

## Relazione Tecnica Valutazione previsionale delle prestazioni acustiche di fabbricati

aggiornamenti

05.12.2022

01

02

03

04



### PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO RISTRUTTURAZIONE CON EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO IN VIA DE GASPERI INTERSEZIONE CON VIA BATTISTI Ambivere (BG), Italia



PROG. ARCHITETTONICO: StudioCapitanoArchitetti

COLLABORATORI: Remo Capitanio  
Alberto Valtulini  
Andrea Drago  
Greta Cortinovis  
Federica Merati

PROG. STRUTTURE: Myallonier Ingegneria srl  
Sergio Myallonier  
Sandro Brignoli

PROG. IMPIANTI: MCZ Ingegneria  
Enrico Zambonelli  
Sergio Moro

ACUSTICA: Andrea Breviario

GEOLOGIA: Castalia Geologia e Ambiente



COMMITTENTE  
Comune di Ambivere  
Via Dante Alighieri, 2  
24030 - Ambivere (BG)  
R.U.P. dr. Nunzio Pantò

STUDIOCAPITANIOARCHITETTI

arch. Remo Capitanio - via Montello, 11 24124 Bergamo  
tel +39.035.344203 - p.iva 0389812061  
studio@capitanioarchitetti.it - www.capitanioarchitetti.it

**PROVINCIA DI BERGAMO  
COMUNE DI AMBIVERE**

***BOZZA VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE  
PRESTAZIONI ACUSTICHE DI FABBRICATI***

**RELAZIONE TECNICA**

(D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997)

<i>Opere relative a:</i>	<b>DEMOLIZIONE RICOSTRUZIONE EDIFICIO AD USO PREVALENTEENTE RESIDENZIALE</b>
<i>Località:</i>	<b>VIA CESARE BATTISTI – VIA DE GASPERI – AMBIVERE (bg)</b>
<i>Proprietà:</i>	<b>COMUNE DI AMBIVERE</b>

<i>Data</i>	<b>5 dicembre 2022</b>
<i>Riferimento</i>	<b>083_2022</b>

*Il tecnico estensore:* **DOTT. ANDREA BREVIARIO**

*La Committenza:*



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>5</b>
2.1	LEGISLAZIONE FONDAMENTALE	5
2.2	DEFINIZIONI	5
2.3	PARAMETRI OGGETTIVI DEL CONFORT ACUSTICO	6
2.3.1	TEMPO DI RIVERBERO	6
2.3.2	Early Delay Time (EDT)	7
2.3.3	CHAREZZA (C50)	7
2.3.4	Definizione (D50)	7
2.3.5	Speech Transmission Index (STI)	7
2.4	LIMITE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI	8
2.5	DECRETO CAM	9
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO EDILIZIO</b>	<b>11</b>
3.1	LIMITI DI RIFERIMENTO PER L'INTERVENTO IN ESAME	11
<b>4</b>	<b>PREVISIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DEI COMPONENTI EDILIZI DELL'EDIFICIO</b>	<b>12</b>
4.1	PARETI DI SEPARAZIONE TRA DIVERSI INSEDIAMENTI ABITATIVI	12
4.2	PAVIMENTI	18
4.3	COPERTURA	22
4.4	PARETE ESTERNA	25
4.4.1	INDICE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA – $D_{2m,n,T,w}$ SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 12354-3	27
4.5	SERRAMENTI E INFISSI	29
<b>5</b>	<b>IMPIANTI</b>	<b>33</b>
5.1	IMPIANTI SANITARI E TUBAZIONI IDRAULICHE	33
5.2	PRESCRIZIONI PER TUBAZIONI DI EFFLUENTI GASSOSI	38
5.3	POMPA DI CALORE	38
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>42</b>

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1:	Classificazione degli ambienti abitativi	8
Tabella 2:	Valori limite dei requisiti acustici passivi	8
Tabella 3:	Limiti di riferimento dei requisiti acustici passivi per l'intervento in esame	9
Tabella 4:	Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi	10
Tabella 5:	Limiti di riferimento secondo il titolo III del R.L.I.	11
Tabella 6:	Limiti di riferimento secondo il D.P.C.M. 5 dicembre 1997	11
Tabella 7:	Stratigrafia parete interna M4	12
Tabella 8:	Valori di $R_w$ per parete interna P1	12
Tabella 9:	Stratigrafia parete interna verso bagno M5	16
Tabella 10:	Stratigrafia parete interna verso altra UI M6	16
Tabella 11:	Pavimento interpiano	18
Tabella 12:	Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in dB	20
Tabella 13:	Copertura	22
Tabella 14:	Stratigrafia parete esterna M1	25
Tabella 15:	Stratigrafia parete esterna M2	25
Tabella 16:	Stratigrafia parete verso vano scale M3-M7	26
Tabella 17:	Riassunto dell'isolamento acustico standardizzato di facciata	28

Tabella 18: Coefficienti correttivi che tengono conto della differenza di superficie tra il serramento utilizzato in facciata e il relativo serramento analizzato in laboratorio.....32

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Esempio $R_w$ pareti in cartongesso.....	13
Figura 2: Esempio pavimento galleggiante .....	20
Figura 3: Stratigrafia di copertura in legno ventilata .....	23
Figura 4: Taglio acustico copertura in legno .....	23
Figura 5: intervento di isolamento trave .....	24
Figura 6: Schema di infisso dotato di tenuta .....	30
Figura 7: Schema sigillature corrette.....	30
Figura 8: Schema di porta in legno di tipo acustico.....	31
Figura 9: Esempi di soglia acustica .....	31
Figura 10: Cavedio insonorizzato per l'inserimento delle tubazioni.....	33
Figura 11: Posizione impianti all'interno del cavedio.....	34
Figura 12: Schemi di fissaggio delle tubazioni .....	34
Figura 13: Schemi posizione impianti nella parete esterna.....	35
Figura 14: Esempio collare antivibrante .....	35
Figura 15: Installazione materiale resiliente .....	36
Figura 16: Schema braga.....	36
Figura 17: Schema piede colonna.....	37
Figura 18: Schema isolamento piatto doccia .....	37



## 1 PREMESSA

Lo scrivente studio è stato incaricato di redigere la presente relazione tecnica in cui si provvede:

- a calcolare, in via previsionale, le prestazioni acustiche delle nuove partizioni verticali di un edificio residenziale da demolire e ricostruire nel Comune di Ambivere, Provincia di Bergamo;
- a progettare e suggerire eventuali soluzioni alternative e/o migliorative, finalizzate al raggiungimento dei valori limite dei requisiti acustici passivi degli edifici di cui al D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 LEGISLAZIONE FONDAMENTALE

La normativa di riferimento essenziale in materia di isolamento acustico comprende i seguenti disposti legislativi e tecnici di riferimento:

- Legge 26 ottobre 1995 n° 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”
- Legge Regionale 10 agosto 2001 n° 13 “Norme in materia di inquinamento acustico”
- D.M. 17 gennaio 2017 “Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili”
- Norma UNI 11367:2010 – Classificazione acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e di verifica in opera
- Norma UNI 11532:2014 – Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati;
- Norma UNI 11367
- Decreto 11 gennaio 2017

### 2.2 DEFINIZIONI

- **R**: potere fonoisolante di una partizione
- **R'**: potere fonoisolante apparente
- **R<sub>w</sub>**: indice di valutazione del potere fonoisolante di partizioni tra ambienti
- **R'<sub>w</sub>**: indice di valutazione del potere fonoisolante di partizioni tra ambienti rilevato in opera (valore da confrontare con i limiti del D.P.C.M. 5 dicembre 1997)
- **L'<sub>nw</sub>**: indice di valutazione del rumore di calpestio di solai (valore da confrontare con i limiti del D.P.C.M. 5 dicembre 1997)
- **D<sub>2m,nT,w</sub>**: indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
- **m'**: massa areica della partizione espressa in Kg/m<sup>2</sup>
- **componenti degli edifici**: partizioni orizzontali e verticali secondo quanto definito dall'articolo 2 del D.P.C.M. 5 dicembre 1997
- **Impianti a funzionamento discontinuo**: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetterie
- **Impianti a funzionamento continuo**: impianti di riscaldamento, areazione e condizionamento
- **finestra, porta finestra e porta**: insieme serramento (parte mobile, che comprende anche la vetrata) + infisso (parte fissa ancorata al falso telaio e quindi alla struttura) che chiude un'apertura in un elemento di facciata
- **Coefficiente di assorbimento acustico α**: area di assorbimento equivalente di un campione di prova divisa per l'area di un campione medesimo; questa grandezza è determinata in conformità con la norma UNI EN ISO 354 e indica la capacità di un materiale di assorbire energia sonora
- **Tempo di riverberazione T**: tempo necessario perché il livello di pressione sonora si riduca di 60 dB in seguito all'interruzione di una sorgente sonora. Questa grandezza è determinata in conformità alle norme serie UNI EN ISO 3382. Esso è definito dalla formula di Sabin di seguito riportata

$$T=0,16(V/A)$$

Dove:

- V: volume dell'ambiente in m<sup>3</sup>
- A: assorbimento globale o unità assorbenti dell'ambiente secondo la formula di seguito riportata

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i$$

definendo  $S$  le  $i$ -esime superfici caratterizzate da un coefficiente di assorbimento  $\alpha_i$

- **Indice di trasmissibilità del parlato STI (Speech Transmission Index):** rapporto tra l'ampiezza della modulazione pervenuta al ricevitore e la corrispondente modulazione generata dalla sorgente, generata da un rumore rosa filtrato per bande di ottava nell'intervallo di frequenza compresa tra 125 Hz e 8000 Hz. Il valore è compreso tra 0 e 1 e rappresenta la qualità di trasmissione del parlato in relazione all'intelligibilità. Questa grandezza è determinata in conformità alla norma CEI EN 60268-16.
- **Indice di chiarezza C50:** rapporto tra l'energia sonora che raggiunge l'ascoltatore nei primi 50 ms e l'energia che giunge all'ascoltatore da 50 ms alla fine del decadimento del segnale, definito dalla formula seguente:

$$C_{50} = 10 \cdot \log \frac{\int_{0}^{50ms} p^2(\tau) d\tau}{\int_{50ms}^{\infty} p^2(\tau) d\tau}$$

## 2.3 PARAMETRI OGGETTIVI DEL CONFORT ACUSTICO

Di seguito si elencano i principali parametri che determinano la qualità acustica di un ambiente destinato prevalentemente all'ascolto della parola.

### 2.3.1 TEMPO DI RIVERBERO

Il comportamento acustico degli ambienti chiusi è caratterizzato dalla presenza della riverberazione, ossia dalle conseguenze prodotte dei successivi rinvii dell'energia sonora da parte delle pareti di confine e degli eventuali oggetti presenti all'interno dell'ambiente.

Il campo sonoro risulta perciò costituito dalla sovrapposizione del campo sonoro diretto, dovuto alle onde sonore irradiate direttamente dalla sorgente, e del campo riverberato, prodotto dall'insieme dell'energia sonora rinviata.

In acustica il parametro caratteristico utilizzato per determinare quantitativamente la rapidità di estinzione del campo sonoro riverberato e il tempo di riverberazione,  $RT$ , denominato anche durata convenzionale della coda sonora 3.

Questo è definito come il tempo necessario perché a partire dall'istante di inizio del transitorio di estinzione la densità sonora nell'ambiente discenda di 60 dB.

Il valore del tempo di riverberazione  $RT$  in base a numerose indagini sperimentali condotte da Sabine risulta direttamente proporzionale al volume della sala e inversamente proporzionale ad un parametro  $A$  che prende il nome di unità assorbenti totali della superficie di confine della sala, secondo l'espressione:

$$T_{60} = 0.16 \frac{V}{\sum_i \alpha_i S_i}$$

dove:

- $T$  = tempo di riverberazione (s);
- $V$  = volume dell'ambiente (m<sup>3</sup>);
- $\alpha_i$  = coefficiente di assorbimento della superficie  $i$ -esima;
- $S_i$  = area della superficie  $i$ -esima.

Il fenomeno della riverberazione in un ambiente chiuso presenta degli aspetti positivi e degli aspetti negativi. Se da una parte la presenza del campo sonoro riverberato è utile ai fini dell'ascolto, perché il suo contributo innalza il valore della densità di energia sonora in regime permanente e fornisce "condizioni naturali" di ascolto (non e deve mai essere eliminata del tutto), da un altro lato un valore

eccessivo della durata peggiora la qualità dell'ascolto con perdita dell'intelligibilità e "impastamento" del segnale sonoro.

Alla luce di quanto appena detto il tempo di riverberazione, RT, deve assumere, a seconda delle condizioni di ascolto, un valore ottimale in modo da offrire il miglior compromesso per l'influenza del campo sonoro riverberato sulla qualità dell'ascolto.

In linea generale si può dire che per sale destinate all'ascolto del parlato si riscontrano valori di RT più brevi, a parità di altre condizioni, che per le sale destinate allo svolgimento di programmi musicali. I valori più brevi di RT si riscontrano nelle sale in cui il suono diretto viene privilegiato rispetto a quello riverberato, come avviene per le sale cinematografiche e, in generale, quando sia presente un sistema elettroacustico di diffusione sonora.

Il valore del RT ottimale di un ambiente chiuso dipende, oltre che dalla destinazione d'uso, dallo spettro di emissione della sorgente e dal tipo di messaggio sonoro che verrà prodotto, anche dal volume della sala secondo i valori precedentemente riportati.

### **2.3.2 Early Delay Time (EDT)**

Il parametro "Early Delay Time" o EDT è importante perché si riferisce alla parte iniziale del decadimento sonoro e determina quanto morbido o repentino sia l'andamento di tale decadimento. Per la progettazione acustica è a volte un dato essenziale, in quanto è più realistico del RT, che si riferisce al decadimento completo del suono, che raramente occorre durante la sonorizzazione mediante musica o parlato. L'altezza della copertura influisce sul valore di EDT nelle posizioni di ascolto collocate in prossimità della sorgente. E la relazione fra RT e EDT che ci fornisce la chiarezza.

Il valore ottimale è:

$$1.8 < EDT < 2.6 \text{ s}$$

### **2.3.3 CHAREZZA (C50)**

La chiarezza è un parametro che rappresenta il grado di distinguibilità del suono, ovvero quanto i singoli suoni sono distinguibili l'uno dall'altro all'interno di una emissione complessa. Una sala con un basso livello di chiarezza corrisponde a una bassa qualità acustica. Di contro, un livello troppo alto di questo parametro produce, nel caso delle performances musicali una resa sonora troppo "precisa" e priva di armonia.

I valori ottimali per una sala vuota alle frequenze medie (500-1000 Hz) sono i seguenti:

### **2.3.4 Definizione (D50)**

La definizione, è un parametro simile alla chiarezza, ma si relaziona alla distinguibilità e intelligibilità del parlato, piuttosto che alla chiarezza delle componenti di brani musicali. È dato dal rapporto tra l'energia sonora che arriva nei primi 50 ms e l'energia totale, pertanto rappresenta un valore percentuale.

Per il parlato il valore ottimale è:

$$D50 \geq 50\%$$

### **2.3.5 Speech Transmission Index (STI)**

Un metodo oggettivo per stabilire la qualità del parlato e quanto sia correttamente e chiaramente ascoltabile è basato sullo Speech Transmission Index (STI). Lo STI è un parametro utile per la progettazione di un ambiente dedicato all'ascolto della parola dal momento che tiene conto degli effetti del rumore di fondo e della riverberazione sulla intelligibilità del parlato stesso.

## 2.4 LIMITE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI

L'individuazione dei requisiti acustici passivi è basata sull'individuazione di diverse destinazioni d'uso a cui sono associati valori limiti riferiti a vari parametri citati al paragrafo 2.2.

Di seguito si riportano le tabelle allegate al D.P.C.M. 5 dicembre 1997 con indicate le classificazioni degli insediamenti abitativi e i rispettivi valori dei requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici.

**Tabella 1: Classificazione degli ambienti abitativi**

CATEGORIA A: EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA O ASSIMILABILI;
CATEGORIA B: EDIFICI ADIBITI AD UFFICI E ASSIMILABILI;
CATEGORIA C: EDIFICI ADIBITI AD ALBERGHI, PENSIONI ED ATTIVITÀ ASSIMILABILI;
CATEGORIA D: EDIFICI ADIBITI AD OSPEDALI, CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI;
<b>CATEGORIA E: EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE A TUTTI I LIVELLI E ASSIMILABILI;</b>
CATEGORIA F: EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE O DI CULTO O ASSIMILABILI;
CATEGORIA G: EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ COMMERCIALI O ASSIMILABILI.

**Tabella 2: Valori limite dei requisiti acustici passivi**

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
<b>3. E</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
4. B, F, G	50	42	55	35	35

## 2.5 DECRETO CAM

### 2.3.5.6 Comfort acustico

I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367. Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di “prestazione superiore” riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. Devono essere altresì rispettati i valori caratterizzati come “prestazione buona” nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma UNI 11367.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.

I descrittori acustici da utilizzare sono:

- quelli definiti nella UNI 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari;
- almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.

**Verifica:** Il progettista deve dare evidenza del rispetto del criterio, sia in fase di progetto iniziale che in fase di verifica finale della conformità, conseguendo rispettivamente un progetto acustico e una relazione di conformità redatta tramite misure acustiche in opera, che attestino il raggiungimento della classe acustica prevista dal criterio e i valori dei descrittori acustici di riferimento ai sensi delle norme UNI 11367, UNI 11444, UNI 11532. Qualora il progetto sia sottoposto ad una verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientali degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio.

Con riferimento al punto 2.3.5.6 dell'allegato 2 al D.M. 11 gennaio 2017 “Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 23 del 28 gennaio 2017, i limiti di riferimento per l'intervento in esame possono essere considerati i seguenti:

- a) Per quanto riguarda i valori dei requisiti acustici passivi, quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367

**Tabella 3: Limiti di riferimento dei requisiti acustici passivi per l'intervento in esame**

Classe	Parametri - dB				
	$D_{2m,nT,w}$	$R'_w$	$L'_{n,w}$	$L_{ic}$	$L_{id}$
I	≥43	≥56	≥53	≤25	≤30
II	≥40	≥53	≥58	≤28	≤33
III	≥37	≥50	≥63	≤32	≤37
IV	≥32	≥45	≥68	≤37	≤42

## b) Appendice A, prospetto A.1, prestazione superiore della norma UNI 11367

	Prestazione base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ (dB)	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti di differenti unità immobiliari $R'w$ (dB)	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti di differenti unità immobiliari, $L'_{nw}$ (dB)	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ in ambienti diversi da quelli di installazione (dB(A))	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ in ambienti diversi da quelli di installazione (dB(A))	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ (dB)	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ (dB)	43	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare $L'_{nw}$ (dB)	63	53

## c) Appendice B, prospetto B.1, prestazione buona della norma UNI 11367

**Tabella 4: Requisiti per l'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti di uso comune o collettivo dell'edificio collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi**

Livello prestazionale	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato rispetto ad ambienti abitativi di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ (dB)	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	$\geq 34$	$\geq 40$
Prestazione buona	$\geq 30$	$\geq 36$
Prestazione di base	$\geq 27$	$\geq 32$
Prestazione modesta	$\geq 23$	$\geq 28$

### 3 INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO EDILIZIO

#### 3.1 LIMITI DI RIFERIMENTO PER L'INTERVENTO IN ESAME

Di seguito si riportano i valori limite da considerare per l'intervento in esame; per opportuna conoscenza si indicano anche i valori limite previsti dal titolo terzo del regolamento locale di igiene, i quali non risultano ancora formalmente modificati, ma che devono ritenersi superati alla luce dell'emanazione del D.P.C.M. 5 dicembre 1997.

Tabella 5: Limiti di riferimento secondo il titolo III del R.L.I.

Indice di valutazione di isolamento acustico delle strutture in dB				
Zone	Pareti interne di confine con altri alloggi o con vani servizi	Pareti esterne		Solette
		Con serramento	Senza serramento	
<b>Industriale 1</b>	40	35	45	42
<b>Mista 2</b>	40	35	42	42
<b>Residenziale 3</b>	40	32	40	42
<b>Particolare tutela 4</b>	45	35	45	42

Tabella 6: Limiti di riferimento secondo il D.P.C.M. 5 dicembre 1997

Categorie di intervento (Tabella A): Cat. A

Categoria di cui alla tab. A	PARAMETRI				
	$R_w$	$D_{2m,nT,w}$	$L_{nw}$	$L_{ASMax}$	$L_{Aeq}$
<b>A</b>	50	40	63	35	35
<b>D</b>	55	45	58	35	25



## 4 PREVISIONE DELLE PRESTAZIONI ACUSTICHE DEI COMPONENTI EDILIZI DELL'EDIFICIO

Di seguito saranno descritte le tipologie costruttive e fisiche dei componenti utilizzati nel progetto per la realizzazione dell'edificio residenziale alla presente relazione: tali dettagli tecnici saranno usati per il calcolo previsionale delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi degli edifici

Si provvederà quindi a calcolare i parametri di isolamento acustico precedentemente citati, mediante leggi empiriche desunte da prove sperimentali effettuate da Enti di ricerca e Enti formatori con particolare riferimento a quelle messe a punto dall'Istituto Galileo Ferraris di Torino e dall'ANDIL.

Si è utilizzata inoltre la metodologia di calcolo indicata dalle norme UNI EN serie 12354.

### 4.1 PARETI DI SEPARAZIONE TRA DIVERSI INSEDIAMENTI ABITATIVI

Il progetto edilizio prevede per le pareti di separazione tra insediamenti abitativi la seguente stratigrafia generale.

Tabella 7: Stratigrafia parete interna M4

N.	Composizione	Spessore (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Pannello in cartongesso	12,5	680
2	Pannello in cartongesso	12,5	680
3	Aria	15	1
4	Lana minerale	60	70
5	Pannello in cartongesso	12,5	680
6	Top silent	4	5
7	Lana minerale	60	70
8	Aria	15	1
9	Pannello in cartongesso	12,5	680
10	Pannello in cartongesso	12,5	680

Di seguito si riportano le formule utilizzate per il calcolo dell'isolamento della parete:

<b>formula IEN - ossatura unica</b>	$R_w = 20 \cdot \text{LOG } m + 20 \cdot \text{LOG } d + e - 5$
<b>formula DIN - ossatura unica</b>	$R_w = 20 \cdot \text{LOG } m + 10 \cdot \text{LOG } d + e + 5$
<b>formula DIN - ossatura doppia</b>	$R_w = 20 \cdot \text{LOG } m + 10 \cdot \text{LOG } d + e + 10$

Dove:

m = massa areica totale;

d = profondità dell'intercapedine, in centimetri;

e = lo spessore del pannello isolante, in centimetri.

Il limite della validità delle prime due espressioni comporta che il valore di e sia contenuto entro 6-8 cm; per valori superiori, entrambe le espressioni tendono a sopravvalutare il risultato.

La precedente stratigrafia fornisce i seguenti valori del potere fonoisolante per la parete in esame.

Tabella 8: Valori di  $R_w$  per parete interna P1

Spessore della parete	Larghezza intercapedine	$R_w$ – dB – doppia ossatura (formula DIN)
21,7 cm	16,25 cm	> 60

## Campo d'applicazione delle formule

Massa areica entro 70-80 Kg/m<sup>2</sup>

Spessore totale: 25-30 cm

Due tipi di formule: ossatura unica e 2 ossature separate

Densità del gesso (Kg/m <sup>3</sup> )	680	680
Spessore parete 1 (m)	0.025	0.0125
Spessore parete 2 (m)	0.025	
m' parete 1	17	8.5
m' parete 2	17	
Densità fonoassorbente	70	
Spessore fonoassorbente	0.12	12
m' fonoassorbente	8.4	
Larghezza intercapedine (cm)	16.25	
m' totale	50.9	
Formula IEN - Ossatura unica	Rw	65
Formula DIN - Ossatura unica	Rw	63
Formula DIN - Due ossature separate	Rw	68

**I dati di seguito riportati, forniti dalle aziende produttrici delle pareti in cartongesso, confermano quanto sopra riportato: la trasmissione laterale del rumore potrebbe ridurre il potere fonoisolante della struttura mantenendolo comunque superiore a 55 dB.**

Figura 1: Esempio Rw pareti in cartongesso

• Resistenza all'umidità: **H1** (ridottissimo assorbimento d'acqua)

**8** | Parete divisoria Gyproc SAD5 215/75 L DURAGYP A1 Activ'Air® STD

Spessore: 212,5 mm  
 Peso: 56,80 kg/m<sup>2</sup>

Scuole / Ospedali / Alberghi **B** **C**

- Miglioramento qualità dell'aria
- Soluzione antisismica
- Elevata resistenza meccanica
- Elevata durezza superficiale
- Elevata portata ai carichi
- Elevata resistenza al fuoco
- Elevato isolamento acustico
- Idonea per ambienti umidi

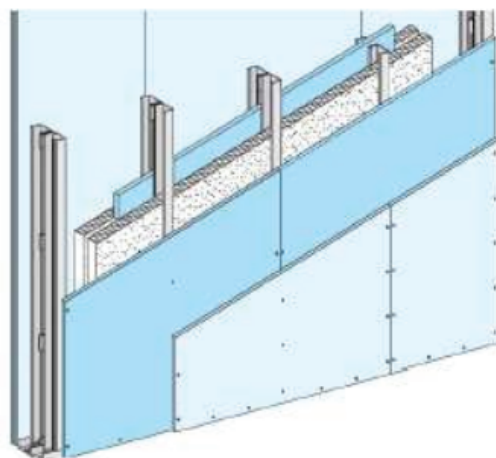
- Resistenza al fuoco: **EI 120** - Hmax = 4 m (campo di diretta applicazione) - LAPI 173/C/15-256 FR
- Reazione al fuoco strato a vista: **A1** (lato via di esodo - Duragyp A1)
- Fonoisolamento: **R<sub>v</sub> = 65 dB**  
Val. analitica con riferimento a I.G. 222355
- Portata ai carichi: **> 70 kg** (estrazione) con tassello metallico ø 6 mm - I.G. 327756 (vedi pagg. 8-9)
- Resistenza agli urti: **Corpo molle - Corpo duro** - I.G. 244655
- Qualità dell'aria: tecnologia **Activ'Air®**\*
- Trasmissione termica: **U = 0,402 W/m<sup>2</sup>K** (valutazione analitica)
- Resistenza all'umidità: **H1** (ridottissimo assorbimento d'acqua)

**DESCRIZIONE:**

Parete simmetrica: Isolamento del suono da entrambi i lati.

**Spessore totale parete:** 212,5 mm

**Massa superficiale parete:** 60,4 kg/m<sup>2</sup>



**Lastre Knauf GKB, Kasa e Diamant  
sp.12,5 mm**

**Lastre:** 2 lastre Knauf GKB (A) e Kasa per lato (lastra Kasa a vista) spessore 12,5 mm, all'esterno dei due profili, 1 lastra Knauf Diamant fissata ad uno dei due profili per un totale di 5 lastre

**Profili:** Montanti Knauf a "C" 50/75/50, sp. 0,6 mm, interasse 600 mm.  
Guide Knauf a "U" 40/75/40, sp. 0,6 mm distanziati tra di loro di 12,5 mm

**Isolamento:** 2 Pannelli in lana minerale Sp.60 mm inseriti all'interno dei montanti a C

**Viti:** Viti Knauf punta chiodo  
1° lastra ø 3,5 x 25 mm,  
2° lastra ø 3,5 x 35 mm.

Armatura dei giunti con nastro Knauf e stuccatura dei giunti e della testa delle viti con stucco Knauf a base gesso.

**Esito della prova\*:**

Indice di valutazione a 500 Hz nella banda di frequenze comprese fra 100 Hz e 3150 Hz:

$$R_w = 66 \text{ dB}^{**}$$

**Termini di correzione:**

$$C = - 6 \text{ dB}$$

prospetto A.7

**Contributo globale della trasmissione laterale  $K'$  per giunti rigidi a croce e masse per unità di area uniformemente distribuite**

Massa per unità di area della partizione kg/m <sup>2</sup>	Massa media per unità di area delle strutture laterali kg/m <sup>2</sup>								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
<b>100</b>	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>150</b>	3,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
<b>200</b>	4,5	2,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>250</b>	5,0	3,5	2,5	1,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5
<b>300</b>	6,0	4,5	3,0	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
<b>350</b>	7,0	5,0	3,5	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
<b>400</b>	7,5	5,5	4,5	3,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0
<b>450</b>	8,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
<b>500</b>	8,5	6,5	5,0	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

prospetto A.8 **Contributo globale della trasmissione laterale  $K'$  per giunti rigidi a T e masse per unità di area uniformemente distribuite**

Massa per unità di area della partizione $\text{kg/m}^2$	Massa media per unità di area delle strutture laterali $\text{kg/m}^2$								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
<b>100</b>	3,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>150</b>	5,0	3,0	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>200</b>	6,5	4,5	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
<b>250</b>	8,0	5,5	4,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
<b>300</b>	9,0	6,5	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
<b>350</b>	10,0	7,5	6,0	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
<b>400</b>	10,5	8,5	6,5	5,5	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0
<b>450</b>	11,5	9,0	7,5	6,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5
<b>500</b>	12,0	9,5	8,0	6,5	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0

prospetto A.9 **Contributo globale della trasmissione laterale  $K'$  per giunti rigidi a croce e masse per unità di area nel rapporto 1:2,3**

Massa per unità di area della partizione $\text{kg/m}^2$	Massa media per unità di area delle strutture laterali $\text{kg/m}^2$								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
<b>100</b>	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>150</b>	4,0	2,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>200</b>	5,0	3,5	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
<b>250</b>	6,0	4,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
<b>300</b>	7,0	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0
<b>350</b>	7,5	6,0	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
<b>400</b>	8,0	6,5	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
<b>450</b>	8,5	7,0	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
<b>500</b>	9,0	7,5	6,0	5,0	4,5	3,5	3,0	3,0	2,5

prospetto A.10 **Contributo globale della trasmissione laterale  $K'$  per giunti rigidi a T e masse per unità di area nel rapporto 1:2,3**

Massa per unità di area della partizione $\text{kg/m}^2$	Massa media per unità di area delle strutture laterali $\text{kg/m}^2$								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
<b>100</b>	4,0	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0
<b>150</b>	6,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
<b>200</b>	8,0	5,5	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
<b>250</b>	9,0	7,0	5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
<b>300</b>	10,0	8,0	6,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
<b>350</b>	11,0	8,5	7,0	6,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5
<b>400</b>	11,5	9,5	8,0	6,5	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0
<b>450</b>	12,0	10,0	8,5	7,0	6,0	5,5	4,5	4,0	3,5
<b>500</b>	13,0	10,5	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0

Tabella 9: Stratigrafia parete interna verso bagno M5

N.	Composizione	Spessore (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Pannello in cartongesso	12,5	680
2	Pannello in cartongesso	12,5	680
3	Aria	15	1
4	Lana minerale	90	70
5	Pannello in cartongesso	12,5	680
6	Top Silent	4	5
7	Lana minerale	60	70
8	Aria	15	1
9	Pannello in cartongesso	12,5	680
10	Pannello in cartongesso	12,5	680

**La parete M5 garantisce un potere fonoisolante superiore della parete M4 ( $R_w > 65$  dB).**

Tabella 10: Stratigrafia parete interna verso altra UI M6

N.	Composizione	Spessore (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Doppia lastra in cartongesso	25	700
2	Intercapedine	10	1
3	Lana di roccia	60	70
4	CLS	200	2200
5	Intonaco di calce o di calce e cemento	15	1800

Di seguito si calcola il potere fonoisolante della parete considerando la sola massa:

<b>MASSA AREICA TOTALE ( Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>440</b>
<b>VALORI DI <math>R_w</math></b>	
<b>IEN Gallileo Ferraris</b>	<b>53</b>
<b>CSTB Francia</b>	<b>61</b>
<b>Università di Parma</b>	<b>49</b>
<b>DIN Germania</b>	<b>56</b>
<b>Gran Bretagna</b>	<b>55</b>
<b>Austria</b>	<b>60</b>
<b>ISO-CEN</b>	<b>57</b>
<b>Espressione media</b>	<b>56</b>

La controparete interna in cartongesso garantisce un incremento del potere fonoisolante superiore a 10 dB.

Calcolo di $f_0$ - frequenza di risonanza			
$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{0,111}{d} \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$			
MATERIALI DELLA CONTROPARETE			
Simboli	Grandezza	Dimensione	
	0.01	m	Spessore aria
	0.06	m	Spessore lana di roccia
	70	Kg/m <sup>3</sup>	Densità lana di roccia
	0.025	m	Spessore lastra in cartongesso
	680	Kg/m <sup>3</sup>	Densità gesso
d	0.06	m	spessore della controparete di incremento $R_w$
$m_1$	440.00	Kg/m <sup>2</sup>	massa areica della parete a cui applicare la controparete
$m_2$	17.00	Kg/m <sup>3</sup>	massa areica della controparete
$R_{w,m_1}$	56.00	dB	potere fonoisolante della parete da isolare
$f_0$	53.51	Hz	frequenza di risonanza
Calcolo dell'incremento del potere fonoisolante			
$\frac{\Delta R_w}{dB}$ $74,4 - 20 \lg(f_0) - R_w/2$			
$\Delta R_w$ 12 dB			

## 4.2 PAVIMENTI

Le indicazioni progettuali prevedono l'utilizzo di un pavimento interpiano, avente la seguente stratigrafia:

Tabella 11: Pavimento interpiano

N.	Composizione	Spessore (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Legno di abete	0,01	450
2	Caldana additivata	0,059	1800
3	Polistirene per VARIO	0,023	40
4	Materassino anticalpestio Fonostop Duo N	0,008	5
5	Sottofondo alleggerito	0,1	300
6	Massetto ripartitore	0,05	2400
7	Legno di abete	0,02	450

Il rispetto dei valori di legge per quanto riguarda il valore del parametro  $R'w$  e per quanto riguarda il rumore da calpestio (parametro  $L'n,w$ ) **viene raggiunto mediante la soluzione dell'utilizzo di un pavimento galleggiante**, con interposizione di uno strato di materiale resiliente nel pacchetto di livelli costituente il pavimento.

La rigidità dinamica  $s'$  del materiale resiliente inferiore a 10 MN/m<sup>3</sup> permetterebbe il raggiungimento del limite di legge.

