

RAPPORTO DI PROVA

| SQM_398_2019 |

VALUTAZIONE DEL RISPARMIO ECONOMICO PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE DERIVANTE DALL'APPLICAZIONE ALLE PARETI OPACHE VERTICALI DI UNA TIPOLOGIA DI PACCHETTO MULTISTRATO DENOMINATO "SANAWALL" DELLA DITTA "AZICHEM S.R.L.", GOITO (MN).

LUOGO E DATA DI EMISSIONE: Faenza, 06/11/2019

COMMITTENTE: **Azichem S.r.l.**

STABILIMENTO: Via G. Gentile 16/A
46044 Goito (MN)

TIPO DI PRODOTTO: *Pacchetto multistrato*

NORMATIVE APPLICATE: P.O.I.

DATA RICEVIMENTO CAMPIONI: 30/10/2019

DATA ESECUZIONE PROVE: Novembre 2019

PROVE ESEGUITE PRESSO: CertiMaC, Faenza

NOTA: I risultati contenuti nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto alle prove di seguito descritte. E' inoltre ad uso esclusivo del Committente nell'ambito dei limiti previsti dalla normativa cogente e non può essere riprodotto (in forma cartacea o digitale) parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Esecuzione	Redazione	Approvazione
Ing. Mattia Santandrea 	_Ing. Mattia Santandrea_ 	_Ing. Luca Laghi_ 
Revisione - 1		Pagina 1 di 12

1 Introduzione

Il presente rapporto ha come oggetto la valutazione numerica del contributo dato dall'applicazione di un pacchetto multistrato denominato "SANAWALL" applicato alla parete esterna di un edificio (vedi Rif. 2-i), in termini di risparmio energetico per la climatizzazione invernale in un caso tipo, richiesta al laboratorio Certimac di Faenza (RA) dal Committente (Rif. 2-a, 2-b).

Il pacchetto SANAWALL è così composto:

- UNTERSANA = 4 mm (rinzaffo);
- SANAWARME = 35 mm (intonaco);
- SANASTOF = 2 mm (rasatura);
- SANAFIX = 0,1 mm (primer);
- RASOSANA = 1,0 mm (finitura).

La valutazione è stata sviluppata con una procedura ad hoc basata sulle specifiche contenute al Rif. 2-c, che definisce le modalità di applicazione nazionale della norma di cui al Rif. 2-d. I valori di conducibilità del prodotto fanno riferimento ai risultati sperimentali contenuti al Rif. 2-h e alle successive valutazioni numeriche di cui al Rif. 2-i.

Al fine di generalizzare quanto più possibile i dati di risparmio in termini energetici ed economici e svincolarsi così dalle molteplici variabili legate al sito (fascia climatica, orientazione), alla morfologia dell'edificio, alla presenza di parti trasparenti, ecc. si è concentrato il calcolo su una superficie opaca omogenea di riferimento con area pari a 1 m².

2 Riferimenti

- a. Preventivo: Prot. 19313/lab del 28/10/2019.
- b. Conferma d'ordine: e-mail del 30/10/2019.
- c. Norma UNI/TS 11300-1:2014. Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- d. Norma UNI EN ISO 13790:2008. Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- e. Norma UNI EN 6946:2008. Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo.
- f. Norma UNI EN 1745:2012. Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici di progetto.

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 2 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

- g. Norma UNI EN ISO 13789:2008. Prestazione energetica degli edifici. Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione. Metodo di calcolo.
- h. Rapporto di prova SQM_396_2019 del 21/10/2019: "Determinazione sperimentale della conducibilità termica (norma UNI EN 12664) di una tipologia di pacchetto multistrato denominato "SANAWALL" fornito dalla ditta "Azichem S.r.L.", Goito (MN).
- i. Rapporto di prova SQM_397_2019 del 06/11/2019: "Valutazione del contributo all'isolamento di murature con una tipologia di pacchetto multistrato denominato "SANAWALL", della ditta "Azichem S.r.L.", Goito (MN).
- j. Norma UNI 10349-1:2016. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata.

3 Oggetto della prova

Il calcolo è stato effettuato in via comparativa su una muratura tipo, definita sulla base delle situazioni più comuni riscontrabili nel patrimonio edilizio esistente riconducibile agli anni '60-'70. Nello specifico, si è preso come riferimento un muro a due teste formato da mattoni pieni in laterizio, giunti di malta orizzontali e verticali e intonaco interno ed esterno a base di calce e gesso (Figura 1).

