
Cambiamento climatico e materiali da costruzione nelle aree urbane

Catalogo dei materiali e raccomandazioni

2^a edizione

Sintesi

Caroline Hoffmann, Achim Geissler



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'economia,
della formazione e della ricerca DEF
Ufficio federale delle abitazioni UFAB

Nelle aree urbane, un alto tasso di costruzione con materiali che trattengono il calore e superfici sigillate possono portare allo stress termico in estate e a un ridotto raffreddamento notturno. La giusta scelta dei materiali da costruzione può aiutare a mitigare questi effetti. Il catalogo dei materiali valuta l'impatto sul microclima urbano dei materiali e degli elementi di inverdimento per facciate, delle pavimentazioni adiacenti agli edifici e dei tetti. Per semplicità, abbiamo denominato «materiale» una combinazione di materiale di superficie, elementi di inverdimento, costruzione e colori. Per consentire un approccio olistico ai materiali, vengono valutati anche aspetti come l'abbigliamento, l'acustica, le emissioni di gas serra e la durata di vita. Il catalogo comprende 66 materiali con 17 varianti di colore aggiuntive per l'inverdimento di facciate, pavimenti e tetti. I singoli materiali sono considerati da diverse prospettive: i) una raccolta di dati riferiti a 35 parametri relativi al materiale stesso e ii) un'analisi comparativa per parametri selezionati. Questi ultimi provengono da cinque aree tematiche:

- Impatto sul microclima urbano: temperatura fisiologica equivalente durante il giorno (PET, Physiological Equivalent Temperature, a livello dei pedoni), temperatura dell'aria esterna (sopra i tetti), temperatura dell'aria esterna notturna
- Radiazioni: albedo, indice di riflettanza solare, riflessione visiva (abbigliamento)
- Sostenibilità: durata di vita, emissioni di gas serra
- Proprietà acustiche: coefficiente di assorbimento acustico ponderato
- Capacità di infiltrazione (terreni/suoli e tetti): coefficiente di deflusso

L'impatto dei materiali sul microclima urbano è caratterizzato da due parametri: durante il giorno si utilizza il valore PET per il suolo e le facciate e la temperatura dell'aria esterna per i tetti; di notte, invece, la temperatura dell'aria esterna è determinante per tutte le superfici. I risultati per entrambi i parametri sono ottenuti attraverso simulazioni di un modello di microclima tridimensionale per un'area di Basilea. Viene presa in considerazione un'ondata di calore di quattro giorni a Basilea con i dati meteorologici della prima settimana dell'agosto 2018. La temperatura dell'aria esterna è valutata per tutti i materiali il quarto giorno alle 4 del mattino. Alle 14:00 del pomeriggio viene misurato il valore PET per il suolo e le pareti, in cui il comfort termico nell'area esterna svolge un ruolo importante. Per i tetti, in cui il comfort termico non è generalmente rilevante, è decisiva la temperatura dell'aria esterna sopra il tetto. Secondo i dati meteorologici la temperatura dell'aria esterna del quarto giorno era di 21.2 °C alle 04:00 del mattino e di 34.8 °C alle 14:00 del pomeriggio. Per il suolo e le pareti sono state analizzate dieci posizioni (sensori) nell'area a un'altezza di 1.7 m ed è stata fatta una media dei risultati di tutte e dieci le posizioni. Per i tetti sono state calcolate cinque posizioni a 1.6 m sopra il livello del tetto. Le tabelle seguenti mostrano tutti i materiali analizzati, ordinati in base al livello PET risultante o alla temperatura dell'aria esterna. Un'altra tabella mostra la temperatura dell'aria esterna sopra i tetti durante il giorno.

Per tutte le costruzioni murarie, il valore PET più basso è 32.3 °C e il più alto è 40.6 °C, quindi l'intervallo è di 8.3 K. Se si distingue tra colori scuri e chiari, la differenza va da 2.0 a 4.1 per il PET, a seconda del materiale. I materiali chiari presentano sempre un valore PET più alto di quelli scuri. Questo perché i materiali chiari riflettono più radiazioni rispetto a quelli scuri, il che influenza sul comfort termico delle persone che si trovano nelle vicinanze. Tuttavia, l'utilizzo di materiali di colore scuro comporta in genere una temperatura dell'aria esterna più alta rispetto all'utilizzo di materiali chiari.

Le tre costruzioni murarie con PET più basso sono costruzioni metalliche scure. Il motivo è riconducibile alla minore radiazione riflessa.