**Si raccomanda di inserire il medesimo materiale resiliente anche nella stratigrafia:**

- **dei pavimenti piano terra attestati zone non riscaldate;**
- **dei pavimenti su terrazzo;**
- **dei pavimenti su porticato e terrazzo;**

**dal momento che il DPCM 5 dicembre 1997 non prevede alcuna esclusione relativamente l'applicazione del parametro  $L'n,w$ .**

CALCOLO $R_w$ E $L_{n,w}$ PAVIMENTI INTERPIANO			
STRATIGRAFIA DEL PACCHETTO SOLAIO			
Elemento	Dimensioni	Massa-Kg/m <sup>3</sup>	Massa areica- m'
Legno di abete	0.01	450	4.5
Caldana additivata	0.059	1800	106.2
Polistirene per VARIO	0.023	40	0.92
Materassino anticalpestio Fonostop Duo N	0.008	5	0.04
Sottofondo alleggerito	0.1	300	30
Massetto ripartitore	0.05	2400	120
Legno di abete	0.02	450	9
Rw del solaio in dB	43		
R'w del solaio in dB	39		
Indice di valutazione del rumore da calpestio - $L_{n,w,eq}$ (dB)	89		
Massa areica complessiva del pacchetto - $m'$ in Kg/m <sup>2</sup>			270.66
Rw del solaio in dB (comprensivo della massa areica del pavimento)			47
R'w del solaio in dB (comprensivo della massa areica del pavimento)			44
Calcolo di $f_0$ - frequenza di risonanza			
Rigidità dinamica del materiale resiliente - $s'$ in MN/m <sup>2</sup>		11.0	10.0
Massa areica del solaio sotto il mat. resiliente - $m_1$ in Kg/m <sup>2</sup>		159.00	
Massa areica del pavimento sopra il materiale resiliente - $m_2$ in Kg/m <sup>2</sup>		111.62	
Frequenza di risonanza del pavimento galleggiante $f_0 = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$		65.53	62.48
Calcolo dell'incremento del potere fonoisolante $\Delta R_w$ -dB:		14	15
Valore finale di R'w della partizione orizzontale - dB:		54	54
CALCOLO DI $L'_{n,w}$			
RIGIDITA' DINAMICA DEL MATERIALE RESILIENTE		11	10
$f_0$ - FREQUENZA DI RISONANZA DEL SISTEMA PAVIMENTO GALLEGGIANTE-SOLAIO		50	48
CALCOLO DI $\Delta L_w$ - DIMINUZIONE DELL'INDICE DEL RUMORE DA CALPESTIO		30	31
K - FATTORE DI CORREZIONE DOVUTO ALLE TRASMISSIONI LATERALI		0	0
$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$		59	58

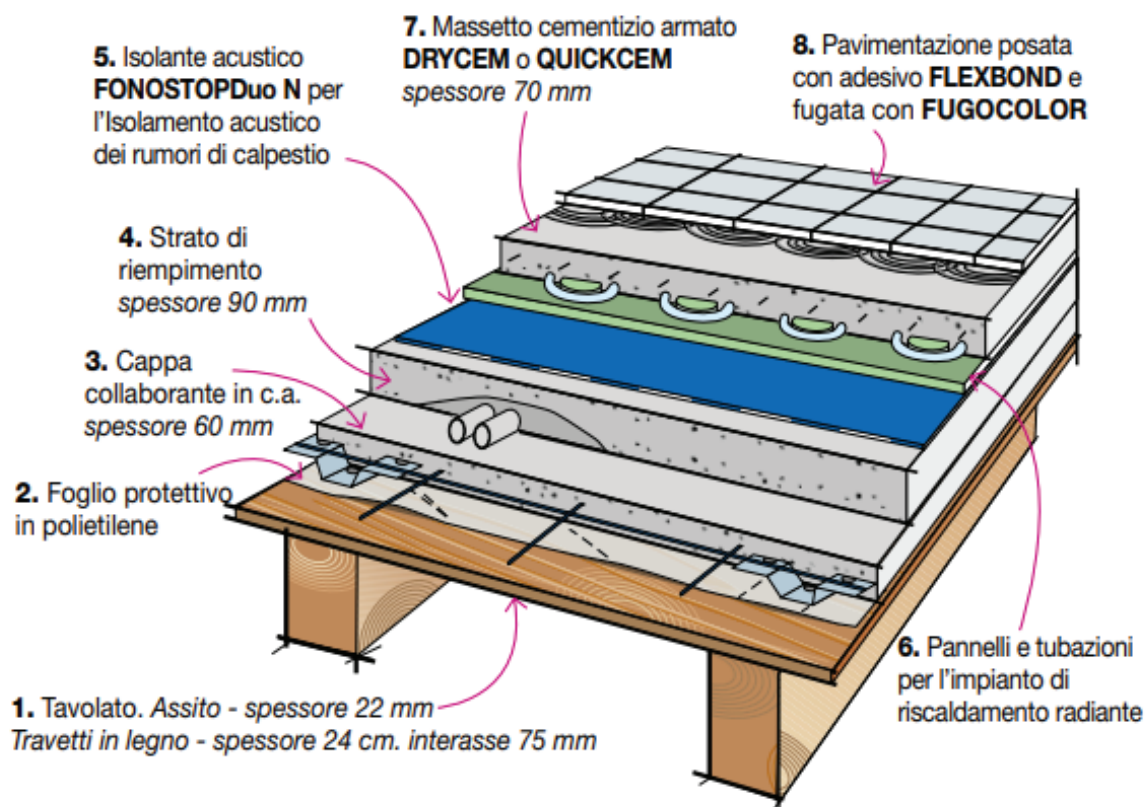


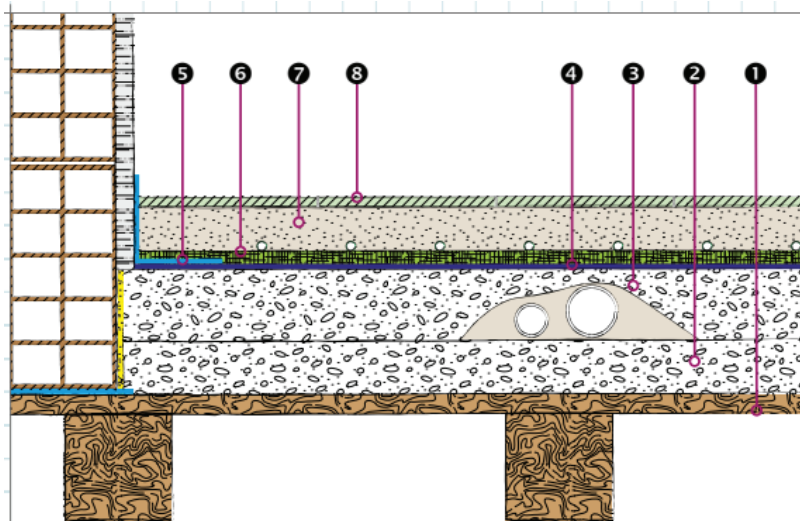
Tabella 12: Termine di correzione K per la trasmissione laterale, in dB

Massa per unità di area dell'elemento divisorio (pavimento) kg/m <sup>2</sup>	Massa media per unità di area degli elementi laterali omogenei non ricoperti con rivestimenti supplementari kg/m <sup>2</sup>								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Collaudi in opera e in laboratorio effettuate dalle aziende produttrici di materassini resilienti evidenziano valori del rumore da calpestio inferiori rispetto a quelli calcoli teoricamente.

Figura 2: Esempio pavimento galleggiante





**Stratigrafia del sistema**

1. Solaio tipo in legno con struttura a telaio (travi e assito)
2. Cappa collaborante 6 cm
3. Cemento alleggerito 7-8 cm
4. Strato/i Fonoresiliente (FONOSTOP)
5. Bandella perimetrale FONOCCELL o FONOCCELL ROLL
6. Pannello per sistema radiante (se presente)
7. Massetto armato
8. Pavimento ceramica/gres o in legno

**Stima teorica**

Valutazioni eseguite considerando gli strati fonoresilienti FONOSTOPDuo e FONOSTOPTrio e loro combinazioni.

Nel caso si volessero valutare strati fonoresilienti differenti abbinati a massetti con spessori e tipologie diversi, consultare la tabella sottostante.

	<b>FONOSTODuo in doppio strato</b> e massetto sabbia cemento (sp. 6 cm)	Calpestio: $L_{a,W} = 57 \text{ dB}$ (ceramica) $L_{a,W} = 54 \text{ dB}$ (legno)	Tutti i valori soddisfano i requisiti imposti dal <b>DPCM 05/12/97 per tutte le categorie previste.</b>
		Rumore aereo (Potere fonoisolante) $R_w = 56 \text{ dB}$	
	<b>FONOSTOPTrio + FONOSTOPDuo</b> e massetto sabbia cemento (sp. 6 cm)	Calpestio: $L_{a,W} = 56 \text{ dB}$ (ceramica) $L_{a,W} = 53 \text{ dB}$ (legno)	Tutti i valori soddisfano i requisiti imposti dal <b>DPCM 05/12/97 per tutte le categorie previste.</b>
		Rumore aereo (Potere fonoisolante) $R_w = 56 \text{ dB}$	

### 4.3 COPERTURA

Il DPCM 5 dicembre 1997 non ha imposto valori limite di isolamento acustico per le superfici inclinate, da cui se ne dedurrebbe l'esclusione dall'applicazione per quanto riguarda le coperture.

Si ritiene però opportuno dare delle indicazioni applicative al fine di ottenere coperture che possano comunque garantire il rispetto del parametro  $D_{2m,n,T,w}$ .

**Se si può considerare come assodato che una stratigrafia di copertura tradizionale in calcestruzzo o in laterocemento sia sufficientemente pesante da garantire livelli di  $D_{2m,n,T,w}$  superiori ai 45 dB, ciò non risulta così scontato quando la copertura è più leggera come nel caso delle coperture in legno e derivati del legno.**

Le problematiche acustiche da cui le coperture lignee possono essere affette sono fondamentalmente due e sono riconducibili alle scelte effettuate dal progettista ed alla natura stessa del legno:

- la leggerezza del materiale, in contrasto con le esigenze di massa adeguata per l'isolamento acustico, unita alla presenza di discontinuità nei piani di copertura, costituiti dalle linee di accostamento delle tavole o dei pannelli, rende le coperture lignee potenzialmente inadeguate a garantire un buon livello di confort acustico;
- le trasmissioni laterali del rumore aereo, nel caso del tetto ventilato: la presenza della camera di ventilazione, crea un corridoio di comunicazione tra ambienti abitati sotto la medesima copertura.

La progettazione sarà quindi rivolta ad:

- appesantire la struttura;
- sigillare la discontinuità dei tavolati;
- usare materiali isolanti di natura e spessore adeguati alle esigenze sia acustiche che termiche.

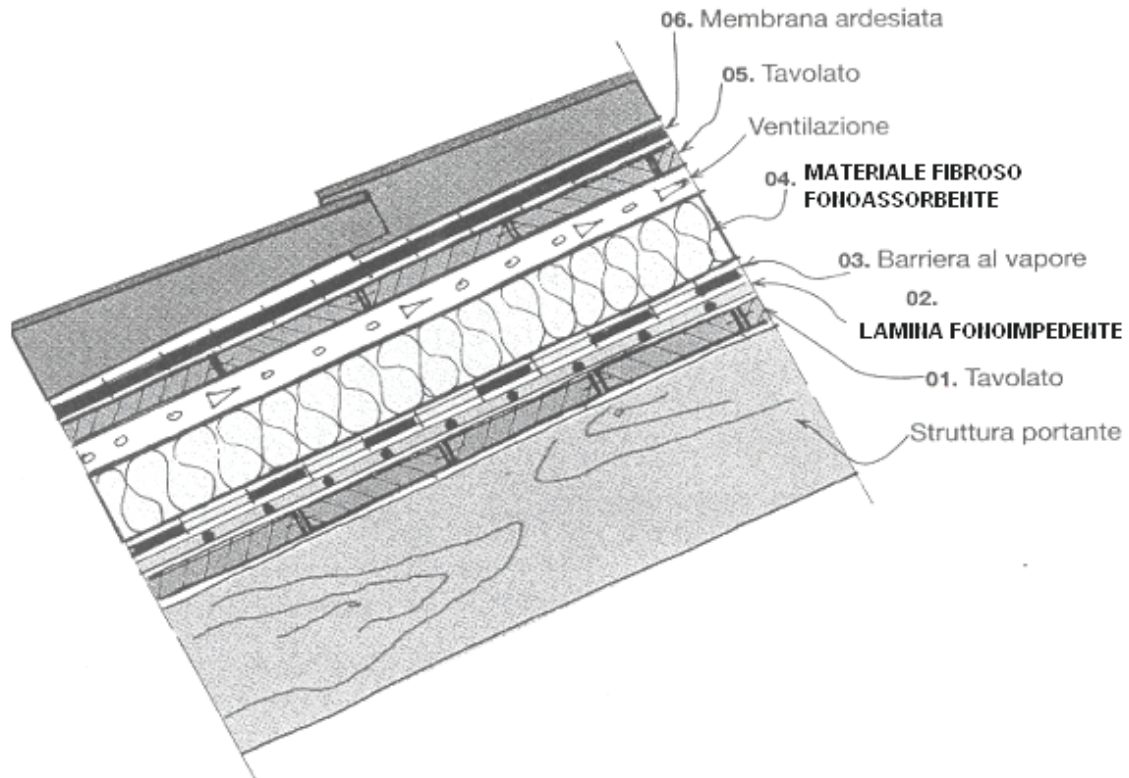
Tabella 13: Copertura

N.	Composizione	Spessore (m)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Tegola canadese	0,02	1200
2	Aria	0,04	1
3	Assito in legno	0,025	450
4	Lana di roccia	0,20	110
5	Topsilent bitex	0,004	5
6	Assito in legno	0,025	450

**L'accorgimento di appesantire o raddoppiare il primo tavolato confinante con l'ambiente abitato tende a soddisfare la prima esigenza: si consiglia comunque l'impiego di uno strato aggiuntivo di una lamina fono impedenza ad alta densità.**

**La scelta del materiale di isolamento termoacustico dovrà necessariamente cadere su isolamenti non inferiore a 200 mm e densità non inferiore a 110 Kg/m<sup>3</sup>.**

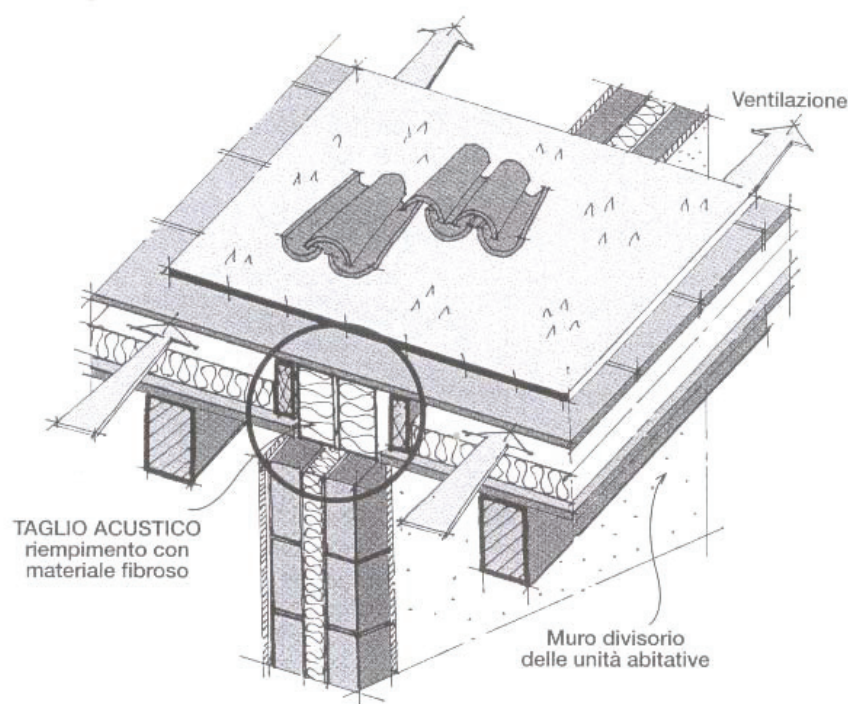
Figura 3: Stratigrafia di copertura in legno ventilata



L'impiego di materiali isolanti fibrosi unito alla preventiva progettazione di coperture aventi direzione di ventilazione parallela allo sviluppo delle partizioni di separazione consente la possibilità di ridurre buona parte della trasmissione laterale del rumore aereo.

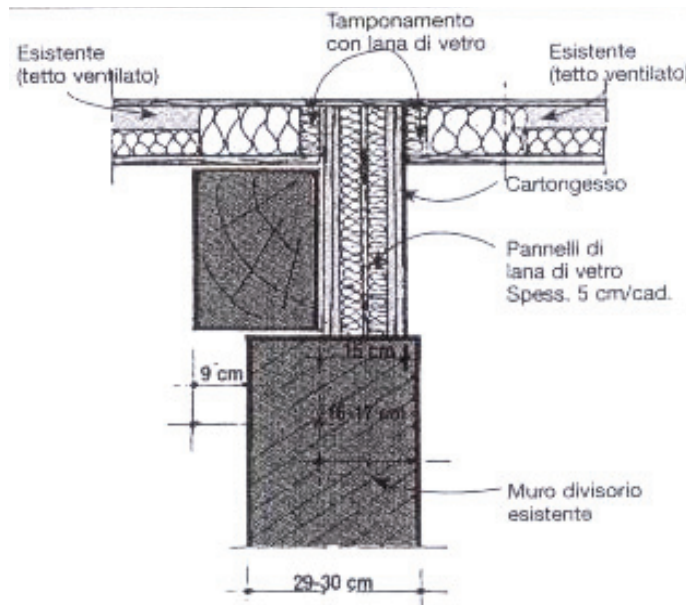
In tal caso, il taglio acustico ottenuto per riempimento completo con isolante fibroso dell'intercapedine di ventilazione in corrispondenza della linea di sviluppo della sottostante muratura divisoria, già preventivamente disposta parallelamente al senso di ventilazione, non interferirà con il corretto funzionamento della stessa.

Figura 4: Taglio acustico copertura in legno



Si evidenzia che le travi portanti del tetto non dovrebbero sovrastare in alcun modo pareti di separazione tra unità immobiliari, né attraversarle trasversalmente, al fine di evitare la presenza di ponti acustici che potrebbero pregiudicare irrimediabilmente la resa acustica della parete stessa.

**Figura 5: intervento di isolamento trave**



L'eventuale presenza dei lucernari se non opportunamente valutata, penalizza l'isolamento complessivo del sistema.



#### 4.4 PARETE ESTERNA

Per i calcoli delle prestazioni acustiche dei componenti dell'edificio sono state considerate 13 pareti di facciata facenti riferimento all'appartamento precedentemente citato, escludendo comunque eventuali partizioni aventi caratteristiche costruttive e geometriche uguali a quelle già calcolate. Si sottolinea che tale verifica è stata condotta prevalentemente sulle pareti di facciata dotate di serramento. L'esatta ubicazione delle pareti analizzate è comunque riscontrabile nelle planimetrie allegate alla presente relazione.

**Tabella 14: Stratigrafia parete esterna M1**

N.	Composizione	Spessore (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Intonaco di gesso e sabbia	15	1600
2	Gasbeton Active	450	300
3	Intonaco di calce sabbia	15	1600

Dai dati disponibili in letteratura il blocco in Gasbeton di 45 cm è certificato con un  $R_w$  pari a 50 dB; il blocco dovrà essere posato a regola d'arte senza ridurne lo spessore al fine di garantire il valore di isolamento acustico certificato dall'azienda produttrice.

**Tabella 15: Stratigrafia parete esterna M2**

N.	Composizione	Spessore (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Intonaco	15	1600
2	Gasbeton	50	480
3	CLS	250	2400
4	Polistirene espanso	100	35
5	Gasbeton	50	480
6	Intonaco di calce e sabbia	15	1600

Di seguito si calcola il potere fonoisolante della parete considerando la sola massa del CLS di 250 mm:

<b>MASSA AREICA TOTALE ( Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>600</b>
<b>VALORI DI <math>R_w</math></b>	
<b>IEN Gallileo Ferraris</b>	<b>56</b>
<b>CSTB Francia</b>	<b>66</b>
<b>Università di Parma</b>	<b>51</b>
<b>DIN Germania</b>	<b>60</b>
<b>Gran Bretagna</b>	<b>58</b>
<b>Austria</b>	<b>64</b>
<b>ISO-CEN</b>	<b>62</b>
<b>Espressione media</b>	<b>60</b>

Considerando la massa dell'intera parete il potere fonoisolante medio della struttura è pari a 61 dB

Tabella 16: Stratigrafia parete verso vano scale M3-M7

N.	Composizione	Spessore (mm)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )
1	Lastre in cartongesso	25	680
2	Aria	10	1
3	Lana di roccia	140	70
4	CLS	200	2200
5	Intonaco di calce e cemento	15	1800

Di seguito si calcola il potere fonoisolante della parete considerando la sola massa del CLS di 200 mm:

<b>MASSA AREICA TOTALE ( Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>600</b>
<b>VALORI DI <math>R_w</math></b>	
<b>IEN Gallileo Ferraris</b>	<b>53</b>
<b>CSTB Francia</b>	<b>61</b>
<b>Università di Parma</b>	<b>49</b>
<b>DIN Germania</b>	<b>56</b>
<b>Gran Bretagna</b>	<b>55</b>
<b>Austria</b>	<b>60</b>
<b>ISO-CEN</b>	<b>57</b>
<b>Espressione media</b>	<b>56</b>

La controparete interna in lana di roccia e cartongesso garantisce un incremento del potere fonoisolante di 16 dB.

<b>Resonance frequency <math>f_0</math> of the lining</b> Hz	<b><math>\Delta R_w</math></b> dB
$30 \leq f_0 \leq 160$	$74,4 - 20 \lg(f_0) - R_w/2$
200	- 1
250	- 3
315	- 5
400	- 7
500	- 9
630 to 1 600	- 10
$1\ 600 \leq f_0 \leq 5\ 000$	- 5

Calcolo di $f_0$ - frequenza di risonanza			
$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{0,111}{d} \left( \frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$			
MATERIALI DELLA CONTROPARETE			
Simboli	Grandezza	Dimensione	
	0.01	m	Spessore aria
	0.14	m	Spessore lana di roccia
	70	Kg/m <sup>3</sup>	Densità lana di roccia
	0.025	m	Spessore lastra in cartongesso
	680	Kg/m <sup>3</sup>	Densità gesso
d	0.14	m	spessore della controparete di incremento $R_w$
$m_1$	600.00	Kg/m <sup>2</sup>	massa areica della parete a cui applicare la controparete
$m_2$	17.00	Kg/m <sup>3</sup>	massa areica della controparete
$R_{w,m_1}$	56.00	dB	potere fonoisolante della parete da isolare
$f_0$	34.85	Hz	frequenza di risonanza
Calcolo dell'incremento del potere fonoisolante			
$\frac{\Delta R_w}{\text{dB}} = \frac{74,4 - 20 \lg(f_0) - R_w/2}{\Delta R_w \text{ 16 dB}}$			

#### 4.4.1 INDICE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA – $D_{2m,n,T,w}$ SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 12354-3

Nella tabella seguente si riassumono i risultati relativi ai calcoli dell'indice di isolamento acustico standardizzato di facciata, calcolato secondo le formulazioni indicate dalla normativa vigente e utilizzando, per le parti in muratura, un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante pari a 50,0 dB.

Nella seguente tabella sono indicati i requisiti acustici minimi che devono possedere i serramenti (porte o finestre) per arrivare al rispetto del requisito di legge per le pareti esterne considerate; sono stati riportati i due casi previsti dalla normativa tecnica, e cioè:

- $R_w$  per  $K=0$  (elementi strutturali non connessi) – dB
- $R_w$  per  $K=2$  (elementi pesanti con giunti rigidi) – dB, caso più comune presente nelle strutture.

La numerazione delle pareti testate è riportata nelle planimetrie allegate alla presente relazione.

**Si evidenzia che, l'utilizzo, per le pareti di facciata, di serramenti e murature aventi le caratteristiche acustiche calcolate, è condizione necessaria e sufficiente per raggiungere il rispetto dei requisiti acustici passivi per le destinazioni d'uso residenziali, anche nell'ipotesi di strutture a cui sia applicabile il coefficiente  $K=2$ , considerando questa come la peggiore possibile e quindi assunta in via cautelativa.**

Nelle schede di calcolo, a disposizione presso lo scrivente studio per tutte le eventuali verifiche, sono riportati i dettagli dei calcoli eseguiti in accordo con la normativa UNI EN ISO 12354-3.



Tabella 17: Riassunto dell'isolamento acustico standardizzato di facciata

UNITA' IMMOBILIARE – STANZA	LIVELLO EDIFICIO	N° PARETE	D <sub>2m,T,w</sub> -dB (Elementi non connessi - K=2)	Rw minimo con K=2		
				APERTURA FACCIAIA		
				Porta	Finestra	Porta finestra
AMBULATORIO	PIANO TERRA	1	45	0	42 + 1	0
AMBULATORIO	PIANO TERRA	2	45	0	42 + 1	0
SALA D'ATTESA	PIANO TERRA	3	40	0	0	41 + 1
CAMERA	PIANO PRIMO	4	40	0	37 + 1	0
BAGNO	PIANO PRIMO	5	40	0	39 + 1	0
CAMERA	PIANO PRIMO	6	40	0	37 + 1	0
BAGNO	PIANO PRIMO	7	40	0	39 + 1	0
SOGGIORNO	PIANO PRIMO	8	40	0	36 + 1	0
CAMERA	PIANO PRIMO	9	40	0	38 + 1	0
CAMERA	PIANO PRIMO	10	40	0	37 + 1	0
BAGNO	PIANO PRIMO	11	40	0	40 + 1	0
SOGGIORNO	PIANO PRIMO	12	40	0	0	41 + 1
SOGGIORNO	PIANO PRIMO	13	40	0	0	41 + 1

## 4.5 SERRAMENTI E INFISSI

La scelta di serramenti aventi idonee caratteristiche acustiche, da installare in corrispondenza delle aperture delle facciate, risulta strategica al fine di garantire il rispetto del parametro  $D_{2m,n,T,w}$ , riferibile alle facciate stesse. Si ricorda che nel serramento viene assunto che sia la vetrata a incidere in modo fondamentale nella performance acustica complessiva, in quanto occupa la maggior parte di superficie del serramento. Non sono comunque assolutamente da trascurare le caratteristiche acustiche di tutti gli altri elementi che concorrono a sigillare un'apertura in una facciata (telai, controtelai, cassonetti).

Non essendo state fornite le caratteristiche strutturali e acustiche degli elementi di chiusura delle aperture nella facciata, verrà dimensionato il parametro  $R_w$  delle aperture, ovvero delle porte, porte-finestre o finestre, come definiti nel paragrafo 2.2, che dovranno essere utilizzate al fine di rispettare il parametro  $D_{2m,n,T,w}$  delle pareti in cui esse sono inserite per la chiusura delle aperture.

**Il valore di  $R_w$  calcolato pertanto non è da intendersi come riferito esclusivamente alle vetrature costituenti il serramento, ma all'intero manufatto (serramento + infisso), il quale dovrà inoltre essere ulteriormente valutato in conformità con il punto B.4.6 del documento UNI/TR 11175 e con l'appendice B della norma UNI EN 14351-1:2016, acquisendo specifica documentazione che illustri le caratteristiche strutturali e acustiche del serramento, queste ultime preferibilmente derivanti da collaudo.**

A tal proposito si evidenzia che nel punto B.4.6 del documento UNI/TR 11175, vengono riportati dei coefficienti di aggiustamento del potere fonoisolante medio del serramento:

- 1) Per le finestre KP pari a -2;
- 2) Per le porte-finestre KP pari a -5;
- 3) Per serramenti con lastre in vetro  $>3$  mq KF pari a -2.

Nella sopra citata norma si rimanda inoltre al prospetto B.10 per ulteriori coefficienti di aggiustamento in base:

- al rapporto tra la superficie del telaio e del serramento (KRA);
- alla presenza di serramenti con doppio telaio mobile e senza montante centrale (KDS);
- per serramenti con telaio non in vista e maggiore superficie trasparente (KFG);
- per serramenti a nastro (KGB);
- Per serramenti con superficie  $< 1,5$  mq KF1,5.

La UNI EN 14351-1 (valutazione della prestazione in termini di indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  su campione di dimensioni standard 1,23 m 1,48 m mediante metodo semplificato descritto dalla norma di prodotto) specifica quanto segue:

- A tutte le finestre aventi superfici di area uguale o inferiore rispetto a  $2,7 \text{ m}^2$  [ $A < 2,7 \text{ m}^2$ ] si estendono i risultati incondizionatamente;
- A tutte le finestre aventi superfici di area  $A$  superiore a  $2,7 \text{ m}^2$  e inferiore o uguale a  $3,6 \text{ m}^2$  [ $2,7 \text{ m}^2 \leq A < 3,6 \text{ m}^2$ ]: si estendono i risultati purché si applichi una correzione di -1 dB all'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  del campione;
- A tutte le finestre aventi superfici di area  $A$  superiore a  $3,6 \text{ m}^2$  e inferiore o uguale a  $4,6 \text{ m}^2$  [ $3,6 \text{ m}^2 \leq A < 4,6 \text{ m}^2$ ]: si estendono i risultati purché si applichi una correzione di -2 dB all'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  del campione;
- A tutte le finestre aventi superfici di area  $A$  superiore a  $4,6 \text{ m}^2$  [ $A \geq 4,6 \text{ m}^2$ ]: si estendono i risultati purché si applichi una correzione di -3 dB all'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  del campione.

**Tale norma è valida per finestre aventi  $R_w < 39 \text{ dB}$  o ( $R_w$  è  $C_{TR}$ )  $< 35 \text{ dB}$ ; diversamente la prestazione deve essere determinata mediante prove di laboratorio.**

Si ricorda infine che il potere fonoisolante del serramento è soggetto alle seguenti correzioni a seconda delle classi di portata dell'aria che filtra attraverso  $1 \text{ m}^2$  di serramento:

- con la classe A4 si ha una perdita di  $R_w$  di 0-1 dB
- con la classe A3 si ha una perdita di  $R_w$  di 1-2 dB
- con la classe A2 si ha una perdita di  $R_w$  di 2-4 dB
- con la classe A1 si ha una perdita di  $R_w$  di 5-8 dB

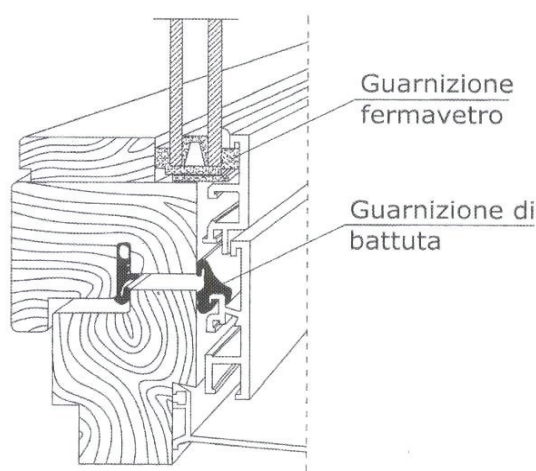
Poiché la prestazione acustica dei serramenti incide notevolmente sulla prestazione dell'intera parete in cui il serramento è inserito, si ritiene di consigliare l'utilizzo di serramenti di classe A4, qualora si intenda mantenere l'utilizzo delle vetrate esaminate.

Si raccomanda vivamente, nell'installazione degli infissi, di sigillare con la schiuma fonoisolante ad alta densità **tutte** le parti vuote derivanti dal sistema di fissaggio alla muratura, e non effettuare tale operazione solamente in determinati punti, al fine di evitare il mantenimento di un ponte acustico che pregiudicherebbe l'isolamento dell'intera facciata in cui il serramento stesso è inserito.

Dovranno essere inoltre previste adeguate sigillature mediante guarnizioni sia nelle zone di contatto tra i battenti e l'infisso, sia nella parte inferiore del serramento, quest'ultima al fine di evitare fessure tra il pavimento stesso e l'infisso.

Nella tabella indicativa dei valori dell'indice di valutazione standardizzato di facciata  $D_{2m,n,T,w}$ , parametro in cui le caratteristiche acustiche dei serramenti incidono in maniera rilevante, sono indicati i valori di  $R_w$  degli elementi di chiusura delle aperture nelle facciate (serramenti + infissi).

**Figura 6: Schema di infisso dotato di tenuta**



**Figura 7: Schema sigillature corrette**

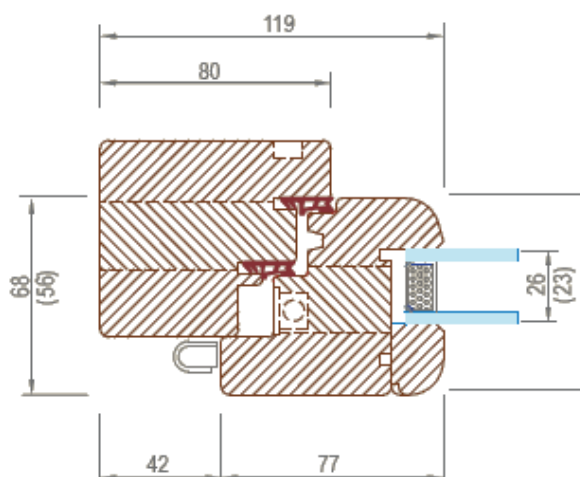


Figura 8: Schema di porta in legno di tipo acustico

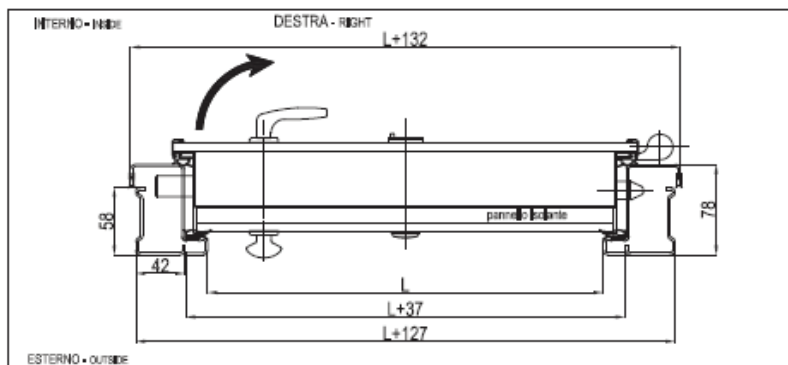
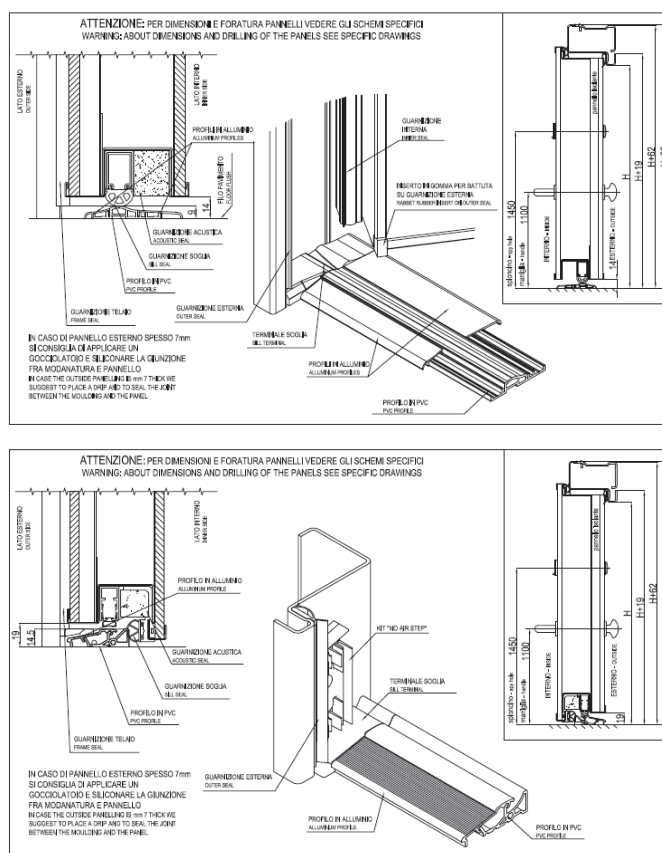


Figura 9: Esempi di soglia acustica



Qualora la dimensione dei serramenti effettivamente posti in facciata si discosti dai relativi campioni analizzati in laboratorio occorre tenere conto di un coefficiente di correzione della prestazione acustica che dipende dalla percentuale di variazione della superficie.

Tali coefficienti sono riportati nella tabella che segue tratta dall'allegato B della norma UNI EN 14351-1.

Tabella 18: Coefficienti correttivi che tengono conto della differenza di superficie tra il serramento utilizzato in facciata e il relativo serramento analizzato in laboratorio

Window size range		Sound insulation value for window
Test results (see B.2) for test specimen of any size	Tabulated values (see B.3) <sup>a</sup>	
-100% to +50% of test specimen overall area	Overall area $\leq 2,7 \text{ m}^2$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ according to B.2 or B.3
+50% to +100% of test specimen overall area	$2,7 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 3,6 \text{ m}^2$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ corrected by -1 dB
+100% to +150% of test specimen overall area	$3,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area} \leq 4,6 \text{ m}^2$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ corrected by -2 dB
> +150% of test specimen overall area	$4,6 \text{ m}^2 < \text{Overall area}$	$R_w$ and $R_w + C_{tr}$ corrected by -3 dB
<sup>a</sup> The area intervals indicated for tabulated values are identical to the intervals for test results according to B.2 using the recommended test specimen size 1,23 m x 1,48 m.		

Con riferimento alla UNI 11673-1:2017 Posa in opera di serramenti – requisiti e criteri di verifica della progettazione si riporta anche un prospetto, puramente indicativo come riporta la norma, che suggerisce le prestazioni acustiche minime dei sigillanti in funzione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  del serramento.

$R_{w,s}$ del serramento (dB) <sub>α</sub>	$R_{s,s}$ del sigillante secondo l'appendice J della UNI-EN-ISO-10140-1 (dB) <sub>α</sub>
33 <sub>α</sub>	$\geq 45_{\alpha}$
36 <sub>α</sub>	$\geq 50_{\alpha}$
39 <sub>α</sub>	$\geq 55_{\alpha}$
$\geq 40_{\alpha}$	$\geq 58_{\alpha}$

## 5 IMPIANTI

### 5.1 IMPIANTI SANITARI E TUBAZIONI IDRAULICHE

Nella progettazione dei sistemi di scarico è necessario rispettare alcuni criteri di acustica edilizia atta a contenere la rumorosità degli impianti. L'applicazione o meno di taluni criteri dipende dalla struttura e dalla geometria dell'immobile ed è quindi fortemente consigliato interfacciarsi con il tecnico acustico sin dalle prime fasi della progettazione edilizia:

- gli apparecchi sanitari e le relative tubazioni di scarico devono essere posizionate in pareti tecniche non confinanti con camere da letto e soggiorni di altre unità immobiliari;
- si suggerisce la realizzazione di vani tecnici nei quali installare le tubazioni di scarico e di posizionarli nell'area in cui si trovano i locali sanitari;
- i locali sanitari appartenenti ai diversi piani devono essere sovrapposti in modo tale da ridurre al minimo le deviazioni di colonne, fonte di rumorosità.

In caso non fosse possibile quanto suggerito sopra si devono adottare delle misure di protezione dal rumore incrementando il fonoisolamento delle pareti di installazione e delle tubature stesse.

Fatta salva l'eliminazione di errori di progettazione dell'impianto idraulico, con conseguente presenza nello stesso di sezioni idrauliche insufficienti, le modalità di intervento nella scelta dei materiali e nella posa degli impianti idraulici al fine di contenere la diffusione di rumore sono le seguenti:

- a. Scelta di componenti e di sanitari predisposti per il contenimento del rumore all'origine: in particolare le tubazioni dovranno essere di tipo insonorizzato, così come le cassette di scarico dovranno essere di tipo silenzioso, al fine di non trasmettere rumore per via aerea;

All'interno delle cassette di scarico non dovranno essere presenti meccanismi particolari che possano trasmettere vibrazioni alle pareti in cui verranno incassate. Si evidenzia che, nel caso in cui la cassetta venga ad essere incassata in una parete di separazione tra diverse unità abitative, si viene a determinare un ponte acustico di estesa superficie che viene a compromettere il rispetto dell'indice di valutazione del potere fonoisolante della parete stessa. In tal caso è consigliabile l'utilizzo di cassette esterne oppure di inserire la cassetta in una controparte apposita, eventualmente desolidarizzata dalla parete principale;

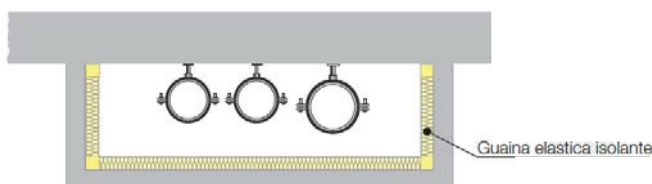
Per tubazioni insonorizzate si intendono tubi realizzati in polipropilene e cariche minerali quali **Valsir Silere, Geberit Silent, Triplus Valsir**, in ordine di preferenza;

Le tubazioni, se di tipo non insonorizzato, dovranno essere avvolte in materiale fonoimpedente e smorzante di facile maneggevolezza, di densità non inferiore a 100 Kg/cm<sup>3</sup>, **tipo Geberit Isol, TopsilentAdhesiv Index, FonoDBam Bampi**. Tale operazione può essere evitata per tubazioni già insonorizzate, a condizione di acquisire una precisa e chiara certificazione circa le proprietà di tali materiali, relativamente al contenimento del rumore.

