the cooling solution

Il futuro dell'aria condizionata e il suo impatto sulla società

Fotografie di Gaia Squarci, ricerca di ENERGYA presso l'Università Ca' Foscari Venezia

In un articolo sul New York Times del 2022, il giornalista Davide Wallace-Wells, autore del libro *La Terra Inabitabile*, osservava come non fosse più corretto continuare a definire le pericolose ondate di calore come eventi estremi. Non si tratta più, infatti, di casi isolati, ma di una nuova norma nel quadro di un clima che è già cambiato, accompagnato da eventi meteorologici una volta rari ma che sono oramai sempre più frequenti, estesi, ed intensi. L'uso dell'aria condizionata si è oramai affermata come l'unica strategia onnipresente e intensamente pubblicizzata per far fronte al caldo estremo in diverse parti del mondo, non importa quanto caldo o umido possa effettivamente esserci. Secondo il report *The Future of Cooling* pubblicato nel 2018 dall'Agenzia Internazionale per l'Energia, nei prossimi 30 anni verranno venduti 10 impianti di condizionatori ogni secondo, raggiungendo così nel 2050 il numero di 5,6 miliardi di impianti installati a livello mondiale.

The Cooling Solution è un progetto scientifico che ha scelto la fotografia d'autore per raccontare come persone provenienti da diversi contesti socioculturali, in varie parti del mondo, si adattino a temperature crescenti e alti tassi di umidità. A partire dal titolo, il termine "soluzione" vuole mettere in discussione il paradigma dell'adattamento al cambiamento climatico incentrato sull'uso indiscriminato dei condizionatori. Il progetto mette in risalto le conseguenze che l'aumento delle temperature potrebbero avere per la nostra salute, la domanda crescente per servizi di raffrescamento, e vuole far riflettere sui possibili rischi ambientali e sociali legati all'utilizzo eccessivo di metodi energivori, come l'aria condizionata. Il progetto combina i risultati scientifici della ricerca svolta a Ca' Foscari con le testimonianze personali raccolte durante un reportage fotogiornalistico in Brasile, India e Indonesia al fine di illustrare come condizioni socio-economiche, fattori demografici, lo spazio circostante e la cultura siano tutti elementi che influenzino i nostri modi di far fronte al caldo e al disagio termico.

Fossilizzarsi su un'unica soluzione tecnologica come l'aria condizionata, a prescindere dalle condizioni effettive di temperatura e umidità, rischia di portare all'accumulo di grandi quantità di emissioni. Questi, così come gli effetti sulla salute, sono conseguenze che tendono a passare inosservate, perché distanti nel tempo e nello spazio. Si osserva già oggi un uso eccessivo dell'aria condizionata, anche laddove esistono metodi meno energivori che potrebbero dare un risultato altrettanto soddisfacente. Il progetto mette in luce le contraddizioni ambientali e sociali di questa soluzione, nonché la tensione con gli obiettivi che spesso motivano il suo utilizzo, come la necessità di proteggere le persone più fragili della società, dai bambini, agli anziani, alle persone con disabilità.

Oggi praticamente tutte le mega-città si trovano ad affrontare ondate di calore, ma è nei prossimi 30 anni e nei paesi tropicali, che il miglioramento delle condizioni socioeconomiche porterà gli strati più poveri della popolazione del Brasile, India, Indonesia, ad acquistare centinaia di milioni di condizionatori. In Europa, il rapido invecchiamento della popolazione sarà un fattore aggiuntivo che contribuirà alla vulnerabilità del nostro paese rispetto al clima che cambia. *The Cooling Solution* offre così un percorso visivo tra Brasile, India, Indonesia e Italia, attraverso esperienze di raffreddamento inefficiente e inefficace, iper-raffreddamento, architetture vernacolari e tecnologie di raffrescamento all'avanguardia in Brasile, India, Indonesia, e Italia.

→ GRAFICO

Numero di giorni molto caldi all'anno, oggi e nel 2050

Numero di giorni all'anno con un heat index superiore ai 32°C. L'*heat index* è un indicatore che combina temperatura e umidità dell'aria per restituire la temperatura percepita dagli individui. Ad esempio, quando la temperatura dell'aria è di 30°C e l'umidità è al 75%, l'*heat index*, o la temperatura percepita, sarà di 36°C.

01 Aria condizionata

Da quando è iniziata la moderna registrazione delle temperature nel 1880, la temperatura media del pianeta è aumentata di circa 1,1 gradi centigradi. Inoltre, gli ultimi nove anni sono stati gli anni più caldi mai registrati sulla terra. L'esposizione prolungata del corpo umano a una combinazione di temperature estreme e umidità può avere gravi effetti sulla salute. Si prevede che lo stress da calore si avvicinerà a soglie critiche non solo nei paesi tropicali umidi, ma anche in diverse zone dell'Europa e del Nord America, in particolare per chi lavora all'aperto e per le famiglie vulnerabili con anziani, neonati o adulti con problemi di salute.

A partire dagli anni 2000, l'uso dell'aria condizionata si è affermato come la principale soluzione tecnologica per combattere le temperature eccessivamente alte. La diffusione di condizionatori in vari paesi, tuttavia, non riflette in modo perfetto le condizioni climatiche, perché giocano un ruolo importante anche fattori culturali e socioeconomici. Rispetto a paesi come gli Stati Uniti d'America o il Giappone, dove più del 90% delle famiglie possiede almeno un condizionatore, gli europei hanno sempre avuto una minor inclinazione ad utilizzarne. Le abitudini in Europa stanno tuttavia rapidamente cambiando, spinte dall'aumento delle temperature, dalla crescente urbanizzazione e dalla riduzione nei costi dei condizionatori. Nei paesi tropicali invece, l'adozione dell'aria condizionata nelle abitazioni è essenzialmente determinata dalle condizioni socio-economiche delle famiglie. In questi paesi, l'aumento previsto del reddito medio porterà il numero di case provviste di condizionatori a raddoppiare nei prossimi vent'anni.

