	2597	0.7	605.2	0.2
NOV	13494	3.5	8.8	0.0
DIC	20634	5.4	0	0.0
TOT	108909	28.4	48862.34	12.7

Tabella 18 – Palazzina (Roma): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	22902	6.0	0	0.0
FEB	19124	5.0	0	0.0
MAR	15683	4.1	0	0.0
APR	9983	2.6	14	0.0
MAG	3218	0.8	989	0.3
GIU	257	0.1	5600	1.5
LUG	20	0.0	14452	3.8
AGO	4	0.0	16510	4.3
SET	80	0.0	6111	1.6
OTT	2665	0.7	540	0.1
NOV	13148	3.4	7	0.0
DIC	20112	5.2	0	0.0
TOT	107196	27.9	44223	11.5

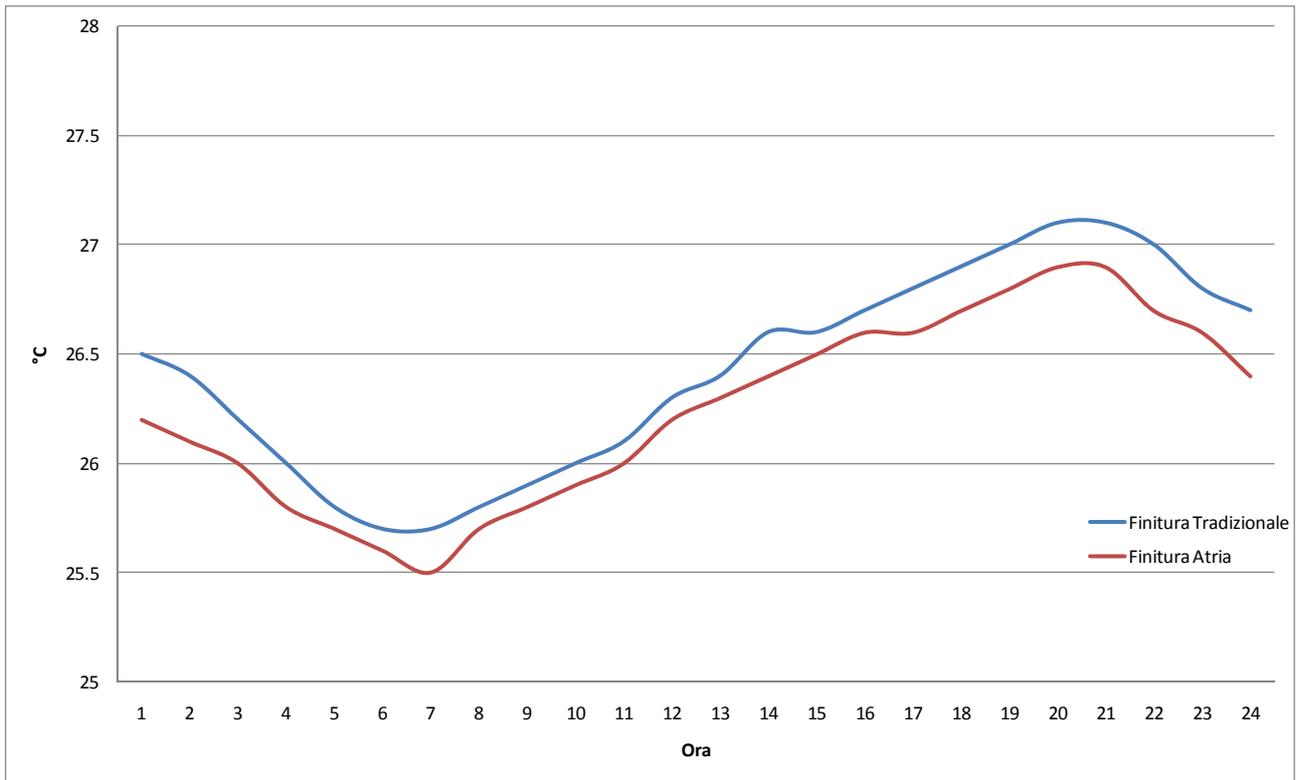


Figura 16 – Temperature interne superficiali nella parete NORD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

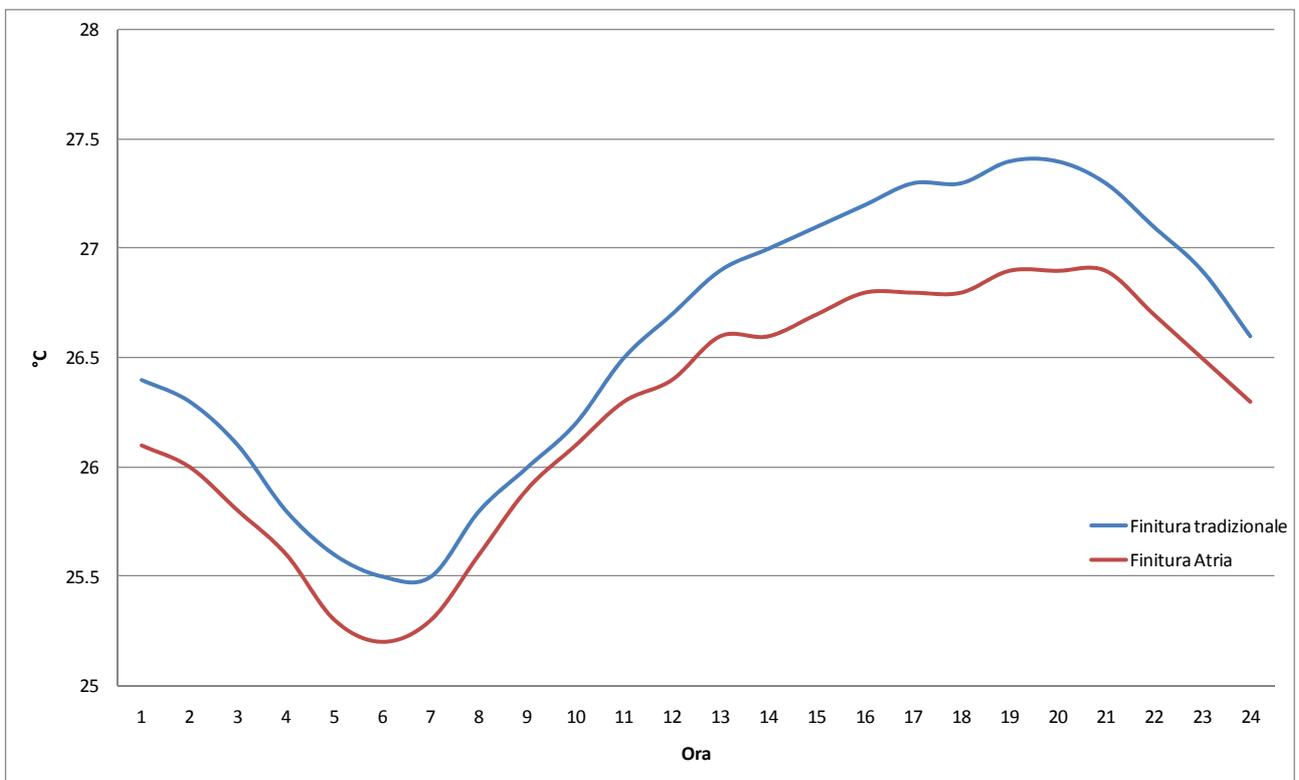


Figura 17 – Temperature interne superficiali nella parete EST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