Altre costruzioni murarie che contribuiscono a un PET basso sono gli elementi di inverdimento (umidi) e facciate ventilate con rivestimento in lamiera metalliche, in fibro cemento o fotovoltaico. Nove dei 16 materiali per pareti che producono un valore PET < 38 °C sono costruzioni con ventilazione posteriore. Si tratta di un risultato «attendibile», perché il modello semplificato di ventilazione posteriore disponibile nell'ambiente di simulazione sottostima l'efficacia della circolazione dell'aria.

Quanto ai vari materiali utilizzati per le costruzioni di pavimentazioni, i risultati della simulazione mostrano una differenza di soli 1.0 K a livello di PET. I valori medi del PET di tutti i sensori sono compresi tra 37.6 °C e 38.5 °C. Poiché il valore PET è anche influenzato dalla radiazione solare diretta e dal vento, ciò dimostra che senza ulteriori misure di ombreggiamento non si ottiene un miglioramento significativo del microclima con la sola pavimentazione. Nelle combinazioni di inverdimento per il suolo si registrano differenze di 4,7 K con valori medi per tutti i sensori compresi tra 33.3 e 38.0 °C. La combinazione di inverdimento umido con alberi è la più vantaggiosa.

Per i materiali di copertura, la differenza di temperatura dell'aria a 1.6 m sopra il tetto è di 0.3 K per i materiali non verdi. La temperatura dell'aria è più bassa sopra i tetti chiari che sopra i tetti scuri. Il valore minimo è di 37.6 °C. Il valore minimo per i tetti verdi e umidi è leggermente inferiore: 37.3 °C.

I risultati piuttosto scarsi delle facciate con inverdimento secco, delle combinazioni di vegetazione secca e dei tetti verdi secchi sono riconducibili al fatto che il periodo valutato nelle simulazioni si colloca alla fine di un'onda di calore e si presuppone che gli strati superiori del suolo e del muro siano asciutti. Sotto i parametri selezionati nel programma di simulazione (e anche nella realtà), l'effetto di evaporazione non è più presente. Nel contesto del cambiamento climatico, con periodi di siccità più lunghi (e potenziali divieti di irrigazione), questi risultati dovrebbero fornire un incentivo a pianificare le aree verdi con un piano adeguato di ombreggiamento e irrigazione (acqua piovana). I risultati della simulazione mostrano che ciò può ridurre il valore PET fino a 2.6 K. Le aree verdi umide comportano quindi una chiara diminuzione dello stress termico durante il giorno. L'ombreggiatura migliora ulteriormente questo effetto. Di notte, la riduzione della temperatura è minore.

Dai risultati della simulazione si possono ricavare raccomandazioni per la scelta dei materiali, che variano a seconda degli obiettivi climatici urbani. Per ridurre l'effetto «isola di calore urbana» e migliorare il comfort termico nelle aree residenziali, si dovrebbe optare, ove possibile, per una vegetazione (irrigata). Per il suolo è preferibile una combinazione con gli alberi. Se non è possibile realizzare una vegetazione, per migliorare il comfort termico del suolo è preferibile optare per una pavimentazione di tonalità media e permeabile (in combinazione con un'efficace ombreggiatura). Per le facciate, si raccomandano facciate verdi e ventilate oppure facciate leggere con colori mediamente intensi. L'effetto «isola di calore urbana», sia in termini di temperatura delle superfici che di temperatura dell'aria esterna durante il giorno e la notte, è generalmente ridotto da superfici il più possibile chiare.

Il catalogo è pensato per i progettisti e i responsabili delle decisioni relative a progetti edili ancora in una fase iniziale di pianificazione concettuale. Permette di valutare i materiali in termini di proprietà ottimali per ridurre lo stress termico, di fisica della costruzione, requisiti energetici e sostenibilità.