L'ex primo ministro di Singapore Lee Kuan Yew ha dichiarato in un'intervista: "l'aria condizionata [...] ha cambiato la natura della civiltà rendendo possibile lo sviluppo nei tropici. Senza aria condizionata si può lavorare solo nelle prime ore del mattino, o al tramonto". Ma al ritmo odierno di installazione nelle case e a causa della loro fame di energia, i condizionatori rischiano di causare un'altra crisi globale. Senza drastici miglioramenti nell'efficienza energetica e nell'uso di fonti energetiche a basse emissioni, la domanda aggiuntiva di energia generata dal condizionamento degli ambienti renderà gli sforzi per ridurre le emissioni di gas serra più difficili e costosi.

→ GRAFICO

Adozione di aria condizionata nelle famiglie oggi e nel 2050

Storicamente sono gli Stati Uniti, il Giappone e l'Australia a guidare la corsa all'adozione di aria condizionata, ma saranno 3 dei paesi più popolosi del mondo - Cina, India e Indonesia - a registrare i maggiori aumenti entro il 2050.

Nei paesi tropicali, il miglioramento delle condizioni socioeconomiche degli strati più poveri della popolazione permetterà a miliardi di persone di acquistare un condizionatore nei prossimi 30 anni.

TerraXCube

Il terraXcube è un centro per la simulazione di ambienti estremi che si trova a Bolzano, in Italia. All'interno delle camere climatiche del centro, i ricercatori indagano la percezione della temperatura dell'aria da parte delle persone, in diverse condizioni. I partecipanti sono stati in grado di identificare differenze di temperatura anche di un solo grado centigrado. Anche gli stimoli visivi sembrano avere un impatto sulla percezione termica, con luci rosse in grado di creare l'illusione di un ambiente più caldo e luci blu di un ambiente più freddo.

Le aspettative rispetto
al proprio comfort termico
dipendono dal nostro bagaglio
conoscitivo ed esperienziale,
nonché dal contesto sociale e
culturale, e dalla conformazione
dello spazio circostante.

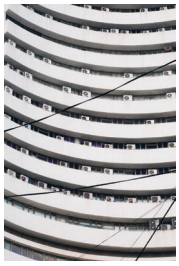
Akos, Italia

Akos Barat, 37 anni, ballerino professionista ungherese, in una Milano deserta di metà agosto. Akos vive in Italia dal 2006 e condivide un appartamento con il suo partner israeliano vicino a via Vincenzo Monti, nel centro città. Akos soffre molto il caldo durante l'estate milanese e in particolare al lavoro, dove non c'è aria condizionata. Ricorda che, a Budapest, le temperature possono scendere fino a 17 gradi durante le notti estive, e ribadisce quanto sia "assurdo che a Milano la temperatura notturna possa rimanere sopra i 29 gradi per settimane". Non gli piace usare l'aria condizionata e cerca di combattere il caldo facendo passeggiate con i suoi cani o andando in piscina. Il suo partner, invece, è cresciuto usando l'aria condizionata tutto il giorno in Israele e imposta sempre la temperatura in casa sui 16 gradi. "Appena esce, spengo semplicemente l'aria condizionata e metto la modalità deumidificazione" racconta Akos.

Mauro, Brasile

Mauro Neme, 63 anni, di origini palestinesi, è nato a Rio de Janeiro. Tre anni fa ha fondato un'associazione culturale per bambini in una favela situata nel quartiere di Santa Teresa. Il piccolo spazio ospita computer, una biblioteca e un mini-cinema, tutti dedicati a varie attività per bambini. "Ci prendiamo cura di circa 20-30 bambini al giorno mentre i genitori sono al lavoro. Riceviamo pochi contributi per sostenerci, ma possiamo contare su 10 volontari che ci aiutano nelle nostre attività, in sostanza tenere i ragazzi lontani dal *traffico*", dice Mauro riferendosi al diffuso traffico di droga in certe favelas. "Senza aria condizionata, sarebbe un forno qui dentro, e sarebbe impossibile lavorarci, anche per via di tutti i computer che abbiamo. Quindi l'aria condizionata è accesa tutto il giorno, ma la bolletta della luce fortunatamente non esiste, perché mi collego alla rete tramite un gato", il comune allacciamento elettrico illegale che esiste in molte favelas. "Dalla prossima settimana avremo di nuovo la piscina di plastica per i bambini, fondamentale per tenerli al fresco durante le giornate più calde" conclude Mauro.

Anderson Cleyton, 23, posa nella sua casa in legno, senza finestre, in Ocupação Dandara, un insediamento temporaneo illegale nei sobborghi di Rio de Janeiro. Brasile, 2022



Un edificio nel cuore di Mumbai con condizionatori installati su ogni finestra. Questo tipo di facciate piene di condizionatori sono abbastanza comuni nelle grandi città dei paesi tropicali. India, 2019

Una famiglia su uno scooter nel quartiere di Kemayoran nel centro della città di Jakarta, con sullo sfondo i tipici grattacieli della classe media. Indonesia, 2022

Ragazzi giocano a cricket nel tardo pomeriggio a Oval Maidan, un grande parco ricreativo nel ricco quartiere di Churchgate, a sud di Mumbai. India, 2019

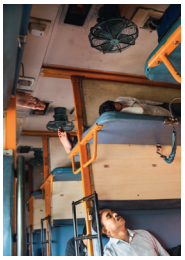
Alcuni avventori attorno ad un venditore di cibo di strada nel quartiere di Old Delhi. I lavoratori all'aperto nei paesi caldi sono particolarmente esposti al calore in quanto privi di qualsiasi forma di raffrescamento. India, 2019

Günther Cologna, 64 anni, si concentra per percepire minime variazioni di temperatura durante un esperimento nelle camere climatiche del terraXcube. Italia, 2022