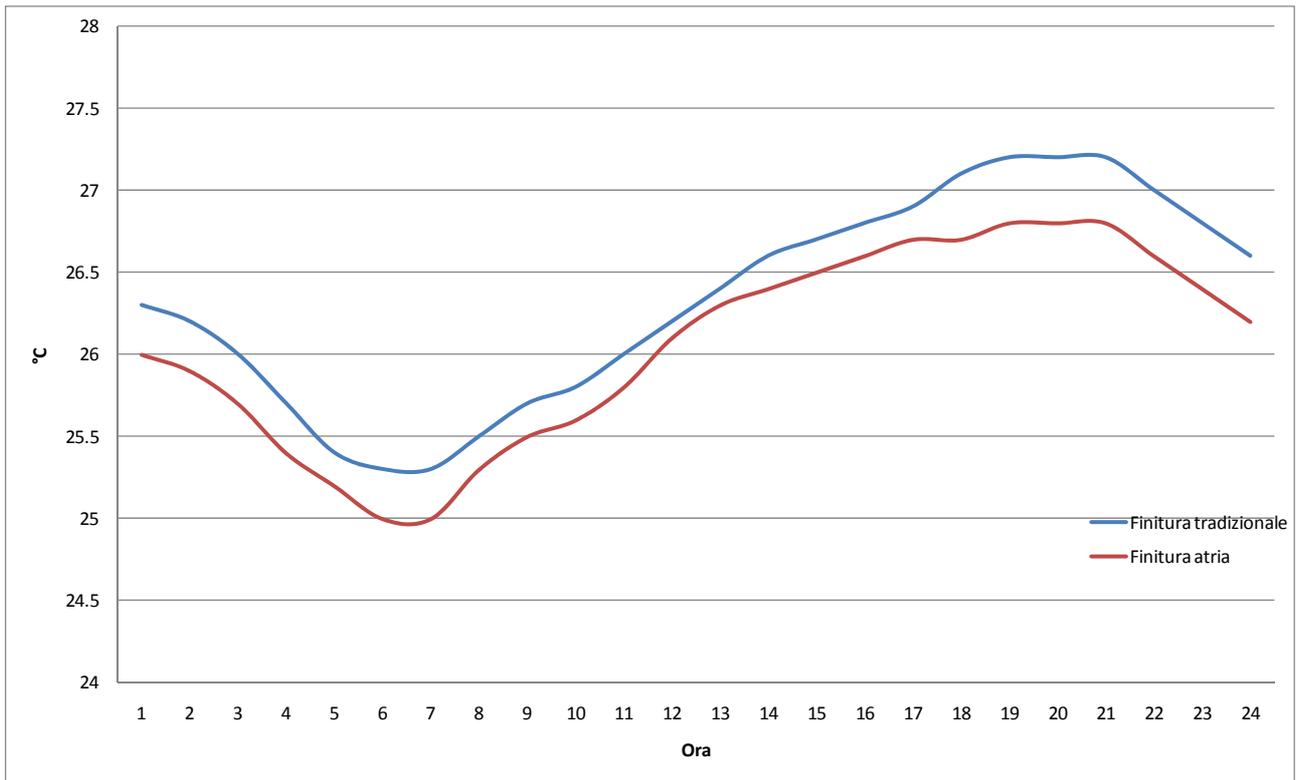


Figura 18 – Temperature interne superficiali nella parete SUD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

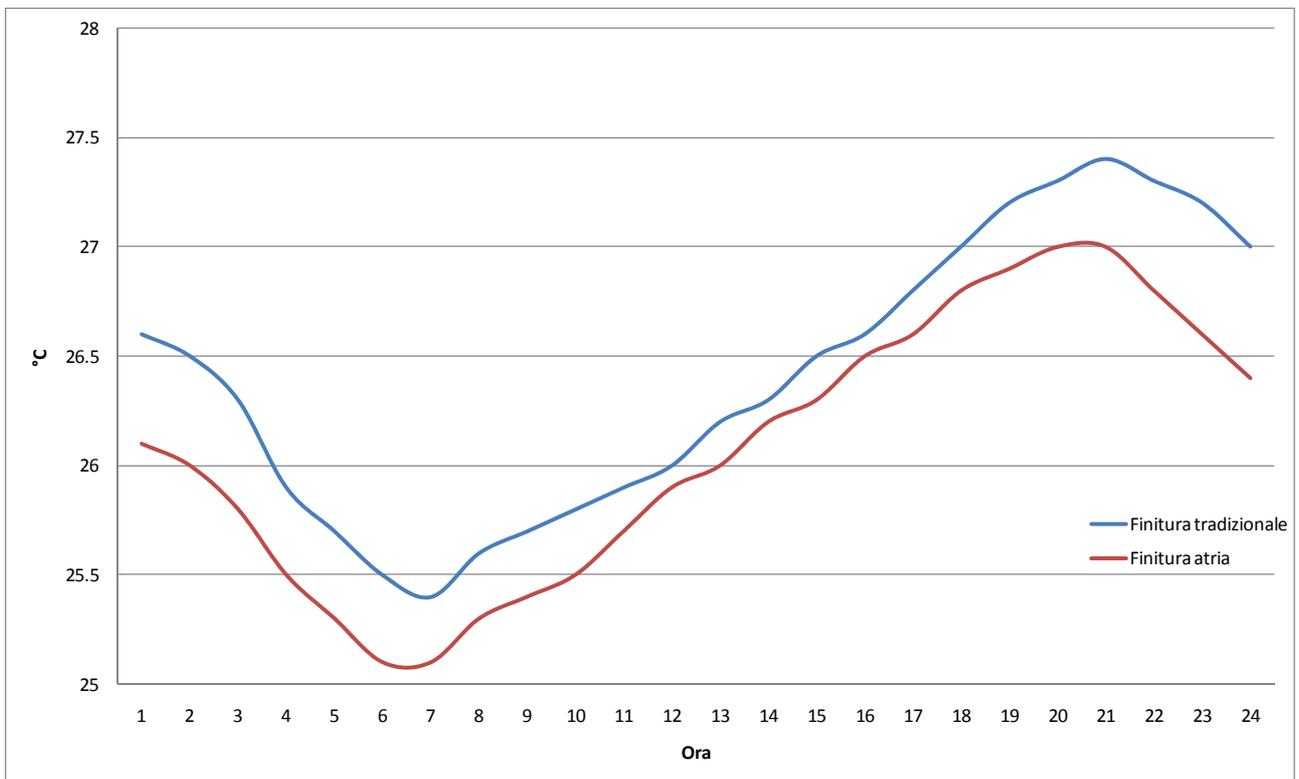


Figura 19 – Temperature interne superficiali nella parete OVEST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

PALAZZINA (MILANO)

