



SOFFITTI RADIANTI CON INTEGRAZIONE DELLA MASSA DELL'EDIFICIO

Principi funzionali e vantaggi

Introduzione

Lo sfruttamento termico delle superfici che delimitano i singoli ambienti, in particolare quella del solaio in calcestruzzo, può dare un contributo importante all'efficienza energetica di un edificio. Se nel funzionamento dei soffitti radianti si vuole includere anche questa „integrazione della massa“, è indispensabile comprendere più approfonditamente i principi funzionali delle diverse varianti presenti sul mercato.

Barcol-Air ha acquisito solide conoscenze sull'integrazione della massa grazie al lavoro svolto nella propria camera climatica (dotata di un solaio massiccio in calcestruzzo) e alle numerose misurazioni effettuate con diversi prodotti e situazioni di installazione, e desidera condividere i risultati più importanti in questo documento.

L'efficienza energetica e la gestione sostenibile degli edifici sono diventate una componente essenziale nella progettazione degli edifici. Oltre ai vantaggi in termini di costi offerti dal funzionamento efficiente dei soffitti radianti, in alcuni Paesi, come la Svizzera, la legislazione richiede un grado sempre maggiore di integrazione della massa dell'edificio nell'analisi energetica di un edificio.

Diversi sistemi radianti a soffitto consentono di integrare la massa nel sistema di climatizzazione dell'edificio. Le varie soluzioni richiedono un'adeguata valutazione e classificazione.

In questo documento informativo cerchiamo di rispondere alle seguenti domande:

- Integrazione della massa - Definizione e vantaggi
- Principi funzionali di diversi sistemi
- Sistemi adatti e meno adatti all'integrazione della massa
- Il corretto funzionamento di un soffitto radiante con integrazione della massa

Soffitti radianti con integrazione della massa dell'edificio

Principi funzionali e vantaggi

Agosto 2024_V2

INDICE

Principi funzionali e vantaggi

Integrazione della massa - l'involucro dell'edificio come accumulatore di energia	4
Come funzionano i sistemi radianti a soffitto convenzionali senza integrazione della massa?	5
Come funzionano i sistemi radianti a soffitto con integrazione della massa?	6
Quali sono i vantaggi dei sistemi radianti a soffitto con integrazione della massa?	7
Sistema: integrazione della massa tramite tubazioni idroniche	8
Sistema: integrazione della massa tramite aria e irraggiamento.....	9
Sistema: integrazione della massa tramite irraggiamento	9
Sistema: Thermally active building system (TABS).....	10
Riepilogo	11
Conclusioni	12

Redattore



Thomas Burger

Responsabile Tecnologia, Sistemi radianti a soffitto

Integrazione della massa - l'involucro dell'edificio come accumulatore di energia

Ogni corpo possiede una capacità termica, vale a dire la capacità di convertire l'energia in calore. Oltre che dal coefficiente termico (c) specifico per ogni sostanza o miscela di sostanze, che può essere consultato nelle tabelle, il grado di conversione dell'energia (Q) in calore (T) dipende anche dalla massa (m) di un corpo. A parità di energia immessa, i corpi di massa maggiore si riscaldano meno rispetto a quelli di massa minore.

$$\Delta T = \frac{Q}{(m \times c)}$$

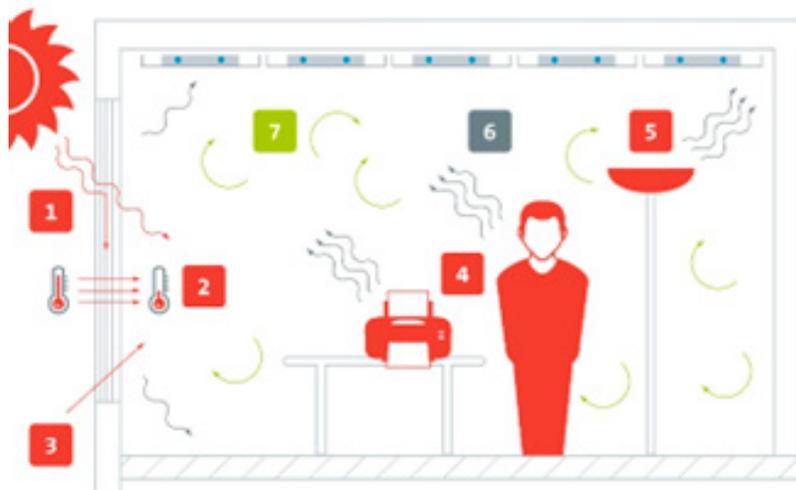
Gli edifici con pareti in muratura e solai in cemento pieno si riscaldano più lentamente in presenza di carichi termici elevati rispetto agli edifici con pareti in metallo, legno, cartongesso e vetro. Per questo motivo il peso delle strutture degli edifici viene progressivamente aumentato per poter affrontare brevi ondate di calore o di freddo senza dover ricorrere a un'ulteriore climatizzazione. Le costruzioni massicce, come le vecchie chiese o i bunker, mantengono la loro temperatura in modo più stabile.