La camera climatica principale del terraXcube a Bolzano, dove i ricercatori possono ricreare tutte le condizioni ambientali del nostro pianeta, fino a valori estremi. Italia, 2022

Le temperature delle 4 camere climatiche del terraXcube vengono monitorate durante un esperimento sulla percezione della temperatura. Italia, 2022

Una vista dell'ingresso delle 4 camere climatiche utilizzate per gli esperimenti sulla percezione della temperatura presso il terraXcube. Italia, 2022



Passeggeri dormono nella seconda classe di un treno diretto a Jaipur. Ancora più della temperatura, è l'umidità dell'aria che determina la percezione del caldo. India, 2019

Un anziano si gode il fresco del tardo pomeriggio sul suo balcone di casa, all'ombra di alberi che lo riparano dall'espozione diretta al sole. Italia, 2022

02 Motivi

Reddito e clima sono i due principali fattori che influenzano le scelte personali quando si valuta se acquisire (ed utilizzare) o meno l'aria condizionata, ma questi due fattori pesano in modo differente in base al paese. Ad esempio, oggi in Europa, il reddito pro capite medio permette alla maggioranza delle famiglie di poter affrontare i costi di acquisto e di utilizzo di un condizionatore. Tuttavia le temperature medie, relativamente più basse rispetto ad altre realtà, hanno fatto sì che i tassi di adozione nelle abitazioni rimanessero bassi. In India, invece, la maggior parte delle famiglie dispongono di un budget medio molto più basso che agisce da freno all'acquisto, nonostante le temperature siano ben più alte.

Nei paesi in via di sviluppo, oltre al ruolo del reddito, si vede come le famiglie molto numerose tendano a possedere ed utilizzare meno i condizionatori mentre le famiglie con anziani in casa appaiono più propense. Emerge anche una maggiore propensione all'uso dell'aria condizionata da parte degli uomini rispetto alle donne, sia nei paesi con economie emergenti, come il Brasile, che in paesi sviluppati, come l'Italia.

Nei paesi sviluppati, le dinamiche di adozione dell'aria condizionata sono essenzialmente governate dalla frequenza di giorni molto caldi. In aggiunta a questo fattore determinante, anche le caratteristiche demografiche della popolazione e la distribuzione della ricchezza sono elementi che giocano un ruolo importante. Famiglie con un alto numero di elettrodomestici tendono ad essere più inclini all'uso del condizionatore, mentre è meno probabile trovarlo in famiglie che prestano attenzione all'impatto delle loro azioni sull'ambiente.

I paesi sviluppati e in via di sviluppo condividono anche motivazioni comuni circa l'acquisto di condizionatori. In tutti i paesi analizzati, le famiglie sembrano essere ugualmente preoccupate dalla necessità di proteggere i bambini in famiglia, e questo porta spesso alla scelta di acquistare un impianto. Indipendentemente dal paese, le stesse classi sociali tendono ad avere comportamenti paragonabili, anche se nei paesi in via di sviluppo le differenze tra classi sono più marcate. Infine, l'istruzione tende ad avere un effetto positivo sulla propensione all'acquisto, e solo in alcuni paesi sviluppati si può notare un'influenza di segno opposto.

→ GRAFICO

Motivi chiave per l'adozione di AC

Nei paesi tropicali emergenti, l'adozione dell'aria condizionata nelle case ed il suo uso effettivo è vincolato al reddito, mentre nei paesi più temperati e sviluppati, il motivo principale che ne motiva l'acquisto e l'uso è il cambio climatico.

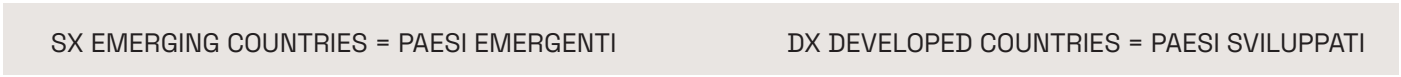
Nei paesi tropicali, il numero di condizionatori installati aumenterà in modo vertiginoso nel corso dei prossimi 30 anni e almeno il 37% delle famiglie in Brasile, India e Indonesia ne avrà uno.

Anche in paesi sviluppati e temperati dove l'aria condizionata non ha avuto finora ampia diffusione, questa soluzione diventerà una strategia di adattamento predominante per combattere il caldo eccessivo.

→ GRAFICO

Adozione dell'aria condizionata per fascia di reddito oggi e nel 2050

Se guardiamo alla fasce più ricche della popolazione, circa l'80% delle famiglie possederà un condizionatore nel 2050 e consumerà circa 4 volte l'elettricità che utilizza oggi.



Le persone che visitano un paese per brevi periodi non hanno il tempo di adattarsi al clima locale. I soggiorni brevi sono uno dei principali motivi per l'installazione di condizionatori nelle destinazioni turistiche.

Guthembergo e Lidia, Brasile

Guthembergo e sua figlia Lidia Cristina fanno la doccia nella loro casa di Ocupação Dandara, alla periferia di Rio de Janeiro. L'area è sede di un'occupazione illegale, iniziata nel 2020 a seguito della crisi economica dovuta alla pandemia di COVID-19. Gli abitanti non hanno il permesso di costruire case permanenti e quindi la maggior parte di loro vive in baracche fatte di legno e lamiere. Tutti gli abitanti possiedono ventilatori, ma, con temperature che superano regolarmente i 40 centigradi al chiuso durante l'estate, evitano semplicemente di restare a casa durante le ore più calde della giornata, affidandosi a docce frequenti per rinfrescarsi durante la stagione calda. Visto che gli abitanti non hanno accesso alla rete idrica, l'acqua che usano non è potabile e le loro strategie di raffreddamento causano spesso altri problemi di salute.