Raccolta di dati sui materiali, classificati per PET durante la giornata

		PET diurno	Temperatura esterna (dell'aria) notturna	Albedo
Costruzioni di pareti		°C	°C	-
LB_Vetrate fisse di facciata_Schermature esterne, dispositivi per la protezione solare_d	32.3	22.0	0.08	
HF_Rivestimento esterno in lamiera di metallo_d	33.5	22.8	0.08	
LB_Pannelli coibentati_d	33.5	22.8	0.08	
HF_Elemento di inverdimento_umido	34.6	21.4	0.25	
HF_Rivestimento esterno in lamiera di metallo_b	35.0	22.6	0.36	
HF_Rivestimento esterno in fibrocemento_d	35.3	22.9	0.26	
HF_Fotovoltaico	35.8	22.7	0.16	
LB_Vetrate fisse di facciata_Schermature esterne, dispositivi per la protezione solare_h	36.0	22.0	0.68	
HF_Rivestimento esterno in fibrocemento_m	36.4	22.9	0.45	
HF_Rivestimento esterno in lamiera di metallo_h	36.9	22.5	0.68	
VA_Isolamento termico a cappotto in polistirene espanso EPS_d	36.9	23.1	0.26	
LB_Pannelli coibentati_h	37.0	22.6	0.68	
HF_Rivestimento in pietra	37.0	22.9	0.28	
ZW_Parete in calcestruzzo a vista_Isolamento centrale nell'intercapedine	37.3	22.9	0.38	
HF_Rivestimento in legno	37.4	22.6	0.35	
LB_Pannelli coibentati_b	37.6	22.7	0.40	
HF_Rivestimento esterno in fibrocemento	37.7	22.9	0.63	
VA_Isolamento termico a cappotto in polistirene espanso EPS_m	37.7	23.1	0.45	
VA_Isolamento termico a cappotto in lana di roccia_d	37.9	22.7	0.26	
ZW_Muro a doppio strato con isolamento centrale nell'intercapedine_Strato d'aria_d	38.0	22.9	0.26	
Tinteggiatura riflettente_d	38.1	22.7	0.42	
HF_Elemento di inverdimento_asciutto	38.2	22.4	0.25	
VA_Muro monostrato in mattoni o blocchi di laterizio_Intonaco termoisolante_d	38.3	22.4	0.26	
LB_Vetrate fisse di facciata	38.3	22.1	0.31	
VA_Isolamento termico a cappotto in lana di roccia_m	38.6	22.7	0.45	
VA_Muro monostrato in mattoni o blocchi di laterizio_Intonaco Aerogel_d	38.6	22.3	0.26	
ZW_Muro a doppio strato con isolamento centrale nell'intercapedine_Strato d'aria_m	38.6	22.9	0.45	
ZW_Muro a doppio strato con isolamento centrale nell'intercapedine	38.6	22.8	0.55	
HF_Rivestimento esterno in fibrocemento_h	38.7	22.9	0.75	
VA_Muro monostrato in mattoni o blocchi di laterizio_Intonaco termoisolante_m	38.9	22.4	0.45	
VA_Muro monostrato in mattoni o blocchi di laterizio_Intonaco Aerogel_m	39.2	22.3	0.45	
VA_Isolamento termico a cappotto in polistirene espanso EPS_h	39.5	22.9	0.75	
Tinteggiatura riflettente_m	39.5	22.6	0.69	
VA_Isolamento termico a cappotto in lana di roccia_h	40.1	22.6	0.75	
ZW_Muro a doppio strato con isolamento centrale nell'intercapedine_Strato d'aria_h	40.2	22.7	0.75	
Tinteggiatura riflettente_h	40.3	22.3	0.81	
VA_Muro monostrato in mattoni o blocchi di laterizio_Intonaco termoisolante_h	40.4	22.3	0.75	
VA_Muro monostrato in mattoni o blocchi di laterizio_Intonaco Aerogel_h	40.6	22.2	0.75	

Informazioni relative alla tabella

Abbreviazioni utilizzate:

b	vuoto	m	medio
B	terreno/pavimentazione circostante	PET	temperatura fisiologica equivalente
d	scuro,	min	suolo comprendente una parte minerale importante
EPS	polistirolo espanso	org	suolo comprendente una parte organica importante
h	leggero	T	Tetto
HF	facciata ventilata	VA	isolamento esterno intonacato
LB	facciata in vetro /costruzione leggera	ZW	costruzioni murarie a doppio strato