- b. Le tubazioni, insonorizzate o avvolte in materiale fonoimpedente, sono da inserire preferibilmente all'interno di cavedi insonorizzati, realizzati in cartongesso o in materiali massivi aventi una massa areica superiore 200 kg/m<sup>2</sup> (Rw superiore a 35 dB).

All'interno del cavedio deve essere inserito un pannello di materiale fibroso: è stato dimostrato in laboratorio che l'assenza di materiale fibroso all'interno del cavedio può incrementare da 6 fino a 10 dB(A) il rumore degli impianti a causa delle riflessioni interne al cavedio (effetto "cassa di risonanza"). L'inserimento all'interno del cavedio di lana minerale avente uno spessore minimo pari a 40 mm, riduce sensibilmente l'effetto cassa di risonanza;

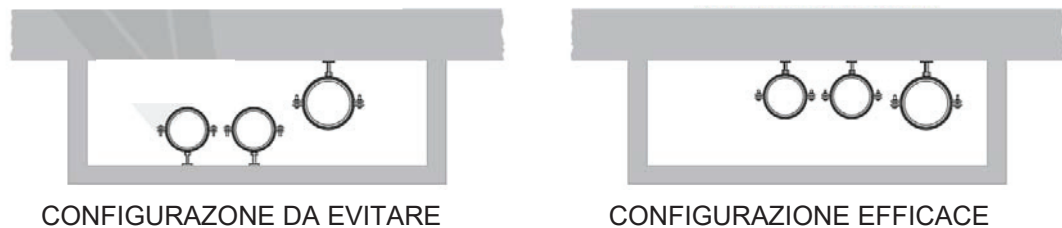
Figura 10: Cavedio insonorizzato per l'inserimento delle tubazioni



- c. Il posizionamento delle tubazioni all'interno del cavedio o della parete deve avvenire sulla parete più spessa e possibilmente nell'angolo. L'installazione su pareti sottili e soprattutto nella parte

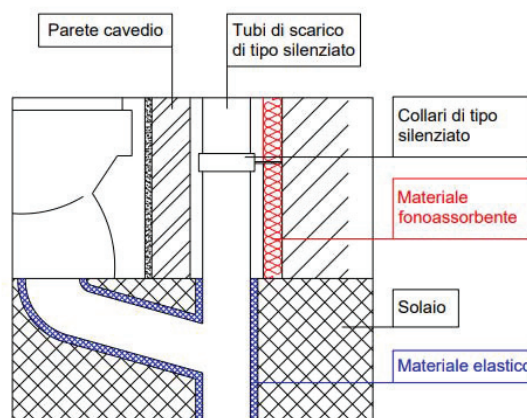
centrale può favorire la diffusione del rumore strutturale per effetto delle vibrazioni alle quali la parete è soggetta;

**Figura 11: Posizione impianti all'interno del cavedio**



- d. Nel caso in cui non sia possibile realizzare cavedi e la tubazione venga fatta decorrere all'interno delle intercapedini delle pareti di separazione tra diverse unità immobiliari, queste dovranno essere assolutamente fissate ai tavolati in modo desolidarizzato mediante idonee staffe. Dove la staffa aggancia la tubazione, il contatto con il tubo dovrà avvenire con l'interposizione di materiale smorzante e fonoassorbente. Si sottolinea che in nessun caso vi dovrà essere un contatto rigido tra tubazione e muratura, e che è necessario inserire nella zona di passaggio delle tubazioni dei materiali fonoassorbenti, preferibilmente fibrosi, al fine di aumentare l'assorbimento del rumore.
- e. La porzione di parete che divide l'impianto all'interno all'intercapedine da un'altra unità immobiliare dovrà garantire un  $R_w$  superiore a 35 dB al fine di ridurre il rumore di caduta e il rumore d'urto dell'acqua nel condotto;

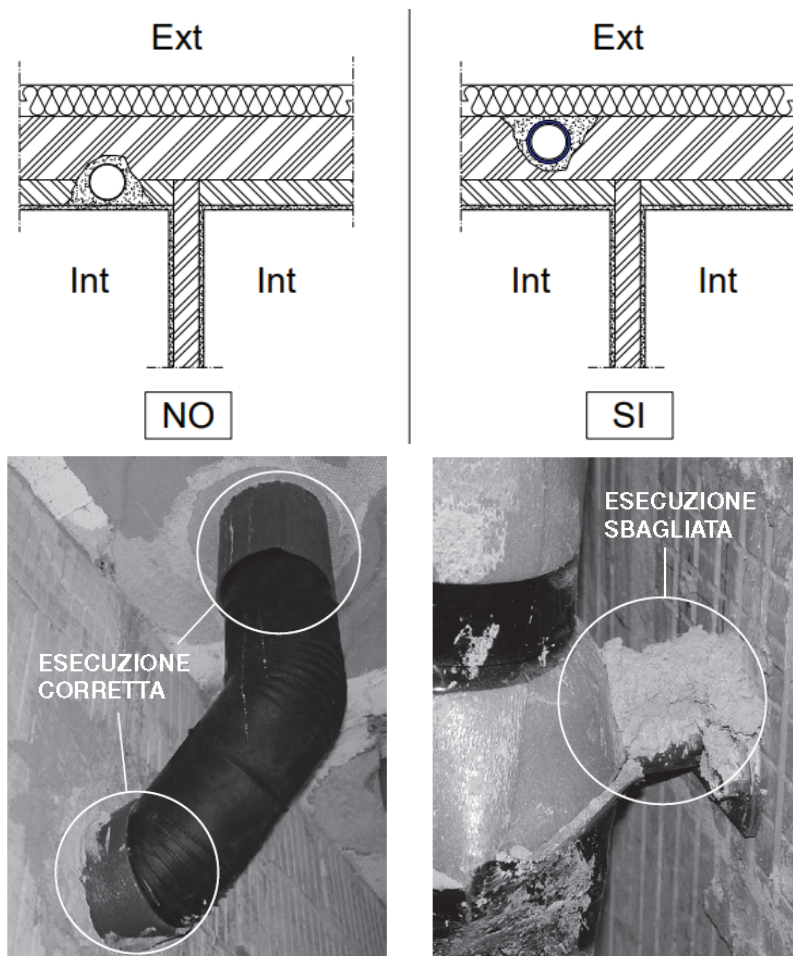
**Figura 12: Schemi di fissaggio delle tubazioni**



- f. Nel caso in cui gli impianti debbano essere necessariamente inseriti in uno scasso della parete perimetrale, i tubi di scarico dovranno essere fasciati con materiale fonoimpedente e fonoassorbente (lana minerale) e dovranno essere posizionati sul lato esterno della partizione. La parete rimanente tra il condotto e l'ambiente interno deve garantire un  $R_w$  pari ad almeno 35 dB (esempio Poroton di 8 cm);



Figura 13: Schemi posizione impianti nella parete esterna



- g. Si deve prevedere l'installazione di un solo collare antivibranti per piano per ridurre le trasmissioni per via strutturale; la presenza di 2 collari può incrementare le trasmissioni del rumore per via strutturale fino a 3 dB(A).

Le caratteristiche costruttive del collare ricoprono un ruolo fondamentale, una scarsa elasticità dell'inserto in gomma o una eccessiva forza di serraggio sul tubo possono compromettere le performance acustiche del sistema. (Bismat 1000, braccialeto Geberit isolato, etc.).

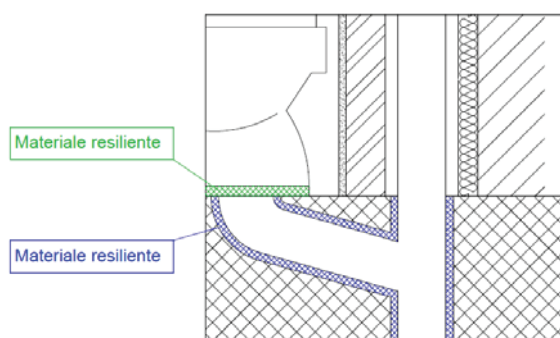
Figura 14: Esempio collare antivibrante



- h. Nel caso in cui le tubazioni attraversino tavolati, pareti e pavimenti, nel punto di contatto tra tubazione e muratura la prima dovrà essere avvolta da materiali smorzanti e fonoassorbenti al fine di desolidarizzare il tubo dalla struttura ed evitare pertanto la trasmissione di vibrazioni. La guaina elastica isolante deve avere uno spessore minimo di 5 mm. Si consiglia di disaccoppiare anche i sanitari dalla parete per ridurre la trasmissione diretta via corpi solidi;



Figura 15: Installazione materiale resiliente

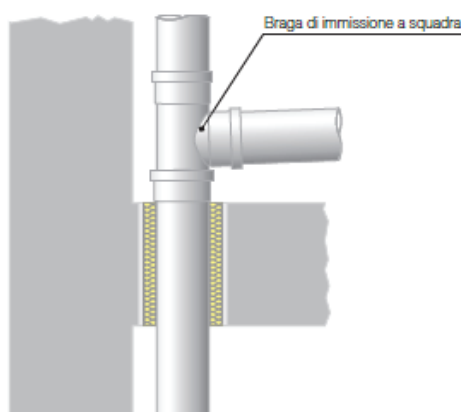


- i. La portata massima, di tubi aventi un diametro compreso tra 100 e 125 mm, deve essere pari o inferiore a 2 l/s; si evidenzia che ad ogni raddoppio della portata di scarico corrisponde un aumento del livello di rumore di circa 3 dB(A); la rumorosità della rubinetteria in fase di apertura aumenta con l'aumentare della velocità e della pressione dell'acqua per cui è prevista l'installazione di idonei riduttori di pressione all'entrata di ogni unità abitativa. Le rubinetterie installate devono essere di classe 1 ( $L_{ap} < 20$  dB) secondo la norma UNI EN ISO 3822.

Diametro del tubo (mm)	25	50	80	100	125	150	200	250	>300
Velocità massima del fluido	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	3,0

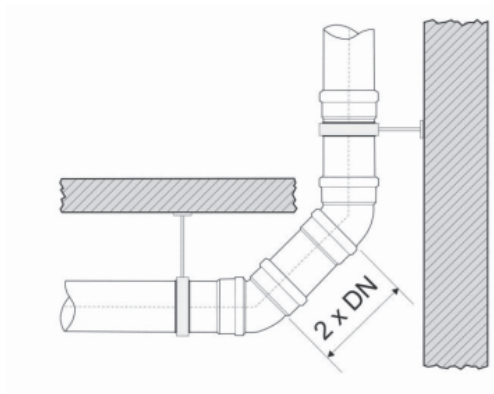
- j. L'allaccio delle diramazioni di scarico deve essere eseguito mediante braghe prossime a 90° poiché rispetto a quelle di 45° assicurano velocità di immissione in colonna più basse e livelli di rumorosità contenuti;

Figura 16: Schema braga



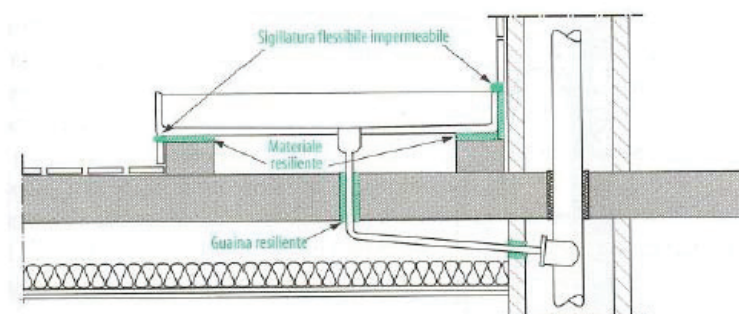
- k. Ai piedi della colonna le tubazioni non dovranno mai essere realizzate a gomito, al fine di evitare l'insorgenza di scrosci di acqua particolarmente rumorosi. Si raccomanda di non superare mai nei raccordi un angolo di 45° come da figura di seguito riportata, distanziate da un tronchetto di tubo di lunghezza pari al 2 volte il diametro della colonna. Risulta fondamentale ridurre al minimo i cambi di direzione dei condotti. La realizzazione di una deviazione della colonna composta da 2 curve di 45° sullo stesso piano di misura, porta comunque ad un incremento del rumore aereo di 5-8 dB(A) a seconda della tipologia di tubo.

Figura 17: Schema piede colonna



- I. I piatti doccia possono essere fonte di rumore che si propaga nelle abitazioni circostanti. Per evitare questo si consiglia di:
- isolare il miscelatore e le condutture;
  - utilizzare del materiale resiliente impermeabile al di sotto del piatto doccia e tra il piatto doccia ed il muro.
  - utilizzare guaine resilienti intorno ai tubi al passaggio di questi attraverso muri e solette.
- Al di sotto del piatto doccia si porrà della lana di roccia o lana di vetro per fonoassorbire la cavità.

Figura 18: Schema isolamento piatto doccia



## 5.2 PRESCRIZIONI PER TUBAZIONI DI EFFLUENTI GASSOSI

Per quanto riguarda eventuali tubazioni deputate al trasporto di eventuali fluidi gassosi (aria o effluenti gassosi), valgono le stesse prescrizioni precedentemente descritte per gli impianti idraulici.

Si ricorda comunque che, se tali tubazioni sono collegate a ventilatori di mandata dell'aria, il rumore delle ventole si può trasmettere attraverso la tubazione, creando disturbo in luoghi diversi rispetto a quelli presso cui il rumore si origina.

I ventilatori scelti e installati pertanto dovranno rispettare nel luogo di installazione i valori limite del DPCM 5 dicembre 1997 (LAeq non superiore a 35 dB(A), LASMax non superiore a 35 dB(A)).

I ventilatori inoltre dovranno essere collegati alle tubazioni di evacuazione dell'aria non rigidamente, ma mediante dei collari elastici, al fine di trasmettere vibrazioni.

## 5.3 POMPA DI CALORE

Dai dati forniti dal progettista degli impianti, in un vano specifico con accesso dalla strada Via Cesare Battisti, verrà installata una pompa di calore a servizio dell'edificio denominata Energycal inverter 17 - LN - Viessmann – Pompa di calore reversibile aria/acqua.

Di seguito si riportano le caratteristiche acustiche fornite dall'azienda produttrice:

I dati di rumorosità sono riferiti alle condizioni di funzionamento in Chiller alle seguenti condizioni A: 35°; W 12°/7°C

### Livelli sonori ENERGYCAL INVERTER

GRANDEZZA UNITÀ	Versione Standard		Versione /LN	
	Totale [dB(A)]		Totale [dB(A)]	
	Lw	Lp	Lw	Lp
17	76	44	73	41
22	78	46	75	43
27	80	48	78	46
34	81	49	79	47

Lw: valori di potenza sonora in campo libero calcolati secondo la normativa ISO 3744, unità in funzionamento chiller (A35;W7)

Lp: valori di pressione sonora rilevati a 10 m di distanza dall'unità in campo libero secondo la normativa ISO 3744, unità in funzionamento chiller (A35;W7)

### DESCRIZIONE VERSIONE /LN

L'unità oltre ai componenti della versione standard prevede:

> Vano compressori coibentato acusticamente con materiale fonoassorbente e fonoimpedente

Considerando l'ubicazione dell'impianto di ritiene necessario installare la versione silenziosa LN.

La macchina dovrà essere posizionata su piedini antivibranti a molla, dimensionati in base al peso dell'impianto e il locale tecnico dovrà essere rivestito con una controparete e controsoffittatura costituita da una lastra in cartongesso e almeno 5 cm di lana minerale ad alta densità al fine di ridurre la trasmissione del rumore per via strutturale all'interno dell'edificio di progetto.

Dai dati forniti dal progettista, l'edificio ubicato lungo il lato opposto di Via Cesare Battisti, a circa 7 metri dall'edificio in esame, verrà demolito; il ricettore sensibile più vicino all'ubicazione della nuova pompa di calore disterà almeno 20 metri, direzione sud-est.

Di seguito si calcola il contributo dell'impianto in facciata a tale edificio, con la formula:

$$L_p = L_w - 20 \log (d/d_0) - 11 + 3$$

Dove:

Lw = Livello di potenza sonora;

Lp= livello di pressione sonora alla distanza d

$d_0 = 1 \text{ m}$

$$L_p = 73 - 20 \log (18/1) - 8$$

$$L_p = 39,9 \text{ dB(A)}$$

Dai calcoli sopra riportati si attende il rispetto dei limiti assoluti stabiliti dalla zonizzazione acustica comunale e il presumibile rispetto o condizioni di non applicabilità del limite differenziale di immissione in base art 4 comma 2 del DPCM 14 novembre 1997.

Si consiglia comunque di prevedere la chiusura del vano tecnico con un elemento di grado di attenuare la rumorosità del compressore e delle ventole.



A) Impianto con espulsione aria frontale



## 6 CONCLUSIONI

I valori di isolamento acustico apparente ricavati per le strutture analizzate, mediante le formule empiriche messe a punto da autorevoli enti di ricerca, attraverso numerose prove effettuate su diversi tipi di materiali e di combinazioni, evidenziano buoni criteri costruttivi delle murature al fine di garantire un'adeguata difesa dal rumore, i quali dovranno essere comunque perfezionati con i seguenti accorgimenti:

- a) Per quanto attiene gli indici di valutazione di isolamento acustico di facciata, risulta opportuno curare con particolare attenzione la scelta dei serramenti e degli infissi che sigilleranno le aperture nelle facciate al fine di garantire un isolamento acustico accurato delle murature testate, come specificato dettagliatamente nel paragrafo 4.5. In particolare, si ritiene necessario ai fini del rispetto dei limiti, l'utilizzo di serramenti aventi almeno i seguenti valori di  $R_w$  (1 dB superiori ai valori riportati in tabella 17):

- non inferiore a 42 dB per le porte-finestre
- non inferiore a 43 dB per le finestre.

I serramenti dovranno essere, comunque, di classe A4 di permeabilità all'aria. Risulta fondamentale acquisire la documentazione acustica dei serramenti prescelti, da sottoporre a valutazione dello scrivente, al fine di determinarne l'effettiva efficacia acustica richiesta per i serramenti dalle valutazioni effettuate nel presente documento, in conformità con il punto B.4.6 del documento UNI/TR 11175 e l'appendice B della norma UNI EN 14351-1:2016.

I serramenti dovranno essere posati seguendo le norme tecniche riportate nella UNI 11296:2018 (Posa serramenti) "Acustica in edilizia – Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata – Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno".

Il cassonetto con avvolgibile, quando presenti, deve garantire un  $R_w$  superiore a 43-44 dB sia con la tapparella avvolta che non avvolta: il cassonetto deve essere ricoperto al suo interno, con un materiale fonoimpedente ad alta densità e con un materiale fonoassorbente, quale la lana di roccia. Si consiglia di richiedere il certificato di collaudo e le prescrizioni di posa in opera all'azienda fornitrice del cassonetto.

Si raccomanda inoltre di evitare la formazione di ponti acustici in corrispondenza dei punti di contatto tra pilastri e blocchi e di sigillare con malta a base di elastomeri, in grado di migliorare l'elasticità e l'adesione, tutte le parti vuote derivanti dal sistema di fissaggio del serramento alla muratura (infisso).

Valutare le soluzioni proposte nella presente relazione in merito all'isolamento acustico delle scale condominiali dalla parete divisoria con le camere.

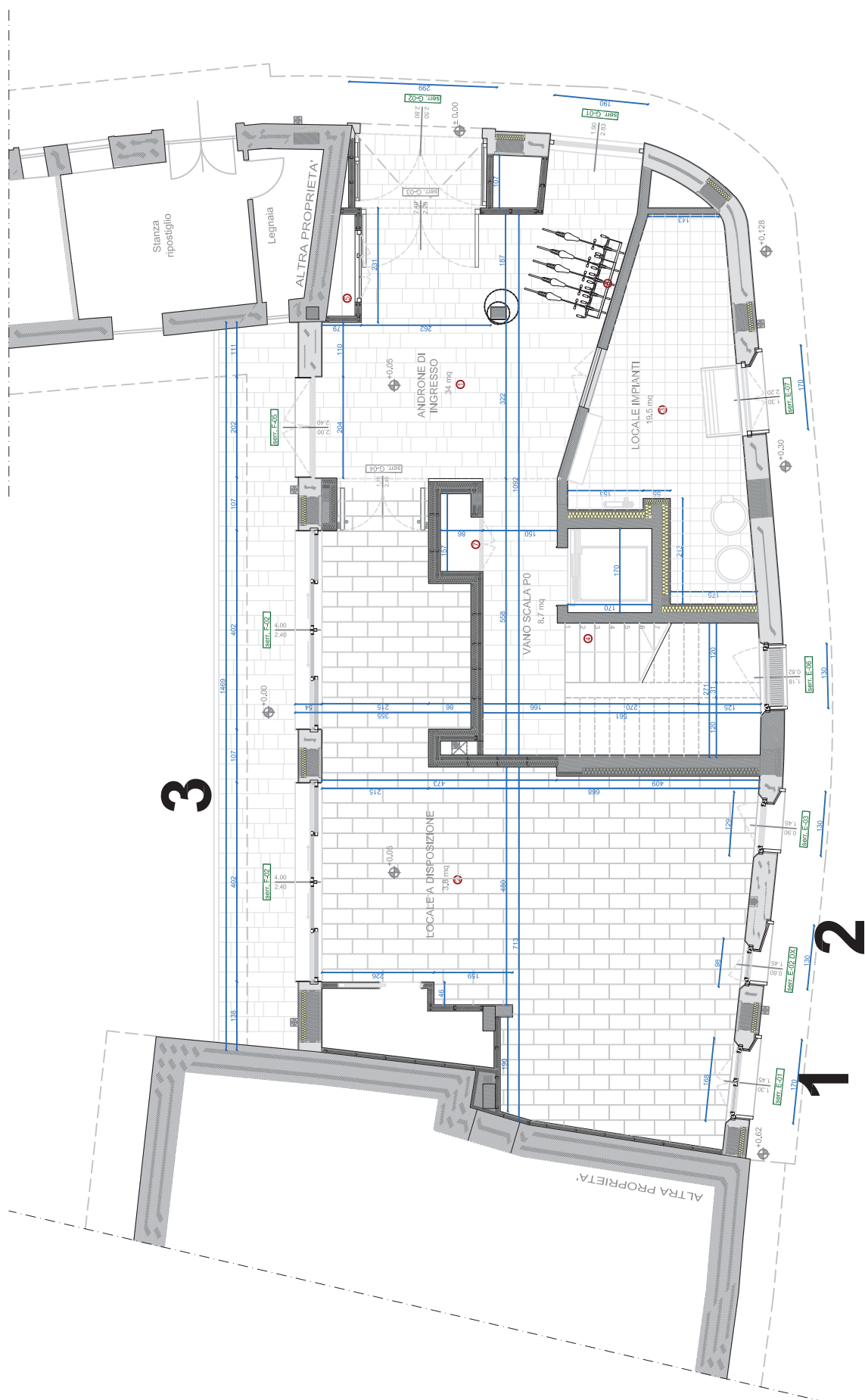
- b) Il raggiungimento del valore limite previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 per le pareti tra diversi ambienti viene raggiunto seguendo le indicazioni riportate nella presente relazione; le porte d'ingresso degli ambulatori devono garantire un  $R_w$  di 33-35 dB;
- c) La copertura in legno dovrà essere realizzata con un doppio assito, e inserimento nella stratigrafia di un livello di materiale fonoimpedente, per incrementare la massa della struttura; inoltre, l'isolamento dovrà essere costituito da materiale fibroso fonoassorbente (preferibilmente lana di roccia), avente uno spessore minimo di 20 cm e densità non inferiore a 100 Kg/m<sup>3</sup>. Si raccomanda di valutare il posizionamento delle travi all'interno degli appartamenti ed evitare la presenza di travi che attraversano diversi appartamenti ed evitare travi sopra pareti divisorie, come indicato in relazione;
- d) L'indice di valutazione del rumore di calpestio dei pavimenti viene opportunamente raggiunto mediante il posizionamento nel pacchetto del pavimento del materiale resiliente, a regola d'arte, avente rigidità dinamica pari a 10 MN/m<sup>3</sup> (tipo Fonostop Duo N), unitamente ad una buona resistenza alla compressione (< al 30 % dello spessore). Si raccomanda di inserire il materiale resiliente sopra citato in tutte le stratigrafie dei pavimenti dal momento che il DPCM 5 dicembre 1997 non prevede alcuna esclusione relativamente l'applicazione del parametro  $L'_{n,w}$ .
- e) Si raccomanda, nell'esecuzione delle murature:
- L'accurato isolamento dei ponti acustici (canne fumarie, scatole di impianti e, in genere, qualsiasi assottigliamento delle pareti) mediante rivestimento con materiale fonoassorbente o fonoisolante. Tale rivestimento dovrà essere particolarmente accurato nel momento in cui le

scatole degli impianti dei servizi igienici siano poste in corrispondenza delle pareti di separazione tra diverse unità abitative.

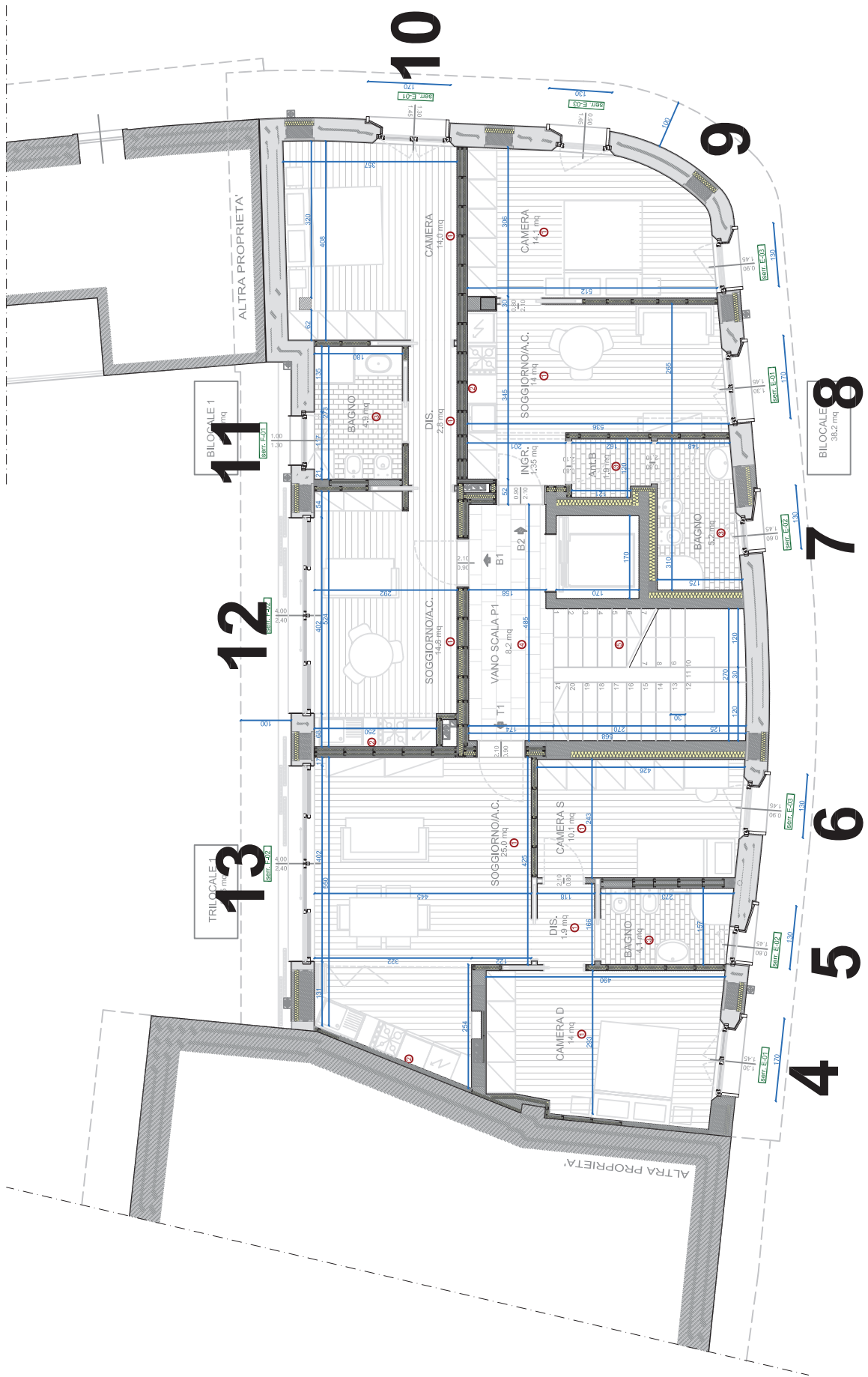
- L'isolamento di eventuali parti di muratura in cui queste vengono assottigliate (**incassi di termosifoni, inserimento di sciacquoni**) mediante l'applicazione di contropareti in materiale fonoassorbente e lastra di cartongesso, oppure mediante inserimento di una paretina di mattoni pieni.
  - L'adeguato isolamento degli impianti tecnologici interni alle unità abitative: **in particolare si raccomanda di seguire riportate nella presente relazione, sia in merito alla scelta dei materiali che alla loro posa in opera a regola d'arte.**
- f) In fase di acquisto, i motori degli eventuali impianti comuni (con particolare riferimento agli ascensori, qualora siano previsti dal progetto) dovranno rispettare i requisiti di rumorosità richiesti dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 per quanto attiene il LAeq e il LASMax.
- g) Le Unità esterne a servizio delle diverse unità abitative devono essere posizionate in modo tale che le emissioni sonore non siano percepibili in facciata alle altre unità.

## **7 ALLEGATI**

- 1) PLANIMETRIA DI PROGETTO
- 2) SCHEDE TECNICHE













# FONOSTOPDuo N

ISOLANTE ACUSTICO DEI RUMORI DI CALPESTIO COMPOSITO AD ELEVATA FONORESILIENZA PER L' ISOLAMENTO DI GRADO SUPERIORE IN MONOSTRATO DEI SOLAI, INTERNI ED ESTERNI, CON PAVIMENTO GALLEGGIANTE

CONFERISCE CREDITI **LEED**

CARATTERISTICHE	IMPATTO AMBIENTALE		
			
ISOLANTE ACUSTICO	ECO GREEN	RICICLABILE	RIFIUTO NON PERICOLOSO

## 1 PROBLEMA

L'interposizione di un materiale resiliente fra un massetto galleggiante, su cui si può posare qualsiasi tipo di pavimento, e il solaio portante, determina l'attenuazione  $\Delta L_w$  della propagazione dei rumori d'urto o calpestio ed un incremento  $\Delta R_w$  dell'isolamento dei rumori aerei e costituisce

la tecnica di isolamento più flessibile ed efficace disponibile. I livelli di isolamento dei rumori di calpestio prescritti dal DPCM 05/12/1997 determinano l'esigenza di disporre di materiali isolanti di massima efficienza ma di basso spessore compatibile con le quote usualmente previste dal progetto dell'edificio e, dato che il requisito acustico va misurato in opera, siano anche compatibili con la realtà del cantiere, siano cioè resistenti al traffico di uomini e di mezzi e che non si spostino durante la posa delle pavimentazioni. Spesso sono richiesti livelli di isolamento anche superiori ai limiti di legge per i quali vengono proposti materiali che, in funzione delle diverse tipologie, superano largamente i 10 mm di spessore oppure, per soddisfare certi livelli, si è costretti ad impiegare più strati di materiali isolante con il conseguente aumento dei costi di posa.

## 2 SOLUZIONE

**FONOSTOPDuo N** è l'isolante acustico dei rumori di calpestio, progetto esclusivo INDEX, che rappresenta la naturale evoluzione della largamente nota versione base, denominata **FONOSTOPDuo**.

Di spessore contenuto, 6,5 mm contro i 5 mm della versione base, ma dalle superiori prestazioni isolanti, **FONOSTOPDuo N** applicato in monostrato raggiunge un livello di isolamento prossimo a quello di due strati posati a facce contrapposte di **FONOSTODuo** come si evince dalla tabella delle rigidità dinamiche dei diversi sistemi isolanti.

**FONOSTOPDuo N** è un materiale composito costituito da una lamina fonoimpedente accoppiata ad un tessuto non tessuto fonoresiliente in fibra poliestere ottenuto con un particolare procedimento di "agugliatura elastica".

La lamina fonoimpedente è un elemento continuo, impermeabile all'acqua, che assolve la funzione di ottimizzare la prestazione acustica otturando le porosità di cui un manufatto edilizio può difettare, attraverso le quali il rumore aereo avrebbe modo di diffondere, ristabilendone la continuità, caratteristica apprezzabile specie su piani di posa discontinui.

La lamina ha anche il compito di impedire che la pasta fresca cementizia stesa sul materiale isolante in fase di realizzazione del massetto impregni le fibre del tessuto non tessuto annullandone le proprietà elastiche. Il tessuto non tessuto è uno strato di separazione elastico fra elementi rigidi, massetto e solaio, che attenua sia la trasmissione delle vibrazioni provocate dal calpestio degli occupanti sul massetto galleggiante pavimentato sia le vibrazioni del massetto indotte dal rumore aereo derivante dalle diverse sorgenti sonore come le voci, gli apparecchi radio, televisivi, ecc.

La natura fibrosa del tessuto non tessuto, seppure di spessore ridotto, costituisce un ulteriore elemento a favore delle capacità isolanti del materiale anche per il rumore aereo che i materiali isolanti a celle chiuse non posseggono.

Le fibre sintetiche non sono irritanti, sono elastiche e non si frantumano come quelle minerali quando vengono compresse o piegate. Il tessuto non tessuto fonoresiliente funge da molla nel modello di sistema fisico "molla - massa" in cui una massa, costituita dal massetto galleggiante, è caricata su di una molla, il tessuto fonoresiliente, appoggiata su di un supporto rigido, il solaio portante.

Il carico unitario relativamente basso del massetto galleggiante ( $0,008 \pm 0,012 \text{ kg/cm}^2$ ) fa sì che materiali comunemente definiti come elastici, come lo può essere un foglio di gomma, nel caso specifico hanno una rigidità dinamica troppo elevata che li rendono inadeguati ad ammortizzare le vibrazioni generate dal calpestio dei massetti, mentre, entro limiti ben definiti di non eccessiva comprimibilità, materiali più soffici come **FONOSTOPDuo N** possiedono una rigidità dinamica proporzionata al basso carico unitario del massetto.

**FONOSTOPDuo N** resiste sia al traffico di cantiere in fase di posa, sia, in esercizio, all'azione perforante delle asperità dei sottofondi irregolari sotto il carico del massetto galleggiante e pur essendo un materiale leggero, possiede un peso sufficiente ed è dotato di un "grip" (aderenza alle superfici di posa) così elevato che non si sposta con il traffico di cantiere.

**FONOSTOPDuo N** è il frutto della ricerca INDEX nel campo dell'isolamento acustico  
(continua)

MATERIALE	SISTEMA	SPESSORE	RIGIDITÀ DINAMICA
FONOSTOPDuo	monostrato	5 mm	$s' = 21 \text{ MN/m}^3$
FONOSTOPTrio	monostrato	9 mm	$s' = 14 \text{ MN/m}^3$
FONOSTOPDuo x 2	doppio strato a facce contrapposte	10 mm	$s' = 11 \text{ MN/m}^3$
<b>FONOSTOPDuo N</b>	monostrato	<b>6,5 mm</b>	<b><math>s' = 10 \text{ MN/m}^3</math></b>
FONOSTOPTrio + FONOSTOPDuo	doppio strato	14 mm	$s' = 9 \text{ MN/m}^3$



2ª DIVISIONE  
2ª LINEA



5ª DIVISIONE  
2ª LINEA

**index**

A SIKA COMPANY

Guida e Capitolati Tecnici  
ISOLAMENTO ACUSTICO DEI FABBRICATI

155

co, è un materiale accuratamente progettato per lo scopo specifico a cui è destinato e non deriva da scarti di altri cicli produttivi né dall'adattamento di materiali nati per altre applicazioni ma soddisfa i requisiti ambientali sul contenuto di materiale riciclato prescritti nel paragrafo 2.4.2.9 dei Criteri Ambientali Minimi CAM del PAN-GPP, D.M. del 11/10/2017 perché il tessuto non tessuto di poliestere contiene il 75% ( $\pm 15\%$ ) di PET, la stessa tipologia di polimero, derivante dal riciclo delle bottiglie delle bevande gassate. L'impermeabilità all'acqua e all'aria della lamina fonoimpedente, l'elasticità del tessuto non tessuto fonoresiliente calibrata in funzione del peso del massetto, la massa areica

del giusto peso, il grip del tessuto sulle superfici di posa, unite ad una buona resistenza al punzonamento statico e dinamico, sono tutte caratteristiche di **FONOSTOPDuo N** che congiuntamente ad una corretta posa in opera concorrono a soddisfare i limiti imposti dal decreto DPCM 05/12/1997.