Marisa, Italia

Marisa Vesco, 85 anni, viene aiutata a farsi la doccia da sua figlia Chiara, nel suo appartamento a Cossato, in Piemonte. A Marisa è stato diagnosticato un cancro incurabile al fegato e, sebbene sia stata più sensibile al freddo che al caldo per tutta la sua vita, le sue condizioni di salute la rendono particolarmente debole nelle giornate più calde. Marisa cammina con un bastone ma si stanca facilmente, quindi passa la maggior parte del tempo a letto a leggere o a guardare la televisione. Il suo appartamento non ha l'aria condizionata, quindi la sua famiglia usa un ventilatore per aiutarla a sopportare il caldo durante l'estate. La percezione del caldo dipende anche dalla sensibilità al calore, e le persone anziane con condizioni di salute preesistenti hanno una minore capacità di termoregolare il proprio corpo.

Edifici residenziali torreggiano sopra il mercato nel quartiere Kemayoran di Jakarta. Il rapido sviluppo urbano nei paesi caldi e in via di sviluppo sta trainando il boom della domanda di aria condizionata. Indonesia, 2022

Abitanti del villaggio di pescatori di Worli al mattino presto, e sullo sfondo gli edifici residenziali di Mahim, ora una zona benestante di Mumbai. India, 2019

Le persone cercano riparo dal caldo durante una delle ondate di calore del 2022, alla BAM Tree Library, un'area verde nel distretto finanziario di Milano. Italia, 2022

Un operatore cinematografico prende una pausa sul set ultra-climatizzato di una serie TV di Bollywood nel nord di Mumbai. India, 2019

I turisti conquistano Piazza San Marco durante la tradizionale Festa del Redentore a Venezia. L'offerta di appartamenti residenziali per brevi soggiorni è uno dei principali motori dell'adozione dell'aria condizionata nelle città turistiche. Italia, 2015

Bagnanti si godono il tramonto sulla spiaggia di Ipanema. Il quartiere di Leblon, sullo sfondo, è il più ricco di Rio de Janeiro. Sulla collina dietro si vede la favela Vidigal. Brasile, 2022

03 Ambiente

La maggior parte dei condizionatori attualmente sul mercato sono a basso costo e presentano scarse prestazioni energetiche: la maggior parte degli impianti usati dai privati sono da due a tre volte meno efficienti dei migliori modelli disponibili. Se il raffreddamento degli spazi fosse una nazione, oggi consumerebbe l'intera elettricità generata in India, ossia circa 2.000 terawattora.

Le proiezioni future puntano ad importanti aumenti della domanda globale di elettricità per il raffrescamento, nell'ordine del 7% entro il 2050 e del 18% nel 2100. Poiché i nostri sistemi energetici dipendono ancora in gran parte dai combustibili fossili, nei prossimi 30 anni, le nostre società dovranno mettere in campo circa 55 gigawatt aggiuntivi di energia fossile all'anno per generare l'energia che alimenta i condizionatori, un'aggiunta paragonabile a circa 30 nuovi grandi impianti a gas e 10 nuovi grandi impianti a carbone ogni anno fino al 2050.

La crescita dell'aria condizionata sarà così responsabile di un aumento delle emissioni annuali di CO_2 tra 7 e 17 milioni di tonnellate in Europa, e tra 38 e 160 milioni di tonnellate in India, da qui al 2050. A livello globale, da qui al 2100, il raffreddamento degli ambienti potrebbe quindi rappresentare fino al 7% delle emissioni totali globali cumulative di gas serra, ovvero circa 350 miliardi di tonnellate di CO_2, paragonabili a dieci volte le attuali emissioni globali annuali di CO_2 da combustibili fossili.

Un altro importante problema ambientale legato all'utilizzo dei condizionatori è l'uso di refrigeranti nel ciclo di compressione del vapore. A seguito del protocollo di Montreal del 1987, il quale ha eliminato con successo gli CFC e HCFC che stavano danneggiando l'ozono del nostro pianeta, i condizionatori utilizzano ora refrigeranti a base di HFC, detti gas fluorurati. Questi gas fluorurati hanno purtroppo un elevato effetto serra, e ammontano già a circa il 2,5% delle emissioni di gas a effetto serra dell'Unione Europea.

Un maggiore utilizzo dei condizionatori può anche contribuire all'inquinamento dell'aria perché la combustione di combustibili fossili durante la produzione di elettricità genera ossidi di azoto, monossido di carbonio, e biossido di zolfo. Entro il 2050, il livello di ossidi di azoto causati dall'aria condizionata nell'Africa Sub-Sahariana, nel Sud-Est Asiatico, e nel Medio Oriente e Nord Africa potrebbero raggiungere i livelli oggi emessi dai combustibili fossili per tutti gli utilizzi in Medio Oriente e nel Nord Africa.

→ GRAFICO

Emissioni di CO_2 dovute ai condizionatori oggi e nel 2050

Nella maggior parte dei paesi, le emissioni di C02 dovute all'aria condizionata rappresentano già circa 1/4 delle emissioni dovute all'elettricità per uso residenziale.

Se l'aria condizionata fosse una nazione, consumerebbe una quantità di elettricità pari a quella generata in India oggi. Sommando tutte le emissioni legate al raffrescamento da oggi al 2100, queste corrispondono a circa 10 volte le emissioni annuali di CO_2 attuali.