Sul sistema di tipo tradizionale si valuta la variazione di prestazione termica dovuta alla presenza del pacchetto multistrato posto esternamente alla muratura, al fine di valutarne il potenziale applicativo nei casi di riqualificazione di edifici esistenti. Le valutazioni sono da ritenersi valide entro i limiti di accuratezza dati dai metodi di calcolo presenti nelle normative vigenti e solo ed esclusivamente per le configurazioni considerate.

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 3 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

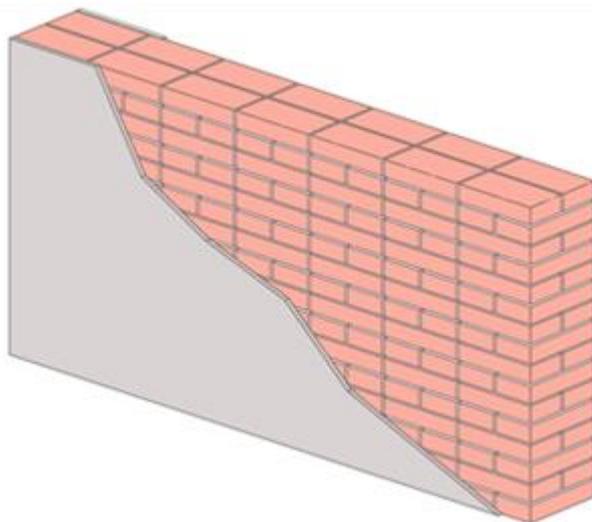


Figura 1. Spaccato assonometrico di muratura tradizionale

Per quanto riguarda i valori termici della muratura nel suo complesso, sia con l'applicazione del prodotto che senza di esso, si fa riferimento a quanto contenuto al Rif. 2-i (Muratura tradizionale), che opera valutazioni numeriche in accordo alle normative al Rif. 2-e e Rif. 2-f.

I valori termici calcolati, fanno riferimento allo stato secco (dry) e non alla condizione di progetto (wet), in quanto l'obiettivo del calcolo è effettuare un'analisi comparativa senza indagare i valori assoluti di performance, da cui decade l'importanza dei valori di progetto per i quali occorre tener conto anche dell'umidità presente all'interno delle strutture.

4 Metodologia di calcolo

4.1 Dati di input

Sulla base delle indicazioni fornite dal Committente e delle ipotesi fatte, sono stati sviluppati i calcoli considerando le seguenti ipotesi. Per lo stato di fatto si considera una muratura a due teste in mattoni pieni in laterizio con giunti di malta verticali e orizzontali e intonaci interno ed esterno a base di calce e gesso. Per lo stato aggiuntivo di prodotto applicato esternamente, viene considerata una conducibilità termica pari a **0,112 W/mK** (Rif.2-e).

Per la muratura, come esposto al Rif. 2-i, si assume una trasmittanza complessiva pari a **1,874 W/m²K** per la situazione di partenza e **1,101 W/m²K** per quella con l'applicazione del prodotto. Il calcolo è stato eseguito su una porzione ideale di muratura opaca omogenea di superficie pari ad un **1 m²**, considerando il flusso di calore stazionario e ad essa ortogonale e trascurando gli effetti di bordo e i ponti termici.

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 4 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

4.2 Condizioni al contorno

Le dispersioni termiche vengono valutate considerando la muratura posta tra due ambienti, quello interno a 20°C e quello esterno a temperatura variabile a seconda della località considerata e del periodo dell'anno. In Tabella 1 si riportano le località considerate (una per ognuna delle fasce climatiche in cui è suddiviso il territorio nazionale) e le temperature medie mensili assunte per il calcolo (desunte dal Rif. 2-j o da letteratura).

Mese	Porto Empedocle Fascia A	Agrigento Fascia B	Napoli Fascia C	Pordenone Fascia D	Mantova Fascia E	Cuneo Fascia F
Gennaio	11,6	11,8	10,4	2,7	1,5	0,4
Febbraio	11,5	10,9	9,4	4,6	2,3	2,3
Marzo	12,7	12,1	11,7	8,5	8,4	6,8
Aprile	14,7	14,9	15,1	12,8	12,9	9,6
Maggio	18,5	18,8	18,7	18,6	18,0	15,4
Giugno	22,2	22,8	22,7	22,2	22,1	20,1
Luglio	24,7	24,8	25,1	23,5	23,5	21,9
Agosto	25,1	24,8	25,6	22,2	24,6	20,1
Settembre	23,1	22,8	21,8	18,2	19,3	16,0
Ottobre	19,6	19,7	17,4	13,4	12,7	10,9
Novembre	16,0	17,0	12,2	8,7	7,5	5,4
Dicembre	13,0	13,3	10,6	4,5	3,4	0,6