Una volta che l'energia viene accumulata nel calcestruzzo, ad esempio dopo alcuni giorni di grande caldo, non è però così facile farla uscire di nuovo attraverso il solo movimento dell'aria nella stanza. Tuttavia, la massa dell'edificio - nel nostro caso il solaio in cemento - può essere sfruttata per immagazzinare il calore durante il giorno e dissiparlo di notte, quando l'energia è più conveniente e la temperatura esterna è più bassa. In questo modo i refrigeratori possono funzionare in modo più efficiente e addirittura è possibile sfruttare il freecooling per il raffrescamento degli edifici.



Come funzionano i sistemi radianti a soffitto convenzionali senza integrazione della massa?

Di solito si usa calcolare la potenza frigorifera necessaria di un soffitto radiante in riferimento alla situazione peggiore che può verificarsi in un anno standard. Ciò significa che si assume come ipotesi il massimo irraggiamento solare in una giornata particolarmente calda con la massima occupazione dell'ambiente dell'ufficio. La potenza frigorifera viene quindi calcolata in una condizione presunta di equilibrio - spesso 26 °C - e con la conseguente sottotemperatura dell'acqua e dell'aria di immissione.

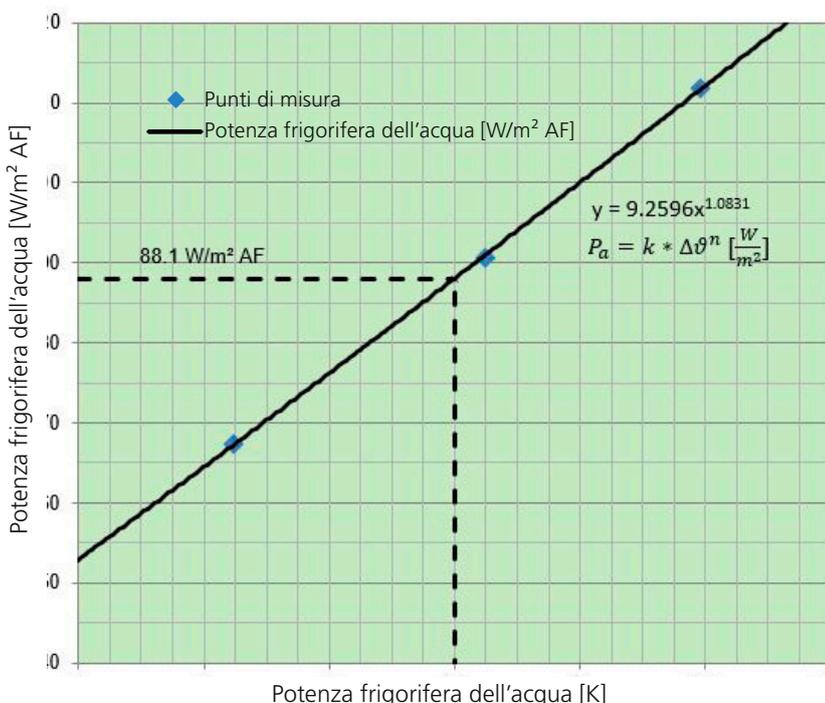


Carichi termici

- 1** Radiazione solare
- 2** Trasmissione
- 3** Perdite per ventilazione
- 4** Persone, dispositivi tecnologici per ufficio
- 5** Illuminazione

Scambio di calore

- 6** Irraggiamento
- 7** Convezione



Potenza frigorifera statica dell'acqua Dati di partenza per il diagramma

Sistema: soffitto radiante metallico a isola con pannello in acciaio

Attivazione (sistema idronico):
Serpentine di rame su profili termoconduttori in alluminio distanziati di 100 mm, incollati su tessuto non tessuto, senza materassino acustico

Portata dell'aria di immissione: nulla

Come funzionano i sistemi radianti a soffitto con integrazione della massa?