Impianti per l'aria condizionata con tecnologia obsoleta sono accatastati in un negozio di riciclaggio nello slum di Dharavi a Mumbai. India, 2019

Alcuni uomini camminano in una strada periferica di Gurgaon, un centro tecnologico in rapida espansione alla periferia di Delhi, noto per avere uno dei peggiori indici di qualità dell'aria del pianeta. India, 2019

Una famiglia indonesiana in un vagone di prima classe con aria condizionata su un treno che va da Tegal a Yogyakarta, Java. Indonesia, 2022

Alcuni visitatori del Nehru Planetarium di Delhi guardano un video informativo in una sala climatizzata. India, 2019

04 Società

L'essere umano avrà la necessità di adattarsi ai cambiamenti climatici, ma esistono limiti all'adattamento, sia fisiologici che psicologici. In alcune zone del mondo, la popolazione sta già toccando soglie critiche. Oltre a dipendere da temperatura e umidità, i rischi legati al caldo variano anche rispetto alle specifiche vulnerabilità di ogni paese. In paesi come il Brasile, l'India, e l'Indonesia, queste sono legate alle precarie infrastrutture urbane, alle disuguaglianze socio-economiche e alla presenza di comunità marginalizzate c he vivono in insediamenti informali. In paesi come l'Italia, le fonti di vulnerabilità sono principalmente relative all'invecchiamento della popolazione e alle disuguaglianze nella distribuzione e nell'accesso ai servizi sanitari.

L'esposizione al caldo può rappresentare un rischio acuto per la salute, soprattutto tra gli anziani e tra le persone con altre tipologie di fragilità fisica o psicologica. Oggi, in Europa e Nord America più del 10% della popolazione ha più di 69 anni, mentre in Asia e Sud America questa fascia di età rappresenta solamente il 5% della popolazione. Nel 2050, questa proporzione raggiungerà il 23% in Europa, il 20% in Nord America, e il 15% in Asia e Sud America.

Il caldo eccessivo ha anche un effetto diretto sulla salute e la produttività dei lavoratori, soprattutto se impiegati in spazi aperti, in agricoltura o nell'edilizia. Condizioni di caldo estremo possono compromettere la capacità di eseguire certe mansioni sia perché i lavoratori necessitano di ritmi più lenti e di pause più frequenti, sia perché il caldo interferisce direttamente con le capacità cognitive.

Il concetto di povertà energetica fu introdotto in relazione alla capacità di una famiglia di garantire o meno il riscaldamento in casa. Nel contesto di un clima che sta cambiando, questo concetto deve ora includere la capacità economica di raffrescare il proprio ambiente durante i giorni eccessivamente caldi. La metrica utilizzata per monitorare questo aspetto è la quota di reddito che una famiglia spende per il raffrescamento. Tra le famiglie con reddito minore, questa quota oscilla tra il 10% dell'Indonesia e il 20% del Brasile, mentre in Italia si toccano quote attorno al 4% del reddito. In Brasile, India, e Indonesia si stima che nel 2050, almeno il 20-30% delle famiglie si troverà ancora in condizioni di povertà energetica, con ampia variabilità all'interno dei paesi stessi.

→ GRAFICO

Numero di giorni con un heat index superiore a 32 gradi, oggi e nel 2050

Nei prossimi 30 anni, il numero di giorni all'anno con un heat index superiore a 32 gradi Celsius aumenterà in tutti i paesi, ma in particolar modo in Indonesia.

Il caldo eccessivo rappresenta un rischio maggiore per coloro che non possono ricorrere al raffrescamento, come i lavoratori nei settori dell'agricoltura, delle costruzioni, e del commercio informale.

Il caldo eccessivo impatta direttamente i lavoratori, riducendo il numero di ore lavorative e pertanto anche la loro produzione. In Haryana, uno stato del nord dell'India e uno dei principali produttori di riso del paese, lo stress da caldo grava già pesantemente sui lavoratori all'aperto nel settore agricolo. Sul monte Ijen, a Giava, in Indonesia, l'estrazione dello zolfo è ancora effettuata a mano. I minatori chiamano lo zolfo "l'oro del diavolo", perché coloro che vi si affidano per un salario dignitoso pagano un alto prezzo in termini di salute, e talvolta con la propria vita. I minatori di Ijen lavorano di notte e al mattino presto per evitare il caldo, un'abitudine che molti lavoratori all'aperto dovranno adottare nel prossimo futuro.

→ GRAFICO

Consumo domestico di energia elettrica oggi e nel 2050

Nei prossimi 30 anni, la quantità di elettricità utilizzata dalle famiglie aumenterà in tutti i paesi, ma soprattutto in India e Indonesia.

Micheli, Brasile

Karen Ramos Sartori, 45 anni, e Micheli Sartori, 52 anni, entrambi nati con gravi handicap, posano nella loro casa di Fazenda Botafogo, un quartiere periferico della classe medio-bassa a nord di Rio de Janeiro. Micheli è stato un atleta paralimpico di ping-pong e lavorava come intermediario commerciale. Al momento nessuno dei due lavora, e vivono insieme ai loro due figli grazie ad una piccola pensione. Per combattere il caldo dei mesi più caldi si affidano di solito ad un ventilatore che rimane acceso tutto il giorno, e consumano abitualmente cibo e frutta fresca, acqua e gelati. Micheli aggiunge: “In questa regione ha sempre fatto caldo, ma di notte avevamo un po’ di sollievo. Ora non è più così. Circa 10 anni fa ho iniziato a sudare di notte a causa del caldo, e ora è insopportabile senza aria condizionata. L’abbiamo solo in camera da letto e la usiamo solo di notte. Nonostante ciò, durante l’estate, il costo della bolletta elettrica raggiunge 600 reais al mese (108 euro), ossia circa il 40% del nostro budget mensile complessivo”.

Anna, Lara e Sãnella, Brasile

Anna Gabriela Patrocinio Gregório, 24 anni, le sue figlie Lara, 8, e Sãnella, 5 nella loro casa, in una favela situata nel quartiere di Santa Teresa, a Rio de Janeiro. Anna Gabriela ha ereditato la casa dal padre, che l’ha costruita interamente: ha tre piccole stanze senza finestre e viene aerata solo grazie a due ventilatori. Anna Gabriela racconta che “il caldo è particolarmente difficile durante la notte”. Quando era incinta di Sãnella, ricorda di essere stata spesso sul punto di svenire a causa del caldo. Oltre ad usare i ventilatori, la famiglia cerca di combattere il caldo con le docce e bevendo molta acqua. “Però il nostro problema principale è l’acqua che beviamo e utilizziamo per rinfrescarci. Causa spesso mal di stomaco a me e ai miei figli” conclude Anna Gabriela.