Tabella 1. Temperature medie mensili assunte per le località considerate [°C]

Per ogni fascia climatica è stato assunto come periodo di riscaldamento quello riportato al Rif. 2-c ovvero:

- Fascia A: 1 dicembre – 15 marzo
- Fascia B: 1 dicembre – 31 marzo
- Fascia C: 15 novembre – 31 marzo
- Fascia D: 1 novembre – 15 aprile
- Fascia E: 15 ottobre – 15 aprile
- Fascia F: 5 ottobre – 22 aprile

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 5 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

4.3 Metodologia di calcolo

Il calcolo è stato portato a termine sulla base di quanto fissato dalle norme ai Riff. 2-c e 2-d.

Dal momento che la valutazione numerica viene eseguita su un caso di riferimento e non su un edificio specifico, come accennato al Par. 1, sono stati tralasciati i seguenti contributi al fabbisogno energetico complessivo: dispersioni verso il terreno, dispersioni verso ambienti non climatizzati, dispersioni verso ambienti climatizzati a temperatura diversa. Sono inoltre stati trascurati i contributi dati dalle perdite di calore attraverso elementi trasparenti, ponti termici, così come le perdite per ventilazione. Analogamente non sono stati considerati gli apporti gratuiti dati dall'energia solare o dall'utilizzo degli spazi.

In altre parole si considera il solo contributo di scambio termico per trasmissione verso l'esterno per una porzione di muratura tipo in quanto tutti gli altri fattori (ampiezza e posizionamento delle aperture finestrate, ponti termici, orientamento ecc.) sono difficilmente standardizzabili e nella maggioranza dei casi ininfluenti per i fini del presente rapporto. Un apporto gratuito o una maggiore dispersione che si ripropongono invariati in entrambi gli scenari non comportano infatti alcun aggravio o alleggerimento economico delle spese di riscaldamento, se valutate in maniera comparativa.

Per quanto esposto, il coefficiente globale di scambio termico assume la forma (1), in accordo a quanto stabilito al Rif. 2-g.

$$H_{tr,adj} = H_D = A \cdot U \quad (1)$$

Viene inoltre valutato l'extra flusso termico ($\phi_{r,mn}$) dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste del componente edilizio, mediato sul tempo. Per la valutazione, operata in accordo al Rif. 2-c e al Rif. 2-d, è stata assunta una emissività pari 0,9 per l'intonaco. La superficie viene considerata verticale e senza elementi ombreggianti, per cui il fattore di forma F_r assume il valore 0,5.

Lo scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento per ogni mese è quindi dato dall' Eq. (2), considerando le temperature esposte al par. 4.2 e la durata t del mese considerato.

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t + (F_r \phi_{r,mn}) \cdot t \quad (2)$$

Per ogni fascia climatica si computano i contributi limitatamente al periodo di accensione esplicitato al par. 4.2.

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 6 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

5 Valutazione del contributo del pacchetto multistrato ai consumi energetici totali

Sulla base di quanto precedentemente esposto è possibile valutare lo scambio termico totale per trasmissione durante l'arco dell'anno nelle differenti località esemplificative del territorio italiano. I risultati complessivi sono riportati in Tabella 2, mentre i risultati parziali per singolo mese sono visibili in Figura 2.

Oggetto del calcolo	Porto Empedocle Fascia A	Agrigento Fascia B	Napoli Fascia C	Pordenone Fascia D	Mantova Fascia E	Cuneo Fascia F
Tal quale (kWh)	41,78	48,64	62,73	108,65	122,04	135,03
con prodotto applicato (kWh)	24,58	28,61	36,90	63,89	71,76	79,39

Tabella 2. Scambio termico per trasmissione

Per poter stimare l'impatto economico della riduzione dei consumi nei singoli casi è necessario prendere in considerazione il costo da sostenere per la produzione dei kWh termici necessari. La variabile più significativa ad influenzare questo costo è certamente la modalità di produzione dello stesso. Verranno analizzate pertanto differenti opzioni:

- caldaia autonoma a gas metano,
- impianto centralizzato a gasolio,
- stufa o caldaia a pellet,
- pompa di calore elettrica.