Si consideri che una certa percentuale del calore dell'ambiente, nel momento di picco della temperatura interna, viene trasferita anche al solaio in calcestruzzo e alle pareti in muratura, non appena questi sono più freddi dell'ambiente. Questa percentuale può essere aumentata con un ulteriore preraffreddamento notturno del calcestruzzo. Inoltre, in un ambiente reale si assiste sempre ad una oscillazione delle temperature nell'arco della giornata, che può andare, ad esempio, da 21 °C all'inizio del lavoro a 26 °C al massimo.

Calcestruzzo dopo il raffreddamento notturno

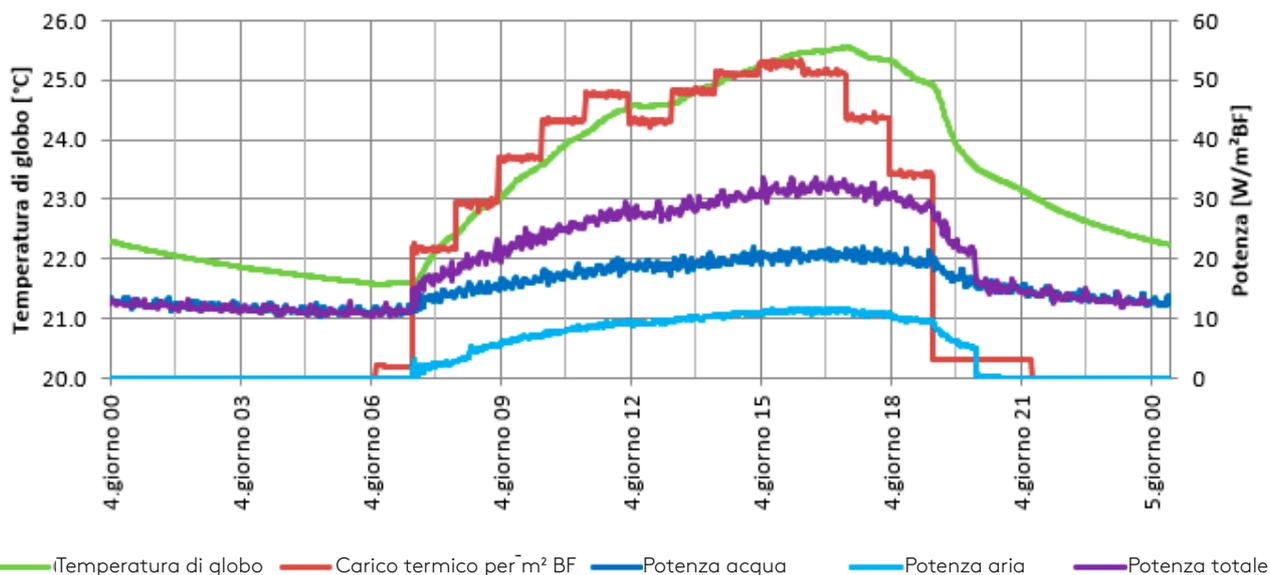


Calcestruzzo alla fine della giornata, scarico



Nella vita reale, le temperature ambiente hanno un andamento dinamico, con fluttuazioni nel corso della giornata. La potenza effettiva del soffitto radiante al momento del carico massimo non deve quindi superare il 70-80% circa di questo carico massimo. La condizione necessaria a tal fine è che il solaio in calcestruzzo non sia stato disaccoppiato dall'ambiente: deve essere possibile ottenere uno scambio energetico attraverso le superfici libere del calcestruzzo. Questo vale in particolare per i soffitti radianti a isola (vele).

Temperatura di globo e potenza per m² BF



Quali sono i vantaggi dei sistemi radianti a soffitto con integrazione della massa?

Efficienza energetica

A condizione che sia gestito e controllato correttamente, un soffitto radiante con integrazione della massa può funzionare per gran parte dell'anno esclusivamente in modalità notturna e in modalità freecooling (escluse le ondate di calore). I carichi termici ridotti al di fuori di un'ondata di calore possono quindi essere temporaneamente immagazzinati dalla massa dell'edificio nelle ore notturne e parzialmente dissipati durante il giorno attraverso la portata d'aria primaria necessaria.