Un uomo si affaccia dal suo uscio di casa, attraversato dai cavi che deviano l'elettricità dal rete principale, nello slum di Dharavi, Mumbai. India, 2019

Un commerciante di noci di cocco fuma una sigaretta in un mercato nel quartiere di Kemayoran, a Jakarta. Indonesia, 2022

Tre uomini dormono sulla panchina di una fermata dell'autobus a Churchgate, un quartiere ricco di Mumbai. India, 2019

Una operatrice ecologica prende una pausa nel Parque Madureira, alla periferia di Rio de Janeiro. Nei paesi tropicali, i turni notturni sono molto comuni tra i lavoratori all'aperto. Brasile, 2022

Un agricoltore trebbia il riso nello stato nordoccidentale dell'Haryana. India, 2019

Un minatore di zolfo lavora all'alba vicino ad una fumarola, all'interno del cratere del Monte Ijen, un vulcano attivo dell'isola di Giava. Indonesia 2022

Una donna e suo figlio siedono fuori dalla lora casa con il tetto di lamiera nel quartiere di Cosme Velho a Rio de Janeiro. Brasile, 2022

05 Alternative

Nel corso dei prossimi anni, dovremo affrontare due sfide contigue ma in qualche modo contraddittorie. Da un lato avremo la necessità di adattarci ad una temperatura che inevitabilmente aumenterà, dall'altro lato dovremo evitare che la temperatura continui a crescere. Per contenere l'aumento della temperatura media globale saranno quindi necessarie azioni che riducano le emissioni di gas climalteranti. In questo contesto, le soluzioni di raffrescamento che andremo ad adottare dovrebbero allora evitare di entrare in contrasto con la necessaria riduzione delle emissioni. Fortunatamente esistono già oggi opportunità di questo tipo, come la decarbonizzazione nella generazione di elettricità, il miglioramento dell'efficienza energetica dei condizionatori, l'isolamento degli edifici, e tutte le strategie che permettono di ridurre la necessità dei condizionatori in primo luogo.

Il processo di omogeneizzazione delle tecniche di costruzione e degli stili architettonici ha portato il mondo a scegliere l'aria condizionata come principale metodo per controllare la temperatura interna degli edifici. Ultimamente, alcuni architetti stanno tuttavia riscoprendo il ruolo importante dei principi architettonici tradizionali. Queste tecniche costruttive, basate sul raffrescamento passivo, erano particolarmente attente al comfort termico degli abitanti negli ambienti interni, e ancora oggi se ne possono trovare ampi esempi in India e Indonesia.

Secoli addietro, prima del diffuso accesso all'elettricità e dell'avvento dei cambiamenti climatici, i maharajas del Rajasthan godevano nei loro palazzi di piacevoli brezze naturali grazie ad un sofisticato sistema di elementi architettonici, mentre in Old Delhi, le mura spesse, l'orientamento degli edifici e le strade strette permettevano di tenere il caldo estivo fuori dagli edifici. In Indonesia, l'architettura vernacolare è ancora caratterizzata da elementi architettonici particolari come lo spazio tra le pareti e il tetto, alti soffitti, forme particolari dei soffitti e porticati all'ingresso degli edifici, tutti elementi che facilitano la circolazione dell'aria e l'ombreggiamento.

Queste soluzioni, insieme ad altre tecnologie, non sono tuttavia in grado di raggiungere tutti. Le comunità marginalizzate e più svantaggiate spesso non possono fare altro che affidarsi a strategie comportamentali, come docce frequenti e idratazione costante. In Brasile, gli abitanti delle favelas tendono a comportamenti che apportano benefici immediati, ma problemi sul lungo termine. L'assunzione di bevande alcoliche ghiacciate, il consumo di cibi dolci, di succhi di frutta di cibi altamente processati sono tutti fattori che aumentano la disidratazione e che rallentano i processi di termoregolazione corporea, contribuendo così ad alimentare lo stress termico.

→ GRAFICO

Come affrontano il caldo le persone in Brasile?

L'aumento delle temperature è una minaccia potenzialmente letale nelle aree tropicali dove si concretizzano nuove forme di vulnerabilità e privazioni, come: infrastrutture urbane precarie, urbanizzazione informale,ed esclusioni socio-economiche e spaziali.

→ TABELLA SINISTRA

Pratiche idriche
Panni bagnati
Bere bevande dolci ed alcol
Docce frequenti
Mangiare dolci
Capelli bagnati
Utilizzo di ventilatori 24 ore su 24, 7 giorni su 7

→ TABELLA DESTRA

Facile accesso a spazi blu e verdi
Uso di condizionatori e di altri mezzi meccanici
Mangiare più frutta e verdura
Evitare alcol e bevande dolci
Niente capelli o panni bagnati
Usare più uber/taxi/auto (con aria condizionata)
Accesso all'aria condizionata sul posto di lavoro

L'uso dell'acqua è una delle forme di raffrescamento più comuni attraverso culture anche molto diverse, ma nelle comunità più svantaggiate l'acqua diventa spesso veicolo di malattie.

Cristiano, Brasile

Cristiano, 47 anni, si gode l'effetto rinfrescante di un tuffo in piscina, durante una grigliata domenicale in casa, con parenti e amici. Cristiano vive in una favela situata sulle colline del quartiere di Santa Teresa a Rio de Janeiro, e lavora come autista Uber portando i turisti in giro per la città carioca. Quando accompagna i suoi clienti in auto, tiene sempre l'aria condizionata accesa. A casa sua invece, utilizza soprattutto la piscina per rinfrescarsi durante le giornate calde. "La usiamo anche di notte se necessario, oltre alla doccia esterna, che utilizzo almeno quattro volte al giorno per mantenermi fresco. Ho un solo condizionatore a casa, in camera da letto. Quando fa troppo caldo, lo usiamo di notte, e questo è l'unico modo per riuscire a dormire. Rimane acceso fino al mattino presto, quando mi sveglio per andare al lavoro" precisa Cristiano.