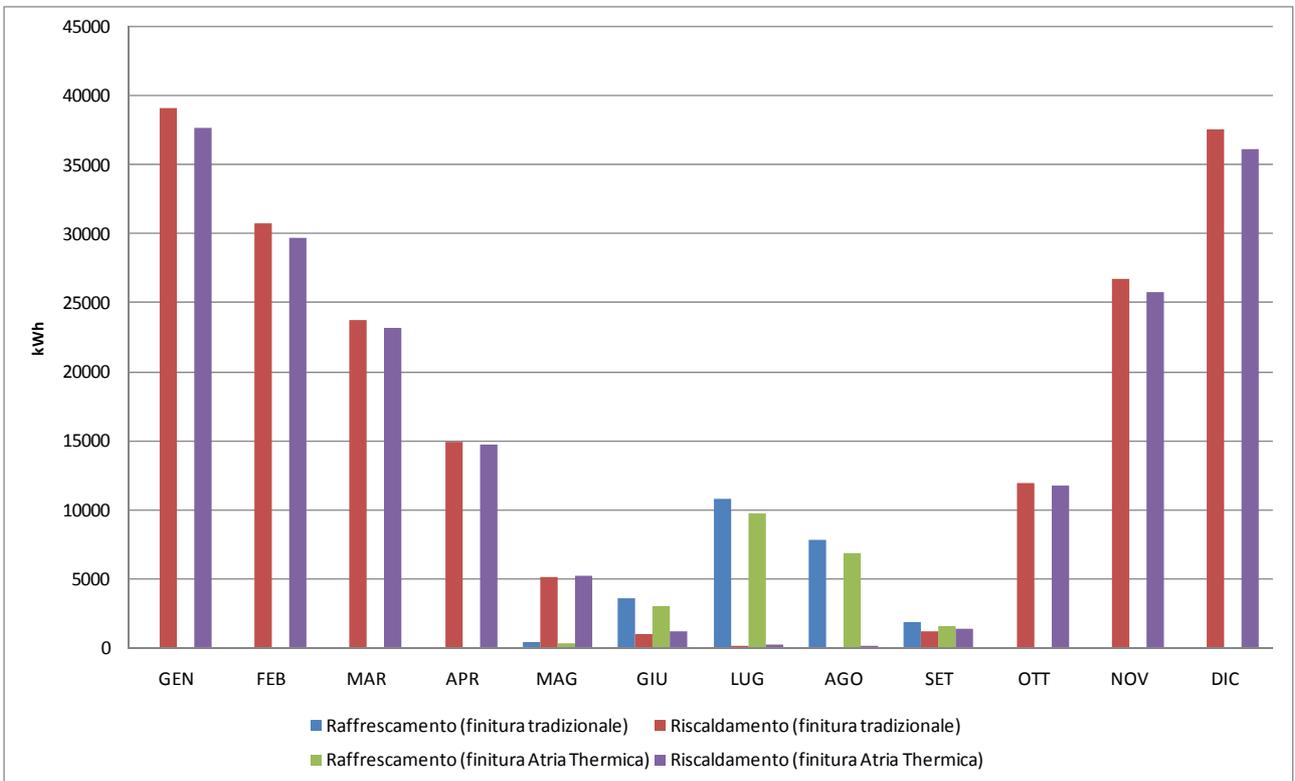
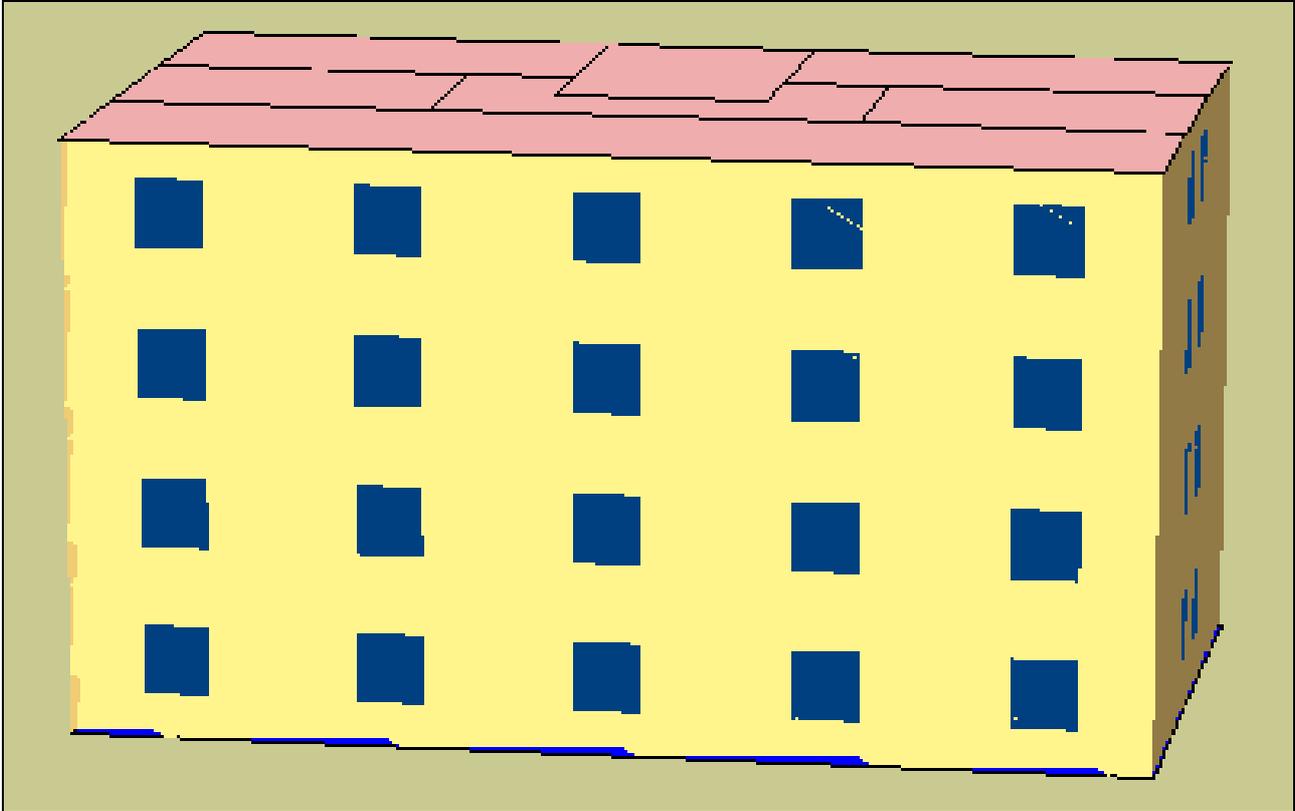


Figura 20 – Domanda di energia nel caso di “palazzina”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 19 – Palazzina (Milano): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh	KWh/m ²	KWh/m ²
GEN	39143	10.2	0	0.0
FEB	30764	8.0	0	0.0
MAR	23812	6.2	0	0.0
APR	14908	3.9	77	0.0
MAG	5116	1.3	474	0.1
GIU	1076	0.3	3605	0.9
LUG	155	0.0	10818	2.8
AGO	68	0.0	7803	2.0
SET	1264	0.3	1876	0.5
OTT	11983	3.1	60	0.0
NOV	26750	7.0	0	0.0
DIC	37608	9.8	0	0.0
TOT	192647	50.2	24713	6.4

Tabella 20 – Palazzina (Milano): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	37698	9.8	0	0.0
FEB	29709	7.7	0	0.0
MAR	23172	6.0	0	0.0
APR	14685	3.8	58	0.0
MAG	5230	1.4	369	0.1
GIU	1167	0.3	3045	0.8
LUG	208	0.1	9705	2.5
AGO	95	0.0	6906	1.8
SET	1352	0.4	1629	0.4
OTT	11719	3.1	49	0.0
NOV	25764	6.7	0	0.0
DIC	36183	9.4	0	0.0
TOT	186982	48.7	21761	5.7

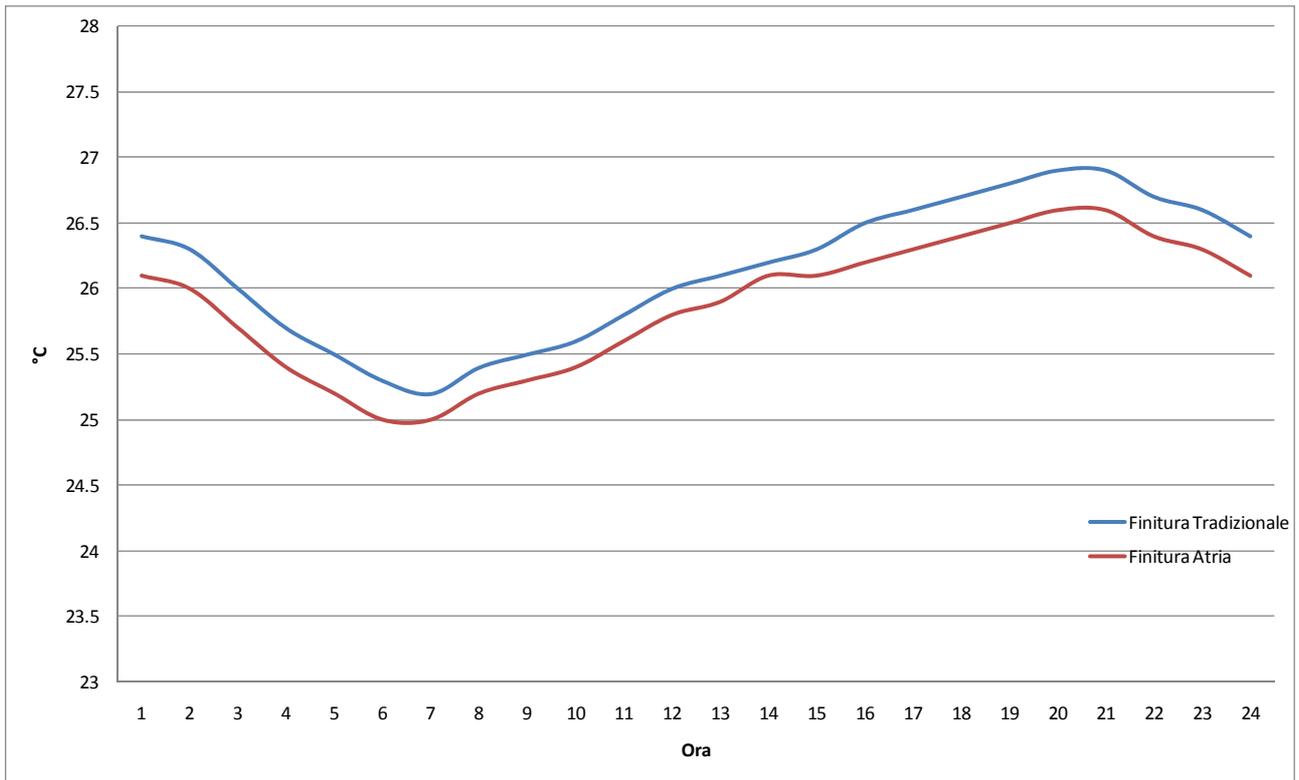


Figura 21 – Temperature interne superficiali nella parete NORD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