Per ognuna di queste sono stati assunti in via semplificativa dei parametri di riferimento necessari alla determinazione di un costo, riassunti in Tabella 3. Questi parametri rappresentano necessariamente una semplificazione rispetto alle numerose variabili offerte dalla complessità tecnologica disponibile sul mercato che non sono riassumibili con un singolo valore.

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 7 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

Tipo di generazione termica	Costo unitario	Potere calorifico	Rendimento ^{1 2}	kWh termici	€ / kWh
Caldaia autonoma a metano ³	0,785 – 0,820 €/m ³	9,6 kWh/m ³	0,85	8,16	0,096 – 0,100
Caldaia centralizzata a gasolio ²	1,120 – 1,130 €/l	10 kWh/m ³	0,85	8,50	0,132 – 0,133
Stufa o caldaia a pellet ²	0,296 – 0,304 €/kg	4,8 kWh/kg	0,85	4,08	0,073 – 0,075
Pompa di calore elettrica ⁴	0,1844 €/kWh	1 kWh	3	3	0,062

Tabella 3. Scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento in kWh

¹ Il dato rappresenta il rendimento globale di impianto, ovvero il prodotto dei rendimenti di generazione, distribuzione, emissione e regolazione. E' stato considerato un valore di riferimento standard

² Per l'energia elettrica il dato rappresenta il coefficiente di prestazione (COP) medio della pompa di calore. Il dato assunto si riferisce ad una ipotetica situazione media

³ Dati da www.centroconsumatori.it riferiti a due scenari di consumo, pari ad un consumo annuale rispettivamente di 7000 kWh e 15000 kWh | situazione marzo 2015

⁴ Dati da www.autorita.energia.it per una famiglia con 3 kW di potenza impegnata e 2700 kWh di consumo annuo | situazione luglio 2015

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 8 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