Adrea Squarci, Italia

Andrea Squarci, 69 anni, guarda una partita di tennis in TV durante un'ondata di calore al Lido dei Pini, una località balneare a circa un'ora da Roma, in Italia. La casa dove Andrea vive dal suo pensionamento nel 2019 con sua moglie Chiara è di fronte al mare. Questo assicura un'ottima ventilazione, soprattutto se paragonata alla città di Milano, la città dove ha vissuto per più di 30 anni. Durante le giornate calde, apre le porte di vetro e usa i ventilatori per creare un flusso d'aria. "Uso l'aria condizionata solo quando il caldo è insopportabile, quando mi sembra di non respirare e ogni attività, per quanto sedentaria, diventa una sofferenza". Quel giorno, Andrea ha chiuso porte e finestre e acceso l'aria condizionata perché la temperatura esterna raggiunge i 28 gradi con un'umidità del 68%, rendendo la temperatura percepita relativamente alta per il mese di giugno.

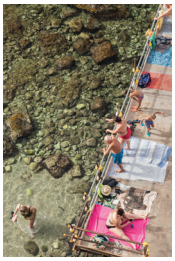
In India ed Indonesia sono molti gli esempi di architetture vernacolari composte da elementi che garantiscono ombra e ventilazione per mitigare il caldo, seguendo principi noti da secoli. Oggi, questo antico sapere viene riscoperto, ma prevalentemente tra le classi più agiate.

Eko Prawoto, Indonesia

Eko Prawoto, 65 anni, è un noto architetto indonesiano che applica il sapere dell'architettura vernacolare a quella moderna. Nelle foto è ritratto a casa sua, vicino a Yogyakarta, in Indonesia, dove ha vissuto durante gli ultimi otto anni per riconnettersi con la natura. "Solo negli scorsi 10-15 anni gli architetti sono diventati più consapevoli delle implicazioni ambientali del loro lavoro e stanno ora tornando ai principi di base dell'architettura vernacolare e tradizionale, come spazi e tetti aperti e un intelligente orientamento degli edifici". Prawoto afferma che l'abitudine odierna di utilizzare costantemente l'aria condizionata è "legata a fattori sociali e psicologici piuttosto che a necessità fisiologiche. Gli stranieri che visitano il nostro paese sono qui solo per un breve periodo di tempo e non sono in grado di adattarsi al clima locale. Quindi vogliono l'aria condizionata, benissimo. Ma per noi, l'aria condizionata dovrebbe dovrebbe essere come una medicina: la prendi solo quando sei molto malato, quando le giornate sono molto calde. Se dobbiamo prendere medicine tutti i giorni, allora c'è qualcosa che non va".

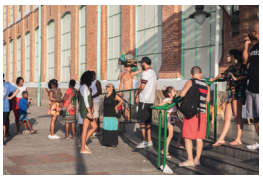
Un bambino cerca sollievo dal caldo in una piscina di plastica su un tetto della favela Babilônia a Rio de Janeiro. Sullo sfondo, si intravede il ricco quartiere di Leme. Brasile, 2022

Due uomini si siedono per una bibita fredda in un ristorante di Sumatra vicino all'aeroporto di Bali. Indonesia, 2022



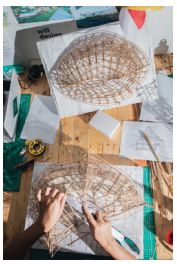
Bagnanti in cerca di sollievo dal caldo su una piattaforma costruita sulle rocce di Siracusa, in Sicilia. Italia, 2022

Bambini si tuffano nella Cachoeira Piscininha do Silvestre, una cascata nel quartiere di Cosme Velho a Rio de Janeiro. Brasile, 2022



Alcuni residenti di Bangu chiacchierano fuori dal centro commerciale della zona, meta ambita anche per via dell'aria condizionata che raramente possono permettersi in casa. Brasile, 2022

Ndongo Gueye, 18 anni, e Cheikh Badar Gueye, 19 anni, nati in Senegal e cresciuti nel nord Italia, siedono all'ombra della BAM Tree Library, un parco nel distretto finanziario di Milano. Italia, 2022



Widhi Nugroho, 42 anni, proprietario di uno studio di architettura di lusso crea un modello in scala di un edificio in bambù che sta progettando. Bali, Indonesia, 2022

Una guardia riposa all'ombra dell'Amer Fort, costruito a Jaipur nel 967 AC secondo i principi del raffrescamento passivo delle architetture Rajput e Mughal . India, 2019

Alternative

Esistono già delle soluzioni alternative ai condizionatori inefficienti, sia di natura attiva che passiva, che permettono di ridurre il calore negli ambienti interni. Queste alternative includono sistemi di condizionamento molto efficienti, nuovi materiali per l'isolamento degli edifici, tetti verdi, e tecniche passive come l'ombreggiamento e l'orientamento degli edifici, volte a favorire la ventilazione naturale. The Cooling Solution propone una selezione di casi studio tratti dalle esperienze di viaggio in Brasile, India, Indonesia, e Italia, con l'obiettivo di condividere buone pratiche che già esistono e possono essere adottate su più ampia scala.

Oggi è possibile trovare sul mercato condizionatori altamente efficienti, ma l'alto costo li rende inaccessibili alla maggior parte dei consumatori.