Solar Reflectance Index (SRI)	Riflessione (proprietà visive)	Durata di vita	Valutazione del coefficiente di assorbimento acustico	Emissioni di gas a effetto serra, Totale	Coefficiente di deflusso
–	–	anni	–	Equiv. CO ₂ prodotto per m ² (in kg)	–
0	0.10	25	non disponibile	60	non corrisponde
0	0.10	50	non disponibile	18	non corrisponde
0	0.10	non disponibile	2.4	57	non corrisponde
27	0.25	non disponibile	6.0	non disponibile	non corrisponde
25	0.60	50	non disponibile	14	non corrisponde
35	0.25	50	3.2	16	non corrisponde
1	0.09	35	1.9	203	non corrisponde
81	0.80	25	non disponibile	60	non corrisponde
53	0.50	50	3.2	16	non corrisponde
81	0.80	50	non disponibile	18	non corrisponde
35	0.25	30	1.0	29	non corrisponde
81	0.80	non disponibile	2.4	57	non corrisponde
23	0.23	50	1.7	non disponibile	non corrisponde
44	0.50	50	1.2	57	non corrisponde
38	0.30	30	5.1	2	non corrisponde
3	0.66	non disponibile	2.4	52	non corrisponde
63	0.30	50	3.2	16	non corrisponde
53	0.50	30	1.0	29	non corrisponde
35	0.25	30	1.3	21	non corrisponde
35	0.25	45	1.7	36	non corrisponde
50	0.25	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
27	0.25	non disponibile	6.0	non disponibile	non corrisponde
35	0.25	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
non disponibile	0.15	30	1.9	111	non corrisponde
53	0.50	30	1.3	21	non corrisponde
35	0.25	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
53	0.50	45	1.7	36	non corrisponde
64	0.13	50	1.9	61	non corrisponde
86	0.70	50	3.2	16	non corrisponde
53	0.50	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
53	0.50	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
86	0.70	30	1.0	29	non corrisponde
83	0.50	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
86	0.70	30	1.3	21	non corrisponde
86	0.70	45	1.7	36	non corrisponde
100	0.70	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
86	0.70	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde
86	0.70	non disponibile	1.7	non disponibile	non corrisponde

Per classificare i valori:

- PET diurno: 35–41 °C è considerato stress termico elevato, 29–35 °C stress termico moderato.
- Temperatura esterna (dell'aria) notturna: una temperatura elevata dell'aria impedisce agli edifici di raffreddarsi durante la notte.
- Albedo: quando l'albedo è elevato la maggior parte della radiazione viene riflessa.
- Solar Reflectance Index (SRI): più il valore SRI è alto è, più è basso l'effetto di riscaldamento dovuto alla radiazione solare della superficie.
- Riflessione (proprietà visive): un grado di riflessione elevato può provocare abbagliamento.

- Durata di vita: se è lunga può far risparmiare risorse, in quanto si rimanda la sostituzione.
- Valutazione del coefficiente di assorbimento acustico: su una scala da 1 a 6, un valore alto indica un'acustica smorzata nello spazio stradale.
- Emissioni di gas a effetto serra, totale (produzione e smaltimento): un valore alto significa emissioni elevate nella produzione e nello smaltimento.
- Coefficiente di deflusso: un coefficiente basso indica una buona infiltrazione.

Raccolta di dati sui materiali, classificati per PET durante la giornata

	PET diurno	Temperatura esterna (dell'aria) notturna	Albedo
Costruzioni di pavimentazione in prossimità all'edificio	°C	°C	-
B_Erba_umido_alberi_suolo_percentuale_org	33.3	22.3	0.16
B_Erba_umido_alberi_suolo_percentuale_min	33.3	22.3	0.16
B_Prato_umido_alberi_suolo_percentuale_org	33.4	22.3	0.25
B_Prato_umido_alberi_suolo_percentuale_min	33.4	22.3	0.25
B_Erba_asciutta_alberi_suolo_percentuale_org	34.4	22.3	0.16
B_Prato_asciutto_alberi_suolo_percentuale_org	34.5	22.4	0.25
B_Erba_asciutta_alberi_suolo_percentuale_min	35.3	22.5	0.16
B_Erba_umida_suolo_percentuale_min	35.4	22.4	0.16
B_Erba_umida_suolo_percentuale_org	35.4	22.4	0.16
B_Prato_asciutto_alberi_suolo_percentuale_min	35.4	22.5	0.25
B_Prato_umido	35.4	22.4	0.25
B_Prato_umido_suolo_percentuale_min	35.4	22.4	0.25
B_Prato_umido_suolo_percentuale_org	35.5	22.4	0.25
B_Erba_asciutta_suolo_percentuale_org	36.8	22.5	0.16
B_Prato_asciutto_suolo_percentuale_org	36.9	22.5	0.25
B_Asfalto_d	37.6	22.9	0.18
B_Pavimentazione_in_blocchi_di_calcestruzzo	37.7	22.9	0.25
B_Erba_asciutta_suolo_percentuale_min	37.9	22.6	0.16
B_Copertura_in_calcestruzzo	37.9	22.9	0.38
B_Asfalto_h	37.9	22.9	0.33
B_Prato_asciutto	37.9	22.6	0.25
B_Prato_asciutto_suolo_percentuale_min	38.0	22.6	0.25
B_Pavimentazione_in_lastre_di_pietra	38.2	22.9	0.45
B_Pavimentazione_in_pietra_a_griglia_di_prato	38.2	22.7	0.25
B_Copertura_in_ghiaia	38.2	22.7	0.29
B_Whitetopping_sull'asfalto_(calcestruzzo_sulla_superficie)	38.5	22.8	0.62