**FONOSTOPDuo N** è prodotto in rotoli da 10x1,05 m e la lamina fonoimpedente della faccia superiore, che è rivestita con una finitura tessile azzurra, sporge di 5 cm rispetto al tessuto non tessuto fonoresiliente bianco della faccia inferiore, al fine di costituire una aletta di sormonto che protegga la linea di accostamento laterale dei fogli dall'intrusione di malta cementizia del massetto che

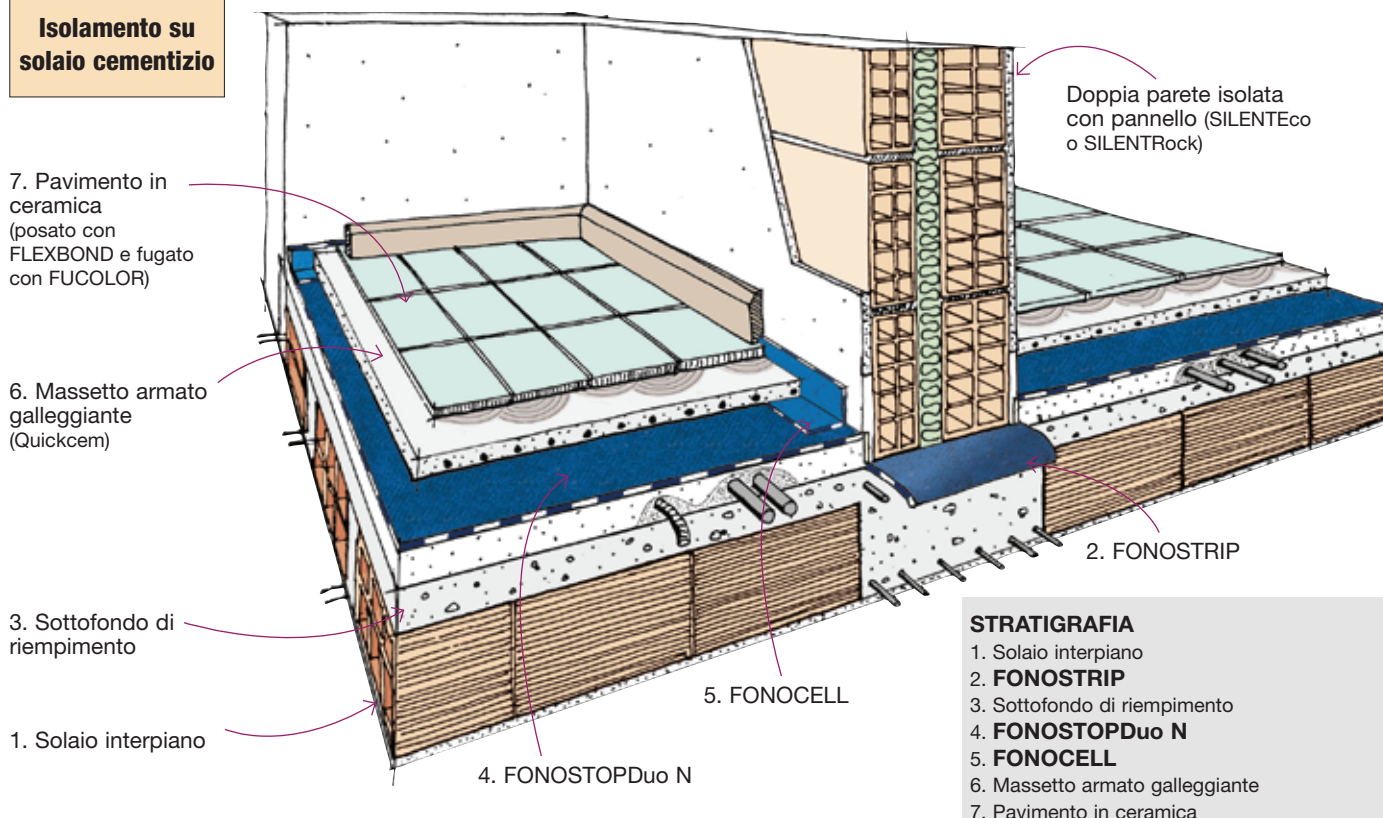
altrimenti, una volta indurita, determinerebbe un ponte acustico.

## CAMPI D'IMPIEGO

**FONOSTOPDuo N** viene impiegato per l'isolamento acustico dai rumori di calpestio dei solai in laterocemento e in calcestruzzo come pure dei solai in legno ed in X-LAM, sia interpiano sia i solai delle terrazze.

## Isolamento su solaio interpiano

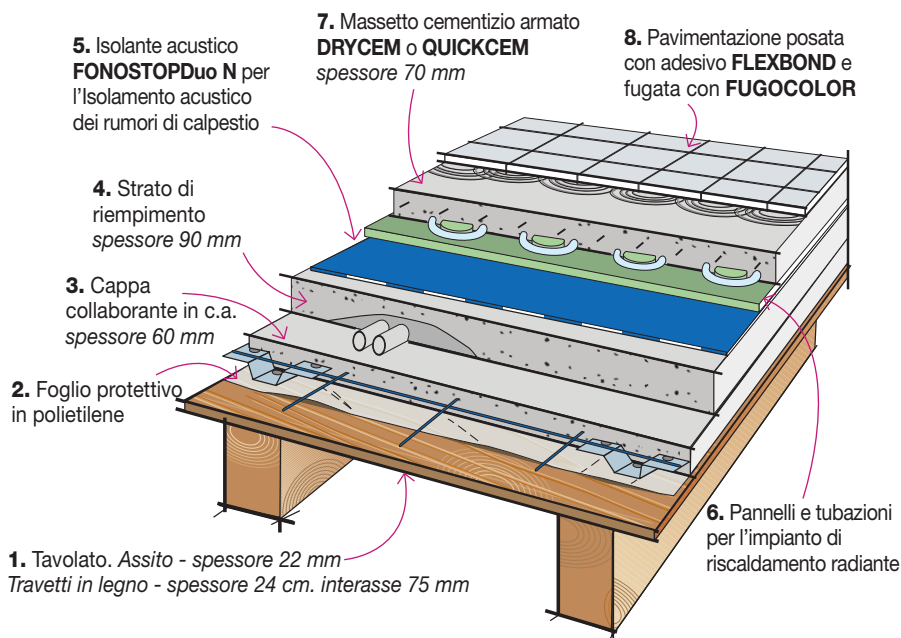
### Isolamento su solaio cementizio



### Isolamento su solaio in legno

#### STRATIGRAFIA

1. Tavolato
2. Foglio protettivo in polietilene
3. Cappa collaborante
4. Strato di riempimento
5. **FONOSTOPDuo N**
6. Pannelli e tubazioni per l'impianto di riscaldamento
7. Massetto cementizio armato
8. Pavimentazione

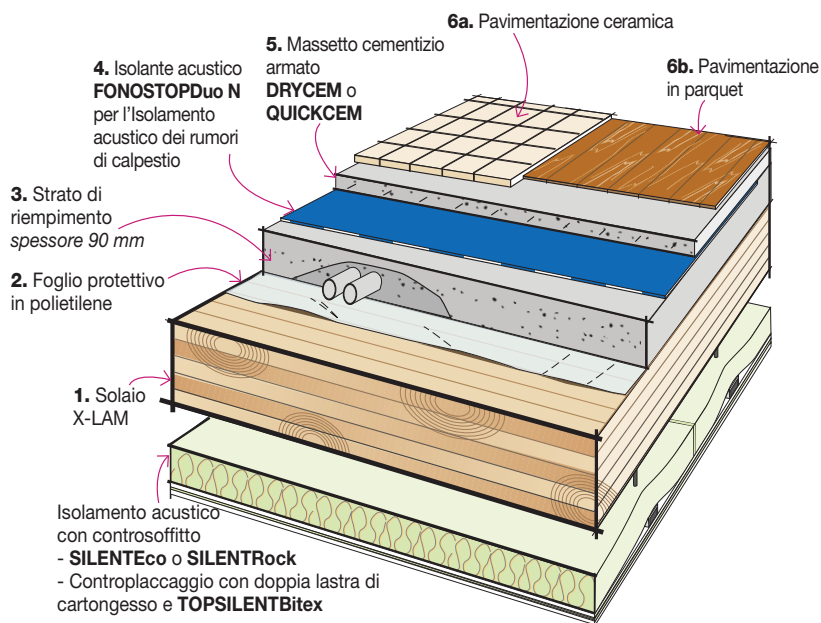




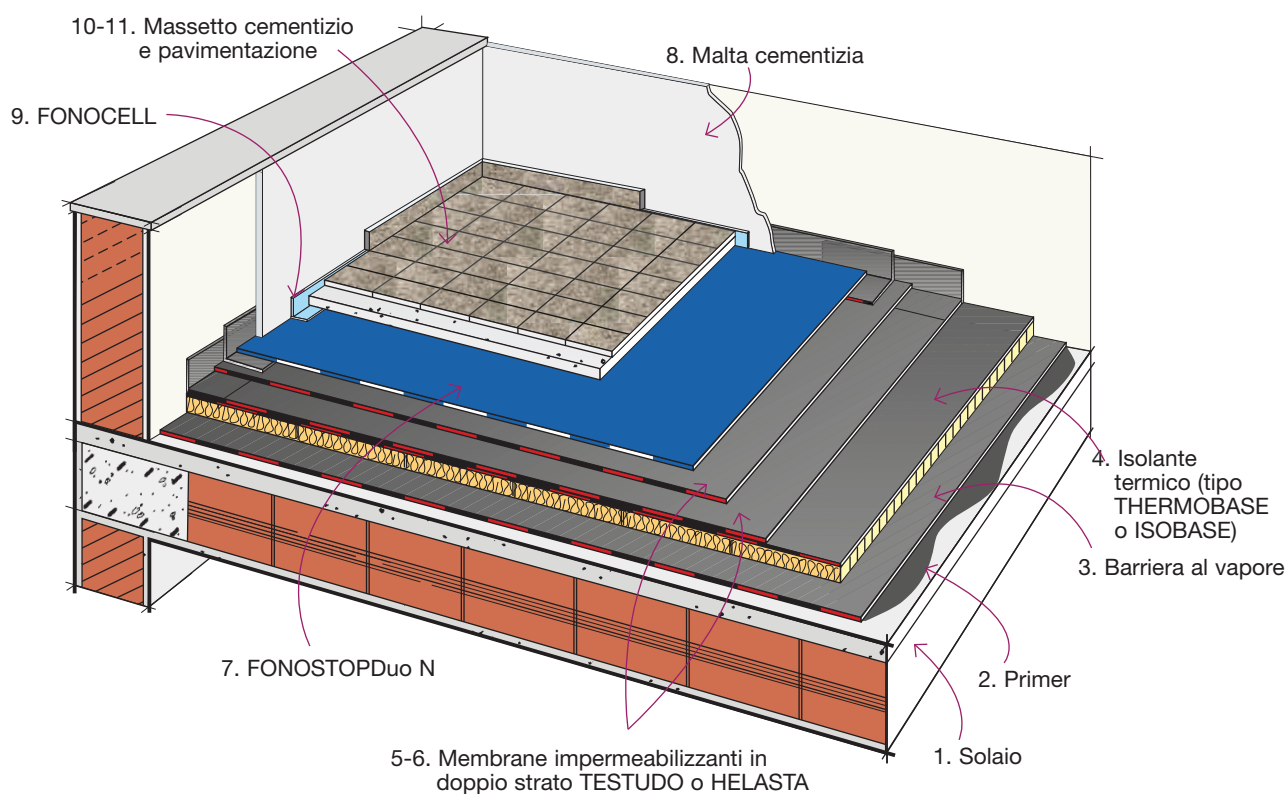
## Isolamento su solaio X-LAM

### STRATIGRAFIA

1. Solaio X-LAM
2. Foglio protettivo in polietilene
3. Strato di riempimento spessore 90 mm
4. Isolante acustico **FONOSTOPDuo N** per l'isolamento acustico dei rumori di calpestio
5. Massetto cementizio armato **DRYCEM** o **QUICKCEM**
- 6a. Pavimentazione ceramica
- 6b. Pavimentazione in parquet



## Isolamento dei solai delle coperture a terrazza



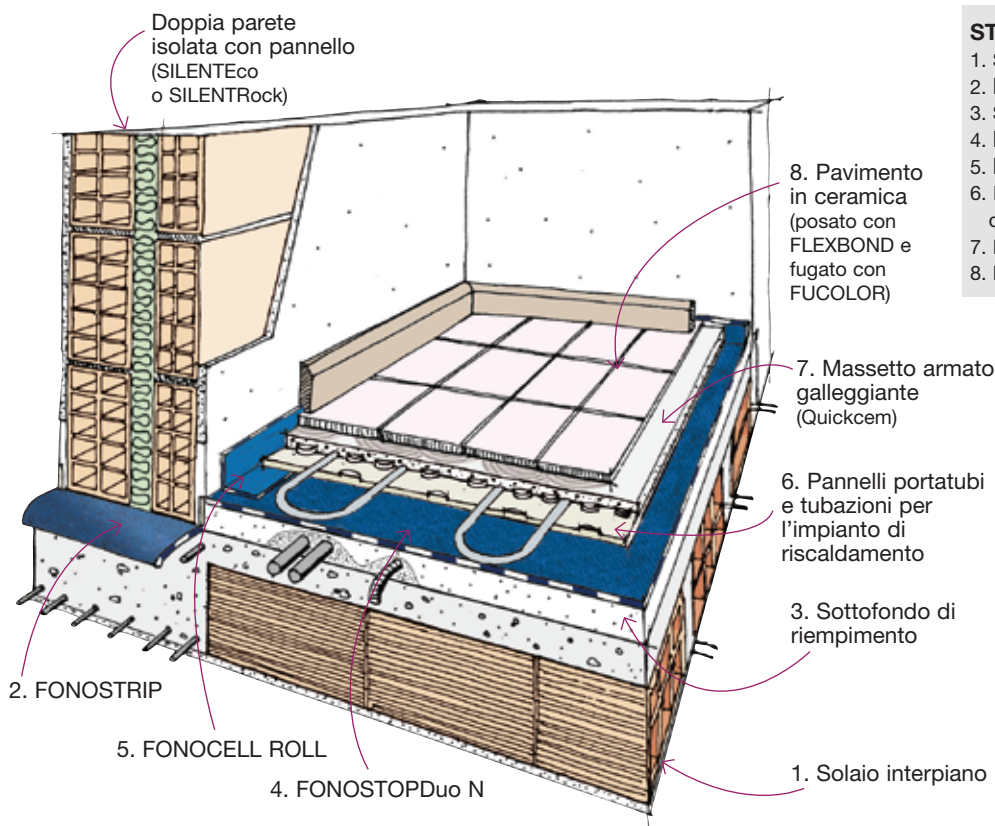
**ATTENZIONE:** FONOCELL dovrà essere posato solo dopo che il manto impermeabile è stato protetto da uno strato di malta da intonaco armato con rete metallica.

### STRATIGRAFIA

1. Solaio
2. Primer
3. Barriera al vapore
4. Isolante termico (tipo THERMOBASE o ISOBASE)
- 5-6. Membrane impermeabilizzanti in doppio strato TESTUDO o HELASTA
7. **FONOSTOPDuo N**
8. Malta cementizia
9. FONOCELL
- 10-11. Massetto cementizio e pavimentazione

# Isolamento su solaio interpiano

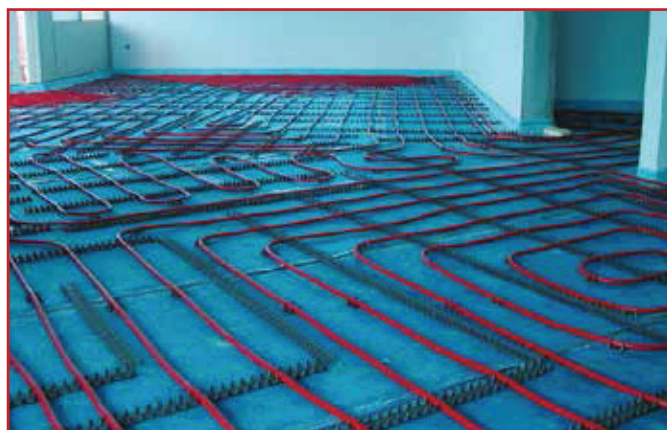
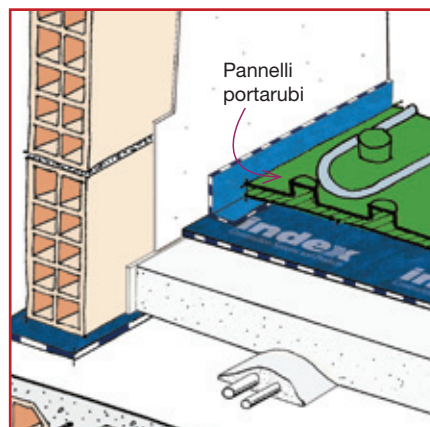
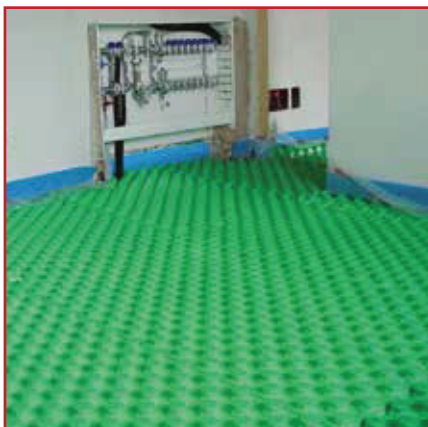
**FONOSTOPDuo N** è compatibile con il sistema di riscaldamento a pavimento e viene posato prima dell'isolamento termico. Come è già previsto da questa tecnologia di riscaldamento, le dilatazioni del pavimento al perimetro verranno assorbite da FONOCELL che sarà stato risolto sulle pareti.



## STRATIGRAFIA

1. Solaio interpiano
2. **FONOSTRIP**
3. Sottofondo di riempimento
4. **FONOSTOPDuo N**
5. **FONOCELL ROLL**
6. Pannelli portatubi e tubazioni per l'impianto di riscaldamento
7. Massetto armato galleggiante
8. Pavimento in ceramica

**FONOSTOPDuo N** è stato applicato con successo da più di dieci anni anche sotto quei sistemi di riscaldamento a pavimento privi di pannello isolante con i profili in plastica porta tubazioni incollati direttamente sul materiale con la colla a caldo.



## MODALITÀ D'IMPIEGO E AVVERTENZE

I rotoli di **FONOSTOPDuo N** vanno svolti conforme il naturale senso di svolgimento del rotolo con la faccia superiore azzurra a vista, rivolta verso l'alto, e vanno sormontati lateralmente fra loro sovrapponendo l'aletta di sormonto sul foglio adiacente e accostando con cura il tessuto non tessuto delle facce sottostanti. Sul lato corto i teli non vanno sovrapposti ma accostati accuratamente testa a testa. I fogli copriranno tutto il solaio e verranno fermati e rifilati al piede delle murature perimetrali del locale da isolare. Successivamente tutte le linee di sovrapposizione longitudinale e le linee di accostamento trasversale dei teli saranno accuratamente sigillate con l'apposito nastro adesivo SIGILTAPE incollato a cavallo delle stesse. Per isolare il massetto galleggiante dai muri perimetrali questi verranno rivestiti per 10 cm con la striscia in polietilene espanso, desolidarizzante, autoadesiva FONOCCELL, a contenere lo spessore del massetto, che verrà risvoltata ed incollata per 5 cm sul materiale isolante steso sul piano del solaio dove verrà ulteriormente fissata con il nastro adesivo SIGILTAPE.

Nota. Nelle terrazze si dovrà porre attenzione che FONOCCELL venga posato solo dopo che il manto impermeabile sia stato protetto da uno strato di malta da intonaco armato con una rete metallica e si avrà cura di sigillare la fessura fra pavimento e battiscopa con un sigillante elastico.

## FONOSTOPDuo N

Spessore medio sotto carico di 200 kg/m <sup>2</sup> (*)	UNI 9947	6,5 mm ca.
Dimensione rotoli		1.05 x 10.0 m
Massa areica		1.8 kg/m <sup>2</sup>
Impermeabilità all'acqua	EN 1928	1 kPa
Coefficiente diffusione al vapore acqueo (lamina fonoresiliente)		μ 100 000
Conducibilità termica λ		0.039 W/mK
Calore specifico		1.30 kJ/kgK
Resistenza termica R		0.180 m <sup>2</sup> K/W (‡)
Resistenza al flusso d'aria	EN 29053	4 kPa·s/m <sup>2</sup>
Rigidità dinamica carico 200 kg/m <sup>2</sup>	UNI EN 29052 p. 1°	<b>Rigidità dinamica</b> <b>s' = 10 MN/m<sup>3</sup></b>
Prove di compressione sotto carico costante 200 kg/m <sup>2</sup>	EN 1606	Riduzione dello spessore ≤1 mm ca.
Comprimibilità (Determinazione dello spessore)	EN 12431:2000	≤2 mm
Resistenza al punzonamento statico	EN 13501-1	35 kg
Resistenza al punzonamento dinamico		20 cm

(\*) Eventuali variazioni dello spessore del prodotto in rotoli non inficiano le prestazioni in opera.

(‡) Valore determinato sul materiale sottoposto ad un carico di 1 KPa (100 kg/m<sup>2</sup>).

**\* ATTENZIONE.** Certificata dai laboratori di acustica LAPI con il certificato n° 931.11UN0020/12 e il certificato n° 931.11UN0010/12. Il valore di rigidità dinamica segnate in rosso è il valore utile per il calcolo previsionale conforme norma EN 12354-2 proprio perché il laboratorio ha verificato insieme alla rigidità dinamica anche quello di resistenza al flusso che nel loro insieme consentono al progettista la corretta valutazione.

## VOCE DI CAPITOLATO

## FONOSTOPDuo N

L'isolamento acustico dei solai dai rumori di calpestio sarà realizzato con la tecnica del "pavimento galleggiante" su di un isolante acustico dei rumori di calpestio, posato in monostrato, costituito da una lamina fonoimpedente, accoppiata ad un tessuto non tessuto di poliestere fonoresiliente, tipo FONOSTOPDuo N, dotato di una rigidità dinamica s'=10 MN/m<sup>3</sup>, misurata conforme norma UNI-EN 29052 parte 1° e certificata da LAPI. L'isolante acustico, spesso 8 mm sotto un carico di 200 kg/m<sup>2</sup>, dovrà fornire le seguenti caratteristiche: coefficiente diffusione al vapore acqueo (lamina fonoresiliente): μ = 100.000; Resistenza al punzonamento statico (EN 12730): 35 Kg; resistenza al punzonamento dinamico (EN 12691): 20 cm; riduzione dello spessore sotto carico costante di 200 kg/m<sup>2</sup> (EN 1606): ≤1 mm. L'isolante verrà fornito in rotoli alti 105 cm con aletta di sormonto di 5 cm.

Per visualizzare una descrizione più completa di Voce di capitolato comprensiva anche del sistema di posa consultare:

"Guida all'isolamento acustico dei fabbricati" -> sezione Voci di Capitolato

## STIMA TEORICA DEL LIVELLO DI ATTENUAZIONE AL CALPESTIO

Esempio di calcolo previsionale semplificato TR UNI 11175 - (Guida alle Norme della serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici) per SOLAIO 20+4 IN LATEROCEMENTO DA 300 kg/m<sup>2</sup> + SOTTOFONDO ALLEGGERITO A DENSITÀ 300 kg/m<sup>3</sup> (spessore 10 cm): Massa areica totale m'=330 kg/m<sup>2</sup>

L<sub>n,w</sub> eq = 164 - 35 log m = 76 dB

MASSETTI DI DENSITÀ  
SUPERFICIALE m'=100 kg/m<sup>2</sup>

Calcolo delle frequenze  
di risonanza f<sub>0</sub>  
del sistema massetto galleggiante,  
strato resiliente:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}$$

$$\Delta L_w = 30 \log \left( \frac{f}{f_0} \right) + 3 \quad \text{dove } f = 500 \text{ Hz (di riferimento)}$$

$$L_{n,w} = L_{n,w \text{ eq}} - \Delta L_w + K \quad \text{dove } K = 3$$

**FONOSTOPDuo N**  
**in monostrato**

= 51 Hz

= 32,7 dB

**L<sub>n,w</sub> = 46 dB**

INCREMENTO DI ISOLAMENTO DEI RUMORI AEREI ΔR<sub>w</sub>  
DEI SOLAI PIÙ COMUNI SUI QUALI VIENE POSATO UN MASSETTO GALLEGGIANTE

Incremento dell'isolamento dei rumori aerei ΔR<sub>w</sub>, di un solaio con pavimento galleggiante: ΔR<sub>w</sub> 10 dB

Nota. Isolamento calcolato considerando un solaio di 340 kg/m<sup>2</sup> che insiste su di un ambiente con pareti di massa areica pari a 150 kg/m<sup>2</sup> isolato con uno strato di FONOSTOPDuo N su cui è stato posato un massetto da 100 kg/m<sup>2</sup>.

• È POSSIBILE CONSULTARE ED EFFETTUARE IL DOWNLOAD DELLE VOCI DI CAPITOLATO SUL SITO [www.indexspa.it](http://www.indexspa.it) NELLE RELATIVE SCHEDE PRODOTTO •

• PER UN CORRETTO USO DEI NOSTRI PRODOTTI CONSULTARE I CAPITOLATI TECNICI INDEX • PER ULTERIORI INFORMAZIONI O USI PARTICOLARI CONSULTARE IL NOSTRO UFFICIO TECNICO •

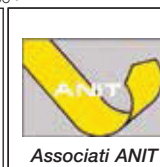


A SIKA COMPANY

**INDEX Construction Systems and Products S.p.A.**  
Via G. Rossini, 22 - 37060 Castel D'Azzano (VR) - T. +39 045 8546201 - Fax +39 045 518390

**www.indexspa.it**

Informazioni Tecniche Commerciali	tecom@indexspa.it
Amministrazione e Segreteria	index@indexspa.it
Index Export Dept.	index.export@indexspa.it





## GASBETON ACTIVE 45x60x25 TIPO MASCHIATO

### ESECUZIONE DI MURATURA DI TAMPONAMENTO (NON PORTANTE) A GIUNTO SOTTILE CON BLOCCHI IN CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO (A.A.C.) "GASBETON ACTIVE" TIPO MASCHIATO sp. 45 cm

Esecuzione di muratura di tamponamento (non portante) avente trasmittanza termica  $U 0,152 \text{ W/m}^2\text{K}$ , sfasamento  $S 18\text{h } 58'$ , indice di potere fonoisolante  $R_w 50 \text{ dB}$  (per muratura intonacata), resistente al fuoco  $El 240$ , realizzata con blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato GASBETON ACTIVE prodotti da Ekoru s.r.l., con marcatura CE in Categoria I conforme alla normativa UNI EN 771-4, densità nominale  $300 \text{ kg/m}^3$ , conducibilità termica  $\lambda_{10, dry} 0,070 \text{ W/mK}$ , spessore 450 mm, lunghezza 600 mm, altezza 250 mm, a giunti verticali maschio/femmina, da unire in orizzontale con specifica malta collante INCOLLARASA a prestazione garantita a strato sottile tipo T con resistenza a compressione M5 o M10 (stesa con idonea CAZZUOLA DENTATA GASBETON), da intonacare con GASBETON MULTICEM o rasare internamente con INCOLLARASA previa interposizione di rete d'armatura e rifinire con GASBETON MULTIRASO per INTERNI o ESTERNI.

La muratura, eseguita retta o curva, deve rispettare le dimensioni di riferimento massime disposte dal produttore. Sono compresi oneri e magisteri per l'esecuzione di mazzette e architravi e quant'altro si renda necessario a realizzare l'opera a perfetta regola d'arte, conformemente al progetto e secondo le indicazioni tecniche del produttore.

Non si considerano compresi oneri accessori, quali formazione di impalcature oltre i 4 m, ponteggi esterni, tracciamenti, scarico e trasporto al piano della merce in cantiere, fornitura e posa in opera di malte per muratura, intonaci, isolanti aggiuntivi, sfridi, pulizia finale, movimentazione e trasporto del materiale di risulta alle discariche autorizzate, oneri di discarica e quant'altro non espressamente indicato.

Costo	_____	€/mq
Valutazione vuoto per pieno fino a	_____	mq
Utile	_____	%
Spese generali	_____	%
PREZZO DI CAPITOLATO	_____	€/mq

#### Modalità di esecuzione della muratura di tamponamento esterna non portante monostrato

Dimensionare e progettare le murature di tamponamento esterne non portanti monostrato considerando le indicazioni riportate sulla Guida alla progettazione Gasbeton. Verificare la capacità di resistenza della muratura alle azioni sollecitanti e prevedere di conseguenza eventuali rinforzi eseguibili con tralicci d'acciaio zincato a filo piatto stesi nei giunti di malta oppure tondini incassati in apposite scanalature, irrigidimenti orizzontali e verticali, giunti verticali di dilatazione, sistemi di ritenzione.

Per la realizzazione della muratura procedere come di seguito descritto:

1. Stendere uno strato di MALTA ANCORANTE IDRO sp. medio 2 cm e posare su di essa il primo corso di blocchi. Regolare la planarità e l'allineamento di ogni blocco nelle due direzioni mediante livella e martello di gomma. In caso di impiego di blocchi lisci incollare le facce verticali con collante INCOLLARASA mediante CAZZUOLA DENTATA GASBETON. Per ridurre ulteriormente l'assorbimento di eventuale umidità di risalita o infiltrazioni accidentali d'acqua si consiglia di realizzare il primo corso con i BLOCCHI GASBETON IDRO. In caso di necessità di irrigidimenti verticali, posare per primi i BLOCCHI FORATI GASBETON aventi la funzione di cassero a perdere per la realizzazione in opera di pilastri non portanti in c.a. adeguatamente ancorati alle travi dei solai.
2. Completata la posa del primo corso, controllarne nuovamente la planarità e, se necessario, levigarne la faccia orizzontale e le eventuali irregolarità con FRATAZZO ABRASIVO GASBETON, avendo cura di rimuovere la polvere di risulta.
3. Posare i corsi successivi previa stesura di 1-2 mm di collante INCOLLARASA, mediante CAZZUOLA DENTATA GASBETON, a totale copertura della faccia orizzontale dei blocchi. Se si impiegano blocchi lisci, privi di maschiatura, occorre stendere il collante anche sulle facce verticali. Per avere un idoneo ammassamento i corsi devono avere i giunti verticali sfalsati di 20-30 cm. Correggere la planarità dei blocchi ogni 2 o 3 corsi con livella e FRATAZZO ABRASIVO GASBETON.
4. In corrispondenza dei davanzali delle finestre, per evitare la formazione di microcavillature agli spigoli inferiori, si consiglia di rinforzare la muratura posando un tondino nell'ultima fila intera di blocchi al di sotto del davanzale, all'interno di un alloggiamento appositamente creato tramite fresatura eseguita in opera con SCANALATORE MANUALE o ELETTRICO A FRESA che penetri nelle spalle laterali per 50÷75 cm, riempito con INCOLLARASA.
5. Per aperture aventi  $L \leq 2,5 \text{ m}$  realizzare gli architravi utilizzando ARCHITRAVI ARMATI GASBETON. Per aperture aventi  $L > 2,5 \text{ m}$  impiegare i BLOCCHI CANALETTA GASBETON come casseri per realizzare in opera architravi in c.a., previo banchinaggio di sostegno e incollaggio dei blocchi tra di loro sulla faccia verticale. In entrambi i casi garantire agli architravi un appoggio laterale sulla muratura minimo di 25 cm per lato e stendere il collante sulle due facce orizzontali e verticali degli appoggi.
6. In presenza di strutture d'appoggio cedevoli, specchiature aventi  $L > 6 \text{ m}$ , murature aventi altezza delle pareti  $\geq 4 \text{ m}$ , carichi concentrati e in zone ad alta sismicità, inserire ogni 2 corsi, nei giunti di collante orizzontali, tralicci d'acciaio zincato a filo piatto o reti sottili.
7. In presenza di specchiature di  $L \geq 6 \text{ m}$ , nodi particolarmente sollecitati, ai lati dei giunti di dilatazione, ai lati di aperture di grandi dimensioni o di peso importante quali portoncini blindati, serramenti blindati o porte REI, realizzare irrigidimenti verticali utilizzando BLOCCHI FORATI GASBETON aventi la funzione di cassero a perdere per la realizzazione in opera di pilastri non portanti in c.a. adeguatamente collegati al sistema di irrigidimenti orizzontali e alla struttura dell'edificio.
8. Prevedere un giunto elastico tra muratura e solaio superiore, di spessore minimo 1-2 cm in funzione delle dimensioni della specchiatura e della freccia di calcolo del solaio, da sigillare con ADESIVO GASBETON basso-espanidente, con elevate proprietà collanti e termo-acustiche.
9. Prevedere un giunto elastico tra muratura e struttura portante verticale di sp. 2 cm realizzato con BANDELLA AMMORTIZZANTE e sigillato con ADESIVO GASBETON.
10. Ancorare la muratura alla struttura portante verticale ogni 2 corsi usando tondini diam. 12 mm L 50 cm o profilati metallici (v. Guida alla progettazione Gasbeton).

**Isolamento dei ponti termici:** per isolare correttamente i ponti termici costituiti dalle strutture in c.a. (es. in corrispondenza dei cordoli di piano), posare la muratura in sporgenza (max 1/3 dello sp della muratura) verso l'esterno rispetto al filo della struttura portante per consentire il posizionamento della tavella GASBETON e di un eventuale strato di isolamento termico aggiuntivo interposto tra tavella e pilastro (tipologia e spessore in funzione dei calcoli termici). In alternativa è possibile utilizzare l'innovativo pannello isolante B/TERMO in idrati di calce, incollato con MYKOLL e tassellato al supporto, secondo le indicazioni riportate sulle rispettive schede tecniche scaricabili dal sito [www.bacchispaspa.it](http://www.bacchispaspa.it).

**Esecuzione e chiusura delle tracce impiantistiche:** realizzare le tracce nei blocchi GASBETON mediante SCANALATORE MANUALE o ELETTRICO A FRESA o a dischi. Dopo la messa in opera degli impianti, rimuovere la polvere, inumidire il supporto e richiudere le tracce applicando INCOLLARASA preventivamente miscelata a della polvere di GASBETON prodotta dallo scanalatore.

**Intonaci e rasature:** intonacare con GASBETON MULTICEM o rasare internamente con INCOLLARASA previa interposizione di rete d'armatura e rifinire con GASBETON MULTIRASO per INTERNI o ESTERNI, secondo le indicazioni riportate sulle rispettive schede tecniche scaricabili dal sito [www.gasbeton.it](http://www.gasbeton.it).

## GASBETON ACTIVE 45x60x25 TIPO MASCHIATO

### BLOCCHI IN CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO (A.A.C.) "GASBETON ACTIVE" TIPO MASCHIATO sp. 45 cm PER L'ESECUZIONE DI MURATURE DI TAMPONAMENTO (NON PORTANTI) A GIUNTO SOTTILE

Blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato GASBETON ACTIVE per la realizzazione di muratura di tamponamento (non portante), avente trasmittanza termica  $U$  0,152  $W/m^2K$ , sfasamento  $S$  18h 58', indice di potere fonoisolante  $R_w$  50 dB (per muratura intonacata), resistente al fuoco EI 240, prodotti da Ekoru s.r.l., con marcatura CE in Categoria I conforme alla normativa UNI EN 771-4, densità nominale 300  $kg/m^3$ , conducibilità termica  $\lambda_{10,dry}$  0,070  $W/mK$ , spessore 450 mm, lunghezza 600 mm, altezza 250 mm, a giunti verticali maschio/femmina, da unire in orizzontale con specifica malta collante INCOLLARASA a prestazione garantita a strato sottile tipo T con resistenza a compressione M5 o M10 (stesa con idonea CAZZUOLA GASBETON dentata), da intonacare con GASBETON MULTICEM o rasare internamente con INCOLLARASA previa interposizione di rete d'armatura e rifinire con GASBETON MULTIRASO per INTERNI o ESTERNI.

Sono compresi la fornitura dei soli blocchi ed il trasporto degli stessi a piè d'opera, mentre sono esclusi i pezzi speciali, il collante e le malte.

Caratteristiche meccaniche e termo igrometriche:

#### Caratteristiche Blocco

Caratteristiche meccaniche	Reazione al fuoco	euroclasse	A1
	Massa volumica a secco	kg/m <sup>3</sup>	300 ± 50
	Peso elemento a secco	kg	19,9 ± 5%
	Resistenza a compressione media <sup>(1)</sup>	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m</sub> > 1,8 categ. I
	Resistenza a compressione caratteristica <sup>(1)</sup>	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>bk</sub> ≥ 1,5 categ. I
	Resistenza a compressione caratteristica ortogonale <sup>(2)</sup>	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>bk</sub> ≥ 1,4 categ. I
	Resistenza a compressione normalizzata	N/mm <sup>2</sup>	f <sub>0</sub> ≥ 2,0 categ. I
Caratteristiche termo - igrometriche	Conducibilità termica a secco Misurata secondo norma EN 12667	W/mK	λ <sub>10,dry,unit</sub> 0,070
	Calore specifico	kJ/kgK	c 1,0
	Coefficiente resistenza alla diffusione del vapore acqueo	-	μ 5/10
	Permeabilità al vapore acqueo	kg/msPa	δ <sub>a</sub> 32 x 10 <sup>-12</sup>
	Assorbimento di acqua	elemento da intonacare	
	Durabilità gelo e disgelo	elemento da intonacare	

#### Note:

\* la lunghezza "L\*" comprende la sporgenza della maschiatura.