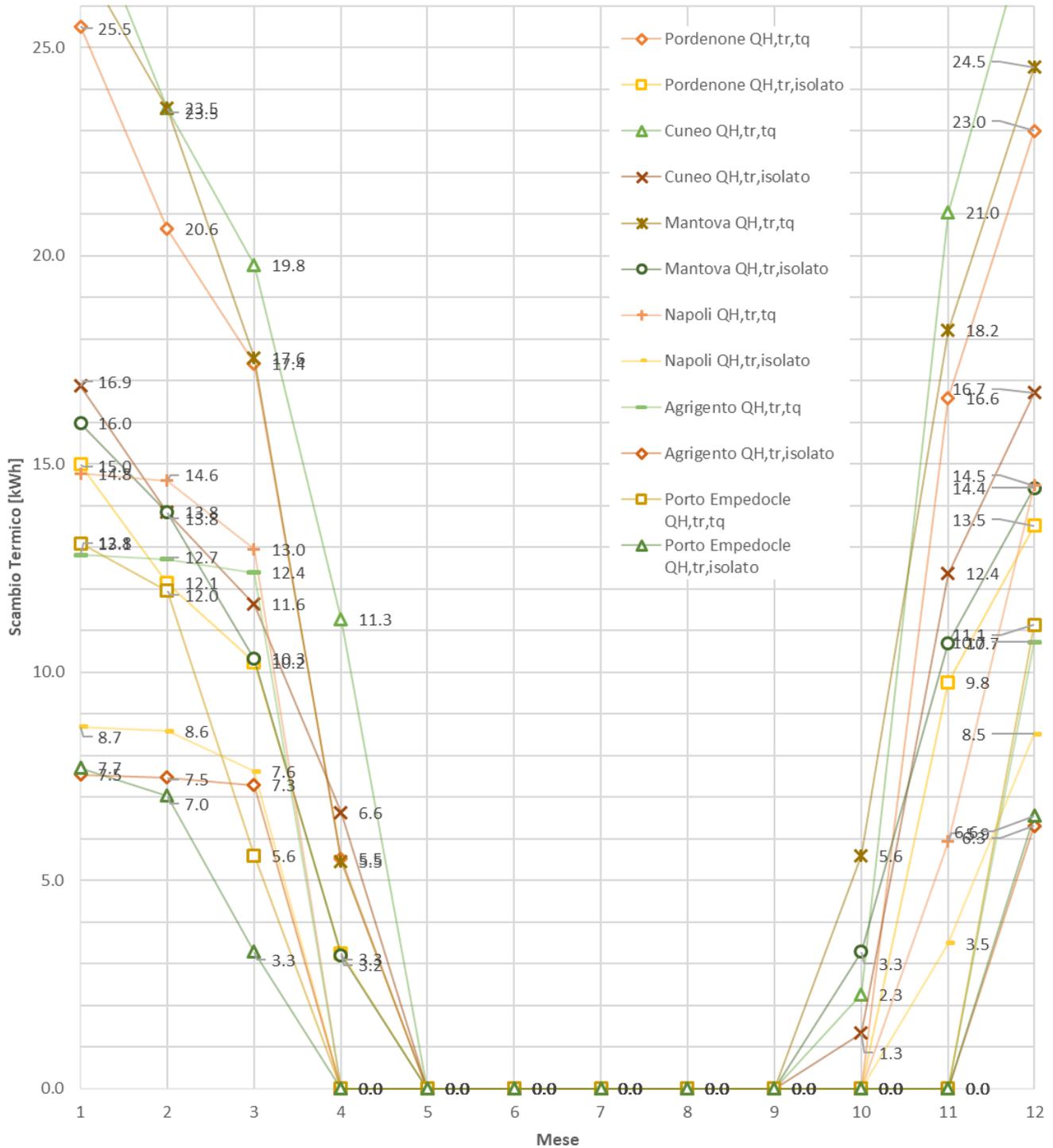


Figura 2. Scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento in kWh

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 9 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