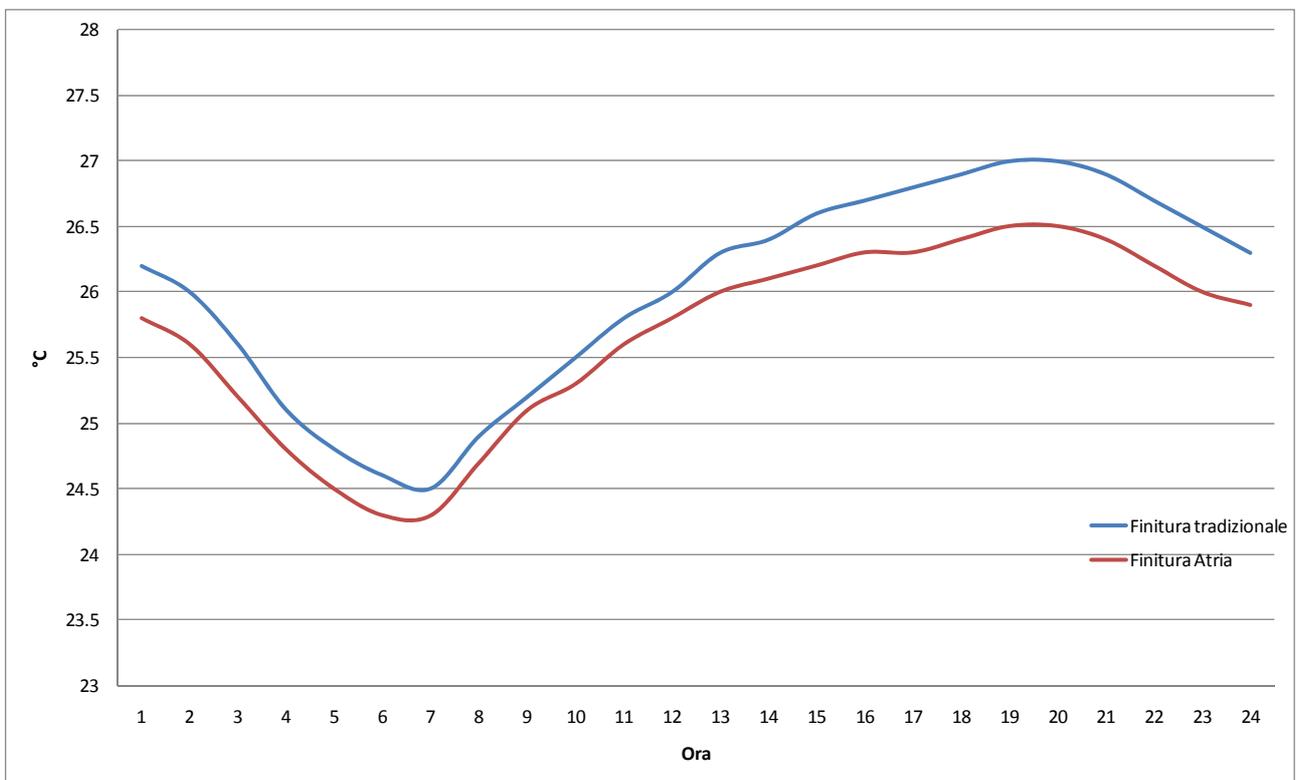


Figura 22 – Temperature interne superficiali nella parete EST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

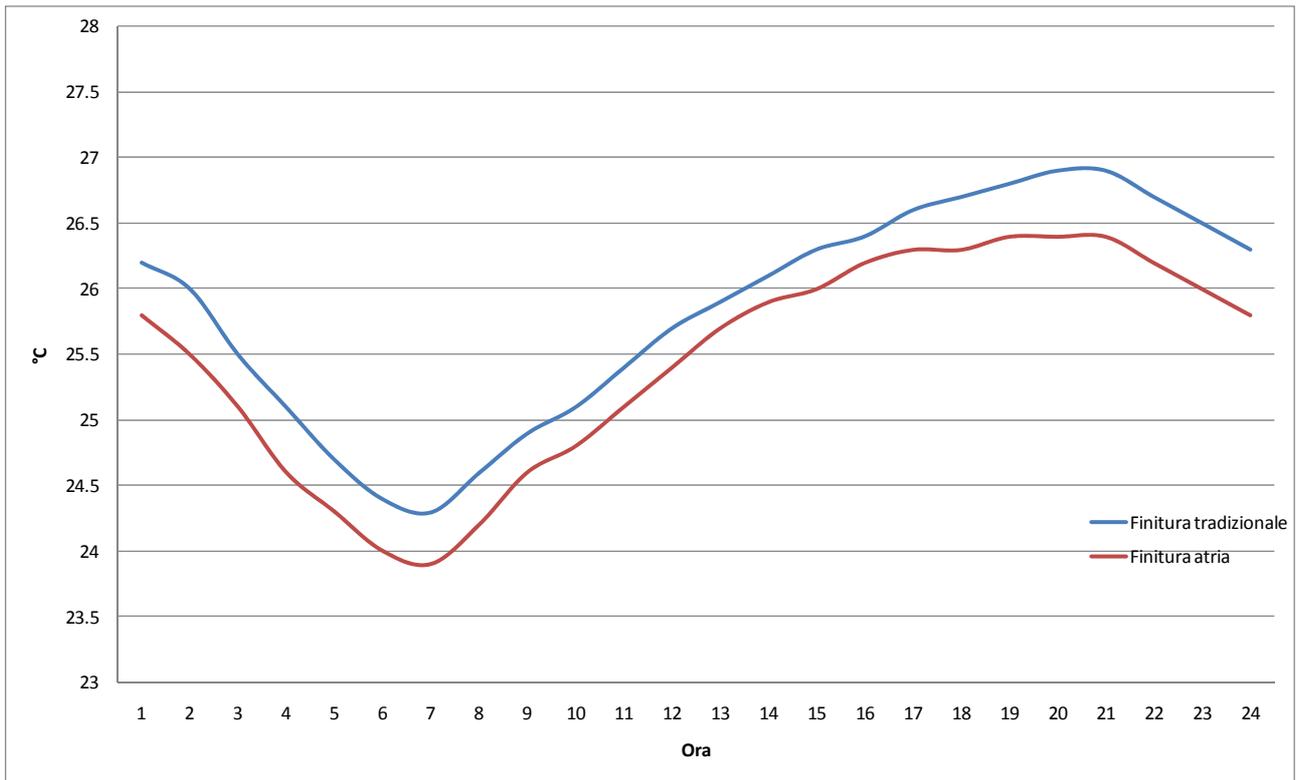


Figura 23 – Temperature interne superficiali nella parete SUD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

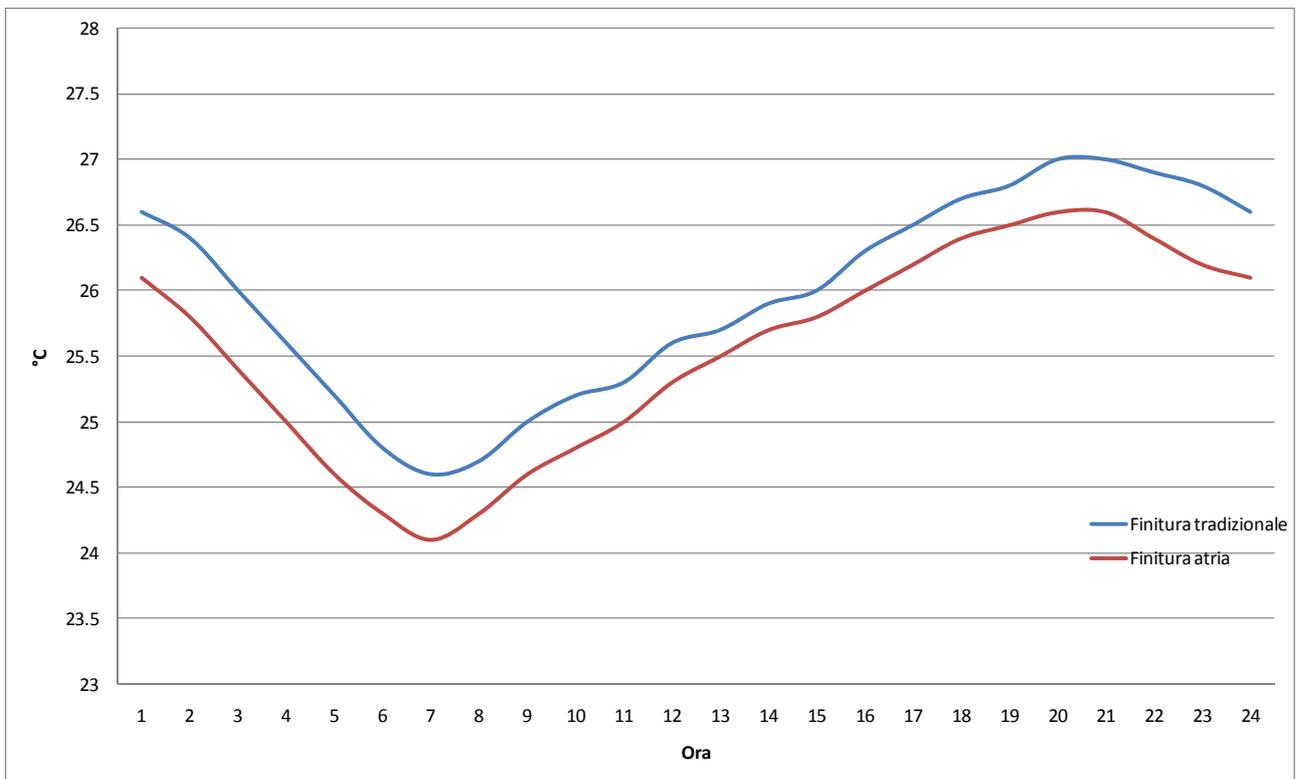


Figura 24 – Temperature interne superficiali nella parete OVEST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