1) Nella direzione ortogonale ( $\perp$ ) alla faccia 60 x 45 ossia nella direzione verticale

2) Nella direzione ortogonale ( $\perp$ ) alla faccia 60 x 25 ossia nella direzione orizzontale

3) Muratura eseguita con malta collante cementizia Incollarasa tipo M5 a strato sottile T conforme alla UNI EN 998-2. Giunto orizzontale e verticale con spessore compreso tra 0,5 mm e 3 mm distribuito per l'intera faccia orizzontale e verticale del blocco.

4) Peso da utilizzare per i calcoli strutturali (comprensivo di umidità residua a regime).

5) Valore di trasmittanza determinato senza intonaco, con resistenza liminare interna pari a 0,13  $m^2K/W$  ed esterna pari a 0,04  $m^2K/W$  come da norma UNI EN ISO 6946.

6) Verifica alternativa a quella della massa superficiale, solo per località caratterizzate da irradiazione massima  $\geq 290 W/m^2$  come secondo DM 26/06/2015 all.1 art. 3.3 comma 4b, c. Calcolata secondo la UNI EN 13786 - Valore limite  $Y_{IE} < 0,10 W/m^2K$ .

7) Valore riferito a murature con l'aggiunta di sp. 15 mm per lato di intonaco cementizio MULTICEM con massa di circa 1.100  $kg/m^3$  conforme alla UNI EN 998-1.

8) Valore calcolato con leggi di massa suggerite dall'EAACA mediante l'uso della formula  $R_w = 32,6 \log M_s - 22,5 [dB]$  per pareti di massa superficiale  $M_s < 150 kg/m^2$  e  $R_w = 26,1 \log M_s - 8,4 [dB]$  per pareti di massa superficiale  $M_s > 150 kg/m^2$  (considerata massa di nota 7).

#### Caratteristiche Muratura <sup>(3)</sup>

Caratteristiche meccaniche	Resistenza al fuoco	EI 240		
	Densità media muratura <sup>(4)</sup>	$kg/m^3$	W	$400 \pm 50$
	Stabilità dimens.le per umidità	$mm/m$	$\epsilon_{cs,ref} \leq$	0,06
	Resistenza all'aderenza caratteristica a flessione	$N/mm^2$	$f_{xk1}$	-
	Resistenza all'aderenza caratteristica a flessione	$N/mm^2$	$f_{xk2}$	-
	Resistenza media a compressione	$N/mm^2$	$f_m$	-
	Resistenza caratteristica a compressione	$N/mm^2$	$f_k$	-
	Resistenza media a taglio iniziale	$N/mm^2$	$f_{vm}$	-
	Resistenza caratteristica a taglio iniziale ( $\tau_0$ in $N/cm^2$ )	$N/mm^2$	$f_{vk0}$	-
	Coefficiente di Poisson	$N/mm^2$	$\nu$	-
Caratteristiche termiche	Modulo di elasticità normale secante	$N/mm^2$	E	-
	Modulo di elasticità tangenziale secante	$N/mm^2$	G	-
	Trasmittanza Termica <sup>(5)</sup>	$W/m^2K$	U	0,152
	Trasmittanza Termica periodica <sup>(6)</sup>	$W/m^2K$	$Y_{IE}$	0,008
Caratteristiche acustiche	Sfasamento	$h$	S	18h 58'
	Fattore di attenuazione		$f_a$	0,051
	Capacità termica areica interna	$kJ/m^2K$	C	15,10
	Massa Superficiale con intonaco e malte <sup>(7)</sup>	$kg/m^2$	$M_s$	168
Acustica	Indice potere fonoisolante <sup>(8)</sup>	$dB$	$R_w$	50

Costo		€/mq
Utile		%
Spese generali		%
PREZZO DI CAPITOLATO		€/mq

## GASBETON ACTIVE 45x60x25 TIPO LISCIO

### ESECUZIONE DI MURATURA DI TAMPONAMENTO (NON PORTANTE) A GIUNTO SOTTILE CON BLOCCHI IN CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO (A.A.C.) "GASBETON ACTIVE" TIPO LISCIO sp. 45 cm

Esecuzione di muratura di tamponamento (non portante) avente trasmittanza termica  $U$  0,152 W/m<sup>2</sup>K, sfasamento  $S$  18h 58', indice di potere fonoisolante  $R_w$  50 dB (per muratura intonacata), resistente al fuoco EI 240, realizzata con blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato GASBETON ACTIVE prodotti da Ekoru s.r.l., con marcatura CE in Categoria I conforme alla normativa UNI EN 771-4, densità nominale 300 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica  $\lambda_{10,dry}$  0,070 W/mK, spessore 450 mm, lunghezza 600 mm, altezza 250 mm, privi di maschiatura sulle facce verticali, da unire in orizzontale e verticale con specifica malta collante INCOLLARASA a prestazione garantita a strato sottile tipo T con resistenza a compressione M5 o M10 (stesa con idonea CAZZUOLA DENTATA GASBETON), da intonacare con GASBETON MULTICEM o rasare internamente con INCOLLARASA previa interposizione di rete d'armatura e rifinire con GASBETON MULTIRASO per INTERNI o ESTERNI.

La muratura, eseguita retta o curva, deve rispettare le dimensioni di riferimento massime disposte dal produttore. Sono compresi oneri e magisteri per l'esecuzione di mazzette e architravi e quant'altro si renda necessario a realizzare l'opera a perfetta regola d'arte, conformemente al progetto e secondo le indicazioni tecniche del produttore.

Non si considerano compresi oneri accessori, quali formazione di impalcature oltre i 4 m, ponteggi esterni, tracciamenti, scarico e trasporto al piano della merce in cantiere, fornitura e posa in opera di malte per muratura, intonaci, isolanti aggiuntivi, sfridi, pulizia finale, movimentazione e trasporto del materiale di risulta alle discariche autorizzate, oneri di discarica e quant'altro non espressamente indicato.

Costo	_____	€/mq
Valutazione vuoto per pieno fino a	_____	mq
Utile	_____	%
Spese generali	_____	%
<b>PREZZO DI CAPITOLATO</b>	_____	€/mq

#### Modalità di esecuzione della muratura di tamponamento esterna non portante monostrato

Dimensionare e progettare le murature di tamponamento esterne non portanti monostrato considerando le indicazioni riportate sulla Guida alla progettazione Gasbeton. Verificare la capacità di resistenza della muratura alle azioni sollecitanti e prevedere di conseguenza eventuali rinforzi eseguibili con tralicci d'acciaio zincato a filo piatto stesi nei giunti di malta oppure tondini incassati in apposite scanalature, irrigidimenti orizzontali e verticali, giunti verticali di dilatazione, sistemi di ritenzione.

Per la realizzazione della muratura procedere come di seguito descritto:

1. Stendere uno strato di MALTA ANCORANTE IDRO sp. medio 2 cm e posare su di essa il primo corso di blocchi. Regolare la planarità e l'allineamento di ogni blocco nelle due direzioni mediante livella e martello di gomma. In caso di impiego di blocchi lisci incollare le facce verticali con collante INCOLLARASA mediante CAZZUOLA DENTATA GASBETON. Per ridurre ulteriormente l'assorbimento di eventuale umidità di risalita o infiltrazioni accidentali d'acqua si consiglia di realizzare il primo corso con i BLOCCHI GASBETON IDRO. In caso di necessità di irrigidimenti verticali, posare per primi i BLOCCHI FORATI GASBETON aventi la funzione di cassero a perdere per la realizzazione in opera di pilastri non portanti in c.a. adeguatamente ancorati alle travi dei solai.
2. Completata la posa del primo corso, controllarne nuovamente la planarità e, se necessario, levigarne la faccia orizzontale e le eventuali irregolarità con FRATAZZO ABRASIVO GASBETON, avendo cura di rimuovere la polvere di risulta.
3. Posare i corsi successivi previa stesura di 1-2 mm di collante INCOLLARASA, mediante CAZZUOLA DENTATA GASBETON, a totale copertura della faccia orizzontale dei blocchi. Se si impiegano blocchi lisci, privi di maschiatura, occorre stendere il collante anche sulle facce verticali. Per avere un idoneo ammortamento i corsi devono avere i giunti verticali sfalsati di 20-30 cm. Correggere la planarità dei blocchi ogni 2 o 3 corsi con livella e FRATAZZO ABRASIVO GASBETON.
4. In corrispondenza dei davanzali delle finestre, per evitare la formazione di microcavillature agli spigoli inferiori, si consiglia di rinforzare la muratura posando un tondino nell'ultima fila intera di blocchi al di sotto del davanzale, all'interno di un alloggiamento appositamente creato tramite fresatura eseguita in opera con SCANALATORE MANUALE o ELETTRICO A FRESA che penetri nelle spalle laterali per 50÷75 cm, riempito con INCOLLARASA.
5. Per aperture aventi  $L \leq 2,5$  m realizzare gli architravi utilizzando ARCHITRAVI ARMATI GASBETON. Per aperture aventi  $L > 2,5$  m impiegare i BLOCCHI CANALETTA GASBETON come casseri per realizzare in opera architravi in c.a., previo banchinaggio di sostegno e incollaggio dei blocchi tra di loro sulla faccia verticale. In entrambi i casi garantire agli architravi un appoggio laterale sulla muratura minimo di 25 cm per lato e stendere il collante sulle due facce orizzontali e verticali degli appoggi.
6. In presenza di strutture d'appoggio cedevoli, specchiature aventi  $L > 6$  m, murature aventi altezza delle pareti  $\geq 4$  m, carichi concentrati e in zone ad alta sismicità, inserire ogni 2 corsi, nei giunti di collante orizzontali, tralicci d'acciaio zincato a filo piatto o reti sottili.
7. In presenza di specchiature di  $L \geq 6$  m, nodi particolarmente sollecitati, ai lati dei giunti di dilatazione, ai lati di aperture di grandi dimensioni o di peso importante quali portoncini blindati, serramenti blindati o porte REI, realizzare irrigidimenti verticali utilizzando BLOCCHI FORATI GASBETON aventi la funzione di cassero a perdere per la realizzazione in opera di pilastri non portanti in c.a. adeguatamente collegati al sistema di irrigidimenti orizzontali e alla struttura dell'edificio.
8. Prevedere un giunto elastico tra muratura e solaio superiore, di spessore minimo 1-2 cm in funzione delle dimensioni della specchiatura e della freccia di calcolo del solaio, da sigillare con ADESIVO GASBETON basso-espandente, con elevate proprietà collanti e termo-acustiche.
9. Prevedere un giunto elastico tra muratura e struttura portante verticale di sp. 2 cm realizzato con BANDELLA AMMORTIZZANTE e sigillato con ADESIVO GASBETON.
10. Ancorare la muratura alla struttura portante verticale ogni 2 corsi usando tondini diam. 12 mm L 50 cm o profilati metallici (v. Guida alla progettazione Gasbeton).

**Isolamento dei ponti termici:** per isolare correttamente i ponti termici costituiti dalle strutture in c.a. (es. in corrispondenza dei cordoli di piano), posare la muratura in sporgenza (max 1/3 dello sp della muratura) verso l'esterno rispetto al filo della struttura portante per consentire il posizionamento della tavella GASBETON e di un eventuale strato di isolamento termico aggiuntivo interposto tra tavella e pilastro (tipologia e spessore in funzione dei calcoli termici). In alternativa è possibile utilizzare l'innovativo pannello isolante B/TERMO in idrati di calce, incollato con MYKOLL e tassellato al supporto, secondo le indicazioni riportate sulle rispettive schede tecniche scaricabili dal sito [www.bacchispaspa.it](http://www.bacchispaspa.it).

**Esecuzione e chiusura delle tracce impiantistiche:** realizzare le tracce nei blocchi GASBETON mediante SCANALATORE MANUALE o ELETTRICO A FRESA o a dischi. Dopo la messa in opera degli impianti, rimuovere la polvere, inumidire il supporto e richiudere le tracce applicando INCOLLARASA preventivamente miscelata a della polvere di GASBETON prodotta dallo scanalatore.

**Intonaci e rasature:** intonacare con GASBETON MULTICEM o rasare internamente con INCOLLARASA previa interposizione di rete d'armatura e rifinire con GASBETON MULTIRASO per INTERNI o ESTERNI, secondo le indicazioni riportate sulle rispettive schede tecniche scaricabili dal sito [www.gasbeton.it](http://www.gasbeton.it).

## GASBETON ACTIVE 45x60x25 TIPO LISCIO

### BLOCCHI IN CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO (A.A.C.) "GASBETON ACTIVE" TIPO LISCIO sp. 45 cm PER L'ESECUZIONE DI MURATURE DI TAMPONAMENTO (NON PORTANTI) A GIUNTO SOTTILE

Blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato GASBETON ACTIVE per la realizzazione di muratura di tamponamento (non portante), avente trasmittanza termica  $U$  0,152  $W/m^2K$ , sfasamento  $S$  18h 58', indice di potere fonoisolante  $R_w$  50 dB (per muratura intonacata), resistente al fuoco EI 240, prodotti da Ekoru s.r.l., con marcatura CE in Categoria I conforme alla normativa UNI EN 771-4, densità nominale 300  $kg/m^3$ , conducibilità termica  $\lambda_{10,dry}$  0,070  $W/mK$ , spessore 450 mm, lunghezza 600 mm, altezza 250 mm, privi di maschiatura sulle facce verticali, da unire in orizzontale e verticale con specifica malta collante INCOLLARASA a prestazione garantita a strato sottile tipo T con resistenza a compressione M5 o M10 (stesa con idonea CAZZUOLA GASBETON dentata), da intonacare con GASBETON MULTICEM o rasare internamente con INCOLLARASA previa interposizione di rete d'armatura e rifinire con GASBETON MULTIRASO per INTERNI o ESTERNI.

Sono compresi la fornitura dei soli blocchi ed il trasporto degli stessi a piè d'opera, mentre sono esclusi i pezzi speciali, il collante e le malte.

Caratteristiche meccaniche e termo igrometriche:

#### Caratteristiche Blocco

Caratteristiche meccaniche	Reazione al fuoco	<i>euroclasse</i>	A1
	Massa volumica a secco	$kg/m^3$	$300 \pm 50$
	Peso elemento a secco	$kg$	$20,3 \pm 5\%$
	Resistenza a compressione media <sup>(1)</sup>	$N/mm^2$ $f_m >$	1,8 categ. I
	Resistenza a compressione caratteristica <sup>(1)</sup>	$N/mm^2$ $f_{bk} \geq$	1,5 categ. I
	Resistenza a compressione caratteristica ortogonale <sup>(2)</sup>	$N/mm^2$ $\overline{f_{bk}} \geq$	1,4 categ. I
Caratteristiche termo - igrometriche	Resistenza a compressione normalizzata	$N/mm^2$ $f_b \geq$	2,0 categ. I
	Conducibilità termica a secco Misurata secondo norma EN 12667	$W/mK$ $\lambda_{10,dry,unit}$	0,070
	Calore specifico	$kJ/kgK$ $c$	1,0
	Coefficiente resistenza alla diffusione del vapore acqueo	- $\mu$	5/10
	Permeabilità al vapore acqueo	$kg/msPa$ $\delta_a$	$32 \times 10^{-12}$
	Assorbimento di acqua	<i>elemento da intonacare</i>	
	Durabilità gelo e disgelo	<i>elemento da intonacare</i>	

#### Note:

**1)** Nella direzione ortogonale ( $\perp$ ) alla faccia 60 x 45 ossia nella direzione verticale

**2)** Nella direzione ortogonale ( $\perp$ ) alla faccia 60 x 25 ossia nella direzione orizzontale

**3)** Muratura eseguita con malta collante cementizia Incollarasa tipo M5 a strato sottile T conforme alla UNI EN 998-2. Giunto orizzontale e verticale con spessore compreso tra 0,5 mm e 3 mm distribuito per l'intera faccia orizzontale e verticale del blocco.

**4)** Peso da utilizzare per i calcoli strutturali (comprensivo di umidità residua a regime).

**5)** Valore di trasmittanza determinato senza intonaco, con resistenza limitare interna pari a 0,13  $m^2K/W$  ed esterna pari a 0,04  $m^2K/W$  come da norma UNI EN ISO 6946.

**6)** Verifica alternativa a quella della massa superficiale, solo per località caratterizzate da irradiazione massima  $\geq 290 W/m^2$  come secondo DM 26/06/2015 all.1 art. 3.3 comma 4b, c. Calcolata secondo la UNI EN 13786 - Valore limite  $Y_{IE} < 0,10 W/m^2K$ .

**7)** Valore riferito a murature con l'aggiunta di sp. 15 mm per lato di intonaco cementizio MULTICEM con massa di circa 1.100  $kg/m^3$  conforme alla UNI EN 998-1.

**8)** Valore calcolato con leggi di massa suggerite dall'EAACA mediante l'uso della formula  $R_w = 32,6 \log M_s - 22,5$  [dB] per pareti di massa superficiale  $M_s < 150 kg/m^2$  e  $R_w = 26,1 \log M_s - 8,4$  [dB] per pareti di massa superficiale  $M_s > 150 kg/m^2$  (considerata massa di nota 7).

#### Caratteristiche Muratura <sup>(3)</sup>

Caratteristiche meccaniche	Resistenza al fuoco		EI 240
	Densità media muratura <sup>(4)</sup>	$kg/m^3$ $W$	$400 \pm 50$
	Stabilità dimens.le per umidità	$mm/m$ $\epsilon_{cs,ref} \leq$	0,06
	Resistenza all'aderenza caratteristica a flessione	$N/mm^2$ $f_{xk1}$	-
	Resistenza all'aderenza caratteristica a flessione	$N/mm^2$ $f_{xk2}$	-
	Resistenza media a compressione	$N/mm^2$ $f_m$	-
	Resistenza caratteristica a compressione	$N/mm^2$ $f_k$	-
	Resistenza media a taglio iniziale	$N/mm^2$ $f_{vm}$	-
	Resistenza caratteristica a taglio iniziale ( $\tau_0$ in $N/cm^2$ )	$N/mm^2$ $f_{vk0}$	-
	Coefficiente di Poisson	$N/mm^2$ $\nu$	-
Caratteristiche termiche	Modulo di elasticità normale secante	$N/mm^2$ $E$	-
	Modulo di elasticità tangenziale secante	$N/mm^2$ $G$	-
	Trasmittanza Termica <sup>(5)</sup>	$W/m^2K$ $U$	0,152
	Trasmittanza Termica periodica <sup>(6)</sup>	$W/m^2K$ $Y_{IE}$	0,008
	Sfasamento	$h$ $S$	18h 58'
Caratteristiche termiche	Fattore di attenuazione	$f_a$	0,051
	Capacità termica areica interna	$kJ/m^2K$ $C$	15,10
Acustica	Massa Superficiale con intonaco e malte <sup>(7)</sup>	$kg/m^2$ $M_s$	168
	Indice potere fonoisolante <sup>(8)</sup>	$dB$ $R_w$	50

Costo		€/mq
Utile		%
Spese generali		%
PREZZO DI CAPITOLATO		€/mq

# VIESSMANN



## Energycal Inverter

Potenza frigorifera nominale 7 ÷ 33 kW  
Potenza termica nominale 8 ÷ 42 kW

Pompe di calore reversibili aria/acqua  
Compressore DC inverter con mandata fino a 61°C  
Unità monoblocco da esterno



## NOTE

### ACCUMULO INERZIALE

L'accumulo inerziale lato impianto assicura condizioni di funzionamento ottimali della pompa di calore garantendo:

- Disaccoppiamento idraulico della pompa di calore ( $V = \text{costante}$ ) e impianto a portata ( $V = \text{variabile}$ )
- Accumula le eccedenze fornite dalla pompa di calore e riduce la frequenza degli avviamenti
- Consente il collegamento di più circuiti di riscaldamento
- È possibile rinunciare all'accumulo di calore, quando si ha un solo circuito diretto a pannelli radianti con alta capacità di accumulo e portata pressoché costante (i 2/3 non devono essere intercettabili)
- Accumulo inerziale necessario su impianti con pompa di calore con compressore Scroll

**Dimensionamento dell'accumulo inerziale ideali sono 20 l/kW della potenza massima della pompa di calore (ON/OFF) mentre il volume minimo di acqua per garantire la copertura della garanzia e la possibilità di eseguire i cicli di sbrinamento sono 5 l/kW.**

### NORMATIVE

I prodotti contenuti nel presente documento sono conformi alle seguenti direttive:

2006/42/CE Direttiva macchine  
2014/30/UE Direttiva CEM  
2014/35/UE Direttiva sulla bassa tensione  
2014/68/UE Direttiva sugli apparecchi a pressione  
2009/125/CE Direttiva ERP Ecodesign

I prodotti contenuti nel presente documento sono conformi alle seguenti normative:

EN 60204-1: 2006; EN 61000-6-4: 2007; EN 61000-6-2: 2006; EN ISO 12100: 2010;  
EN ISO 13857: 2008; EN 349: 2008; EN 378-2: 2016; EN 14825: 2016

Gli idrofluorocarburi caricati nelle apparecchiature sono stati immessi sul mercato da un produttore o importatore di idrofluorocarburi cui si applica l'articolo 15 del regolamento (UE) n. 517/2014.

I prodotti contenuti nel presente documento non sono da considerarsi ermeticamente sigillati. Tali unità sono precaricate con gas refrigerante R410-A e collaudate in fabbrica. Per tutti gli aspetti normativi legati alla vendita, manutenzione e smantellamento fare riferimento alla normativa F-Gas.

### PRODUZIONE DI ACS

- E' sempre preferibile lavorare con la pompa di calore su acqua tecnica e produrre poi l'ACS mediante scambiatori istantanei rapidi tipo i sistemi Viessmann Vitotrans 353.

- In alternativa utilizzare bollitori con scambiatori a piastre esterni e pompa di carico bollitore.

- Qualora la potenza della pompa di calore fosse ridotta e si volesse utilizzare il serpentino di un bollitore speciale per la produzione di ACS sono necessari minimo 0.3 m2 di serpentino per ogni KW termico erogato dalla pompa di calore.

**NOTA:** durante la produzione di ACS la PdC funziona a potenza piena = Hertz massimi anche se l'unità è dotata di compressore DC inverter.

### INFO

- Pompe di calore per la produzione di acqua calda e refrigerata. Temperatura minima acqua prodotta in uscita in freddo = 5 gradi (fino a -8 con acqua glicolata) e massima in caldo = 65 non x funzionamento continuativo.

- Flussostato fornito di serie da montare su un tratto rettilineo sulla mandata della PdC.

- Filtro a Y incluso da montare su ritorno ingresso macchina.

- Primo avviamento obbligatorio tramite il CAT di zona



# INDICE

<b>1</b>	Introduzione _____ p.	4
<b>2</b>	Caratteristiche tecniche e consigli pratici per l'installazione ____ p.	5
<b>3</b>	Dati tecnici unità standard Rese in riscaldamento/raffreddamento _ p.	14
<b>4</b>	Dati elettrici _____ p.	16
<b>5</b>	Dati scambiatori _____ p.	18
<b>6</b>	Dati pompe e circolatori _____ p.	19
<b>7</b>	Livelli sonori _____ p.	20
<b>8</b>	Dati prestazionali _____ p.	21
<b>9</b>	Dimensionali _____ p.	34
<b>10</b>	Morsettiera elettrica _____ p.	36



CLASSE A++



COMPRESSORE  
AD INVERTER



VERSIONE  
SILENZIATA

Quaderno tecnico  
**Energycal**  
**INVERTER**

**Energycal Inverter** introduce per la prima volta la il **compressore Brushless DC comandato da Inverter**.

La tecnologia ad inverter permette di modulare la potenza erogata dall'unità in funzione delle esigenze dell'impianto. L'utilizzo dell'inverter, permette di migliorare sensibilmente i valori di efficienza: COP ed EER se confrontati con i valori di unità ON/OFF.

L'algoritmo di inseguimento (erogazione della potenza termica o frigorifera dell'unità) è stato progettato e testato da Enerblue per massimizzare ulteriormente i valori di efficienza.

## PUNTI DI FORZA

- > **Compressore comandato da Inverter DC**
- > **Elevata classe di efficienza**
- > **Modulo idronico ampiamente configurabile**
- > **Algoritmo di controllo della potenza "proprietario"**
- > **Ampio range di potenza e limiti operativi estesi**

### Compressore pilotato da inverter DC

Energycal Inverter utilizza compressori brushless pilotati da inverter DC. Questi compressori possono variare la loro velocità di rotazione in funzione delle richieste di potenza dell'impianto. Se l'impianto richiede maggiore potenza (termica o frigorifera), il compressore sarà forzato ad aumentare la propria velocità di rotazione e quindi a fornire all'impianto una maggiore potenza termica o frigorifera.

La velocità del compressore può variare tra circa 30 rps e circa 120 rps in funzionamento Chiller e Pompa di Calore. Le prestazioni sono state dichiarate per 3 condizioni di frequenza di rotazione: 60 rps per la maggior efficienza e 90 rps condizioni di elevata potenza termica/frigorifera e 120 rps, massima velocità compressore.

### Valvola termostatica elettronica di serie

La serie Energycal Inverter è dotata di serie di valvola termostatica elettronica.

L'innovativa valvola termostatica elettronica consente di avere:

- > Elevato numero di "passi" oltre 2500 per una maggior accuratezza nel controllo della potenza erogata
- > Un driver con software di comando ad elevata velocità di risposta, per rendere rapido l'adeguamento della valvola alle variazioni di velocità dell'inverter.
- > Differente programmazione di funzionamento tra Chiller e Pompa di Calore: la valvola di espansione si comporterà in modo differente dal funzionamento Chiller a quello in Pompa di Calore, per avere sempre la massima efficienza e velocità di reazione.

### Moduli idraulici

Per le unità idroniche sono disponibili diversi tipi di moduli idraulici come accessorio in modo da incontrare le richieste d'installazione dei clienti.

- > Pompa singola ON/OFF (accessorio)
- > Pompa singola elettronica (su richiesta)

Oltre alle pompe standard sono disponibili anche moduli idraulici con pompe elettroniche.

Le pompe elettroniche sono scelte per essere collegate ad un impianto che prevede valvole 2 vie per escludere componenti o aree che non necessitano di riscaldamento o raffreddamento. La velocità delle pompe, e quindi la portata d'acqua, reagisce alla posizione delle valvole a 2 vie.

Il serbatoio inerziale è sempre disponibile (come accessorio) per tutte le taglie e configurazioni.

### Volano termico in funzionamento Chiller

Normalmente nel funzionamento in chiller, deve essere previsto un volume minimo d'acqua nel sistema per evitare un'eccessiva variazione della temperatura dell'acqua durante i periodi di carico ridotto o una frequenza di accensioni e spegnimenti del compressore. Grazie alla tecnologia inverter, Energycal Inverter ha la possibilità di ridurre al minimo la potenza erogata dal compressore, così da ridurre al minimo anche il volume di acqua richiesto per ottimizzare l'impianto.

Ciò significa che nessun altro serbatoio deve essere previsto nell'impianto dall'installatore.

**Per il funzionamento in Pompa di Calore, essendoci la necessità dello sbrinamento, è comunque opportuno inserire un serbatoio di accumulo.**

### Algoritmo di controllo della potenza

L'erogazione della potenza termica o frigorifera, è gestita dal controllo elettronico.

L'algoritmo implementato nel controllo elettronico, assicura sempre la massima efficienza dell'unità.

Un esempio in modalità Chiller: all'accensione dell'unità, non sarà erogata l'intera potenza frigorifera.

Forzare il compressore a fornire la massima potenza frigorifera, lo fa lavorare in condizioni di minor EER.

Il controllo forzerà il compressore a funzionare ad una velocità che ne massimizzi l'efficienza. Dopo un tempo stabilito se l'unità non è arrivata in set, il controllo aumenta la velocità del compressore. La procedura continua fino a che la temperatura dell'acqua comincia a scendere.

In questo modo il controllo cerca di far funzionare sempre l'unità nelle condizioni di miglior efficienza.



# UNITÀ STANDARD

## STRUTTURA

In lamiera zincata e verniciata con polveri poliestere RAL 7035 a 180 °C, che conferiscono un'alta resistenza agli agenti atmosferici. I pannelli sono facilmente removibili per permettere il totale accesso ai componenti interni.

## COMPRESSORE

Il compressore è di tipo "twin rotary" o "scroll" con motore brushless DC comandato da inverter, funzionante con R410A. Il compressore è dotato di protezione termica integrata.

Il driver di comando del motore del compressore è dotato di protezione elettronica integrale per sovratemperatura, sovracorrenti, sovra o sotto-alimentazione con mancanza di una o più fasi.

## VENTILATORI

Ventilatori elicoidali direttamente accoppiati al motore elettrico 6 poli, con grado di protezione IP 54. Ogni ventilatore alloggia in boccali sagomati e include la griglia di protezione antinfortunistica secondo UNI EN 294. La sezione ventilante, ha di serie il regolatore di giri per ridurre maggiormente le emissioni acustiche e per permettere all'unità di funzionare in Pompa di Calore anche per temperature esterne elevate. I ventilatori sono realizzati in materiale plastico con profilo della pala dotato di WINGLET, una speciale forma nella parte finale delle pale che consente una riduzione del rumore e aumento delle prestazioni aerauliche..

## SCAMBIATORE ESTERNO

Costituito da una batteria con tubi di rame ed alettatura in alluminio ad elevata superficie di scambio con passo alette dimensionato per massimizzare lo scambio termico e ridurre l'impatto acustico. Lo spazio alette dello scambiatore è stato maggiorato per consentire all'unità di lavorare a bassissime temperature e ad elevate concentrazioni di umidità. Alla base dello scambiatore è presente il sottoraffreddatore, un ulteriore circuito frigorifero che consente di evitare la formazione di ghiaccio nella parte bassa della batteria e di facilitare il deflusso della condensa durante gli sbrinamenti. Gli effetti del sottoraffreddatore sono: la riduzione del numero di sbrinamenti e la sicurezza di avere lo scambiatore pulito al termine dello sbrinamento.

A protezione del pacco alettato è presente una rete metallica.

## SCAMBIATORE INTERNO

A piastre saldobrasate in acciaio inox AISI 316 coibentato con un mantello in materiale espanso a celle chiuse che ne riduce le dispersioni termiche e ne impedisce la formazione di condensa.

Lo scambiatore è dotato di una sonda di temperatura per la protezione antigelo, di una sonda per la rilevazione della temperatura dell'acqua in ingresso e in uscita e di un flussostato a paletta fornito di serie a corredo.

## CIRCUITO FRIGORIFERO

Comprende: presa di carica nella linea del liquido e aspirazione, spia del liquido, valvola solenoide, valvole di non ritorno, filtro disidratatore, valvola termostatica elettronica, trasduttore di alta pressione, trasduttore di bassa pressione, pressostati di alta e bassa pressione, valvola di sicurezza, ricevitore di liquido e separatore in aspirazione (in funzione della taglia).

## QUADRO ELETTRICO

Con dispositivo di sezionamento generale, protezione dei circuiti di potenza e ausiliari, teleruttore compressori. Gestione a microprocessore dell'unità con visualizzazione delle funzioni principali a display.

Il quadro elettrico è composto da:

- > Interruttore automatico generale e fusibili a protezione dei circuiti ausiliari e di potenza
- > Teleruttore compressore
- > Regolatore di giri ventilatori per il controllo condensazione ed evaporazione
- > Relè pompe o salvamotore e teleruttore (in versione 1P)
- > Contatti puliti di allarme generale

Microprocessore per il controllo delle seguenti funzioni:

- Regolazione della temperatura dell'acqua con controllo in ingresso
- Protezione antigelo
- Temporizzazione compressore
- Gestione di pre-allarme alta pressione
- Segnalazione allarmi
- Reset allarmi
- Ingresso digitale per ON-OFF esterno
- Ingresso digitale per selezione estate/inverno

Visualizzazione su display per:

- Temperatura dell'acqua in uscita
- Temperatura acqua in ingresso
- Temperatura di condensazione
- Temperatura di evaporazione
- Set temperatura e differenziali impostati
- Descrizione degli allarmi
- Conta ore funzionamento del compressore e pompa

Alimentazione elettrica di serie 400V/3N~/50Hz.

Quaderno tecnico  
**Energycal**  
**INVERTER**

# 2

**CARATTERISTICHE  
TECNICHE**

# 5

## CONTROLLI E SICUREZZE

- > Sonda controllo temperatura acqua utenza (situata in ingresso dello scambiatore)
- > Sonda antigelo che attiva l'allarme antigelo a riarmo manuale
- > Pressostato di alta pressione (a riarmo manuale)
- > Pressostato di bassa pressione (a riarmo automatico ad interventi limitati)
- > Flussostato meccanico a paletta fornito di serie, a corredo (a riarmo manuale)
- > Controllo pressione di condensazione mediante regolatore di giri per funzionamento con basse temperature esterne.
- > Controllo pressione di evaporazione mediante regolatore di giri per funzionamento con alte temperature esterne in produzione di ACS
- > Valvola di sicurezza alta pressione
- > Protezione sovratemperatura compressore

## COLLAUDO

- > Le unità sono collaudate in fabbrica e fornite complete di olio e fluido refrigerante.

## DOTAZIONE STANDARD

- > Dispositivo di sezionamento generale
- > Protezione dei circuiti ausiliari e di potenza
- > Conta ore
- > Rete protezione batteria
- > Controllo a microprocessore
- > Controllo condensazione ed evaporazione con regolatore di giri ventilatori
- > Flussostato (fornito a corredo)
- > Certificazione Direttiva 97/23 CEE (PED)
- > On/Off remoto da ingresso digitale di serie
- > Estate/Inverno da ingresso digitale di serie
- > Filtro acqua (fornito a corredo)

# OPZIONI

## CONFIGURAZIONI COSTRUTTIVE

### Versione /LN Unità silenziata

L'unità, oltre ai componenti della versione base, prevede il vano compressori completamente coibentato acusticamente con materiale fonoassorbente e con interposto materiale fonoimpedente.

## OPZIONI MODULO IDRAULICO

### /1P UNITÀ CON POMPA

L'unità comprende un circolatore o una pompa di circolazione, valvola di scarico acqua circuito idraulico, valvola di sicurezza tarata a 6 bar che corrisponde al valore massimo della pressione di esercizio ammissibile.

## ACCESSORI

Tutte le unità possono essere configurate con vari accessori per rispondere meglio alle esigenze della specifica applicazione richiesta. Per verificare disponibilità e compatibilità degli accessori con taglia e configurazione, consultare il listino prezzi.

### Accessori circuito idraulico

- > Resistenza antigelo
- > Versione base: Resistenza elettrica nell'evaporatore
- > Versione 1P: Resistenza elettrica nell'evaporatore + cavo scaldante sulle tubazioni
- > Valvola 3 vie per gestione acqua calda sanitaria (fornita a corredo)

### Accessori elettrici

- > Interfaccia seriale RS485
- > Terminale utente remotato con sonda di temperatura (in aggiunta a quello a bordo macchina)
- > Ventilatori elettronici EC
- > Gestione sorgente termica di integrazione/backup
- > Produzione sanitario con timer

### Accessori vari

- > Antivibranti in gomma
- > Vaschetta raccogli condensa

Quaderno tecnico  
**Energycal**  
**INVERTER**

# 2

CARATTERISTICHE  
TECNICHE

## DESCRIZIONE PRINCIPALI FUNZIONALITÀ/ACCESSORI

### ON/OFF remoto da ingresso digitale (di serie)

Questa funzione è di serie su tutte le unità e consiste in un contatto remotabile che consente l'accensione e lo spegnimento della macchina attraverso un segnale che può essere portato all'interno dell'edificio o pilotato da un sistema BMS (Building Management System).

Il comando dell'ON/OFF remoto è concepito per spegnere la macchina in caso di inutilizzo, non deve quindi essere mai utilizzato per eseguire la regolazione della macchina. Nel caso in cui sia richiesto di eseguire una regolazione della macchina attraverso un termostato o un qualsivoglia comando esterno, non va utilizzato il comando dell'ON/OFF remoto, ma è necessario abilitare la funzione DOPPIO SET POINT - ENERGY SAVING. Questo permette alla macchina di gestire in modo corretto la termo-regolazione, utilizzando i gradini di parzializzazione della macchina, qualora siano presenti, e di mantenere sempre attive le tempistiche degli sbrinamenti, che altrimenti verrebbero azzerate ad ogni OFF della macchina.

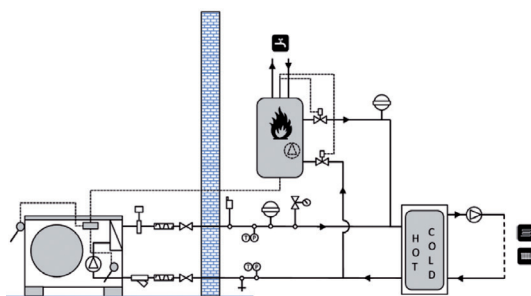
Al fine di evitare il funzionamento continuo della pompa è inoltre possibile attivare la funzione POMPA ACQUA CON FUNZIONE PULSE relativa alla unità in ON, che attiva la pompa ad intervalli regolari, quando la macchina si trova in ON ma con set point soddisfatto.

