

Allianz Research | 27 Maggio 2026

Il caldo estremo e gli impatti sulla crescita economica

Jasmin Gröschl
Senior Economist for Europe
jasmin.groeschl@allianz.com

Hazem Krichene
Senior Climate Economist
[hazem.krichenet@allianz.com](mailto: hazem.krichenet@allianz.com)

Jade Sarah Elizabeth
Research Assistant
jade.elisabeth@allianz.com

Björn Griesbach
Head of Macroeconomic & Capital
Markets Research
bjoern.griesbach@allianz.com

Katarina Utermöhl, CFA
Head of Thematic and Policy
Research
katharina.uterhoehl@allianz.com

In sintesi

Il caldo estremo diventa un rischio economico strutturale per l'Europa. Gli eventi di stress termico sono aumentati di sette volte dagli anni '80 e i decessi medi per evento di cinque volte. Questo dato riflette in parte sistemi di rilevazione più sviluppati in Europa, ma anche una reale vulnerabilità strutturale: popolazione più anziana, città dense progettate per trattenere il calore e scarsa diffusione dei sistemi di raffrescamento (19% contro circa il 90% negli Stati Uniti).

Oltre i 30°C il caldo colpisce duramente produttività ed economia. Al di sotto di questo livello, il riscaldamento riduce i costi di riscaldamento ed è associato a modesti guadagni di produttività. Al di sopra di questa soglia, la relazione si inverte ed entrambi i canali peggiorano con ogni grado in più. L'effetto principale riguarda il lavoro: la produzione per ora diminuisce di circa 1,3 USD (a PPP costanti, circa il 3% della produzione oraria media nel campione 2014–2024) per ogni grado nella fascia 30–35°C. Gli aggiustamenti salariali seguono la produttività con ritardo, quindi nel breve periodo il costo grava soprattutto sulla redditività delle imprese, per poi trasmettersi gradualmente al reddito delle famiglie e ai consumi. Un secondo canale, più contenuto, passa attraverso l'energia: i consumi aumentano di circa l'1,2% per ogni grado, facendo crescere i costi per le imprese proprio quando la produttività del lavoro è in calo.

Scenario estremo di caldo: fino al 7% di PIL a rischio entro il 2030. Per valutare gli effetti macroeconomici, costruiamo uno scenario di stress in cui i cinque anni più caldi osservati in ciascun Paese tra il 2014 e il 2024 vengono riproposti in ordine crescente nel periodo 2026–2030: il quinto anno più caldo nel 2026, il quarto nel 2027 e così via, fino all'anno più caldo mai registrato nel 2030. In questo scenario, le perdite cumulative di PIL (2026–2030) potrebbero raggiungere il 5–7% per le economie più esposte: 240 miliardi di dollari per la Francia, 354 miliardi per il Giappone, 147 miliardi per l'Italia, 131 miliardi per la Germania e 120 miliardi per la Spagna. Ancora più rilevante per la crescita di lungo periodo è il fatto che, in questo scenario, il calo degli investimenti fissi supera sistematicamente quello dei consumi, arrivando in media all'8% nei Paesi colpiti. Con il caldo che riduce i rendimenti attesi del capitale, gli investimenti diminuiscono, riducendo la capacità produttiva futura in un meccanismo che si autoalimenta. Inoltre, è probabile l'emergere di dinamiche di stagflazione, con prezzi in aumento e disoccupazione in crescita, mettendo le autorità monetarie di fronte a un difficile compromesso, particolarmente critico nell'Eurozona, dove un unico tasso di interesse deve adattarsi a economie con livelli molto diversi di esposizione climatica.

Le conseguenze fiscali colpiscono maggiormente le economie meno in grado di assorbirle: la riduzione dell'attività economica dovuta al caldo diminuisce le entrate fiscali: le perdite annuali stimate raggiungerebbero l'1,8% in Francia, l'1,3% in Italia e Spagna e lo 0,7% in Germania. Ciò è dovuto in parte al fatto che i sistemi fiscali progressivi fanno sì che le entrate calino più rapidamente della produzione, amplificando l'impatto oltre la semplice perdita di PIL. Allo stesso tempo, aumentano le spese pubbliche legate a trasferimenti indicizzati all'inflazione, costi sanitari e riparazione di infrastrutture danneggiate. I saldi fiscali peggiorano in media di circa lo 0,5% del PIL all'anno. Italia e Spagna rischiano di superare (di nuovo) il limite di deficit fissato da Maastricht, una volta considerati gli effetti del caldo. La Francia, già con un deficit previsto del -4,9% del PIL, affronta ulteriori pressioni legate al caldo pari al 2,2%.