In Brasile, documentiamo due esempi di applicazione di tecnologie associate all'efficienza energetica degli edifici: Il *Museum of Tomorrow* a Rio de Janeiro e gli edifici *Zero energy* a Curitiba. Il *Museum of Tomorrow* è un museo di scienza disegnato dall'architetto Spagnolo Santiago Calatrava nel 2015, e costruito sul lungomare di Pier Mauá. Il sistema di condizionamento del museo sfrutta l'acqua del mare, che mantiene una temperatura di circa 20 gradi anche durante l'estate, attraverso uno scambiatore di calore a piastre. Questo sistema permette di raffrescare gli ambienti in modo molto efficiente, eliminando l'ingente consumo di acqua delle torri evaporative dei sistemi tradizionali. A Curitiba, la capitale dello stato Brasiliano del Paraná, lo studio ingegneristico Petinelli progetta edifici altamente efficienti. Il loro nome, *Zero Energy*, deriva dal fatto che l'energia utilizzata dall'edificio su base annua è uguale alla quantità di energia rinnovabile generata in loco oppure da fonti collocate altrove, ma sempre rinnovabili. L'utilizzo di pompe di calore all'avanguardia, materiali innovativi per l'isolamento e per le finestre, nonché l'installazione di pannelli solari, permettono di raggiungere un'alta efficienza energetica senza costi aggiuntivi rispetto a tecniche di costruzione più tradizionali.

Esistono numerosi elementi architettonici non eccessivamente costosi in grado di abbassare la temperatura negli interni degli edifici e quindi la necessità di usare l'aria condizionata.

Nella città di Tegal, nell'isola di Giava, in Indonesia, dei ricercatori usano edifici sperimentali a scala reale per valutare l'integrazione di elementi architettonici che possano garantire una riduzione del calore all'interno delle case popolari. Impiegano tecnologie che sfruttano il cambio di fase dei materiali o la massa termica inerziale dei solai, mentre finestre basculanti orizzontali in combinazione con vari ventilatori favoriscono la circolazione dell'aria. Il calore accumulato durante le ore diurne viene espulso durante la notte attraverso delle finestre posizionate in maniera ottimizzata per favorire la ventilazione naturale. Presso il Centro Ricerche ENEA Casaccia, nei pressi di Roma, un altro gruppo di ricercatori sta studiando il potenziale di raffrescamento di piante del Mediterraneo collocate a copertura di un edificio dimostrativo. Grazie ad un complesso sistema di sensori per il monitoraggio del microclima, i ricercatori hanno potuto appurare che la vegetazione è stata in grado di mantenere la temperatura superficiale al di sotto del manto erboso di poco superiore ai 30 °C nelle ore più calde delle giornate estive. Nelle stesse ore, le superfici dell'involucro edilizio non ricoperte da vegetazione possono raggiungere picchi di temperatura oltre i 50 °C. Nella città di Rio de Janeiro, in Brasile, l'organizzazione non-governativa *Revolusolar* rende l'energia rinnovabile accessibile anche alle comunità più svantaggiate tramite un sistema di noleggio di pannelli fotovoltaici, sollevando le famiglie dal peso dei costi di installazione.

La circolazione dell’aria in prossimità di flussi d’acqua ne facilita l’evaporazione, un processo fisico che risulta in un raffrescamento dell’ambiente circostante.

In India, si utilizzano da secoli sistemi di raffrescamento evaporativo per abbassare la temperatura negli interni degli edifici. Questo principio si basa su un sistema di circolazione dell’aria che favorisce l’evaporazione di un flusso di acqua; il passaggio di fase dallo stato liquido a quello gassoso assorbe calore dall’ambiente circostante. Uno studio di architettura nel sud della città di Delhi, Ant Studio, segue lo stesso principio nell’utilizzare un sistema di schermi in terracotta disposti ad alveare per ridurre il calore disperso da diversi processi industriali. In un’installazione a nord di Delhi, presso Deki Electronics, lo schermo di terracotta è in grado di abbattere di 15°C la temperatura del flusso di aria emessa, partendo dagli iniziali 50°C. Costruito nel 2011, l’edificio che ospita il Ministero dei lavori pubblici a Giacarta, in Indonesia, fu inizialmente progettato con una forma rettangolare e con un orientamento est-ovest che lo esponeva al sole tutto il giorno. La forma rettangolare è stata cambiata in forma ad “H” con l’obiettivo di massimizzare la luce naturale e, allo stesso tempo, minimizzare la radiazione solare. L’edificio utilizza vetri termici, pellicole isolanti superficiali e materiali perforati per facilitare la dissipazione del calore.

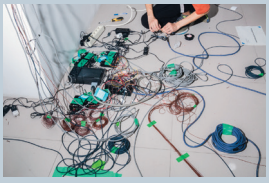
Il cortile di un edificio residenziale in un quartiere centrale di Curitiba, capitale del Paraná, uno degli stati più ricchi del paese. Brasile, 2022

Un uomo si riposa davanti al Museum of Tomorrow, progettato dall'architetto Santiago Calatrava, nella zona di Porto Maravilha di Rio de Janeiro. Brasile, 2022

Patrizia De Rossi, ricercatrice, controlla i sensori per la radiazione solare sul tetto dell'edificio dimostrativo di Enea Casaccia, in periferia di Roma. Italia, 2022

Una veduta aerea della favela Babilônia a Rio de Janeiro mostra alcuni dei pannelli solari installati nell'area da Revolusolar. Brasile, 2022

Un impiegata lavora presso il Ministero dei Lavori Pubblici e dell'Edilizia, un edificio verde a Jakarta. Indonesia, 2022



Tasuku Maeda, 23 anni, studente giapponese, regola i cavi e i sensori per le misurazioni del vento e della temperatura in un edificio utilizzato per esperimenti in scala reale a Tegal, Java. Indonesia, 2022

Una struttura in terracotta ad alveare è installata davanti ad una macchina che espelle calore di scarto in uno stabilimento di produzione della Deki electronics a Delhi. India, 2019