### Selezione estate/inverno da ingresso digitale (di serie)

Questa funzione è di serie su tutte le pompe di calore. All'atto dell'accensione dell'unità è sempre necessario impostare una modalità di funzionamento che può essere indifferentemente quella di pompa di calore o di chiller. Attraverso questo contatto remotabile è possibile cambiare tale modalità di funzionamento anche dall'interno dell'edificio e comunque senza la necessità di accesso diretto al controllo a microprocessore.

### Gestione sorgente di calore ausiliaria (di serie)

Il controllore è in grado di gestire una sorgente termica esterna che, a seconda del tipo di collegamento idraulico può essere di integrazione o di backup. Nello schema di seguito riportato, ad esempio, la caldaia sarà esclusivamente di backup alla pompa di calore.



L'attivazione della sorgente termica ausiliaria avviene quando la temperatura dell'aria esterna scende al di sotto di una soglia impostabile da controllo e quando la sola pompa di calore si rivela essere insufficiente a soddisfare il carico. L'attivazione avviene attraverso la chiusura di un contatto pulito.

Inoltre è possibile settare l'unità in modo che il controllore spenga i compressori quando l'unità opera in modalità pompa di calore e la temperatura dell'aria esterna scenda al di sotto di una temperatura minima stabilita: il controllore arresterà i compressori prima che l'unità vada in allarme di bassa pressione, evitando quindi di dover effettuare una riattivazione manuale della macchina.

Questa funzione risulterà particolarmente utile quando la pompa di calore è installata in una zona in cui la temperatura dell'aria esterna scenderà sicuramente al di sotto della minima temperatura ammessa dai limiti di funzionamento (in accordo con il set point impostato). Quando la temperatura dell'aria esterna ritornerà al di sopra della temperatura di soglia impostata, l'unità riprenderà automaticamente a funzionare senza la necessità di alcun intervento.

Per le unità dotate di pompa integrata, questa verrà mantenuta sempre in funzione in modo evitare la formazione di ghiaccio e di garantire in qualsiasi momento la corretta lettura delle sonde di temperatura e di sicurezza antigelo.

La temperatura di arresto dovrà essere impostata in funzione della temperatura di setpoint più elevato e in accordo con quanto ammesso dai limiti di funzionamento della macchina.

Può essere impostata una temperatura di arresto diversa da quella di default, purché sia compatibile con i limiti di funzionamento dell'unità.

### Gestione automatica acqua calda sanitaria (accessorio)

Questa funzionalità permette all'unità, attraverso una sonda di funzionamento sanitario (accessorio), di controllare la temperatura all'interno di un serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria e di gestire una valvola 3 vie (accessorio) esterna all'unità. La priorità è sempre per la produzione di acqua calda ad uso sanitario.

L'attivazione della funzione deve essere richiesta in fase d'ordine, ma è configurabile anche successivamente (da personale tecnico qualificato e autorizzato) un circuito idraulico opportuno.

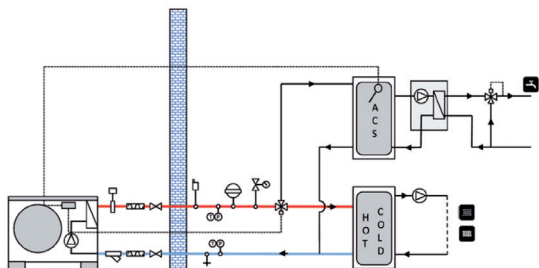
La richiesta in fase d'ordine di accessori dedicati alla gestione dell'acqua calda sanitaria, comporta automaticamente l'abilitazione della funzione "gestione automatica acqua calda sanitaria".

La pompa di calore opera normalmente sull'impianto per soddisfare le esigenze di comfort dell'edificio, ma quando la temperatura dell'acqua all'interno del serbatoio scende al di sotto di una soglia stabilita, il controllo gestisce la produzione di acqua sanitaria: se l'unità sta operando come pompa di calore per il riscaldamento, sarà commutata la valvola a 3 vie e modificato il set point; se diversamente l'unità sta producendo acqua refrigerata per il condizionamento, il controllo commuta l'unità in modalità pompa di calore, le assegna il set point per il sanitario (normalmente più alto del set point dell'impianto) e gira la valvola 3 vie nella posizione opportuna.

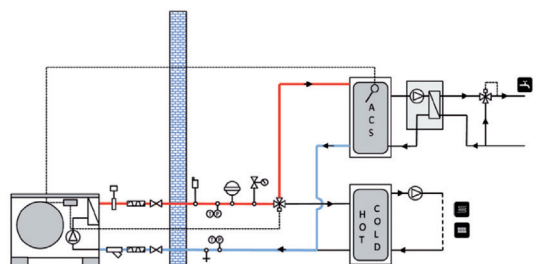
Una volta che la temperatura all'interno del serbatoio dell'acqua sanitaria ha raggiunto il valore impostato, l'unità torna automaticamente alla produzione di acqua per l'impianto di riscaldamento e condizionamento.

## Descrizione del funzionamento invernale

- 1 Richiesta di riscaldamento: la temperatura dell'acqua in ingresso all'unità, proveniente dall'impianto, è inferiore a quella attesa, quindi il controllo accende il compressore e l'unità funzionerà fino a che non verrà raggiunta la temperatura di setpoint. Al raggiungimento della temperatura desiderata il compressore si arresta e rimarrà in funzione la sola pompa di circolazione che continuerà a far circolare l'acqua nell'impianto. L'unità attenderà in questo stato finché la temperatura dell'acqua in ingresso non scenderà nuovamente.



- 2 Richiesta di acqua sanitaria: supponiamo che l'unità stia funzionando per la produzione di acqua calda per l'impianto di riscaldamento (45°C) e riceve la chiamata di produzione di acqua ad alta temperatura dalla sonda di funzionamento sanitario posta nel serbatoio di accumulo, in quanto la temperatura dell'acqua sanitaria è scesa al di sotto del limite impostato, (ad esempio 55°C).
- 3 Essendo l'acqua calda sanitaria gestita con logica di priorità, il controllo modificherà il setpoint portandolo a 55°C e eseguirà la commutazione della valvola 3 vie.



Non appena l'acqua all'interno del serbatoio raggiungerà i 55°C richiesti, il controllo commuterà nuovamente la valvola 3 vie a lavorare sull'impianto e riporterà il setpoint a 45°C.

Qualora fosse necessario effettuare uno sbrinamento, in qualsiasi modalità l'unità stia operando, forzerà la valvola 3 vie a essere commutata verso l'impianto che, data la maggior inerzia, è meno sensibile all'abbassamento della temperatura.

## Descrizione del funzionamento nelle mezze stagioni

Nelle mezze stagioni l'impianto di riscaldamento e condizionamento non è attivo e quindi la pompa di calore diventa dedicata alla sola produzione dell'acqua per il sanitario.

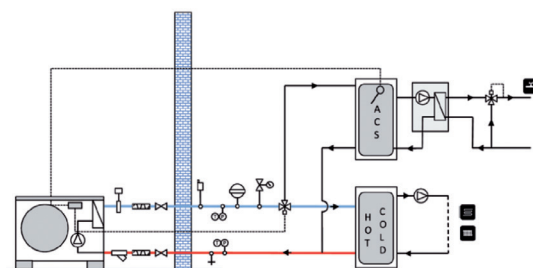
La valvola 3 vie è stabilmente posizionata sul serbatoio sanitario mentre pompa e scambiatore si attiveranno esclusivamente su chiamata della sonda di funzionamento sanitario.

Al raggiungimento del set sanitario il compressore e la pompa verranno spenti e il controllo rimarrà in attesa della successiva chiamata.

Per attivare questa funzione è necessario impostare l'unità sulla funzione "solo sanitario". Per maggiori informazioni, rifarsi allo schema elettrico in dotazione all'unità.

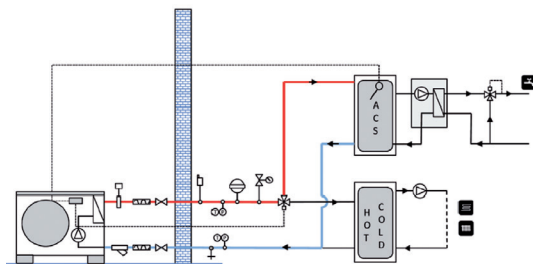
## Descrizione funzionamento estivo

**Solo raffrescamento:** la temperatura dell'acqua in ingresso all'unità, proveniente dall'impianto, è superiore a quella attesa e quindi il controllo accende il compressore e l'unità funzionerà fino a che non verrà raggiunta la temperatura di setpoint.



A quel punto il compressore si arresta e rimarrà in funzione la sola pompa di circolazione che continuerà a far circolare l'acqua nell'impianto. L'unità attenderà in questo stato finché la temperatura dell'acqua in ingresso non salirà nuovamente.

**Richiesta di acqua sanitaria:** supponiamo che l'unità stia funzionando per la produzione di acqua refrigerata per l'impianto di condizionamento (7°C) e riceve la chiamata di produzione di acqua ad alta temperatura dalla sonda di funzionamento sanitario posta nel serbatoio di accumulo, in quanto la temperatura dell'acqua sanitaria è scesa al di sotto del limite impostato, (ad esempio 55°C). Essendo l'acqua calda sanitaria gestita con logica di priorità, il controllo cambia la modalità dell'unità da chiller a pompa di calore, imposta il setpoint a 55°C ed eseguirà la commutazione della valvola 3 vie.



Non appena l'acqua all'interno del serbatoio raggiungerà i 55°C richiesti, il controllo commuterà nuovamente l'unità in modalità chiller, girerà la valvola 3 vie a lavorare sull'impianto e riporterà il setpoint a 7°C.

### Sonda di funzionamento sanitario (accessorio)

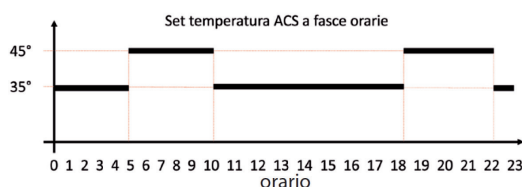
Per la produzione dell'acqua calda sanitaria il controllo necessita di questo accessorio: si tratta di una sonda di temperatura con 6 m di cavo e va posta in un apposito pozzetto del serbatoio per la produzione dell'acqua sanitaria.

Per un corretto posizionamento si invita a leggere la sezione "Consigli d'installazione di una pompa di calore".

### Produzione sanitario con timer

In presenza di questo accessorio sarà possibile associare a fasce orarie diverse del giorno due temperature diverse per il sanitario: la Normal e la Saving. Questo permette di decidere in quali ore della giornata la pompa di calore deve concentrare la produzione dell'acqua calda sanitaria, mantenendo però sempre il livello minimo di temperatura di Saving sempre gestito con la logica di priorità.

Concentrando ad esempio la produzione di acqua alla temperatura Normal nelle ore notturne, si sfrutteranno le migliori tariffe elettriche e si garantirà la produzione di acqua calda prima delle ore di maggior consumo.



Con questo sistema l'unità comunque non smette mai di controllare la temperatura all'interno del serbatoio sanitario e se si verifica un'occasionale utilizzo dell'acqua calda al di fuori dei canonici orari, l'unità darà la priorità alla produzione del sanitario fino a riportare l'acqua nel serbatoio ad una temperatura pari al set di Saving..

### Resistenza antigelo (accessorio)

Questo accessorio consiste in resistenze inserite sullo scambiatore utenza, sulla pompa e nel serbatoio (in funzione della configurazione della macchina) per impedire il danneggiamento dei componenti idraulici dovuti alla formazione di ghiaccio nei periodi di fermo macchina.

La potenza delle resistenze antigelo è solo di qualche decina di watt in funzione del modello di unità, ossia quella sufficiente a evitare la rottura dei componenti. Il controllo monitora (anche quando l'unità è in stand-by) la sonda di uscita dallo scambiatore e quando questa rileva una temperatura dell'acqua minore o uguale a 5°C (o 2°C sotto la temperatura di set point, con differenza di 1°C), allora accende la pompa (se presente) e fa intervenire la resistenza antigelo.

Se la temperatura dell'acqua in uscita dovesse raggiungere i 4°C (o 3°C sotto al set point) allora scatterà anche l'allarme antigelo che ferma il compressore, mantenendo attive le resistenze.

### Doppio setpoint da ingresso digitale (di serie)

Il doppio set point consente di impostare due diverse temperature di lavoro per il funzionamento in riscaldamento e un set point per il funzionamento in raffreddamento.

Le temperature di set point devono essere specificate in fase d'ordine. Il cambio di set point può essere effettuato da tastiera o da ingresso digitale.

### Interfaccia seriale RS485 (accessorio)

La sempre maggior diffusione di impianti domotici e di BMS (Building Management System) ha portato alla necessità di integrare sotto un'unica supervisione tutte le componenti impiantistiche.

Per rispondere a questa esigenza l'unità può essere dotata di una scheda seriale RS485 con protocollo MODBUS.

### Terminale utente remotato (accessorio)

Questo accessorio consiste in una replica del pannello del controllo remotabile, dal quale è possibile la completa configurazione dell'unità e la visualizzazione sul display di tutti i suoi parametri.

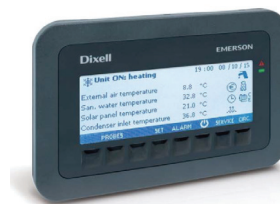
L'accesso alle maschere avviene tramite l'inserimento di password che abilitano i diversi livelli di modifica.

Disponibili in tre versioni:

- Terminale utente remotato standard



- Terminale utente remotato LCD



- Terminale utente remotato touch screen 4.3"



### Valvola 3 vie acqua calda sanitaria (accessorio)

Si tratta di una valvola a tre vie di tipo on/off che, abbinata alla funzione della gestione automatica dell'acqua calda sanitaria, permette alla macchina di gestire due circuiti separati per il comfort e la produzione dell'acqua calda sanitaria, commutando automaticamente da uno all'altro a seconda delle necessità del impianto.

La valvola 3 vie acqua calda sanitaria deve essere installata in un vano tecnico.



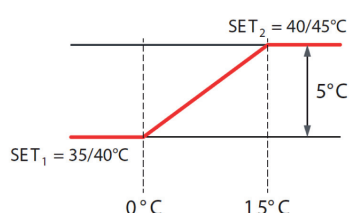
## Compensazione del set point in funzione della temperatura esterna (di serie)

Il controllore permette di modificare il set point dell'unità sia in funzionamento chiller che pompa di calore in funzione della temperatura esterna. La compensazione potrà essere positiva o negativa: con la compensazione positiva all'aumento della temperatura dell'aria esterna, aumenterà anche la temperatura di set estivo, mentre con quella negativa all'aumento della temperatura dell'aria la temperatura di set diminuisce.

Qualora l'unità sia utilizzata anche per la produzione di acqua calda sanitaria la climatica di regolazione non avrà effetto sulla temperatura di set del sanitario.

Se non diversamente specificato in fase d'ordine, la programmazione standard prevede la compensazione negativa (per entrambi i set point) con i valori indicati nei diagrammi sotto riportati. Tutte le impostazioni possono essere modificate direttamente da controllo.

### Modalità POMPA DI CALORE



## Relè di massima e minima tensione (accessorio)

Questo dispositivo effettua un controllo continuo della tensione di alimentazione dell'unità, verificando che sia sempre all'interno di un range ammissibile. Qualora il valore di tensione si attesti sopra o sotto tale range, il dispositivo fermerà l'unità per evitare il danneggiamento dei motori elettrici. Lo stesso dispositivo effettua inoltre il controllo della sequenza fasi.

## Ventilatori EC (accessorio)

Le unità possono essere abbinate agli innovativi ventilatori assiali EC a corrente continua (Electronically Commutated) con motore brushless a commutazione elettronica.

Questi motori con rotore a magneti permanenti garantiscono altissimi livelli di efficienza per ogni condizione di lavoro e permettono di ottenere un risparmio del 15% per ventilatore.

Inoltre il microprocessore attraverso un segnale analogico 0-10V inviato ad ogni ventilatore permette il controllo della condensazione tramite regolazione continua della portata d'aria al variare della temperatura dell'aria esterna e una conseguente riduzione dell'emissione sonora.

## Controllo di condensazione/evaporazione con regolatore di giri (di serie)

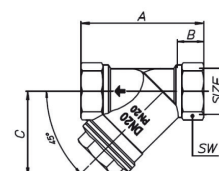
Il controllo a microprocessore dell'unità controlla tutti i parametri di funzionamento dell'unità e effettua una regolazione continua della velocità dei ventilatori attraverso un regolatore di giri, al fine di ottimizzare le condizioni operative e l'efficienza dell'unità.

Questa regolazione ha inoltre un effetto di riduzione del livello di rumorosità dell'unità, infatti le tipiche condizioni nelle quali il controllo andrà a modulare la velocità dei ventilatori sono quelle notturne e delle mezze stagioni. Questo fa sì che ogni qual volta ve ne sia l'opportunità, la macchina diminuirà al minimo la velocità dei ventilatori e quindi la rumorosità.

## Filtro Acqua (di serie)

Il filtro acqua, posizionato all'ingresso acqua dell'unità, ha lo scopo di evitare che fanghi, residui da lavorazione o altro, intasino gli scambiatori dell'unità. E' obbligatorio che all'ingresso di ogni circuito: sorgente, utenza e recupero sia presente un filtro con una maglia di 0,4 o 0,5 mm. La mancata presenza del filtro, fa automaticamente decadere la garanzia.

Come accessorio sono forniti i seguenti filtri:



Raccoglitore di impurità a «Y» con filtro per acqua, in **bronzo** sabbiato.  
Y-strainer with water filter, in sandblasted **bronze**.

SIZE	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"
A mm	55	58	70	87	96	106	126	145
B mm	10	12	13	17	20	21	22	24
C mm	40	40	50	60	68	75	90	100
SW mm	21	25	31	38	48	55	68	85
ø pass./bore mm	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
empty/full %	38%	38%	38%	38%	48%	48%	48%	50%

## Vaschetta raccogli condensa (di serie)

La vaschetta raccogli condensa ha lo scopo di raccogliere e convogliare l'acqua derivante dallo scioglimento del ghiaccio durante lo sbrinamento. Nella vaschetta è presente un attacco a cui collegare una tubazione di scarico. L'accessorio è obbligatorio quando l'unità è installata in zone di passaggio.

Quaderno tecnico  
**Energycal**  
**INVERTER**

2

CARATTERISTICHE  
TECNICHE

11

## CONSIGLI DI INSTALLAZIONE

Le seguenti indicazioni hanno lo scopo di migliorare l'utilizzo delle pompe di calore negli impianti e di prevenire problematiche di installazione.

1. Molto spesso le Pompe di Calore sono abbinate ad impianti di riscaldamento radianti. Nel caso in cui il sistema radiante sia a zone con controllo delle singole testine del collettore è **obbligatorio prevedere almeno 20 litri d'acqua per kW di resa termica dell'unità nella condizione di minimo contenuto d'acqua ossia con tutte le testine chiuse**. Ciò si rende necessario in quanto è possibile che si presenti la situazione che quasi tutte le testine siano chiuse e la pompa di calore si trovi a lavorare con un volume d'acqua estremamente ridotto. In questo caso durante lo sbrinamento è possibile che intervengano le sicurezze per eccessivo raffreddamento dell'acqua.

2. Con l'utilizzo della funzionalità "gestione automatica dell'acqua calda sanitaria", è obbligatorio far lavorare lo scambiatore del recupero su acqua tecnica e non su serpentina. L'abbinamento delle pompe di calore con serpentine infatti, si è dimostrato più volte problematico a causa di un non corretto dimensionamento della superficie della serpentina.

3. Con l'utilizzo della funzionalità "gestione automatica acqua calda sanitaria", è fondamentale l'installazione della sonda di temperatura fornita a corredo. Il serbatoio per lo stoccaggio di ACS dovrà avere nella parte alta un pozzetto di lunghezza tale da arrivare quasi al centro del serbatoio. La sonda in dotazione all'unità dovrà essere inserita nel pozzetto con pasta conduttrice al fine di permettere alla sonda di leggere accuratamente la temperatura del serbatoio. La scorretta lettura della temperatura, causata da un posizionamento non idoneo, può portare all'intervento delle sicurezze o al blocco dell'unità.

4. Nell'utilizzare la logica "gestione automatica acqua calda sanitaria" è necessario utilizzare una valvola a tre vie che, durante la commutazione, permetta comunque un flusso d'acqua e non presenti mai la situazione di flusso bloccato o ridotto.

5. L'eventuale integrazione di acqua da acquedotto, non deve mai essere inserita nella tubazione di ingresso della pompa di calore. L'acqua fredda fatta entrare bruscamente nello scambiatore "caldo" può comportare l'intervento delle sicurezze. Se si utilizza un serbatoio, l'ingresso dell'integrazione di acqua dall'acquedotto non deve defluire direttamente nella tubazione di ingresso della pompa di calore.

6. È sconsigliato posizionare i set dell'unità sui limiti di funzionamento per i seguenti motivi:

a. Modifica della temperatura ambiente. La temperatura ambiente varia e può portare l'unità a lavorare fuori dai limiti.

b. Presenza del filtro acqua. **Il filtro acqua deve sempre essere presente in ingresso acqua dell'unità, pena la decadenza della garanzia.** Il filtro sicuramente nel tempo si sporcherà. Lo sporcarsi del filtro farà aumentare le perdite di carico e di conseguenza la portata. Il DT aumenta e può passare da 4/5° ai 9,10°, provocando l'intervento delle sicurezze.

c. Se il circuito idraulico prevede più zone può succedere che alla chiusura di un circuito, la pompa debba operare sul rimanente circuito idraulico. In questo modo aumentano le perdite di carico, si avrà una diminuzione della portata e quindi aumento del DT con possibile intervento delle sicurezze.

d. In estate, l'unità sarà soggetta a radiazione solare. Ipotizzando aria a 35°, la batteria (di rame e alluminio e quindi ottimo conduttore) sarà ad una temperatura molto elevata. Quando si accende l'unità, anche con ventilatori fermi, l'evaporazione sarà molto elevata producendo sicuramente l'intervento del pressostato di alta pressione.

e. Ricircoli d'aria possono generare un micro ambiente con una temperatura inferiore di anche 4/5° portando l'unità a lavorare fuori dai limiti.

f. Gli spazi di rispetto sono molto importanti, l'ostruzione a monte o a valle del ventilatore, crea delle perdite di carico che riducono la portata d'aria. Questa riduzione può generare un abbassamento delle temperature di funzionamento. Questo abbassamento può far uscire l'unità dai limiti di funzionamento.

g. Aria nel circuito. L'aria presente nell'impianto, anche se ben sfatato, crea una perdita di coefficiente di scambio termico con conseguente possibile intervento delle sicurezze di alta pressione.

7. Utilizzo dell'unità per l'asciugatura del massetto. Quando viene costruita una casa, vengono utilizzate grandi quantità d'acqua per la malta, l'intonaco, i gessi, il massetto, che poi evaporano dall'opera con molta lentezza. Inoltre la pioggia può aumentare nettamente il tasso di umidità della costruzione. A causa dell'elevata umidità presente in tutta l'opera, nei primi due periodi di riscaldamento il fabbisogno termico dell'edificio è molto più alto. L'asciugatura delle opere murarie deve avvenire con speciali apparecchiature. Se la potenza termica della pompa di calore è stata calcolata in modo sufficiente per l'abitazione e l'asciugatura avviene in autunno o inverno, si consiglia l'installazione di una resistenza elettrica supplementare per compensare il maggior fabbisogno termico.



**8. Avvio dell'impianto con basse temperature esterne.**  
All'avviamento dell'impianto, in periodi invernali, con la temperatura dell'acqua dell'impianto particolarmente fredda e fuori dai limiti di funzionamento dell'unità, può accadere che intervengano le sicurezze. Per portare a regime l'impianto, è sufficiente ridurre il carico termico sezionando parte dell'impianto. Quando la temperatura dell'acqua dell'impianto parziale si sarà portata all'interno dei limiti di funzionamento, sarà possibile connettere anche la parte di impianto precedentemente sezionata.

**9. Durante gli sbrinamenti, l'unità raffredda l'acqua dell'impianto per poter eliminare il ghiaccio presente nella batteria. Per eliminare qualunque problematica, è opportuno inserire un accumulo di almeno 20 litri d'acqua per kW termici dell'unità**

## CONSIGLI PER UNA CORRETTA SELEZIONE DELLE UNITÀ AD INVERTER

Al fine di portare un aiuto al professionista nella scelta della corretta pompa di calore, si riportano di seguito alcuni punti fondamentali per una scelta tecnicamente ottima:

**1. Selezionare l'unità che al 75% (90 rps) della potenza soddisfa totalmente la richiesta del carico termico.** Far funzionare l'unità al 100% (120 rps), in special modo in Pompa di Calore, somma due aspetti negativi:

- il compressore lavora ad un basso valore di COP intrinseco, in quanto costruito per una velocità di rotazione nominale del 50% (60 rps). Valori di velocità inferiori al 75% (90 rps) rientrano in un intervallo di normale funzionamento, dove le caratteristiche meccaniche consentono prestazioni ottimali. Il superamento di tale valore, porta via via ad un aumento delle sollecitazioni meccaniche e ad una possibile riduzione della vita stimata dell'unità
- L'unità opererà con pressioni interne sfavorevoli, la conseguenza è un'usura maggiore del compressore ed un funzionamento inefficiente. La maggior potenza generata dal compressore, costringe l'unità a lavorare con parametri di evaporazione bassi, sarà meno efficiente e aumenterà il numero i di sbrinamenti

Per questi motivi è bene selezionare l'unità al 75% (90 rps) della potenza. In questo modo l'efficienza complessiva del sistema sarà migliore.

**2. Limitare l'utilizzo dell'unità con alte temperature.**

Far funzionare l'unità costantemente ad alte temperature di set point es 50° di uscita acqua o oltre, porta ad una prematura usura del compressore con conseguente riduzione della sua vita. L'elevato valore di set point non genererà problematiche se utilizzato per limitati periodi di funzionamento. In caso di costante e continuativo utilizzo della Pompa di Calore per elevate temperature si consiglia l'abbinamento con un'altra sorgente termica es. caldaia.

## ASPETTI ACUSTICI PER L'INSTALLAZIONE

Per una corretta installazione dell'unità è bene tener presente quanto segue:

- > L'installazione dell'unità vicino a muri, pareti o altro, crea fenomeni di riverbero che aumentano le immissioni di rumore nell'ambiente
- > A seconda del luogo dell'installazione il valore misurato può variare in eccesso.
- > Tenere conto dei possibili recettori sensibili nell'installazione dell'unità, evitare di installare l'unità vicino a camere da letto.
- > Verificare il regolamento acustico del comune dove sarà installata l'unità per verificare il limite assoluto e differenziale
- > Tenere conto che indipendentemente dalla classe acustica del territorio (D.P.C.M. 14 novembre 1997) che esiste un criterio differenziale diurno e notturno.

## D.P.C.M. 14 novembre 1997

Il decreto DPCM 14/11/97, entrato in vigore il 1° gennaio 1998 determina i valori limite delle sorgenti sonore, in particolare fissa:

- > **valori limite di emissione** massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente;
- > **valori limite di immissione** massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambito abitativo o nell'ambiente esterno, suddiviso in assoluto e differenziale;
- > **valori di attenzione** di rumore che segnala la presenza di un potenziale di rischio per la salute o per l'ambiente;
- > **valori di qualità** di rumore da conseguire come obiettivo nel breve, medio e lungo periodo

Il DPCM 14/11/97, come il DPCM 1/3/91, fissa i limiti di immissione assoluti per l'ambiente esterno per tutte le tipologie di sorgenti. Il decreto definisce anche i valori limite di emissione da intendersi come i "livelli di emissione relativi ad una specifica sorgente valutati al ricettore". Questi valori, con l'esclusione delle infrastrutture di trasporto, devono essere rispettati da tutte le sorgenti sonore. I valori limite sono fissati suddividendo il territorio in sei classi acusticamente.

In particolare è molto importante conoscere il "criterio differenziale" presente e descritto nel decreto. E' questo criterio che la maggior parte dei tecnici non conosce ed è il più restrittivo.

## CRITERIO DIFFERENZIALE

Il livello differenziale di rumore è la differenza tra il livello di rumore ambientale (cioè quello presente quando è in funzione la sorgente di rumore che causa il disturbo) e il livello di rumore residuo (cioè il rumore di fondo). Il livello differenziale di rumore non deve superare i seguenti valori limite differenziali di immissione (art. 4, comma 1 del DPCM 14/11/97):

- > 5 dB(A) per il periodo diurno (dalle 6.00- alle 22.00)
- > 3 dB(A) per il periodo notturno (dalle 22.00- alle 6.00)

## Rese in riscaldamento e in raffreddamento

GRANDEZZA UNITÀ			17			22			27			34		
Frequenza di alimentazione compressore		rps	60	<b>90</b>	120	60	<b>90</b>	120	60	<b>90</b>	120	60	<b>90</b>	120
<b>Riscaldamento (EN 14511 values) (A7;W35)</b>														
Potenza termica nominale	(5) (4)	kW	13,2	<b>18,6</b>	22,6	17,2	<b>24,0</b>	29,0	21,0	<b>29,9</b>	36,0	25,0	<b>34,9</b>	41,7
Potenza assorbita totale	(2) (5) (4)	kW	2,9	<b>4,2</b>	5,8	3,5	<b>5,2</b>	7,0	4,8	<b>6,9</b>	9,4	5,7	<b>8,3</b>	11,3
COP	(5) (4)		4,6	<b>4,5</b>	3,9	4,9	<b>4,7</b>	4,1	4,4	<b>4,3</b>	3,8	4,4	<b>4,2</b>	3,7
<b>Riscaldamento (EN14511 values) (A7;W45)</b>														
Potenza termica nominale	(1) (4)	kW	12,8	<b>18,2</b>	22,3	16,8	<b>23,6</b>	28,6	20,9	<b>29,5</b>	35,7	24,5	<b>34,1</b>	41,7
Potenza assorbita totale	(1) (2) (4)	kW	3,4	<b>4,9</b>	6,7	4,1	<b>6,0</b>	8,3	5,6	<b>8,2</b>	11,2	6,6	<b>9,8</b>	13,4
COP	(1) (4)		3,8	<b>3,7</b>	3,3	4,1	<b>3,9</b>	3,5	3,7	<b>3,6</b>	3,2	3,7	<b>3,5</b>	3,1
<b>Riscaldamento (EN14511 values) (A-7;W35)</b>														
Potenza termica nominale	(7) (4)	kW	8,8	<b>12,6</b>	15,6	11,5	<b>16,4</b>	19,9	13,9	<b>20,1</b>	25,0	16,8	<b>24,3</b>	29,8
Potenza assorbita totale	(7) (2) (4)	kW	3,0	<b>4,1</b>	5,4	3,5	<b>4,8</b>	6,3	4,4	<b>6,2</b>	8,5	5,2	<b>7,5</b>	10,1
COP	(7) (4)		2,9	<b>3,1</b>	2,9	3,3	<b>3,4</b>	3,2	3,2	<b>3,3</b>	3,0	3,3	<b>3,2</b>	3,0
<b>Raffreddamento (EN14511 values) (A35;W7)</b>														
Potenza frigorifera nominale	(3) (4)	kW	11,4	<b>16,1</b>	18,8	14,9	<b>20,3</b>	24,1	19,1	<b>26,4</b>	30,2	21,3	<b>29,6</b>	33,3
Potenza assorbita totale	(3) (2) (4)	kW	3,0	<b>4,5</b>	6,3	3,8	<b>5,7</b>	8,1	4,9	<b>7,6</b>	11,0	5,8	<b>9,0</b>	13,1
EER	(3) (4)		3,8	<b>3,6</b>	3,0	3,9	<b>3,6</b>	3,0	3,9	<b>3,5</b>	2,7	3,7	<b>3,3</b>	2,6
<b>Raffreddamento (EN14511 values) (A35;W18)</b>														
Potenza frigorifera nominale	(6) (4)	kW	16,2	<b>22,0</b>	25,4	20,4	<b>28,6</b>	33,0	26,9	<b>36,0</b>	40,7	30,1	<b>39,8</b>	46,4
Potenza assorbita totale	(6) (2) (4)	kW	3,3	<b>4,9</b>	7,0	4,1	<b>6,3</b>	9,0	5,4	<b>8,6</b>	12,4	6,3	<b>10,0</b>	14,9
EER	(6) (4)		5,0	<b>4,5</b>	3,6	5,0	<b>4,5</b>	3,7	5,0	<b>4,2</b>	3,3	4,8	<b>4,0</b>	3,1

- (1) Temperatura aria esterna 7°C BS, 6°C BU (87% U.R.); temperatura acqua ingresso-uscita condensatore 40-45 °C  
 (2) La potenza totale è data dalla somma della potenza assorbita dai compressori e dai ventilatori e della quota parte relativa alle pompe in accordo alla EN 14511  
 (3) Temperatura aria esterna 35°C; temperatura acqua ingresso-uscita evaporatore 12-7°C  
 (4) Valori conformi allo standard EN 14511-3:2011

- (5) Temperatura aria esterna 7°C BS, 6°C BU (87% U.R.); temperatura acqua ingresso uscita condensatore 30-35 °C  
 (6) Temperatura aria esterna 35°C; temperatura acqua ingresso-uscita evaporatore 23-18°C  
 (7) Temperatura aria esterna -7°C BS, -7,5°C BU (87% U.R.); temperatura acqua ingresso uscita condensatore 30-35 °C (limite richiesto per la regione Piemonte)

### Nota:

Prestazioni dichiarate in conformità alla norma UNI EN 14511.

Pompe di calore funzionanti a caricopieno a condizione nominale di 90 rps (Hz). Campo di modulazione possibile da 30 rps a 120 rps.

Potenza minima a 30 rps non garantita a tutte le condizioni di funzionamento.

Potenza minima resa a 30 rps alle condizioni nominali ottenibile sottraendo del 40% la potenza dichiarata a 60 rps.

GRANDEZZA UNITÀ			17	22	27	34
<b>Indici energetici stagionali</b>						
SCOP	(9)		3,86	4,00	3,88	3,85
Efficienza energetica stagionale hs	(9)	%	151%	157%	152%	151%
Classe di efficienza stagionale	(9)		A++	A++	A++	A++
<b>Compressore</b>						
Tipo			assiale			
Quantità/Circuiti frigoriferi		n°/n°	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Capacità modulazione		%	25 - 100 %			
Carica olio totale		kg	1,0	1,4	1,9	1,9
Carica refrigerante per circuito		kg	5,7	5,7	7,0	7,0
<b>Ventilatori assiali</b>						
Quantità			2	2	2	2
Portata aria		m³/h	21.000	21.000	21.000	21.000
<b>Scambiatore lato utenza</b>						
Tipo			piastre			
Portata acqua (A7/W45)	(1)	l/h	3.854	4.941	6.171	7.199
Perdita di carico (A7/W45)	(1)	kPa	16	19	22	30
<b>Modulo idraulico</b>						
<b>Pompa standard</b>						
Potenza Nominale Pompa		W	500	500	550	550
Prevalenza utile pompa (A7/W45)	(1)	kPa	112	99	118	95
<b>Pompa bassa prevalenza</b>						
Potenza Nominale Pompa		W	190	190	500	500
Prevalenza utile pompa (A7/W45)	(1)	kPa	72	65	73	50
<b>Conessioni idrauliche</b>						
Conessioni		"	1" 1/4	1" 1/4	1" 1/2	1" 1/2
<b>Dati sonori</b>						
<b>Rumorosità unità base</b>						
Livello di potenza sonora	(4)(6)	dB(A)	76	78	80	81
Livello di pressione sonora	(4)(6)	dB(A)	44	46	48	49
<b>Rumorosità LN</b>						
Livello di potenza sonora	(4)(6)	dB(A)	73	75	78	79
Livello di pressione sonora	(4)(6)	dB(A)	41	43	46	47
<b>Dimensioni e pesi unità base</b>						
Lunghezza		mm	1.306	1.306	1.456	1.456
Profondità		mm	739	739	739	739
Altezza		mm	1.585	1.585	1.585	1.585
Peso di spedizione		kg	358	367	387	398
Peso in funzionamento		kg	372	381	403	414

- (1) Temperatura aria esterna 7°C BS, 6°C BU (87% U.R.); temperatura acqua ingresso-uscita condensatore 40-45 °C frequenza di alimentazione compressore 90 rps
- (2) La potenza totale è data dalla somma della potenza assorbita dai compressori e dai ventilatori e della quotaparte relativa alle pompe in accordo alla EN 14511
- (3) Temperatura aria esterna 35°C; temperatura acqua ingresso-uscita evaporatore 12-7°C
- (4) Livelli di potenza sonora calcolati secondo ISO 3744
- (5) Livelli di pressione sonora riferiti ad 10 metri di distanza dall'unità in campo libero

- (6) ivelli sonori riferiti alle condizioni: funzionamento chiller, acqua 12°/7°C, aria esterna 35°C, frequenza di alimentazione compressore 90 rps
- (7) Valori conformi allo standard EN 14511-3:2011
- (9) In accordo con la direttiva europea n° 813/2013 e EN14511 - EN14825 Per Clima Temperato(Strasburg) Applicazione Utenza Temperatura Bassa (35°C) Temperatura uscita Variabile considerando la potenza massima erogata a 120rps.