Strutture di copertura

T_Inverdimento_intensivo_umido	33.5	21.7	0.16
T_Inverdimento_estensivo_umido	33.5	21.8	0.20
T_Inverdimento_intensivo_asciutto	33.6	21.7	0.16
T_Metallo_h	33.6	22.3	0.68
T_Metallo_b	33.7	22.3	0.36
T_Metallo_d	33.7	22.4	0.08
T_Fibrocemento_h	33.7	22.4	0.75
T_Inverdimento_estensivo_asciutto	33.7	21.8	0.20
T_Fibrocemento	33.8	22.4	0.63
T_Fotovoltaico_Inverdimento_estensivo_umido	33.8	22.1	0.18
T_Tegola_rossa	33.8	22.4	0.60
T_Fotovoltaico	33.8	22.4	0.16
T_Fibrocemento_m	33.8	22.4	0.45
T_Tegola_d	33.8	22.4	0.40
T_Fibrocemento_d	33.8	22.4	0.26
T_Fotovoltaico_Inverdimento_estensivo_asciutto	33.9	22.1	0.18
T_Ghiaia	34.2	22.2	0.29
T_Bitume	34.2	22.2	0.26

Solar Reflectance Index (SRI)	Riflessione (proprietà visive)	Durata di vita	Valutazione del coefficiente di assorbimento acustico	Emissioni di gas a effetto serra, Totale	Coefficiente di deflusso
–	–	anni	–	Equiv. CO ₂ prodotto per m ² (in kg)	–
18	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
18	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
18	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
18	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
18	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
18	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
18	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	non disponibile	0.1
12	0.13	30	1.3	non disponibile	1.0
28	0.25	25	4.5	non disponibile	1.0
18	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
44	0.25	35	1.0	44	1.0
37	0.24	30	1.3	non disponibile	1.0
25	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
25	0.25	non disponibile	non disponibile	1	0.1
52	0.30	25	1.5	non disponibile	1.0
27	0.25	30	non disponibile	20	0.2
28	0.13	15	6.0	6	0.6
75	0.25	30	1.0	non disponibile	1.0

18	0.25	30	non disponibile	non disponibile	0.2
19	0.19	40	non disponibile	non disponibile	0.4
18	0.25	30	non disponibile	non disponibile	0.2
81	0.80	50	non disponibile	11	1.0
25	0.60	50	non disponibile	7	1.0
0	0.10	50	non disponibile	11	1.0
86	0.70	50	non disponibile	7	1.0
19	0.19	40	non disponibile	non disponibile	0.4
63	0.30	50	non disponibile	7	1.0
10	0.14	40	non disponibile	non disponibile	0.4
59	0.13	50	non disponibile	9	1.0
1	0.09	35	non disponibile	190	1.0
53	0.50	50	non disponibile	7	1.0
37	0.10	50	non disponibile	9	1.0
35	0.25	50	non disponibile	7	1.0
10	0.14	40	non disponibile	non disponibile	0.4
28	0.13	20	non disponibile	50	1.0
24	0.13	20	non disponibile	49	1.0

Colophon

Editore

Ufficio federale delle abitazioni UFAB
Hallwylstrasse 4, 3003 Berna
Tel. +41 58 480 91 11
info@bwo.admin.ch, www.bwo.admin.ch

Download

www.ufab.admin.ch

Partner del progetto

Società Cooperativa di costruzione wohnen&mehr, Basilea

Autori

Caroline Hoffmann, INEB, FHNW, Caroline.Hoffmann@fhnw.ch
Achim Geissler, INEB, FHNW, Achim.Geissler@fhnw.ch

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau
Hofackerstrasse 30
CH-4132 Muttenz
www.fhnw.ch

Consulenza tecnica

Andreas Wicki, GEO Partner AG, Basilea

Finanziamento

Ufficio federale delle abitazioni UFAB
Ufficio federale dell'energia UFE

Design

Hahn+Zimmermann, Bern

Citazione

Caroline Hoffmann, Achim Geissler (2026). *Cambiamento climatico e materiali da costruzione nelle aree urbane. Catalogo dei materiali e raccomandazioni. 2^a edizione. Sintesi*. Ufficio federale delle abitazioni, Berna.

Note

Questa sintesi è anche disponibile in tedesco e in francese. Il rapporto è disponibile in tedesco.

Il rapporto espone il parere degli autori. Esso non corrisponde necessariamente a quello dei mandanti.

Illustrazione di copertina

© DDPS