Per consentire il funzionamento in freecooling, la temperatura esterna deve essere inferiore alla temperatura di mandata dell'acqua di 2 K. Anche durante i periodi di gran caldo, il dispendio di energia durante il giorno è notevolmente ridotto rispetto ai sistemi convenzionali e il valore COP del refrigeratore è significativamente più alto nelle ore notturne rispetto a quelle diurne.

Tutela dell'ambiente

Se aumenta il valore COP della macchina frigorifera, scende sensibilmente la quota elettrica per la produzione di freddo. Non appena si può attivare la modalità freecooling, non serve più energia elettrica per produrre il freddo, ma esclusivamente quella per azionare la pompa. Questo determina un drastico miglioramento delle emissioni di CO₂.

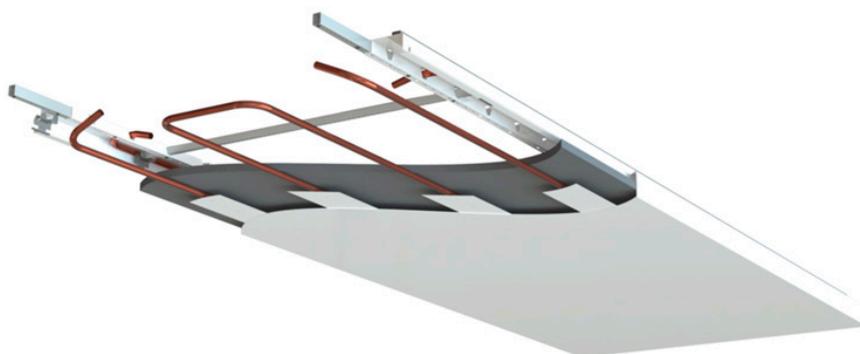
Efficienza in termini di costi

Ecco in sintesi i miglioramenti ottenibili in termini di costi:

- Ridotti costi di investimento grazie alle minori dimensioni della macchina frigorifera e alle serpentine di raffrescamento più piccole o meno numerose sui pannelli del controsoffitto o su isole radianti più piccole.
- Costi di esercizio più bassi grazie ai costi energetici più bassi, poiché gran parte di tali costi rientra nella tariffa notturna.
- Temperatura di mandata più alta grazie ai carichi ridotti da scaricare durante il giorno, e di conseguenza migliore valore COP della macchina frigorifera.

Sistema: integrazione della massa tramite tubazioni idroniche

Quando si integra direttamente il solaio in calcestruzzo tramite tubazioni idroniche, i pannelli del controsoffitto metallico vengono agganciati a un telaio. Il telaio avvitato direttamente al calcestruzzo è anch'esso dotato di tubazioni idroniche. In questo modo l'energia viene assorbita dal calcestruzzo. Questo sistema porta a un forte raffreddamento notturno del calcestruzzo e a un'elevata prestazione attraverso l'integrazione della massa.



Tuttavia, si tratta di sistemi che hanno un effetto sfavorevole sulla potenza frigorifera del controsoffitto durante il giorno. In generale i soffitti radianti a isola possono fornire un'elevata potenza frigorifera, poiché anche il loro lato superiore rimane a contatto con l'aria interna dell'ambiente. Nel caso di un pannello radiante con integrazione della massa, il pannello radiante è sospeso in un telaio chiuso, questo scambio di energia sarà impedito.

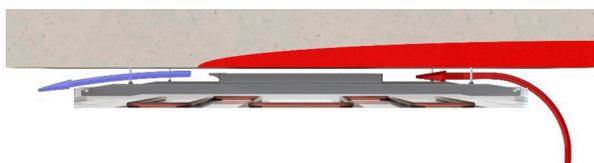
Inoltre, il tubo idronico del telaio e il pannello radiante a soffitto sono attraversati dall'acqua in serie. Ciò significa che la stanza d'inverno rischia di surriscaldarsi: finché non sono presenti persone nella stanza e non ci sono carichi solari (di notte), la stanza viene riscaldata in serie e insieme viene riscaldata anche il calcestruzzo. Quando le persone entrano nella stanza o il sole colpisce più intensamente la facciata, il sistema di controllo del soffitto radiante abbassa la potenza termica, ma il solaio in calcestruzzo riscaldata non può assorbire altra energia. Tuttavia, questo effetto di solito non si verifica, in quanto la maggior parte degli edifici implementa una riduzione notturna della temperatura ambiente.