La presente scheda riporta i dati caratteristici delle versioni base e standard della serie; per i dettagli si faccia riferimento alla specifica documentazione.

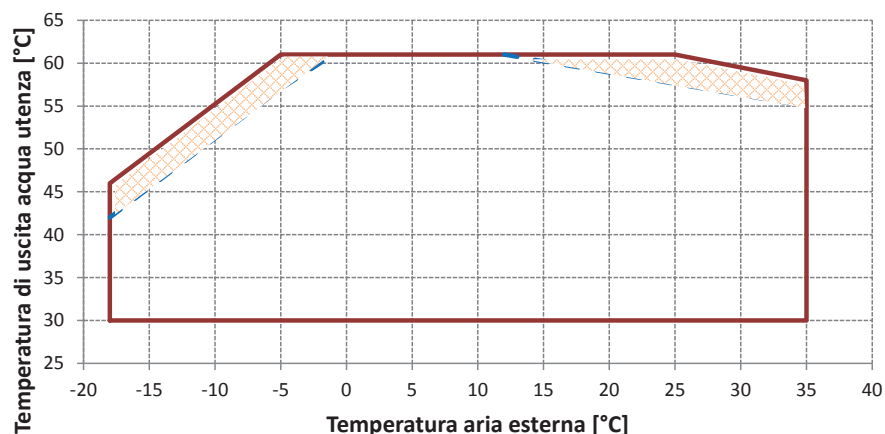
Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

3


DATI TECNICI  
UNITÀ STANDARD

15

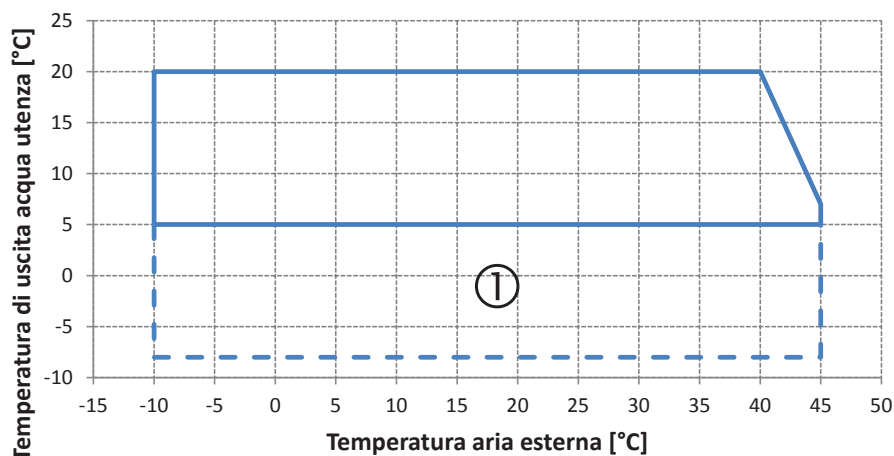
### FUNZIONAMENTO IN SOLO RISCALDAMENTO



#### Indicazioni

- > Il salto termico allo scambiatore lato utenza deve essere compreso tra 3°C e 6°C
- > Operare al di fuori dai limiti di funzionamento può provocare l'intervento delle sicurezze o gravi malfunzionamenti
- > La temperatura di ingresso dell'acqua nell'unità non può essere inferiore ai 25°C
- >  In questa zona il compressore può modulare per controllare la temperatura massima di scarico

### FUNZIONAMENTO IN SOLO RAFFREDDAMENTO



#### Indicazioni

- > Il salto termico dell'acqua, in ogni condizione di funzionamento deve essere compreso tra i 3 e i 6 °C
- > Operare al di fuori dai limiti di funzionamento può provocare l'intervento delle sicurezze o gravi malfunzionamenti
- > L'utilizzo dell'unità nella zona ① è consentito con acqua opportunamente glicolata
- > La temperatura massima di ingresso acqua nell'unità è di 25°C

## Dati elettrici

GRANDEZZA UNITÀ			17	22	27	34
Potenza massima assorbita	(1) (3)	kW	9,1 (9,6)	10,4 (10,9)	15,0 (15,6)	19,3 (19,85)
Corrente massima assorbita	(2) (3)	A	17,6 (21,0)	20,1 (23,6)	27,4 (29)	34,4 (36,0)
Potenza nominale ventilatore		kW	2 x 0,55	2 x 0,55	2 x 0,55	2 x 0,55
Corrente nominale ventilatore		A	2 x 2,5	2 x 2,5	2 x 2,5	2 x 2,5
Potenza nominale pompa		kW	0,50	0,50	0,55	0,55
Corrente nominale pompa		A	3,46	3,46	1,58	1,58
Alimentazione elettrica		V/ph/Hz	400/3N~/50 ±5%			
Alimentazione ausiliari		V/ph/Hz	230/1~/50 ±5%			

- (1) Potenza elettrica che deve essere disponibile dalla rete elettrica per il funzionamento dell'unità  
 (2) Corrente alla quale intervengono le protezioni interne dell'unità. E' la corrente massima assorbita dall'unità. Questo valore non viene mai superato e deve essere utilizzato per il dimensionamento della linea e delle relative protezioni (riferirsi allo schema elettrico fornito con le unità).  
 (3) I valori tra parentesi si riferiscono alle unità con modulo idronico integrato

### Nota:

Se a protezione dell'unità è previsto un interruttore differenziale, si consiglia di selezionarlo in classe B con soglia di intervento superiore a 200 mA (0,2 A).

GRANDEZZA UNITÀ	17	22	27	34
Coefficiente di perdita di carico K	62	38	25	18

Le perdite di carico dello scambiatore si possono calcolare con la seguente formula:

$$\Delta p = K \times (Q/3600)^2$$

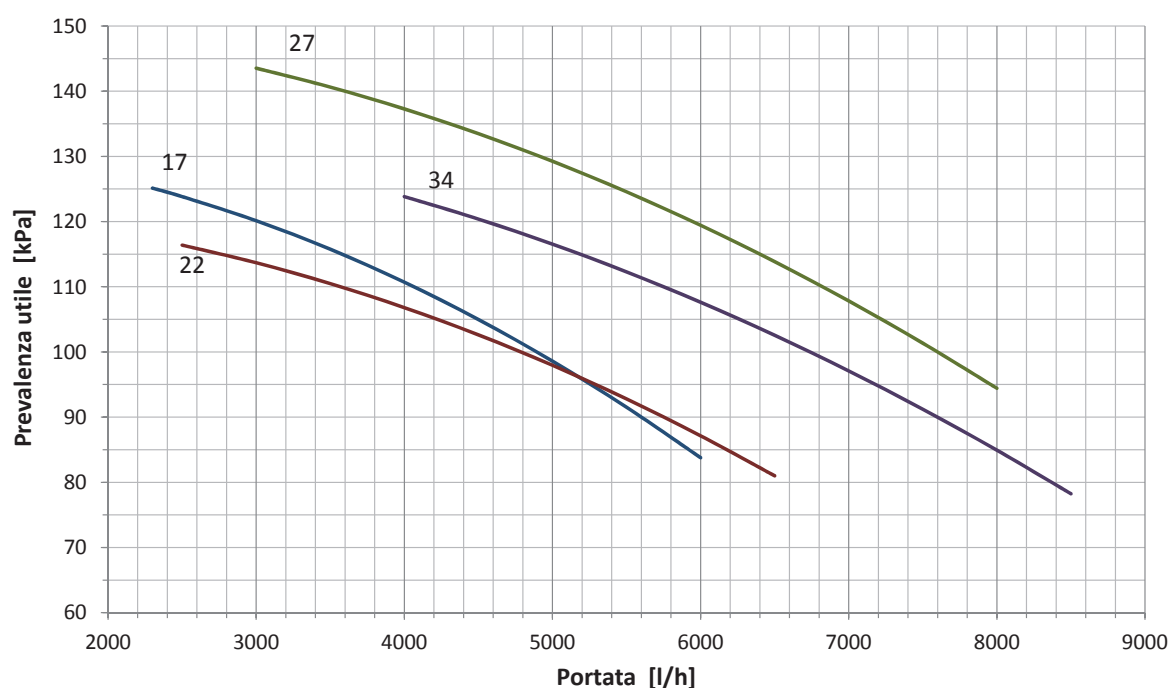
Dove:

$\Delta p$  = perdita di carico scambiatore in kPa

K = coefficiente di perdita di carico dell'unità (da tabella)

Q = portata d'acqua in l/h

## PREVALENZA UTILE POMPE STANDARD

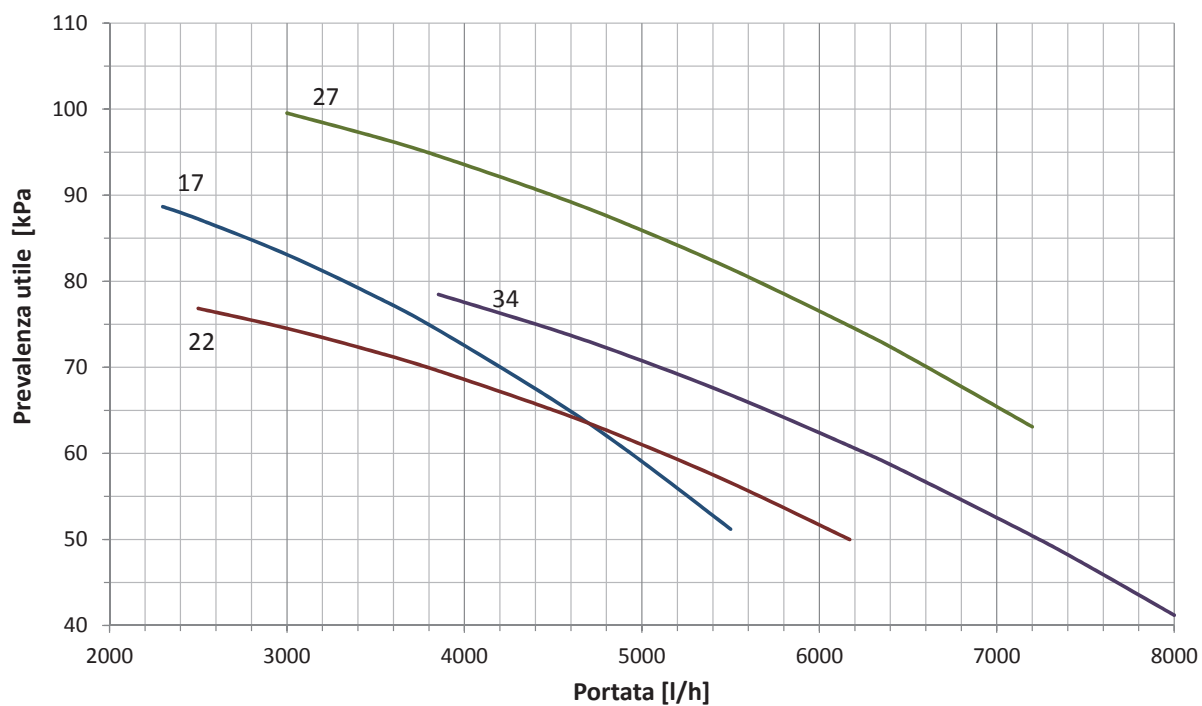


## PORTATA CONSENTITA

La portata d'acqua deve sempre essere soggetta alle seguenti prescrizioni:

**Il salto termico allo scambiatore deve comunque essere compreso tra i 3 e 5 °C in ogni condizione di funzionamento. Per valori diversi contattare l'azienda.**

## PREVALENZA UTILE POMPE RIDOTTE



Le pompe sono adatte a lavorare con percentuale di glicole fino al 30%. Per valori superiori contattare l'azienda.

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

6

DATI POMPE E  
CIRCOLATORI

19

I dati di rumorosità sono riferiti alle condizioni di funzionamento in Chiller alle seguenti condizioni A: 35°; W 12°/7°C

## Livelli sonori ENERGYCAL INVERTER

GRANDEZZA UNITÀ	Versione Standard		Versione /LN	
	Totale [dB(A)]		Totale [dB(A)]	
	Lw	Lp	Lw	Lp
<b>17</b>	76	44	73	41
<b>22</b>	78	46	75	43
<b>27</b>	80	48	78	46
<b>34</b>	81	49	79	47

Lw: valori di potenza sonora in campo libero calcolati secondo la normativa ISO 3744, unità in funzionamento chiller (A35;W7)

Lp: valori di pressione sonora rilevati a 10 m di distanza dall'unità in campo libero secondo la normativa ISO 3744, unità in funzionamento chiller (A35;W7)

### DESCRIZIONE VERSIONE /LN

L'unità oltre ai componenti della versione standard prevede:

- > Vano compressori coibentato acusticamente con materiale fonoassorbente e fonoimpedente



## RESE IN RAFFREDDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 17

VELOCITÀ	To	Temperatura aria esterna [°C]														
	[°C]	25			30			35			40			45		
		kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER
60 RPS	10/5	11,2	2,3	4,9	11,0	2,6	4,2	10,7	3,0	3,6	10,2	3,4	3,0	9,6	3,8	2,5
	11/6	11,5	2,3	5,0	11,3	2,7	4,2	11,0	3,0	3,7	10,2	3,3	3,0	9,9	3,8	2,6
	12/7	12,1	2,4	5,1	11,8	2,7	4,4	11,4	3,0	3,8	10,9	3,4	3,2	10,2	3,8	2,7
	13/8	12,5	2,4	5,2	12,3	2,7	4,6	11,8	3,0	3,9	11,3	3,4	3,3	-	-	-
	14/9	12,9	2,4	5,4	12,6	2,7	4,6	12,2	3,1	4,0	11,7	3,4	3,4	-	-	-
	15/10	13,4	2,4	5,5	12,9	2,7	4,7	12,4	3,1	4,0	12,0	3,4	3,5	-	-	-
	17/12	14,3	2,5	5,8	13,9	2,8	5,0	13,4	3,1	4,3	12,8	3,5	3,6	-	-	-
	19/14	15,3	2,5	6,1	14,9	2,8	5,3	14,3	3,2	4,5	13,6	3,6	3,8	-	-	-
	21/16	16,3	2,5	6,4	15,9	2,9	5,6	15,2	3,2	4,7	14,3	3,6	4,0	-	-	-
	23/18	16,9	2,6	6,6	16,8	2,9	5,8	16,2	3,3	5,0	15,4	3,6	4,2	-	-	-
90 RPS	10/5	16,0	3,6	4,5	15,7	4,0	3,9	14,8	4,4	3,3	14,3	4,9	2,9	13,5	5,4	2,5
	11/6	16,6	3,6	4,6	16,2	4,0	4,0	15,6	4,5	3,5	14,6	4,9	3,0	13,9	5,4	2,6
	12/7	17,1	3,7	4,6	16,7	4,1	4,1	16,1	4,5	3,6	15,2	5,0	3,0	14,4	5,5	2,6
	13/8	17,8	3,7	4,8	17,3	4,1	4,2	16,6	4,5	3,7	15,8	5,0	3,1	-	-	-
	14/9	18,4	3,7	4,9	17,8	4,1	4,3	17,2	4,6	3,8	16,3	5,1	3,2	-	-	-
	15/10	18,9	3,8	5,0	17,8	4,2	4,3	17,6	4,6	3,8	16,8	5,1	3,3	-	-	-
	17/12	20,0	3,8	5,2	19,0	4,3	4,5	18,2	4,7	3,9	17,3	5,2	3,3	-	-	-
	19/14	21,4	3,9	5,5	20,7	4,3	4,8	19,9	4,8	4,2	19,0	5,3	3,6	-	-	-
	21/16	22,6	4,0	5,7	21,9	4,4	5,0	20,9	4,8	4,3	20,0	5,4	3,7	-	-	-
	23/18	24,0	4,0	5,9	23,2	4,5	5,2	22,0	4,9	4,5	21,0	5,4	3,9	-	-	-
120 RPS	10/5	18,8	5,1	3,7	18,4	5,6	3,3	17,6	6,2	2,8	16,8	6,8	2,5	15,7	7,4	2,1
	11/6	19,5	5,2	3,8	18,9	5,7	3,3	17,9	6,2	2,9	17,3	6,9	2,5	16,2	7,5	2,2
	12/7	20,0	5,2	3,8	19,5	5,7	3,4	18,8	6,3	3,0	17,8	6,9	2,6	16,7	7,6	2,2
	13/8	20,6	5,2	3,9	20,2	5,8	3,5	19,3	6,3	3,1	18,4	7,0	2,6	-	-	-
	14/9	21,4	5,3	4,0	20,8	5,8	3,6	19,9	6,4	3,1	19,0	7,0	2,7	-	-	-
	15/10	22,0	5,4	4,1	21,3	5,9	3,6	20,5	6,5	3,2	19,5	7,2	2,7	-	-	-
	17/12	23,1	5,5	4,2	22,6	6,0	3,8	21,6	6,6	3,3	20,5	7,3	2,8	-	-	-
	19/14	24,7	5,6	4,4	23,9	6,1	3,9	23,0	6,8	3,4	21,8	7,4	2,9	-	-	-
	21/16	26,1	5,7	4,6	25,2	6,2	4,0	24,1	6,9	3,5	22,9	7,5	3,0	-	-	-
	23/18	27,6	5,8	4,8	26,6	6,3	4,2	25,4	7,0	3,6	24,1	7,7	3,1	-	-	-

PIr	Peso	EER	P assorbita	Cru	Tin bs sorgente	Resa utenza	Portata utenza	Tin utenza	Tout utenza
[%]	[%]	[-]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[l/s]	[°C]	[°C]
100	3	3,1	6,3	100	35	19,3	0,93	12	7
75	33	4,2	3,4	100	30	14,5	0,93	10,8	7
50	41	4,9	2,0	100	25	9,7	0,92	9,5	7
25	23	4,9	1,0	100	20	4,8	0,92	8,3	7
								ESEER [-]	4,61

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

21

To: Temperatura ingresso/uscita acqua all'evaporatore  
kWf: Potenza frigorifera in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.

## RESE IN RISCALDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 17

VELOCITÀ	Ta	RH	Temperatura acqua ingresso/uscita al condensatore [°C]																	
	[°C]	%	30/35			35/40			40/45			45/50			50/55			55/60		
			kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP
60 RPS	-15	90	6,8	2,9	2,3	7,0	3,1	2,2	7,1	3,4	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	7,9	3,0	2,6	8,0	3,2	2,5	8,0	3,5	2,3	8,0	3,7	2,2	-	-	-	-	-	-
	-5	80	9,2	3,1	3,0	9,3	3,3	2,8	9,2	3,5	2,6	9,1	3,8	2,4	9,0	4,1	2,2	-	-	-
	0	80	10,7	3,1	3,4	10,7	3,4	3,2	10,6	3,6	2,9	10,4	3,9	2,7	10,3	4,2	2,5	10,2	4,5	2,3
	5	80	12,4	3,063	4,0	12,3	3,3	3,7	12,1	3,5	3,4	11,9	3,8	3,1	11,7	4,1	2,9	11,6	4,4	2,6
	7	80	13,1	2,892	4,5	13,0	3,1	4,1	12,7	3,4	3,8	12,5	3,6	3,4	12,3	3,9	3,1	12,2	4,3	2,8
	10	70	13,8	2,764	5,0	13,7	3,0	4,6	13,4	3,2	4,1	13,2	3,5	3,8	13,0	3,8	3,4	12,9	4,2	3,1
	15	70	15,0	2,466	6,1	14,8	2,7	5,5	14,5	3,0	4,9	14,2	3,2	4,4	13,9	3,6	3,9	13,8	3,9	3,5
	20	60	15,4	2,37	6,5	15,2	2,6	5,8	14,9	2,9	5,2	14,5	3,2	4,6	14,2	3,5	4,1	14,0	3,9	3,6
	25	60	15,7	2,316	6,8	15,4	2,6	6,0	15,0	2,8	5,3	14,7	3,1	4,7	14,3	3,4	4,2	14,2	3,8	3,7
90 RPS	-15	90	9,9	3,9	2,6	10,3	4,2	2,4	10,3	4,6	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	11,5	4,0	2,9	11,7	4,4	2,7	11,8	4,7	2,5	11,7	5,1	2,3	-	-	-	-	-	-
	-5	80	13,3	4,2	3,2	13,4	4,5	3,0	13,4	4,9	2,7	13,3	5,3	2,5	13,2	5,7	2,3	-	-	-
	0	80	15,4	4,3	3,6	15,4	4,6	3,3	15,3	5,0	3,1	15,1	5,4	2,8	14,9	5,9	2,6	14,9	6,4	2,3
	5	80	17,6	4,326	4,1	17,5	4,7	3,7	17,3	5,0	3,4	17,0	5,5	3,1	16,8	5,9	2,8	16,8	6,4	2,6
	7	80	18,5	4,275	4,3	18,4	4,6	4,0	18,0	4,9	3,7	17,8	5,3	3,3	17,6	5,8	3,0	17,5	6,3	2,8
	10	70	19,5	4,105	4,7	19,3	4,5	4,3	19,0	4,8	3,9	18,7	5,3	3,6	18,4	5,7	3,2	18,4	6,3	2,9
	15	70	21,3	3,807	5,6	21,0	4,2	5,0	20,6	4,6	4,5	20,2	5,0	4,0	19,9	5,5	3,6	19,8	6,1	3,3
	20	60	22,0	3,698	5,9	21,7	4,1	5,3	21,2	4,5	4,7	20,8	4,9	4,2	20,4	5,4	3,8	20,3	6,0	3,4
	25	60	22,5	3,621	6,2	22,1	4,0	5,5	21,6	4,4	4,9	21,2	4,9	4,4	20,8	5,4	3,9	20,6	5,9	3,5
120 RPS	-15	90	12,4	5,0	2,5	12,9	5,5	2,4	13,1	6,0	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	14,3	5,2	2,7	14,7	5,7	2,6	14,8	6,2	2,4	14,8	6,7	2,2	-	-	-	-	-	-
	-5	80	16,4	5,5	3,0	16,6	5,9	2,8	16,7	6,4	2,6	16,6	7,0	2,4	16,6	7,6	2,2	-	-	-
	0	80	18,8	5,6	3,3	18,9	6,1	3,1	18,9	6,7	2,8	18,7	7,2	2,6	18,7	7,9	2,4	18,9	8,6	2,2
	5	80	21,4	5,812	3,7	21,4	6,3	3,4	21,2	6,8	3,1	21,0	7,4	2,8	21,0	8,1	2,6	21,1	8,8	2,4
	7	80	22,3	5,799	3,9	22,3	6,3	3,5	22,1	6,8	3,2	21,9	7,4	3,0	21,8	8,0	2,7	21,9	8,8	2,5
	10	70	23,5	5,651	4,2	23,4	6,2	3,8	23,2	6,7	3,5	23,0	7,3	3,1	22,8	8,0	2,9	22,9	8,8	2,6
	15	70	25,8	5,384	4,8	25,6	5,9	4,3	25,2	6,5	3,9	24,9	7,1	3,5	24,6	7,8	3,2	24,7	8,6	2,9
	20	60	26,7	5,273	5,1	26,4	5,8	4,5	26,0	6,4	4,1	25,6	7,0	3,6	25,4	7,7	3,3	25,4	8,6	3,0
	25	60	27,4	5,195	5,3	27,1	5,7	4,7	26,6	6,3	4,2	26,1	7,0	3,8	25,9	7,7	3,4	25,9	8,5	3,0

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

Ta: Temperatura aria esterna  
RH: Umidità relativa  
kWt: Potenza termica in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

**Nota:** le prestazioni alle condizioni nominali (A7/W35) e (A7/W45) si discostano da quelle secondo EN14525 dichiarate a pag. 14, perchè riferite ad un diverso grado di umidità con 80% u.r. anzichè 87% u.r.

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.

## RESE IN RAFFREDDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 22

VELOCITÀ	To	Temperatura aria esterna [°C]														
	[°C]	25			30			35			40			45		
		kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER
60 RPS	10/5	14,6	2,9	5,0	14,3	3,3	4,3	13,9	3,7	3,7	13,2	4,2	3,2	12,5	4,6	2,7
	11/6	15,1	3,0	5,0	14,9	3,3	4,5	14,4	3,7	3,8	13,7	4,2	3,3	13,0	4,6	2,8
	12/7	15,6	3,0	5,2	15,4	3,4	4,6	14,9	3,8	3,9	13,8	4,2	3,3	13,3	4,6	2,9
	13/8	16,1	3,1	5,2	15,9	3,4	4,7	15,4	3,8	4,1	14,7	4,2	3,5	-	-	-
	14/9	16,8	3,1	5,5	16,4	3,4	4,8	15,8	3,8	4,1	14,7	4,3	3,4	-	-	-
	15/10	17,4	3,1	5,6	16,8	3,5	4,8	16,4	3,9	4,2	15,2	4,3	3,5	-	-	-
	17/12	18,5	3,1	5,9	17,7	3,5	5,1	17,1	3,9	4,4	16,1	4,4	3,7	-	-	-
	19/14	19,8	3,2	6,2	19,0	3,6	5,4	18,2	4,0	4,6	17,7	4,4	4,0	-	-	-
	21/16	20,7	3,2	6,4	20,1	3,6	5,6	19,7	4,0	4,9	18,8	4,5	4,2	-	-	-
	23/18	22,5	3,3	6,8	21,6	3,7	5,9	20,4	4,1	5,0	20,0	4,6	4,4	-	-	-
90 RPS	10/5	20,8	4,6	4,5	19,7	5,1	3,9	19,5	5,6	3,5	18,6	6,2	3,0	17,3	6,7	2,6
	11/6	21,5	4,6	4,6	20,9	5,2	4,1	19,9	5,7	3,5	19,2	6,2	3,1	17,6	6,8	2,6
	12/7	22,2	4,7	4,7	21,6	5,2	4,1	20,3	5,7	3,6	19,7	6,3	3,1	18,6	6,8	2,7
	13/8	22,1	4,7	4,7	21,7	5,2	4,1	21,4	5,8	3,7	20,4	6,4	3,2	-	-	-
	14/9	23,1	4,8	4,8	23,1	5,3	4,3	21,8	5,9	3,7	20,8	6,4	3,2	-	-	-
	15/10	24,5	4,9	5,0	23,8	5,4	4,4	22,8	5,9	3,9	21,7	6,5	3,3	-	-	-
	17/12	26,0	5,0	5,2	25,3	5,4	4,6	23,3	6,0	3,9	22,4	6,5	3,4	-	-	-
	19/14	27,6	5,0	5,5	26,8	5,6	4,8	25,7	6,2	4,2	24,5	6,7	3,7	-	-	-
	21/16	29,3	5,1	5,7	28,2	5,7	5,0	27,2	6,2	4,4	24,8	6,7	3,7	-	-	-
	23/18	31,0	5,2	5,9	30,0	5,7	5,2	28,6	6,3	4,5	27,2	6,9	3,9	-	-	-
120 RPS	10/5	23,4	6,5	3,6	23,2	7,2	3,2	22,7	7,9	2,9	21,6	8,7	2,5	19,8	9,4	2,1
	11/6	25,1	6,7	3,8	24,4	7,4	3,3	23,4	8,0	2,9	22,2	8,8	2,5	20,4	9,5	2,1
	12/7	25,9	6,8	3,8	25,2	7,4	3,4	24,1	8,1	3,0	22,9	8,9	2,6	21,6	9,6	2,2
	13/8	26,6	6,8	3,9	26,0	7,4	3,5	24,9	8,2	3,0	23,6	8,9	2,6	-	-	-
	14/9	27,4	7,0	3,9	26,6	7,6	3,5	25,6	8,3	3,1	24,2	9,1	2,7	-	-	-
	15/10	28,4	7,0	4,1	27,3	7,6	3,6	26,3	8,4	3,2	25,0	9,2	2,7	-	-	-
	17/12	28,9	7,0	4,1	29,1	7,8	3,7	26,7	8,5	3,1	26,4	9,3	2,8	-	-	-
	19/14	30,8	7,2	4,3	30,6	8,0	3,8	29,4	8,7	3,4	27,9	9,5	2,9	-	-	-
	21/16	33,6	7,4	4,5	32,3	8,2	3,9	31,0	9,0	3,5	29,2	9,8	3,0	-	-	-
	23/18	35,4	7,6	4,7	34,1	8,3	4,1	33,0	9,0	3,7	30,9	9,9	3,1	-	-	-

PIr	Peso	EER	P assorbita	Cru	Tin bs sorgente	Resa utenza	Portata utenza	Tin utenza	Tout utenza
[%]	[%]	[-]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[l/s]	[°C]	[°C]
100	3	3,0	8,1	100	35	24,1	1,2	12	7
75	33	4,4	4,1	100	30	18,1	1,2	10,8	7
50	41	5,0	2,4	100	25	12,1	1,2	9,5	7
25	23	5,0	1,2	100	20	6,0	1,2	8,3	7
								ESEER [-]	4,76

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

23

To: Temperatura ingresso/uscita acqua all'evaporatore  
kWf: Potenza frigorifera in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.

## RESE IN RISCALDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 22

VELOCITÀ	Ta	RH	Temperatura acqua ingresso/uscita al condensatore [°C]																	
	[°C]	%	30/35			35/40			40/45			45/50			50/55			55/60		
			kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP
60 RPS	-15	90	9,1	3,4	2,7	9,2	3,6	2,5	9,2	3,9	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	10,5	3,5	3,0	10,6	3,8	2,8	10,5	4,0	2,6	10,4	4,3	2,4	-	-	-	-	-	-
	-5	80	12,2	3,6	3,4	12,2	3,9	3,2	12,1	4,2	2,9	11,9	4,5	2,7	11,7	4,8	2,4	-	-	-
	0	80	14,1	3,7	3,8	14,1	4,0	3,6	13,9	4,3	3,3	13,7	4,6	3,0	13,4	4,9	2,7	13,3	5,3	2,5
	5	80	16,2	3,652	4,4	16,2	3,9	4,1	15,9	4,2	3,8	15,6	4,6	3,4	15,3	4,9	3,1	15,0	5,3	2,8
	7	80	17,1	3,491	4,9	16,9	3,8	4,5	16,6	4,1	4,1	16,3	4,4	3,7	16,0	4,8	3,3	15,8	5,2	3,0
	10	70	18,0	3,372	5,3	17,9	3,7	4,9	17,6	4,0	4,4	17,2	4,3	4,0	16,8	4,7	3,6	16,6	5,1	3,3
	15	70	19,8	3,034	6,5	19,5	3,3	5,8	19,1	3,6	5,2	18,6	4,0	4,7	18,2	4,4	4,2	17,9	4,8	3,7
	20	60	20,4	2,915	7,0	20,1	3,2	6,2	19,7	3,5	5,6	19,2	3,9	4,9	18,7	4,3	4,4	18,3	4,7	3,9
	25	60	20,9	2,831	7,4	20,6	3,1	6,5	20,1	3,5	5,8	19,5	3,8	5,1	19,0	4,2	4,5	18,6	4,7	4,0
90 RPS	-15	90	13,1	4,5	2,9	13,3	4,9	2,7	13,3	5,4	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	15,1	4,7	3,2	15,3	5,1	3,0	15,2	5,6	2,7	15,1	6,0	2,5	-	-	-	-	-	-
	-5	80	17,3	4,9	3,5	17,4	5,3	3,3	17,3	5,8	3,0	17,1	6,2	2,7	16,9	6,7	2,5	-	-	-
	0	80	19,9	5,0	3,9	19,9	5,5	3,6	19,6	5,9	3,3	19,4	6,4	3,0	19,2	7,0	2,8	19,1	7,6	2,5
	5	80	22,7	5,166	4,4	22,6	5,6	4,0	22,4	6,1	3,7	22,0	6,6	3,3	21,6	7,1	3,0	21,5	7,8	2,8
	7	80	23,8	5,187	4,6	23,7	5,6	4,2	23,3	6,1	3,8	23,0	6,6	3,5	22,6	7,1	3,2	22,4	7,8	2,9
	10	70	25,0	5,032	5,0	24,8	5,5	4,5	24,6	5,9	4,2	24,1	6,4	3,8	23,7	7,0	3,4	23,4	7,6	3,1
	15	70	27,5	4,712	5,8	27,4	5,1	5,3	26,9	5,6	4,8	26,4	6,1	4,3	25,8	6,7	3,8	25,5	7,4	3,4
	20	60	28,9	4,552	6,3	28,5	5,0	5,7	27,9	5,5	5,1	27,3	6,0	4,5	26,7	6,6	4,0	26,3	7,3	3,6
	25	60	29,8	4,439	6,7	29,4	4,9	6,0	28,7	5,4	5,3	28,0	6,0	4,7	27,4	6,6	4,2	26,9	7,3	3,7
120 RPS	-15	90	16,2	5,9	2,8	16,6	6,5	2,6	16,7	7,1	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	18,5	6,2	3,0	18,8	6,8	2,8	18,9	7,4	2,6	18,8	8,0	2,3	-	-	-	-	-	-
	-5	80	21,0	6,4	3,3	21,3	7,0	3,0	21,2	7,7	2,8	21,1	8,3	2,5	21,1	9,1	2,3	-	-	-
	0	80	24,0	6,7	3,6	24,1	7,3	3,3	24,1	7,9	3,0	23,8	8,6	2,8	23,7	9,4	2,5	23,8	10,3	2,3
	5	80	27,3	7,013	3,9	27,3	7,6	3,6	27,1	8,3	3,3	26,8	8,9	3,0	26,7	9,7	2,7	26,6	10,6	2,5
	7	80	28,7	7,029	4,1	28,7	7,7	3,7	28,3	8,3	3,4	28,0	9,0	3,1	27,8	9,8	2,8	27,7	10,7	2,6
	10	70	30,1	6,897	4,4	29,9	7,5	4,0	29,6	8,2	3,6	29,3	8,9	3,3	29,0	9,7	3,0	28,9	10,7	2,7
	15	70	33,0	6,627	5,0	32,9	7,3	4,5	32,4	8,0	4,1	31,9	8,7	3,7	31,5	9,6	3,3	31,5	10,5	3,0
	20	60	34,8	6,468	5,4	34,5	7,1	4,8	34,0	7,8	4,3	33,3	8,6	3,9	32,8	9,5	3,5	32,6	10,5	3,1
	25	60	36,0	6,368	5,7	35,6	7,0	5,0	35,0	7,8	4,5	34,3	8,5	4,0	33,8	9,4	3,6	33,4	10,4	3,2

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

Ta: Temperatura aria esterna  
RH: Umidità relativa  
kWt: Potenza termica in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

**Nota:** le prestazioni alle condizioni nominali (A7/W35) e (A7/W45) si discostano da quelle secondo EN14525 dichiarate a pag. 14, perchè riferite ad un diverso grado di umidità con 80% u.r. anzichè 87% u.r.

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.

## RESE IN RAFFREDDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 27

VELOCITÀ	To	Temperatura aria esterna [°C]														
	[°C]	25			30			35			40			45		
		kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER
60 RPS	10/5	18,9	3,9	4,8	18,6	4,4	4,2	17,7	4,8	3,6	17,0	5,4	3,2	16,0	5,9	2,7
	11/6	19,6	4,0	4,9	19,1	4,5	4,3	18,5	4,9	3,8	17,7	5,4	3,3	16,6	5,9	2,8
	12/7	20,2	4,0	5,0	19,5	4,5	4,3	19,1	4,9	3,9	18,2	5,5	3,3	17,1	6,0	2,9
	13/8	21,2	4,1	5,2	20,5	4,5	4,5	19,8	5,0	4,0	18,8	5,5	3,4	-	-	-
	14/9	21,8	4,2	5,2	21,2	4,6	4,7	19,7	5,0	3,9	19,4	5,5	3,5	-	-	-
	15/10	22,6	4,2	5,4	21,9	4,6	4,8	21,1	5,1	4,1	19,8	5,6	3,5	-	-	-
	17/12	23,9	4,2	5,7	23,0	4,6	5,0	21,5	5,2	4,2	21,1	5,7	3,7	-	-	-
	19/14	25,7	4,3	6,0	25,0	4,7	5,3	23,9	5,2	4,6	22,7	5,8	3,9	-	-	-
	21/16	27,3	4,4	6,3	26,5	4,8	5,5	25,4	5,3	4,8	24,1	5,8	4,1	-	-	-
	23/18	28,8	4,4	6,5	28,1	4,9	5,8	26,9	5,4	5,0	25,6	5,9	4,3	-	-	-
90 RPS	10/5	25,7	6,2	4,1	25,9	6,9	3,8	24,0	7,4	3,2	23,6	8,2	2,9	22,2	8,9	2,5
	11/6	27,7	6,4	4,4	25,9	6,9	3,8	25,7	7,6	3,4	24,3	8,3	2,9	22,9	9,0	2,5
	12/7	28,5	6,4	4,5	27,5	7,0	3,9	26,4	7,6	3,5	25,1	8,4	3,0	23,4	9,2	2,5
	13/8	29,4	6,5	4,5	28,5	7,1	4,0	27,3	7,7	3,5	25,9	8,4	3,1	-	-	-
	14/9	30,1	6,6	4,6	29,3	7,1	4,1	28,0	7,8	3,6	26,6	8,5	3,1	-	-	-
	15/10	31,2	6,6	4,7	30,0	7,2	4,1	28,9	7,9	3,7	27,4	8,6	3,2	-	-	-
	17/12	31,9	6,6	4,8	32,0	7,3	4,4	29,3	7,9	3,7	28,9	8,8	3,3	-	-	-
	19/14	35,0	6,9	5,1	33,8	7,5	4,5	32,3	8,2	3,9	29,4	8,8	3,3	-	-	-
	21/16	37,1	7,0	5,3	35,7	7,7	4,6	34,2	8,3	4,1	32,3	9,1	3,6	-	-	-
	23/18	39,2	7,1	5,5	37,7	7,8	4,8	36,0	7,6	4,2	34,0	9,3	3,7	-	-	-
120 RPS	10/5	30,8	9,0	3,4	29,8	9,8	3,0	28,6	10,7	2,7	27,0	11,7	2,3	25,4	12,9	2,0
	11/6	31,8	9,1	3,5	30,7	9,9	3,1	29,4	10,8	2,7	27,3	11,8	2,3	26,1	13,0	2,0
	12/7	32,8	9,3	3,5	31,7	10,0	3,2	30,2	11,0	2,7	28,6	12,0	2,4	25,9	13,0	2,0
	13/8	32,5	9,2	3,5	32,6	10,2	3,2	31,1	11,1	2,8	28,3	12,0	2,4	-	-	-
	14/9	34,7	9,5	3,7	33,5	10,3	3,3	30,8	11,0	2,8	30,3	12,3	2,5	-	-	-
	15/10	35,8	9,6	3,7	34,9	10,4	3,4	32,9	11,3	2,9	31,1	12,3	2,5	-	-	-
	17/12	37,9	9,8	3,9	36,5	10,6	3,4	34,8	11,6	3,0	32,9	12,7	2,6	-	-	-
	19/14	40,1	10,0	4,0	38,6	10,8	3,6	36,8	11,8	3,1	34,8	13,0	2,7	-	-	-
	21/16	42,3	10,2	4,1	40,8	11,1	3,7	38,7	12,1	3,2	36,5	13,3	2,7	-	-	-
	23/18	44,7	10,4	4,3	43,0	11,3	3,8	40,7	12,4	3,3	38,5	13,6	2,8	-	-	-

PIr	Peso	EER	P assorbita	Cru	Tin bs sorgente	Resa utenza	Portata utenza	Tin utenza	Tout utenza
[%]	[%]	[-]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[l/s]	[°C]	[°C]
100	3	2,7	11,0	100	35	30,2	1,4	12	7
75	33	4,2	5,4	100	30	22,7	1,4	10,8	7
50	41	4,8	3,2	100	25	15,1	1,4	9,5	7
25	23	4,8	1,6	100	20	7,6	1,4	8,3	7
								ESEER [-]	4,54

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

25

To: Temperatura ingresso/uscita acqua all'evaporatore  
kWf: Potenza frigorifera in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.