PALAZZINA (PALERMO)

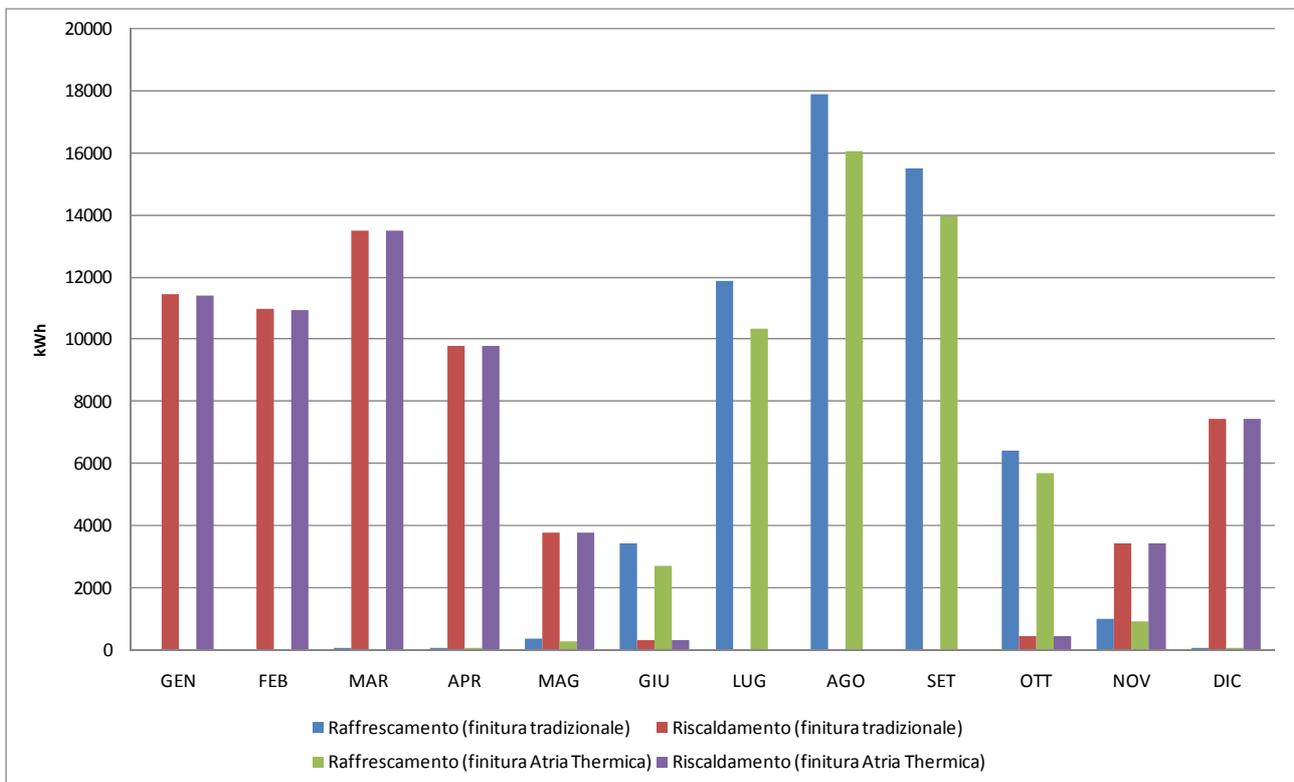
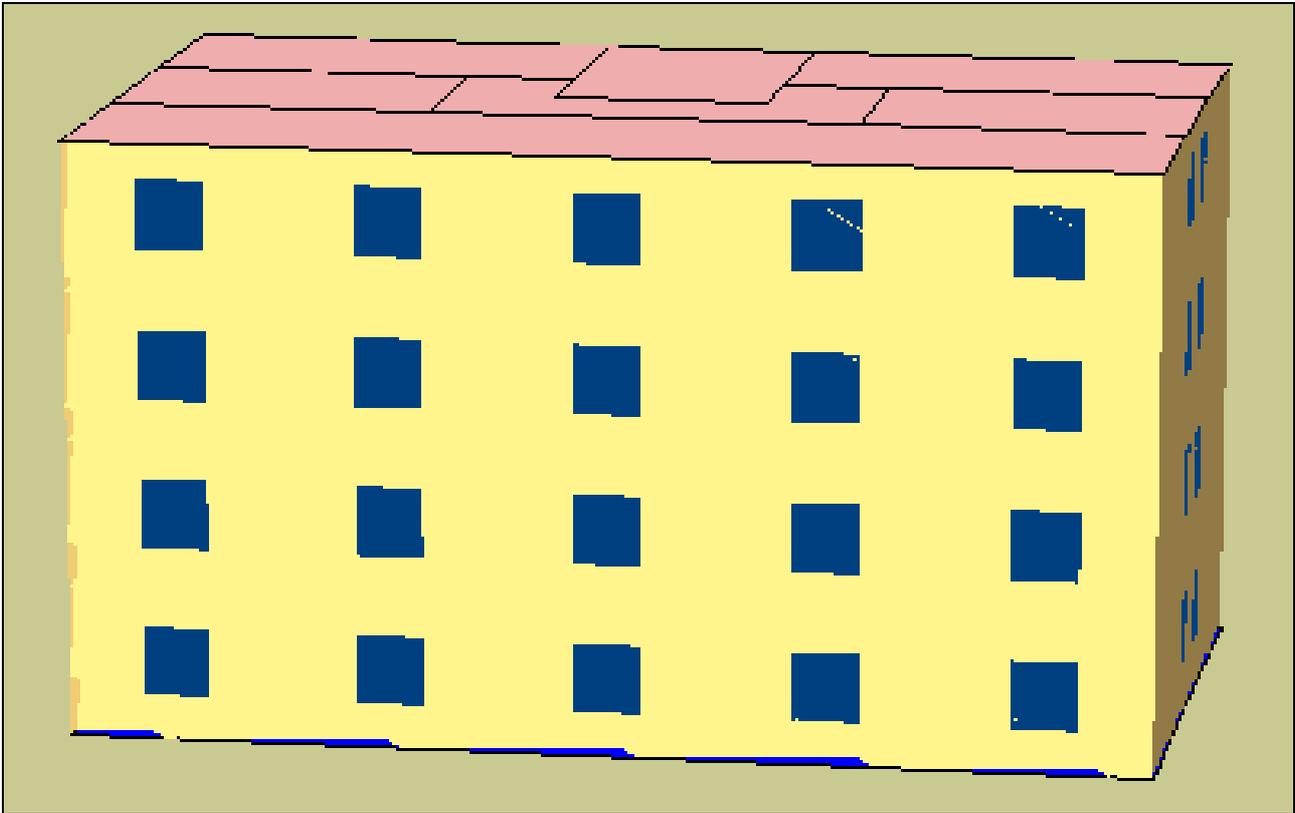


Figura 25 – Domanda di energia nel caso di “palazzina”: finitura Atria Thermica e finitura tradizionale

Tabella 21 – Palazzina (Palermo): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura tradizionale

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh	KWh/m ²	KWh/m ²
GEN	11458	3.0	22	0.0
FEB	10993	2.9	28	0.0
MAR	13528	3.5	46	0.0
APR	9800	2.6	74	0.0
MAG	3796	1.0	368	0.1
GIU	339	0.1	3422	0.9
LUG	35	0.0	11868	3.1
AGO	30	0.0	17922	4.7
SET	31	0.0	15509	4.0
OTT	449	0.1	6422	1.7
NOV	3449	0.9	1008	0.3
DIC	7456	1.9	77	0.0
TOT	61364	16.0	56766	14.8

Tabella 22 –Palazzina (Palermo): domanda di energia nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica

Mese	Riscaldamento		Raffrescamento	
	KWh	KWh/m ²	KWh	KWh/m ²
GEN	11433	3.0	19	0.0
FEB	10963	2.9	25	0.0
MAR	13503	3.5	38	0.0
APR	9770	2.5	61	0.0
MAG	3771	1.0	270	0.1
GIU	309	0.1	2691	0.7
LUG	10	0.0	10371	2.7
AGO	0	0.0	16076	4.2
SET	6	0.0	13995	3.6
OTT	419	0.1	5677	1.5
NOV	3424	0.9	907	0.2
DIC	7426	1.9	74	0.0
TOT	61034	15.9	50204	13.1