Sistema: integrazione della massa tramite aria e irraggiamento

L'integrazione della massa attraverso l'aria e l'irraggiamento sfrutta due effetti diversi. Da un lato, durante il giorno il volume d'aria di ricambio (necessario per garantire livelli di igiene adeguati) viene convogliato verso il soffitto radiante, in modo che l'aria calda della stanza sia indirizzata verso il calcestruzzo. L'aria raggiunge così il calcestruzzo ad una discreta velocità, determinando un valore di trasmissione del calore più elevato e di conseguenza un apporto elevato di energia al calcestruzzo durante il giorno. Di notte, l'aria di immissione viene spenta come nei sistemi tradizionali. L'energia accumulata nel calcestruzzo durante il giorno viene dissipata dal raffreddamento del soffitto radiante per convezione e irraggiamento.

Affinché questo effetto si realizzi pienamente, non si devono inserire nel soffitto radiante i materassini di lana minerale per l'assorbimento acustico.

Situazione durante il giorno:



Situazione di notte:



Il vantaggio principale è l'aumento della potenza frigorifera del soffitto radiante nel corso della giornata, poiché l'aria calda dell'ambiente viene attirata verso il calcestruzzo anche attraverso le serpentine radianti del controsoffitto. Ciò comporta un ulteriore aumento dell'efficienza energetica e una riduzione dei costi di investimento per l'attivazione.

Il mercato offre in questo campo sistemi molto diversi tra loro. Occorre considerare con particolare attenzione l'uniformità di distribuzione dell'aria sull'intera superficie del soffitto e il movimento dell'aria dalla facciata (calda) verso la zona del corridoio. I sistemi che dirigono l'aria verso la facciata sono molto meno efficaci, poiché non consentono una distribuzione affidabile dell'aria più calda dell'ambiente verso il lato superiore dei pannelli radianti a soffitto. Inoltre, l'aria di immissione indirizzata in senso contrario al moto naturale dell'aria interna all'ambiente può provocare correnti d'aria.

Sistema: integrazione della massa tramite irraggiamento

Esistono sistemi in cui l'integrazione della massa avviene solo per irraggiamento, senza il supporto di un sistema di immissione dell'aria.

Mentre lo scambio di radiazioni può raffreddare il solaio in calcestruzzo durante la notte, l'apporto di energia nel solaio in calcestruzzo non aumenta nelle ore diurne. Pertanto, l'effetto dell'integrazione della massa rimane nel complesso modesto.

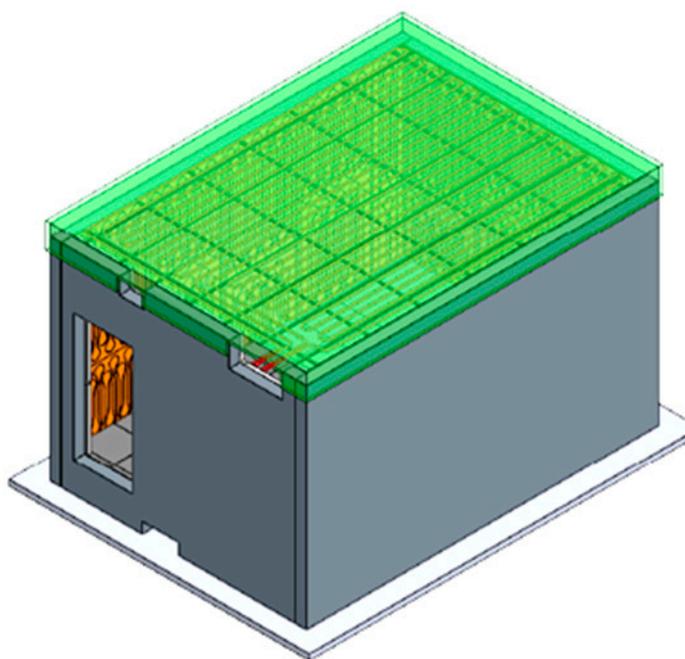
Occorre notare che i materassini di lana minerale applicati sovente sulla parte superiore dei pannelli del controsoffitto come misura per migliorare l'acustica dell'ambiente, limitano fortemente il potere radiante del controsoffitto in direzione del calcestruzzo. Tuttavia, questi materassini acustici sono indispensabili per ottenere una buona acustica ambientale.



Sistema: Thermally active building system (TABS)

Per ragioni di completezza, dobbiamo considerare qui anche il sistema di tipo TABS con l'attivazione termica della massa interna al nucleo in calcestruzzo sebbene questo sistema sia diverso da quello di un soffitto radiante.