# RESE IN RISCALDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 27

VELOCITÀ	Ta	RH	Temperatura acqua ingresso/uscita al condensatore [°C]																	
	[°C]	%	30/35			35/40			40/45			45/50			50/55			55/60		
			kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP
60 RPS	-15	90	11,2	4,2	2,7	11,3	4,6	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	12,8	4,3	2,9	13,0	4,7	2,7	12,9	5,1	2,5	12,9	5,6	2,3	-	-	-	-	-	-
	-5	80	14,6	4,5	3,3	14,8	4,9	3,0	14,7	5,3	2,8	14,6	5,7	2,6	14,6	6,2	2,3	-	-	-
	0	80	17,0	4,6	3,7	17,1	5,0	3,4	17,0	5,4	3,1	16,8	5,9	2,8	16,7	6,4	2,6	16,6	7,0	2,4
	5	80	19,6	4,747	4,1	19,7	5,2	3,8	19,5	5,6	3,5	19,2	6,1	3,2	19,0	6,6	2,9	18,8	7,2	2,6
	7	80	20,8	4,787	4,3	20,8	5,2	4,0	20,6	5,6	3,7	20,3	6,1	3,3	20,0	6,6	3,1	19,8	7,1	2,8
	10	70	22,2	4,722	4,7	22,1	5,1	4,3	21,8	5,5	4,0	21,4	6,0	3,6	21,1	6,5	3,3	20,9	7,0	3,0
	15	70	24,6	4,3	5,7	24,4	4,7	5,2	24,0	5,1	4,7	23,5	5,6	4,2	23,0	6,1	3,7	22,6	6,7	3,4
	20	60	25,8	4,1	6,3	25,5	4,5	5,7	25,0	5,0	5,0	24,5	5,4	4,5	23,9	6,0	4,0	23,4	6,6	3,5
	25	60	26,7	3,963	6,7	26,3	4,4	6,0	25,7	4,9	5,3	25,1	5,4	4,7	24,5	5,9	4,1	23,9	6,5	3,7
90 RPS	-15	90	16,3	5,8	2,8	16,5	6,4	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	18,6	6,1	3,1	18,8	6,6	2,8	18,8	7,2	2,6	18,8	7,9	2,4	-	-	-	-	-	-
	-5	80	21,3	6,3	3,4	21,4	6,9	3,1	21,5	7,5	2,9	21,3	8,2	2,6	21,3	8,9	2,4	-	-	-
	0	80	24,5	6,7	3,7	24,6	7,3	3,4	24,5	7,9	3,1	24,3	8,5	2,9	24,1	9,2	2,6	24,1	10,1	2,4
	5	80	28,1	6,859	4,1	28,0	7,5	3,7	27,7	8,1	3,4	27,4	8,8	3,1	27,2	9,6	2,8	27,1	10,5	2,6
	7	80	29,6	6,915	4,3	29,5	7,5	3,9	29,1	8,2	3,5	28,7	8,9	3,2	28,5	9,7	2,9	28,3	10,7	2,7
	10	70	31,2	6,915	4,5	31,0	7,5	4,1	30,7	8,2	3,8	30,2	8,9	3,4	29,9	9,7	3,1	29,6	10,5	2,8
	15	70	34,5	6,565	5,2	34,2	7,2	4,8	33,7	7,9	4,3	33,1	8,6	3,9	32,5	9,4	3,5	32,2	10,3	3,1
	20	60	36,3	6,373	5,7	35,9	7,0	5,1	35,3	7,7	4,6	34,6	8,5	4,1	34,0	9,3	3,7	33,5	10,2	3,3
	25	60	37,9	6,222	6,1	37,4	6,9	5,4	36,7	7,6	4,8	35,9	8,4	4,3	35,1	9,2	3,8	34,5	10,2	3,4
120 RPS	-15	90	20,3	7,7	2,7	20,7	8,5	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	23,1	8,1	2,9	23,5	8,9	2,6	23,7	9,8	2,4	23,7	10,7	2,2	-	-	-	-	-	-
	-5	80	26,2	8,6	3,0	26,5	9,4	2,8	26,6	10,3	2,6	26,6	11,2	2,4	26,7	12,1	2,2	-	-	-
	0	80	29,9	8,9	3,3	30,0	9,8	3,1	30,0	10,7	2,8	30,0	11,7	2,6	30,0	12,7	2,4	30,2	13,9	2,2
	5	80	33,8	9,234	3,7	33,9	10,1	3,4	33,8	11,0	3,1	33,6	12,0	2,8	33,5	13,2	2,5	33,7	14,4	2,3
	7	80	35,6	9,346	3,8	35,6	10,2	3,5	35,5	11,2	3,2	35,1	12,2	2,9	35,0	13,3	2,6	35,1	14,6	2,4
	10	70	37,7	9,451	4,0	37,5	10,4	3,6	37,3	11,3	3,3	37,0	12,3	3,0	36,8	13,4	2,7	36,7	14,7	2,5
	15	70	41,4	9,205	4,5	41,2	10,1	4,1	40,9	11,1	3,7	40,4	12,1	3,3	39,9	13,3	3,0	39,8	14,6	2,7
	20	60	43,7	9,053	4,8	43,4	10,0	4,4	42,9	11,0	3,9	42,3	12,0	3,5	41,8	13,3	3,2	41,5	14,6	2,8
	25	60	45,8	8,899	5,2	45,4	9,9	4,6	44,7	10,9	4,1	44,0	12,0	3,7	43,3	13,2	3,3	42,9	14,6	2,9

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

Ta: Temperatura aria esterna  
RH: Umidità relativa  
kWt: Potenza termica in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

**Nota:** le prestazioni alle condizioni nominali (A7/W35) e (A7/W45) si discostano da quelle secondo EN14525 dichiarate a pag. 14, perchè riferite ad un diverso grado di umidità con 80% u.r. anzichè 87% u.r.

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.



## RESE IN RAFFREDDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 34

VELOCITÀ	To	Temperatura aria esterna [°C]														
	[°C]	25			30			35			40			45		
		kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER	kWf	kWe	EER
60 RPS	10/5	21,4	4,7	4,6	20,7	5,2	4,0	19,9	5,7	3,5	19,1	6,2	3,1	17,9	6,9	2,6
	11/6	22,0	4,8	4,6	21,4	5,2	4,1	20,6	5,7	3,6	19,7	6,3	3,1	18,5	6,9	2,7
	12/7	22,8	4,8	4,8	22,1	5,3	4,2	21,3	5,8	3,7	20,4	6,4	3,2	19,2	7,0	2,8
	13/8	23,6	4,8	4,9	22,8	5,3	4,3	22,0	5,8	3,8	21,0	6,4	3,3	-	-	-
	14/9	24,4	4,9	5,0	23,6	5,4	4,4	22,6	5,8	3,9	21,8	6,4	3,4	-	-	-
	15/10	25,2	4,9	5,1	24,4	5,4	4,5	23,5	5,9	4,0	22,4	6,5	3,5	-	-	-
	17/12	26,4	5,0	5,3	26,0	5,5	4,7	24,7	6,0	4,1	23,9	6,6	3,6	-	-	-
	19/14	28,6	5,1	5,6	27,8	5,5	5,0	26,7	6,1	4,4	25,4	6,7	3,8	-	-	-
	21/16	30,6	5,1	6,0	29,4	5,6	5,3	28,4	6,2	4,6	26,9	6,8	4,0	-	-	-
	23/18	32,5	5,2	6,3	31,4	5,7	5,5	30,1	6,3	4,8	28,6	6,9	4,2	-	-	-
90 RPS	10/5	29,4	7,5	3,9	28,8	8,1	3,5	27,7	8,9	3,1	26,2	9,7	2,7	24,5	10,7	2,3
	11/6	30,8	7,5	4,1	29,6	8,3	3,6	28,4	9,0	3,2	27,1	9,8	2,8	25,3	10,8	2,3
	12/7	31,5	7,6	4,1	30,8	8,3	3,7	29,6	9,0	3,3	27,7	9,9	2,8	26,2	10,8	2,4
	13/8	32,1	7,7	4,2	31,6	8,4	3,8	30,4	9,2	3,3	28,8	10,0	2,9	-	-	-
	14/9	33,0	7,8	4,3	31,9	8,4	3,8	31,4	9,3	3,4	29,7	10,1	2,9	-	-	-
	15/10	35,0	7,9	4,4	33,4	8,5	3,9	32,5	9,3	3,5	30,5	10,2	3,0	-	-	-
	17/12	36,3	8,0	4,6	35,3	8,6	4,1	33,4	9,4	3,5	32,5	10,4	3,1	-	-	-
	19/14	38,8	8,1	4,8	38,2	8,9	4,3	36,6	9,7	3,8	34,2	10,7	3,2	-	-	-
	21/16	40,8	8,2	4,9	40,0	9,0	4,4	37,6	9,8	3,8	35,9	10,8	3,3	-	-	-
	23/18	44,8	8,4	5,3	42,6	9,2	4,7	39,8	10,0	4,0	37,1	11,0	3,4	-	-	-
120 RPS	10/5	34,0	10,8	3,1	33,5	11,8	2,9	31,8	12,8	2,5	30,2	14,0	2,2	28,1	15,5	1,8
	11/6	35,1	10,9	3,2	34,0	11,8	2,9	33,0	13,0	2,5	30,9	14,2	2,2	28,2	15,6	1,8
	12/7	36,9	11,2	3,3	34,3	11,9	2,9	33,2	13,0	2,5	32,0	14,5	2,2	29,8	15,8	1,9
	13/8	38,1	11,2	3,4	36,9	12,1	3,0	34,4	13,2	2,6	33,0	14,6	2,3	-	-	-
	14/9	38,3	11,3	3,4	37,3	12,3	3,0	35,4	13,4	2,6	33,9	14,8	2,3	-	-	-
	15/10	39,5	11,4	3,5	38,0	12,3	3,1	37,2	13,7	2,7	35,1	14,9	2,4	-	-	-
	17/12	41,7	11,6	3,6	40,5	12,5	3,2	38,3	13,8	2,8	35,7	15,3	2,3	-	-	-
	19/14	45,9	12,0	3,8	44,2	13,0	3,4	41,7	14,3	2,9	37,6	15,5	2,4	-	-	-
	21/16	48,6	12,2	4,0	44,9	13,1	3,4	44,0	14,6	3,0	39,5	16,0	2,5	-	-	-
	23/18	49,3	12,4	4,0	49,2	13,5	3,6	46,4	14,9	3,1	43,1	16,6	2,6	-	-	-

PIr	Peso	EER	P assorbita	Cru	Tin bs sorgente	Resa utenza	Portata utenza	Tin utenza	Tout utenza
[%]	[%]	[-]	[kW]	[%]	[%]	[kW]	[l/s]	[°C]	[°C]
100	3	2,6	13,1	100	35	33,3	1,6	12	7
75	33	4,0	6,3	100	30	25,0	1,6	10,8	7
50	41	4,7	3,5	100	25	16,7	1,6	9,5	7
25	23	5,0	1,7	100	20	8,3	1,6	8,3	7
								ESEER [-]	4,47

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

27

To: Temperatura ingresso/uscita acqua all'evaporatore  
kWf: Potenza frigorifera in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.

# RESE IN RISCALDAMENTO ENERGYCAL INVERTER 34

VELOCITÀ	Ta	RH	Temperatura acqua ingresso/uscita al condensatore [°C]																	
	[°C]	%	30/35			35/40			40/45			45/50			50/55			55/60		
			kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP	kWt	kWe	COP
60 RPS	-15	90	13,7	4,8	2,8	13,4	5,3	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	15,6	5,1	3,1	15,3	5,5	2,8	15,2	6,0	2,5	15,2	6,5	2,3	-	-	-	-	-	-
	-5	80	17,6	5,3	3,4	17,5	5,7	3,1	17,3	6,2	2,8	17,3	6,7	2,6	17,3	7,3	2,4	-	-	-
	0	80	20,3	5,4	3,7	20,0	5,9	3,4	20,0	6,4	3,1	19,9	7,0	2,9	19,7	7,6	2,6	19,6	8,3	2,4
	5	80	23,4	5,726	4,1	23,1	6,2	3,7	22,9	6,6	3,5	22,8	7,2	3,2	22,5	7,8	2,9	22,1	8,5	2,6
	7	80	24,7	5,77	4,3	24,4	6,2	3,9	24,2	6,8	3,6	23,9	7,3	3,3	23,6	7,9	3,0	23,2	8,5	2,7
	10	70	26,1	5,631	4,6	25,8	6,1	4,2	25,5	6,6	3,9	25,2	7,1	3,5	24,8	7,8	3,2	24,3	8,5	2,9
	15	70	28,8	5,227	5,5	28,4	5,7	5,0	28,0	6,2	4,5	27,5	6,8	4,1	27,0	7,4	3,6	26,4	8,2	3,2
	20	60	30,3	5,024	6,0	29,8	5,5	5,4	29,3	6,0	4,9	28,7	6,6	4,4	28,1	7,3	3,9	27,3	8,0	3,4
	25	60	31,4	4,876	6,4	30,8	5,3	5,8	30,2	5,9	5,1	29,5	6,5	4,6	28,8	7,2	4,0	28,0	8,0	3,5
90 RPS	-15	90	19,8	6,8	2,9	19,5	7,5	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	22,5	7,1	3,1	22,2	7,9	2,8	22,1	8,6	2,6	22,1	9,4	2,4	-	-	-	-	-	-
	-5	80	25,4	7,6	3,3	25,2	8,4	3,0	25,1	9,1	2,8	25,1	9,7	2,6	25,0	10,6	2,4	-	-	-
	0	80	28,9	7,9	3,6	28,6	8,6	3,3	28,5	9,4	3,0	28,4	10,2	2,8	28,4	11,2	2,5	28,1	12,0	2,3
	5	80	32,8	8,171	4,0	32,5	8,9	3,7	32,2	9,7	3,3	32,0	10,5	3,0	31,8	11,5	2,8	31,5	12,6	2,5
	7	80	34,4	8,26	4,2	34,2	9,0	3,8	33,9	9,8	3,5	33,6	10,7	3,2	33,3	11,7	2,9	32,9	12,8	2,6
	10	70	36,5	8,332	4,4	36,0	9,0	4,0	35,7	9,8	3,6	35,4	10,7	3,3	35,0	11,7	3,0	34,5	12,7	2,7
	15	70	40,1	8,016	5,0	39,6	8,7	4,5	39,2	9,5	4,1	38,7	10,4	3,7	38,0	11,5	3,3	37,4	12,6	3,0
	20	60	42,3	7,836	5,4	41,8	8,6	4,9	41,2	9,4	4,4	40,5	10,3	3,9	39,8	11,4	3,5	39,0	12,5	3,1
	25	60	44,4	7,67	5,8	43,7	8,4	5,2	43,0	9,2	4,6	42,2	10,2	4,1	41,2	11,3	3,7	40,2	12,5	3,2
120 RPS	-15	90	24,7	9,3	2,7	24,4	10,1	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-10	90	27,7	9,8	2,8	27,5	10,8	2,5	27,6	11,9	2,3	27,8	12,7	2,2	-	-	-	-	-	-
	-5	80	31,0	10,2	3,0	30,9	11,3	2,7	30,9	12,3	2,5	31,1	13,4	2,3	31,3	14,7	2,1	-	-	-
	0	80	35,0	10,7	3,3	35,0	11,7	3,0	34,9	12,8	2,7	35,0	14,0	2,5	35,1	15,3	2,3	35,3	16,7	2,1
	5	80	39,4	11,07	3,6	39,3	12,1	3,2	39,3	13,2	3,0	39,3	14,5	2,7	39,2	15,8	2,5	39,2	17,4	2,3
	7	80	41,4	11,23	3,7	41,3	12,3	3,4	41,2	13,4	3,1	41,2	14,7	2,8	41,0	16,1	2,5	40,9	17,6	2,3
	10	70	43,7	11,4	3,8	43,6	12,4	3,5	43,4	13,6	3,2	43,2	14,9	2,9	43,1	16,3	2,6	42,8	17,8	2,4
	15	70	48,1	11,27	4,3	47,8	12,3	3,9	47,4	13,5	3,5	47,3	14,8	3,2	46,7	16,3	2,9	46,3	17,9	2,6
	20	60	50,9	11,12	4,6	50,4	12,2	4,1	50,0	13,4	3,7	49,6	14,7	3,4	49,0	16,2	3,0	48,3	17,9	2,7
	25	60	53,6	11	4,9	53,0	12,1	4,4	52,4	13,3	3,9	51,7	14,6	3,5	50,9	16,2	3,1	50,0	17,9	2,8

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

Ta: Temperatura aria esterna  
RH: Umidità relativa  
kWt: Potenza termica in kW (secondo EN14511)  
kWe: Potenza elettrica in kW (secondo EN14511)

**Nota:** le prestazioni alle condizioni nominali (A7/W35) e (A7/W45) si discostano da quelle secondo EN14525 dichiarate a pag. 14, perchè riferite ad un diverso grado di umidità con 80% u.r. anzichè 87% u.r.

I dati tecnici riportati nella presente documentazione non sono impegnativi. Il produttore si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento tutte le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto.

## DATI PER IL CALCOLO SECONDO UNI/TS 11300 PARTE 4

Il produttore dichiara che i dati da utilizzare per il calcolo secondo la norma UNI/TS 11300 parte 4 del rendimento di generazione delle pompe di calore di sua produzione sono quelli indicati nelle tabelle seguenti. I dati contenuti nel presente documento possono essere aggiornati dal produttore in caso di aggiornamenti di gamma senza obbligo di preavviso.

### Termini e definizioni

T mandata = temperatura del pozzo caldo

Tdesignh = temperatura di progetto del clima A - Average (definito nella UNI EN 14825)

A, B, C, D = nomi identificativi delle quattro condizioni a cui sono associate diverse temperature dell'aria esterna (Te)

Te = temperatura dell'aria esterna

PLR = fattore di carico climatico (part load ratio)

DC = potenza a pieno carico riferita alle temperature indicate

CR = fattore di carico della pompa di calore

P = potenza richiesta dall'impianto

COP' (pieno carico) = COP a pieno carico riferito alle condizioni di temperatura dell'aria esterna indicate

COP (carico parziale) = COP a carico CR e riferito alle condizioni di temperatura dell'aria esterna indicate

$f_{COP}$  = fattore di correzione del COP e definito come: COP (carico parziale) / COP' (pieno carico)

PdC = pompa di calore

ACS = acqua calda sanitaria

La presente dichiarazione è rilasciata per tutti gli usi consentiti dalla legge.

Quaderno tecnico  
**Energycal**  
**INVERTER**

8

DATI  
PRESTAZIONALI

## ORANGE INVERTER 17

### Dati per determinazione COP<sub>PL</sub> T mandata 35 °C

	A	B	C	D
Te [°C]	-7	2	7	12
PLR [%]	88	54	35	15
DC [kW]	16,1	20,2	22,6	25,1
CR	1,00	0,49	0,28	0,11
COP (carico parziale)	2,9	3,5	3,7	4,9
COP' (pieno carico)	2,9	3,5	3,9	4,5
f <sub>COP</sub>	1,00	1,02	0,95	1,10

### Dati di potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

Ta [°C]	T in/out [°C]					
	30/35		40/45		50/55	
	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP
-7	16,1	2,9	16,4	2,5	16,5	2,2
2	20,2	3,5	20,2	2,9	20,0	2,5
7	22,6	3,9	22,4	3,2	21,8	2,7
12	25,1	4,5	24,7	3,7	24,3	3,0

### PDC per ACS dati di potenza e COP a pieno carico

Ta [°C]	T in/out [°C]	
	50/55	
	Pt [kW]	COP
7	21,8	2,7
15	24,6	3,2
20	25,4	3,4
35	30,7	3,8

I dati dichiarati si riferiscono al funzionamento a pieno carico con frequenza di alimentazione compressore 120 rps.

## ORANGE INVERTER 22

### Dati per determinazione COP<sub>PL</sub> T mandata 35 °C

	A	B	C	D
Te [°C]	-7	2	7	12
PLR [%]	88	54	35	15
DC [kW]	20,1	25,4	29,0	32,4
CR	1	0,48	0,27	0,11
COP (carico parziale)	3,1	3,6	3,8	4,7
COP' (pieno carico)	3,1	3,7	4,1	4,9
f <sub>COP</sub>	1,00	0,99	0,91	0,97

### Dati di potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

Ta [°C]	T in/out [°C]					
	30/35		40/45		50/55	
	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP
-7	20,1	3,1	20,3	2,6	20,3	2,2
2	25,4	3,7	25,5	3,1	25,1	2,6
7	29,0	4,1	28,7	3,5	27,8	2,8
12	32,4	4,9	31,9	4,0	31,2	3,3

### PDC per ACS dati di potenza e COP a pieno carico

Ta [°C]	T in/out [°C]	
	50/55	
	Pt [kW]	COP
7	27,8	2,8
15	31,5	3,3
20	32,8	3,5
35	37,3	3,9

I dati dichiarati si riferiscono al funzionamento a pieno carico con frequenza di alimentazione compressore 120 rps.

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

DATI  
PRESTAZIONALI

## ORANGE INVERTER 27

### Dati per determinazione COP<sub>PL</sub> T mandata 35 °C

	A	B	C	D
Te [°C]	-7	2	7	12
PLR [%]	88	54	35	15
DC [kW]	25,6	32,0	36,0	40,2
CR	1	0,49	0,28	0,11
COP (carico parziale)	3,0	3,8	3,5	4,2
COP' (pieno carico)	3,0	3,5	3,8	4,3
f <sub>COP</sub>	1	1,07	0,9	0,97

### Dati di potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

Ta [°C]	T in/out [°C]					
	30/35		40/45		50/55	
	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP
-7	25,6	3,0	25,9	2,6	26,1	2,2
2	31,9	3,5	31,9	3,0	32,0	2,5
7	36,0	3,8	35,8	3,2	35,0	2,6
12	40,2	4,3	39,8	3,5	39,1	2,9

### PDC per ACS dati di potenza e COP a pieno carico

Ta [°C]	T in/out [°C]	
	50/55	
	Pt [kW]	COP
7	35,0	2,6
15	39,9	3,0
20	41,8	3,2
35	45,9	3,5

I dati dichiarati si riferiscono al funzionamento a pieno carico con frequenza di alimentazione compressore 120 rps.



## ORANGE INVERTER 34

### Dati per determinazione COP<sub>PL</sub> T mandata 35 °C

	A	B	C	D
Te [°C]	-7	2	7	12
PLR [%]	88	54	35	15
DC [kW]	30,0	37,2	41,7	47,0
CR	1	0,49	0,28	0,11
COP (carico parziale)	3,0	3,7	3,4	4,0
COP' (pieno carico)	3,0	3,4	3,7	4,1
f <sub>COP</sub>	1	1,08	0,91	0,98

### Dati di potenza e COP a pieno carico sorgente fredda aria

Ta [°C]	T in/out [°C]					
	30/35		40/45		50/55	
	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP	Pt [kW]	COP
-7	30,0	3,0	29,8	2,5	29,7	2,1
2	37,2	3,4	37,0	2,8	37,3	2,4
7	41,7	3,7	41,7	3,1	41,0	2,5
12	47,0	4,1	46,6	3,4	45,9	2,8

### PDC per ACS dati di potenza e COP a pieno carico

Ta [°C]	T in/out [°C]	
	50/55	
	Pt [kW]	COP
7	41,0	2,5
15	46,7	2,9
20	49,0	3,0
35	54,1	3,3

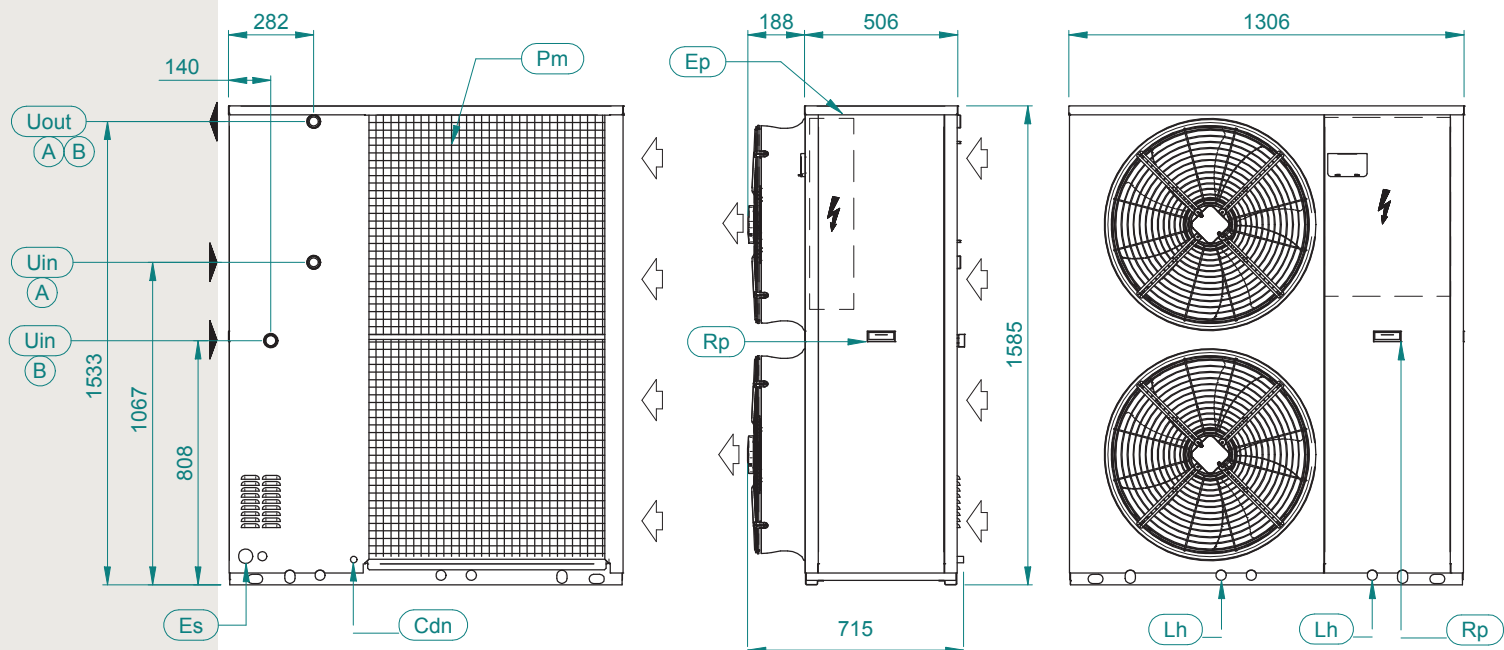
I dati dichiarati si riferiscono al funzionamento a pieno carico con frequenza di alimentazione compressore 120 rps.

Quaderno tecnico  
Energycal  
INVERTER

8

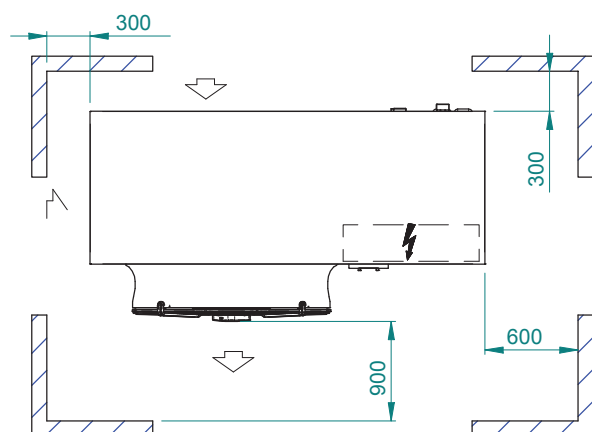
DATI  
PRESTAZIONALI

## Energycal Inverter 17-34

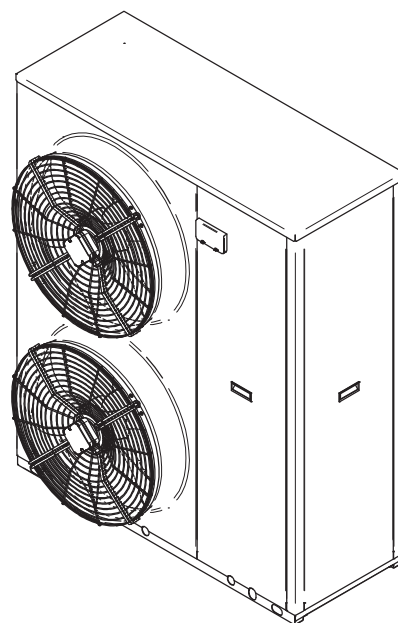


9

DIMENSIONALI



## SPAZI D'INSTALLAZIONE / CLEARANCES



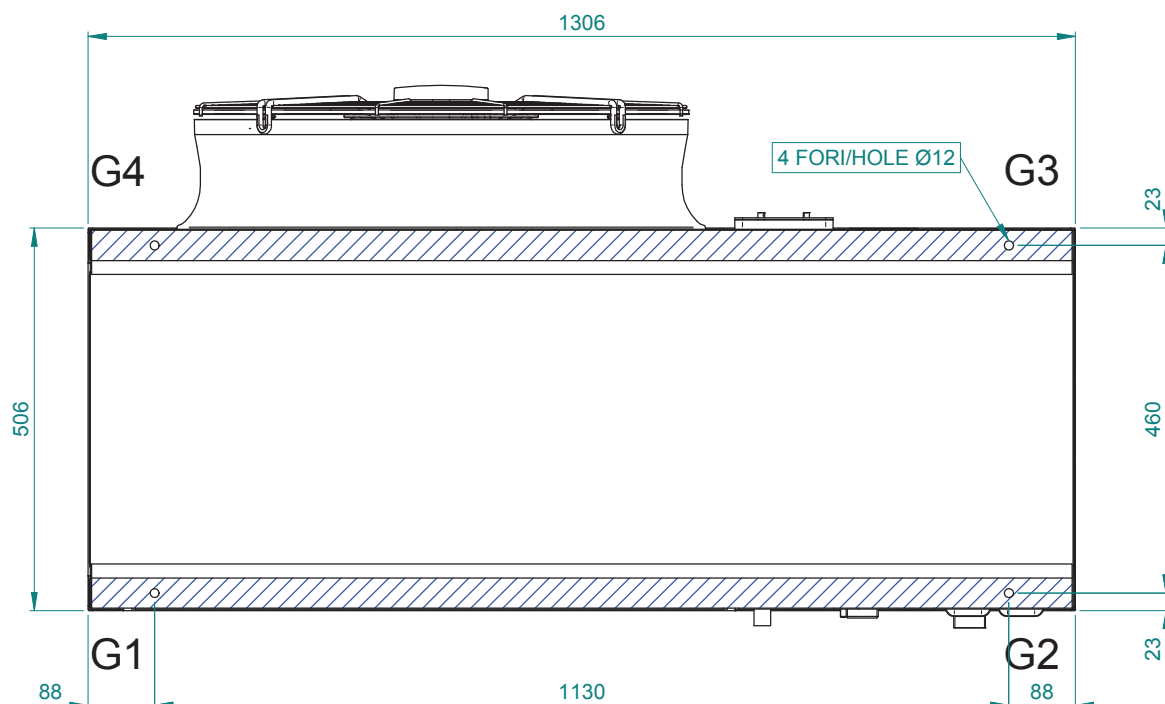
Ep	QUADRO ELETTRICO ELECTRICAL PANEL
Es	INGRESSO ALIMENTAZIONE ELETTRICA ELECTRICAL SUPPLY INLET
Lh	FORI SOLLEVAMENTO LIFTING HOLES
Rp	PANNELLO ASPORTABILE REMOVABLE PANEL
Pm	GRIGLIE DI PROTEZIONE PROTECTIVE METAL MESH

Cdh	SCARICO CONDENSA CONDENSATE DRAIN	ø 18
Uin	INGRESSO ACQUA UTILIZZO USER WATER INLET	1" 1/4 BSPM
Uout	USCITA ACQUA UTILIZZO USER WATER OUTLET	1" 1/4 BSPM
	FLUSSO ARIA AIR FLOW	

DIMENSIONI - DIMENSIONS		
LUNGHEZZA WIDTH	PROFONDITA' DEPTH	ALTEZZA HEIGHT
1306	715	1585

## CONNESSIONI IDRAULICHE / HYDRAULIC CONNECTION

- A** ACQUA UTILIZZO SENZA MODULO IDRAULICO  
USER WATER WITHOUT HYDRAULIC MODULE
- B** ACQUA UTILIZZO CON MODULO IDRAULICO 1P  
USER WATER WITH HYDRAULIC MODULE 1P



## IMPRONTA A TERRA / FOOTPRINT

MODELLO MODEL	PESO WEIGHT (kg)	PESO IN FUNZIONE OPERATING WEIGHT (kg)
17	194	195
22	203	204
27	221	222
34	222	223
17 1P	205	210
22 1P	214	219
27 1P	237	243
34 1P	238	244
17 1P(d)	202	206
22 1P(d)	212	216
27 1P(d)	232	237

[illegible]

## Avvertenza

Non installare la macchina in nicchie o angoli, per evitare ricircolo aria e riverbero acustico.

10				
00				
39				
00				
14				
1				
2				
1				
8				
1				
60				
1				
40				
1				
61				
1				
204				
200				
71				
72				
73				
74				
90				
91				
103				
104				
113				
114				
140				
141				

Valvola 3 vie acqua sanitaria

Flussostato

ON/OFF remoto

Estate inverno remoto

Doppio set point remoto

Solo sanitario remoto

Doppio set point sanitario

Sonda acqua calda sanitaria

Interfaccia seriale

Terminale remoto

Allarme

Compressore

Pompa utenza

Sorgente calore ausiliaria



## Avvertenze sulla validità

### Articoli:

7536525	7536526	7536527	7536528
7569813	7569814	7569815	7569816

Viessmann S.r.l.u.  
Via Brennero 56  
37026 Balconi di Pescantina (VR)  
tel. 045 6768999  
Fax 045 6700412  
[www.viessmann.com](http://www.viessmann.com)

# UTA-Protect®

Isolamento acustico per gruppi frigo ed U.T.A.





**UTA-Protect®** è un sistema appositamente studiato da SILTE per insonorizzare gruppi frigoriferi, pompe di calore, unità trattamento aria, chiller industriali, torri di raffreddamento ad acqua, etc.

UTA-Protect® è un dispositivo acustico che si definisce trasparente al passaggio dell'aria ed opaco al passaggio di rumore; per questo motivo la sua presenza non ostacola il corretto funzionamento dell'impianto. Il tamponamento acustico è realizzato con pannelli metallici coibentati con materiali fonoassorbenti e fonoimpedenti. Nella schermatura vengono opportunamente integrate e correttamente dimensionate griglie acustiche e silenziatori a setti per il passaggio dell'aria. I pannelli sono rimovibili per consentire tutte le operazioni di manutenzione ed ispezione dell'impianto. Questo dispositivo fornisce una riduzione acustica media di -8 dB.

Per isolamenti più elevati ed installazioni speciali si passa alla versione ad alte prestazioni denominata **UTA-Protect® plus**. Questa versione viene realizzata su misura e di volta in volta dimensionata in funzione dell'isolamento da raggiungere che può arrivare fino a -15 dB.



A) Impianto con espulsione aria frontale



B) Impianto con espulsione aria superiore