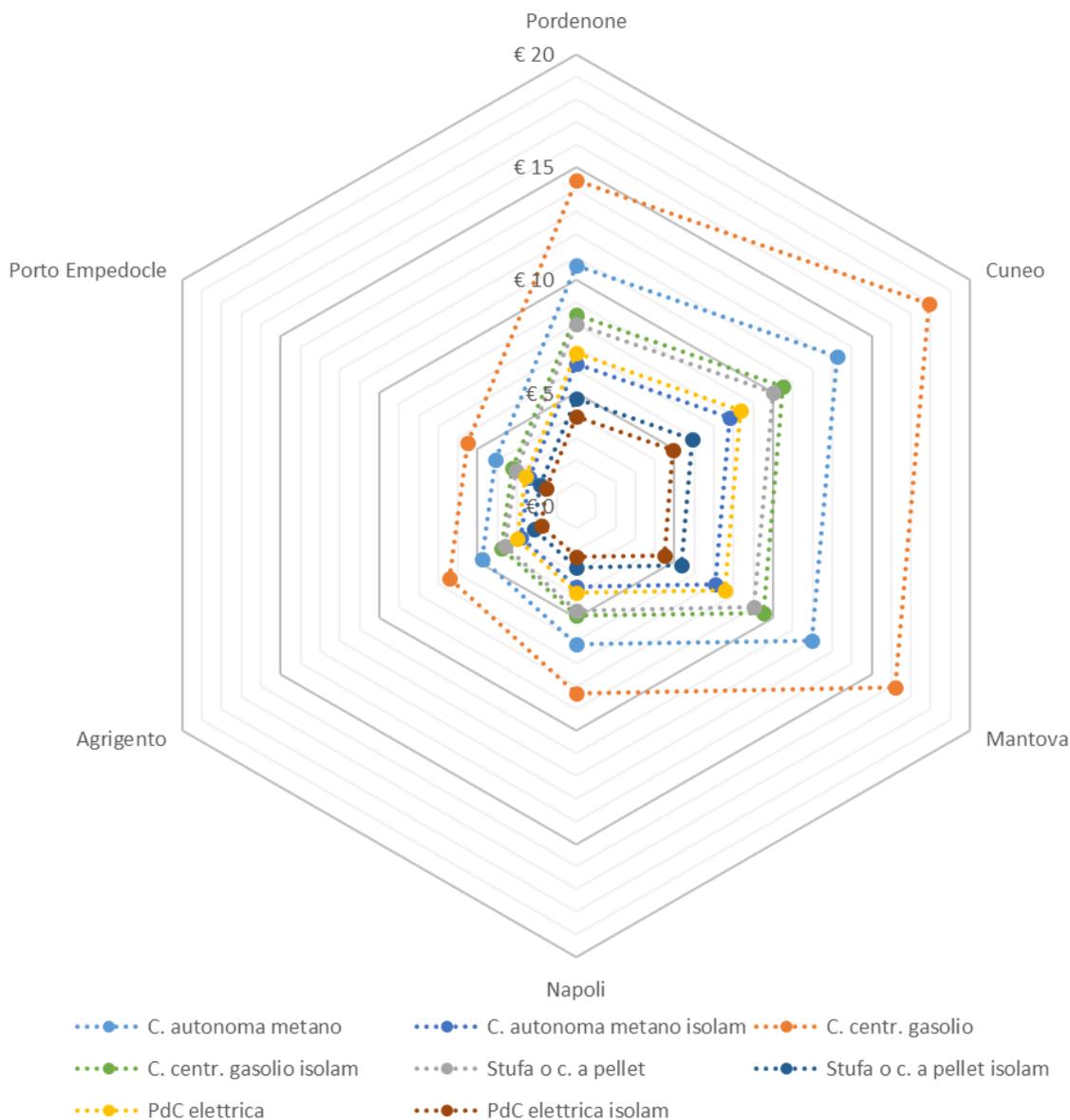


Figura 3. Spesa stimata per m² di superficie di parete a diretto contatto con l'esterno in €, suddivisa per città e per tipologia di impianto di generazione termica

Ovviamente questi dati mirano a fornire un quadro complessivo dello scenario ipotizzato a livello nazionale e pertanto vengono necessariamente operate delle semplificazioni, che possono discostarsi in maniera percentualmente rilevante da quanto avviene nel caso specifico di applicazione reale del prodotto, sia dal punto di vista delle condizioni climatiche reali e dalle temperature interne e modalità di uso degli ambienti effettiva, sia dal punto di vista del costo effettivo dell'energia prodotta e dell'efficienza dell'impianto.

Dalla spesa individuata per lo scenario di partenza e per quello con applicazione del prodotto nei vari casi, è possibile stimare il risparmio ottenibile a seguito dell'applicazione del prodotto, mostrato in Tabella 4.

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 10 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

Metodo di riscaldamento	Porto Empedocle Fascia A	Agrigento Fascia B	Napoli Fascia C	Pordenone Fascia D	Mantova Fascia E	Cuneo Fascia F
Caldiaia autonoma a metano ⁵	1,69	1,96	2,53	4,39	4,93	5,45
Caldiaia centralizzata a gasolio ²	2,28	2,65	3,42	5,93	6,66	7,37
Stufa o caldaia a pellet ²	1,27	1,48	1,91	3,31	3,72	4,12
Pompa di calore elettrica ⁶	1,07	1,24	1,60	2,78	3,12	3,45

Tabella 4. Risparmi derivanti dall'applicazione del prodotto in €/m²-ann, solo esternamente alla parete

6 Conclusioni

Le valutazioni presentate nel rapporto di prova mirano a fornire un quadro generale del risparmio ottenibile in seguito all'applicazione del prodotto sul lato esterno di una parete opaca verticale avente le caratteristiche presentate nel rapporto stesso. Il risparmio viene quantificato per m² di parete e in funzione di 6 differenti profili climatici (uno per ogni zona climatica) e di diversi impianti di generazione termica.

Il rapporto si propone di dare un'idea indicativa del risparmio ottenibile, non potendo trascurare, per una stima corretta, parametri non generalizzabili a livello nazionale e propri del singolo edificio, quali numero e disposizione di aperture finestrate, ponti termici, ventilazione, e ogni altro contributo che modifichi i consumi totali lungo l'arco dell'anno.

I risparmi individuati passano da **1,07 €/m²** per località a clima più caldo (Porto Empedocle – Zona A) e impianti con pompa di calore elettrica fino a **7,37 €/m²** per località a clima più rigido (Cuneo – Zona F) nel caso di impianti centralizzati a gasolio.

Questi valori risultano comunque conservativi rispetto alle valutazioni effettuate secondo il metodo di calcolo fornito dalla normativa vigente. L'applicazione del prodotto anche nelle zone dell'involucro a più alta dispersione, come i ponti termici, fornisce un contributo percentualmente più rilevante che quindi innalza i risparmi e migliora anche il comfort abitativo interno, riducendo il rischio di formazione di condensa e muffe.

⁵ Dati da www.centroconsumatori.it riferiti a due scenari di consumo, pari ad un consumo annuale rispettivamente di 7000 kWh e 15000 kWh | situazione marzo 2015

⁶ Dati da www.autorita.energia.it per una famiglia con 3 kW di potenza impegnata e 2700 kWh di consumo annuo | situazione luglio 2015

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 11 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019

7 Lista di distribuzione

ENEA	Archivio	1 copia
CertiMaC	Archivio	1 copia
Committente	Azichem S.r.L.	1 copia

Rev. 01	Esecuzione	Redazione	Approvazione	Pagina 12 di 12
	Ing. Mattia Santandrea	_Ing. Mattia Santandrea_	_Ing. Luca Laghi_	SQM_398_2019