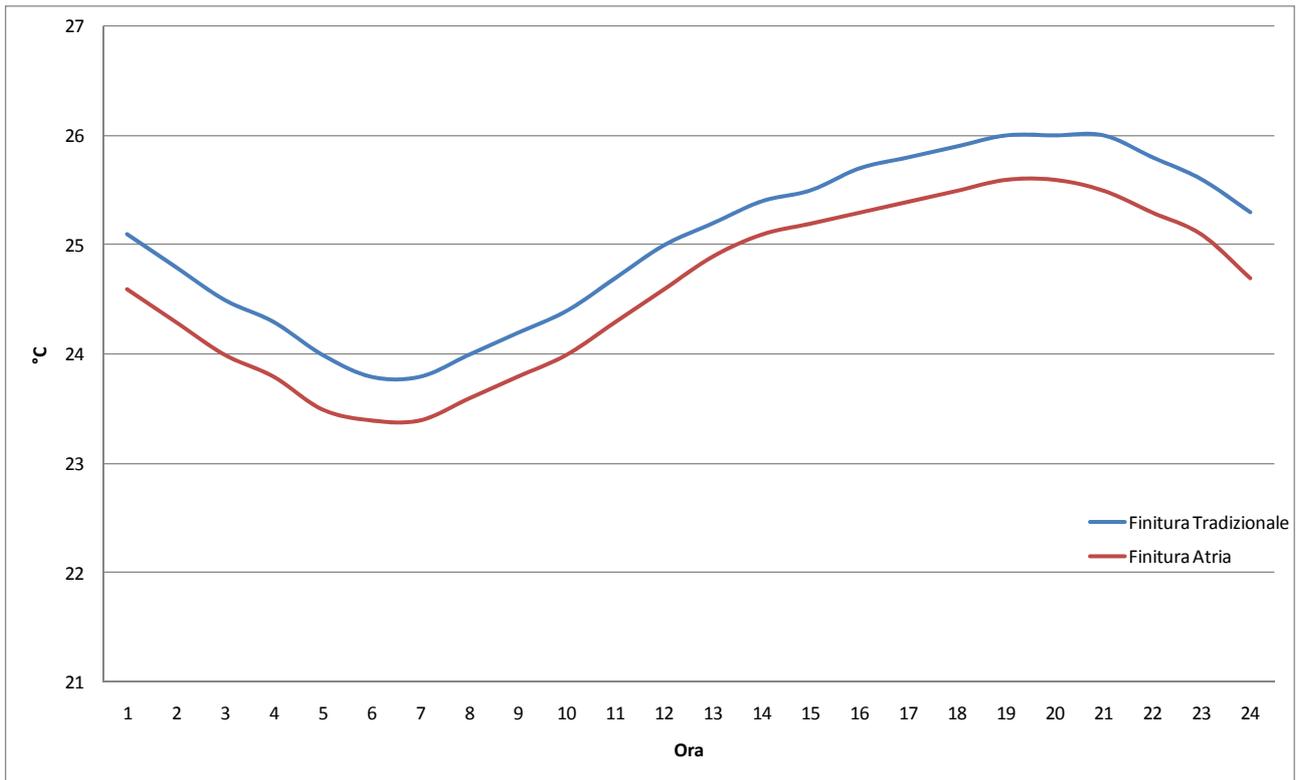


Figura 26 – Temperature interne superficiali nella parete NORD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

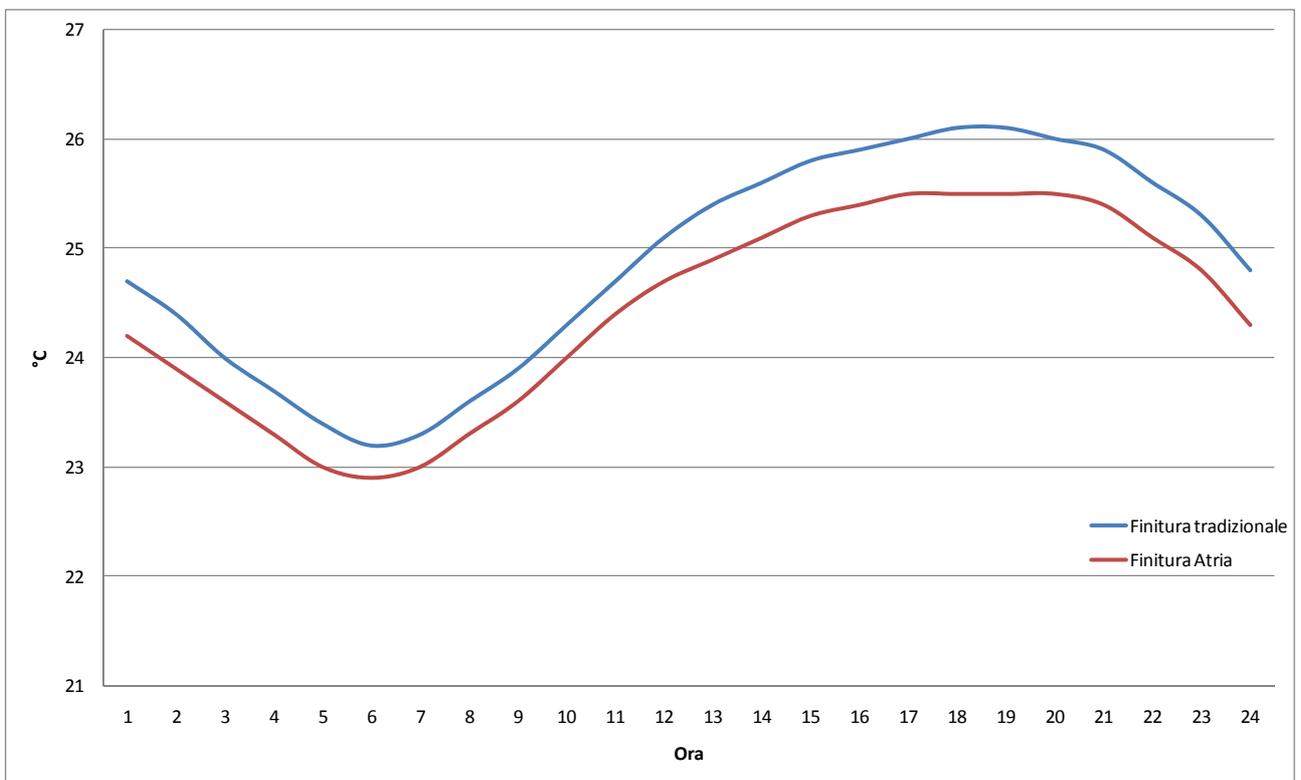


Figura 27 – Temperature interne superficiali nella parete EST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