Con il nucleo in calcestruzzo (conosciuto anche come attivazione del nucleo in calcestruzzo o attivazione TABS), i tubi in plastica o in materiale plastico composito vengono annegati nel solaio in calcestruzzo dell'involucro edilizio. Il contatto tra questi tubi idronici e il calcestruzzo è quindi molto buono e il calore viene estratto direttamente dal calcestruzzo.



Anche se l'attivazione del nucleo in calcestruzzo impedisce in modo efficace il surriscaldamento di un edificio, richiede comunque una tecnologia di controllo in grado di soddisfare elevati requisiti. Oltre a una potenza frigorifera e termica notevolmente inferiore rispetto ai controsoffitti radianti, la velocità di reazione di un controsoffitto BKT alle variazioni improvvise di carico è molto lenta, poiché l'energia deve prima attraversare l'intera massa di calcestruzzo.

Inoltre, non esistono soluzioni possibili per l'inserimento di impianti (come luci, sprinkler, ecc.) in edifici con attivazione del nucleo in calcestruzzo. Per migliorare l'acustica della stanza, spesso è necessario coprire gran parte del solaio in calcestruzzo con soffitti "radianti" a isola (vele).

Riepilogo

La tabella seguente fornisce una panoramica dei vari sistemi presenti sul mercato. Tuttavia, va sottolineato che questi sistemi si suddividono a loro volta in un gran numero di soluzioni diverse, che possono differire notevolmente in termini di costi e benefici.

Sistema di integrazione della massa	Integrazione mirata della massa del calcestruzzo	Integrazione della massa del calcestruzzo convenzionale	Irraggiamento	TABS
Trasferimento di energia giorno-notte	++	+	-	++
Potenza frigorifera del soffitto radiante	++	+	+	-
Possibilità di integrazione di impianti	+	++	++	-
Aria di immissione integrata	++	+(+)	-	--
Soluzione acustica	+(+)	+(+)	+	--

Legenda simboli di valutazione

++	ottimo
+	buono
-	scarso
--	molto scarso

Conclusioni

Vale la pena esaminare attentamente i vari sistemi presenti sul mercato. Un'integrazione efficace del solaio in calcestruzzo in un soffitto radiante richiede un elevato grado di esperienza e di progettazione. Occorre considerare anche l'aspetto estetico e lo spessore del sistema.

I sistemi che incorporano attivamente la massa dell'edificio nel sistema di climatizzazione sono particolarmente validi in vista di un inasprimento dei requisiti di efficienza energetica e dell'aumento dei costi energetici.

La misurazione dei soffitti radianti con integrazione della massa in camere climatiche o direttamente „sul campo“, cioè in edifici reali, è un requisito essenziale che un fornitore di soffitti radianti esperto dovrebbe soddisfare.

Altri documenti da leggere

Nozioni di base sui soffitti radianti

Tecnologia / Campi di applicazione / Vantaggi



Excursus sulla progettazione acustica degli uffici

L'importanza del fattore comfort



Fattori per aumentare le prestazioni dei soffitti radianti

Differenza tra EN 14240 e realtà



Soffitti climatizzanti e punto di rugiada

A mente fresca anche quando il tasso di umidità sale troppo



Raffrescare gli ambienti in modo efficiente

Aumentare la temperatura di mandata d'acqua



Flessibilità e intercambiabilità dei moderni sistemi radianti a soffitto

Massima adattabilità



Contatti

Internazionale

Barcol-Air Group AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com
barcolair.com

Svizzera



Barcol-Air AG

Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Barcol-Air AG

Via Bagutti 14
6900 Lugano
T +41 58 219 45 00
F +41 58 219 45 01
ticino@barcolair.com

Germania

Swegon Klimadecken GmbH

Schwarzwaldstrasse 2
64646 Heppenheim
T: +49 6252 7907-0
F: +49 6252 7907-31
klimadecken@swegon.de
swegon.de/klimadecken

Francia

Barcol-Air France SAS

Parc Saint Christophe
10, avenue de l'Entreprise
95861 Cergy-Pontoise Cedex
T +33 134 24 35 26
F +33 134 24 35 21
france@barcolair.com
barcolair.com

Italia

Barcol-Air Italia S.r.l.

Via Leone XIII n. 14
20145 Milano
T +41 58 219 45 40
F +41 58 219 45 01
italia@barcolair.com
barcolair.com

Feel good **inside**