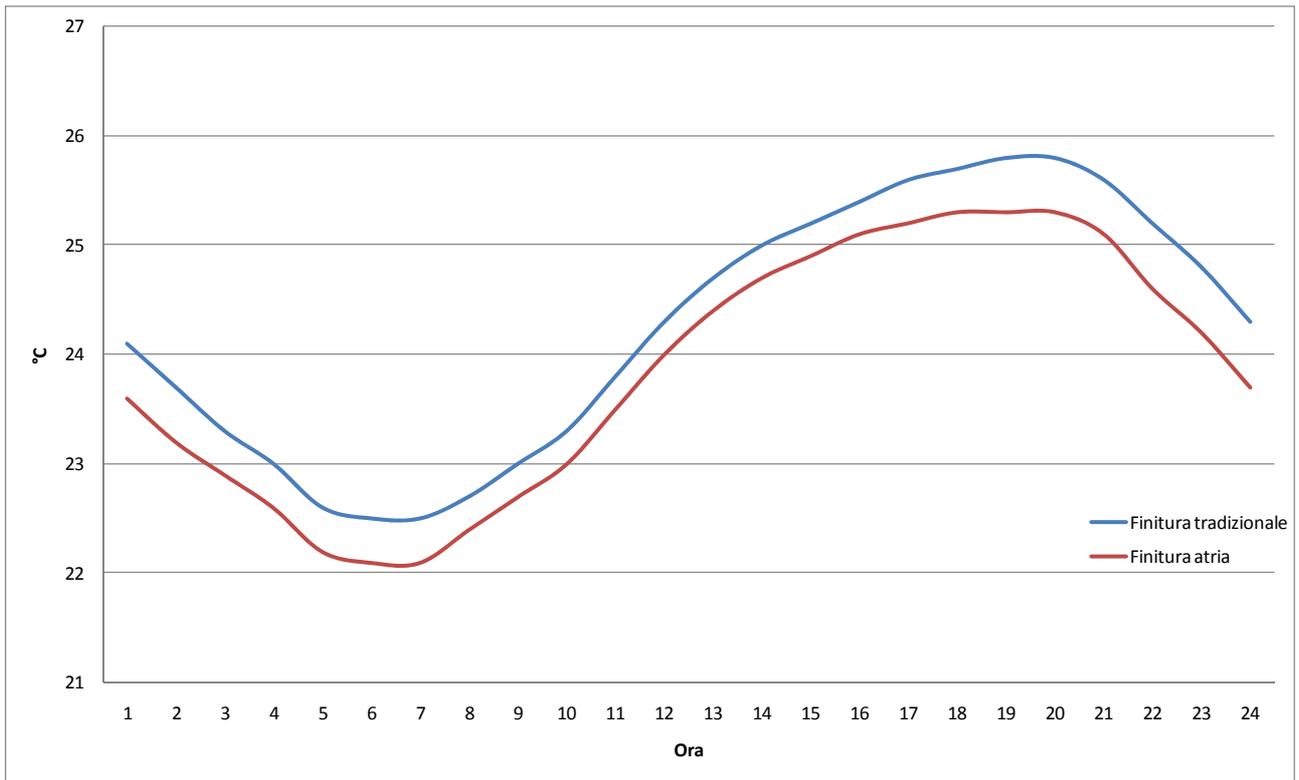


Figura 28 – Temperature interne superficiali nella parete SUD nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

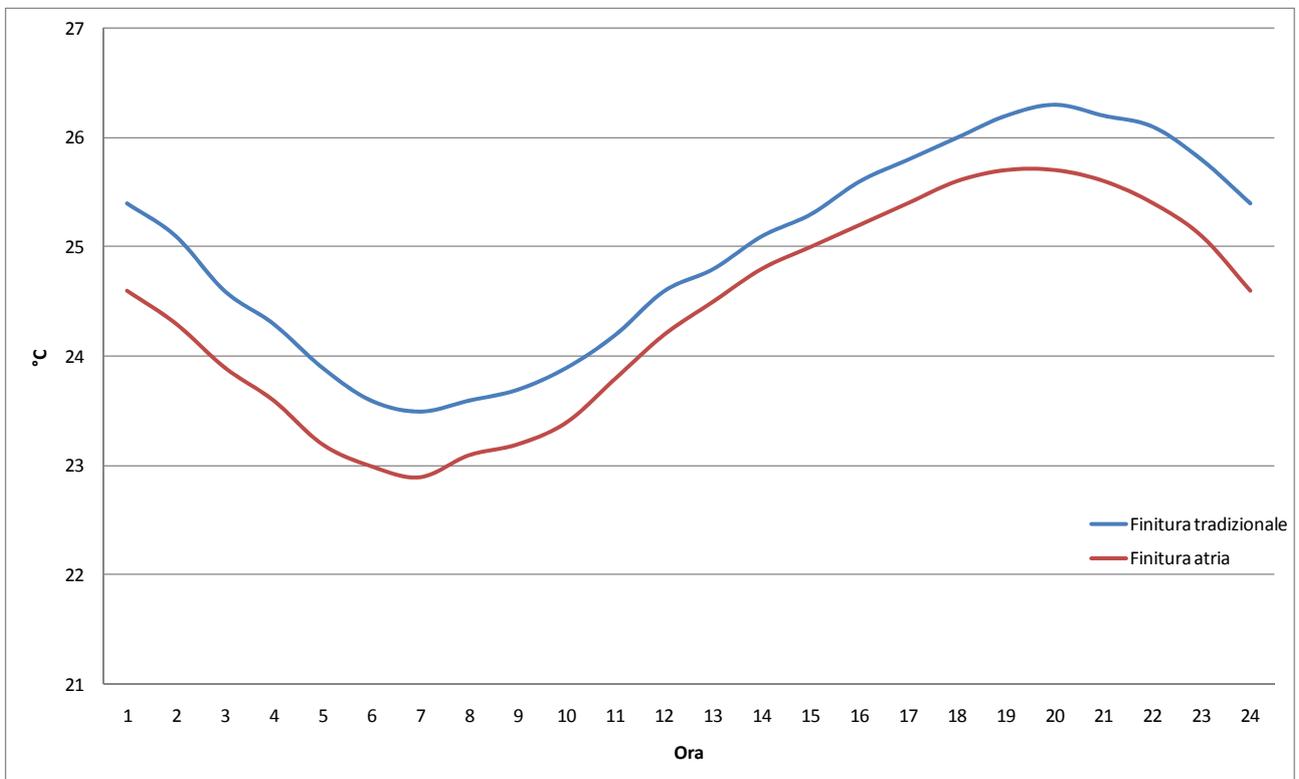


Figura 29 – Temperature interne superficiali nella parete OVEST nel caso di applicazione della finitura Atria Termica e della finitura tradizionale (giornata estiva)

6. CONSIDERAZIONI FINALI

In Tabella 23 e Figura 30 è mostrata una sintesi dei risultati delle simulazioni in regime dinamico. L'applicazione della finitura Atria Thermica, secondo le modalità di cui al paragrafo 4, consente di ottenere un risparmio, in termini di domanda complessiva di energia dell'edificio, variabile tra il 2% ed il 6%.

Se si considera la sola domanda energetica per il raffrescamento i risparmi variano dal 7% del caso di edificio unifamiliare a Roma, al 12% della palazzina a Palermo e Milano.

Più contenuto è invece il risparmio per il riscaldamento (dovuto alle minore emissioni di calore IR durante le ore notturne o in assenza di sole) che spazia dallo 0% dell'edificio unifamiliare a Palermo al 3% dell'edificio a schiera e della palazzina a Milano.

Tabella 23 – Domanda di energia per riscaldamento, raffrescamento e totale nel caso di applicazione di finitura Atria Thermica e di finitura tradizionale

Tipologia edilizia	Ubicazione	Riscaldamento			Raffrescamento			Totale		
		kWh			kWh			kWh		
		Finitura tradizionale	Finitura Atria Thermica	Risparmio	Finitura tradizionale	Finitura Atria Thermica	Risparmio	Finitura tradizionale	Finitura Atria Thermica	Risparmio
Edificio unifamiliare	Milano	39'671	39'020	2%	4'140	3'775	9%	43'811	42'795	2%
	Roma	22'412	22'275	1%	8'534	7'958	7%	30'946	30'233	2%
	Palermo	12'418	12'417	0%	9'824	8'996	8%	22'242	21'413	4%
Edificio a schiera	Milano	70'619	68'650	3%	8'869	8'000	10%	79'488	76'650	4%
	Roma	39'090	38'525	1%	17'421	16'063	8%	56'511	54'588	3%
	Palermo	22'329	22'209	0.5%	20'552	18'547	10%	42'881	40'756	5%
Palazzina	Milano	192'647	186'982	3%	24'713	21'761	12%	217'360	208'743	4%
	Roma	108'909	107'196	2%	48'862	44'223	9%	157'771	151'419	4%
	Palermo	61'364	61'034	1%	56'766	50'204	12%	118'130	111'238	6%

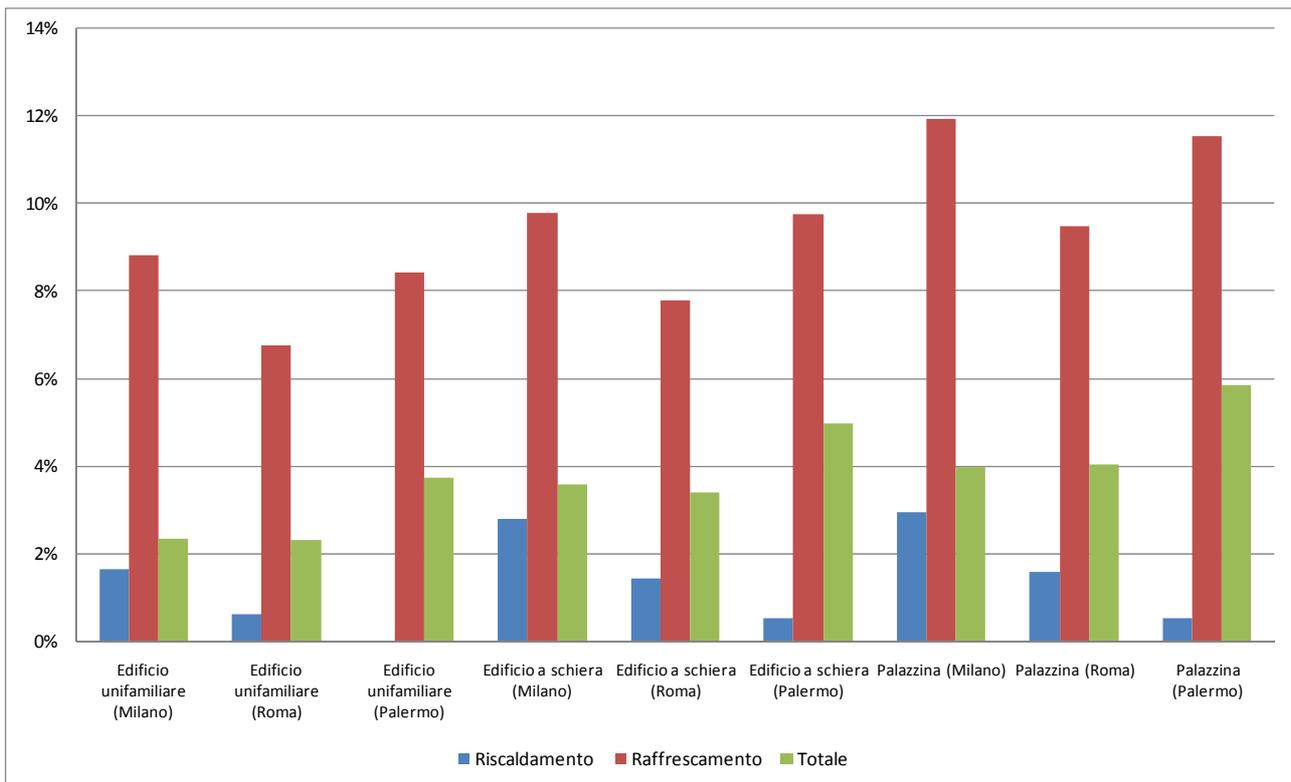


Figura 30 – Differenza tra domanda di energia per riscaldamento, raffrescamento e totale nel caso di applicazione di finitura Atria Thermica e di finitura tradizionale

Il miglioramento delle prestazioni complessive nel caso di applicazione della finitura Atria Thermica è ancora più evidente se, piuttosto che alla domanda di energia per riscaldamento dell'intero anno, si fa riferimento a quella stimata durante il periodo di riscaldamento fissato dal DPR 412/93 in relazione alla zona climatica di appartenenza del comune (Tabella 24).

Tabella 24 – Suddivisione delle zone climatiche, i relativi periodi di riscaldamento e numero massimo di ore giornaliere di accensione degli impianti (DPR 412/93).

Zona	Gradi Giorno	Periodo di riscaldamento	Numero di ore massime giornaliere
A	inferiore a 600	dal 01-12 al 15-03	6
B	601-900	dal 01-12 al 31-03	8
C	901-1400	dal 15-11 al 31-03	10
D	1401-2100	dal 01-11 al 15-04	12
E	2101-3000	dal 15-10 al 15-04	14
F	superiore a 3000	nessuna limitazione	nessuna limitazione

I valori di cui alla Tabella 23 si modificano, in questo caso, con quelli mostrati in Tabella 25 e Figura 31: l'applicazione della finitura Atria Thermica consente di ottenere una riduzione della domanda complessiva di energia dell'edificio variabile tra il 3% ed il 6%.

Tabella 25 – Domanda di energia per riscaldamento (periodi di riscaldamento fissati dal DPR 412/93), raffrescamento e totale nel caso di applicazione di finitura Atria Thermica e di finitura tradizionale

Tipologia edilizia	Ubicazione	Riscaldamento			Raffrescamento			Totale		
		kWh			kWh			kWh		
		Finitura tradizionale	Finitura Atria Thermica	Differenza	Finitura tradizionale	Finitura Atria Thermica	Differenza	Finitura tradizionale	Finitura Atria Thermica	Differenza
Edificio unifamiliare	Milano	35'458	34'781	2%	4'140	3'775	9%	39'598	38'556	3%
	Roma	20'333	20'148	1%	8'534	7'958	7%	28'866	28'106	3%
	Palermo	9'010	9'010	0%	9'824	8'996	8%	18'834	18'006	4%
Edificio a schiera	Milano	63'428	61'487	3%	8'869	8'000	10%	72'297	69'487	4%
	Roma	35'589	34'964	2%	17'421	16'063	8%	53'010	51'027	4%
	Palermo	16'045	16'005	0.2%	20'552	18'547	10%	36'597	34'552	6%
Palazzina	Milano	171'523	165'728	3%	24'713	21'761	12%	196'236	187'489	4%
	Roma	98'010	95'961	2%	48'862	44'223	9%	146'872	140'184	5%
	Palermo	61'364	61'034	1%	56'766	50'204	12%	118'130	111'238	6%

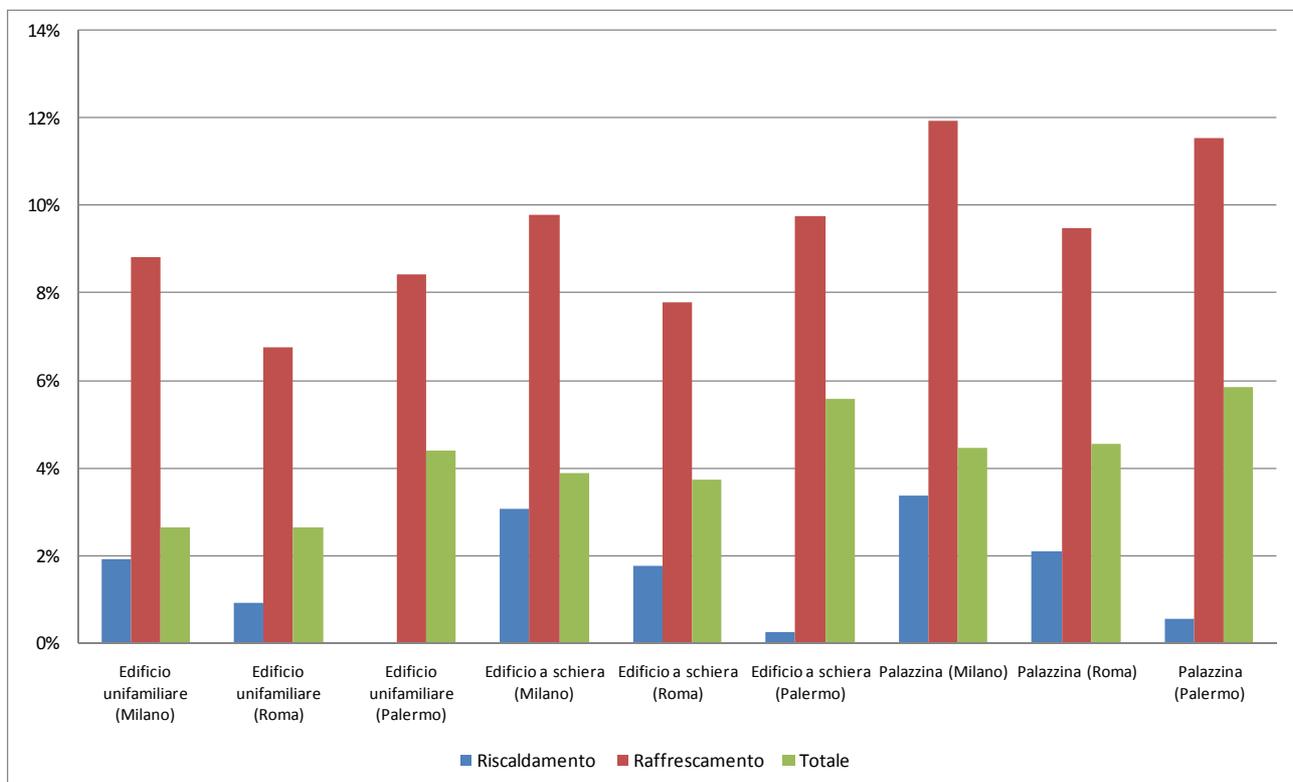


Figura 31 – Differenza tra domanda di energia per riscaldamento (periodi di riscaldamento fissati dal DPR 412/93), raffrescamento e totale nel caso di applicazione di finitura Atria Thermica e di finitura tradizionale

La riduzione di circa 1 grado della temperatura interna della parete, riscontrata in quasi tutti i casi analizzati nella stagione estiva, contribuisce a migliorare le condizioni di comfort ambientale a causa della riduzione della minore temperatura radiante dell'ambiente.

Dalle analisi eseguite si deduce che l'applicazione della finitura esterna consente di ottenere buoni risultati in termini energetici e di comfort ambientale, pur non modificando la trasmittanza termica della parete per via del ridottissimo spessore.