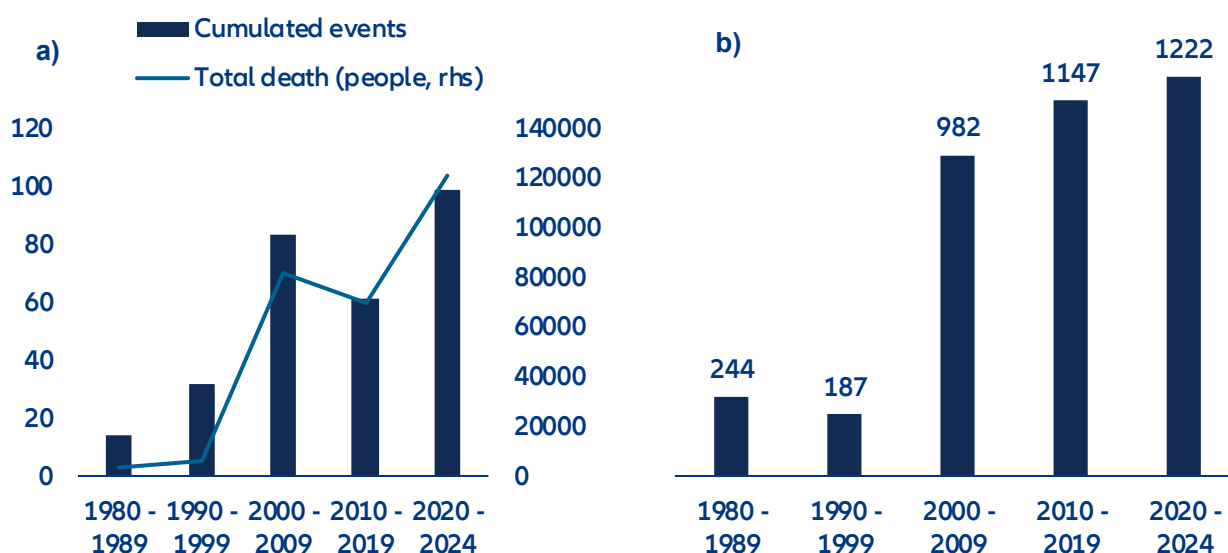
Il caldo causa danni difficili da assicurare: copertura ancora molto limitata. Nel 2022, le perdite totali legate al clima in Europa hanno raggiunto 46 miliardi di euro, mentre la quota assicurata è aumentata solo marginalmente. La maggior parte dei danni da caldo si accumula attraverso mortalità in eccesso, ore lavorative perse, pressione sui sistemi sanitari e stress delle infrastrutture — canali per cui i contratti assicurativi tradizionali non sono progettati. Questo rende il caldo estremo più difficile da assicurare rispetto ad altri rischi climatici, perché le perdite sono diffuse e spesso indirette — come il calo della produttività o gli impatti sulla salute — quindi difficili da misurare e valutare economicamente. Colmare questo divario richiede innovazione nei prodotti assicurativi oltre che capacità: strumenti parametrici basati su soglie oggettive di temperatura o durata, meccanismi di condivisione del rischio tra pubblico e privato e garanzie pubbliche dedicate nei casi in cui il mercato assicurativo privato non riesce a intervenire.

L'Europa punta più a compensare i danni del caldo che a prevenirli. Le politiche di adattamento al caldo in Europa sono costruite principalmente per compensare le perdite piuttosto che prevenirle. Seguendo l'approccio multi-attore dell'IPCC, colmare il divario in Europa richiede un'azione coordinata su quattro fronti: lavoro, edilizia, finanza pubblica e famiglie. Un sistema efficace per il lavoro richiede soglie di temperatura vincolanti, restrizioni automatiche dell'attività quando tali soglie vengono superate, compensazioni retribuite per le ore perse e tutele che includano anche lavoratori a termine, stagionali e delle piattaforme. Nessuna grande economia europea ha tutte e quattro queste componenti, e la carenza principale riguarda l'ultima: le tutele sono state progettate per contratti standard, lasciando scoperti i lavoratori più esposti al caldo. Anche la prevenzione è poco utilizzata, con orari flessibili, meccanizzazione parziale e raffrescamento indoor ancora rari. Per gli edifici, servono quattro elementi: standard contro il surriscaldamento nelle nuove costruzioni, raffrescamento passivo obbligatorio nelle ristrutturazioni, accesso al raffrescamento per le famiglie vulnerabili come diritto sociale e pianificazione della rete elettrica che tenga conto del picco estivo di domanda e della perdita di efficienza degli impianti con il caldo. La direttiva europea aggiornata sugli edifici copre il primo punto, ma mancano gli altri tre, che sono quelli decisivi per ridurre temperature interne, mortalità e picchi di consumo. Sul piano fiscale, quasi tutti i Paesi europei hanno una strategia di adattamento, ma raramente questa è tradotta in budget pluriennali. Di conseguenza, si ricorre a interventi emergenziali, che consumano spazio fiscale senza ridurre il rischio futuro. Il livello mancante è quello delle famiglie. Le famiglie europee detengono quasi 40.000 miliardi di euro di attività finanziarie, mentre gran parte delle abitazioni è poco adatta a estati sempre più calde. Mobilitare anche una piccola parte di queste risorse — tramite incentivi per ristrutturazioni, raffrescamento passivo e coperture assicurative parametriche accessibili — potrebbe ridurre il gap. Tuttavia, non è una soluzione puramente privata: le famiglie più esposte non sono sempre quelle con più risparmi, quindi servono garanzie pubbliche, sussidi e meccanismi equi per trasformare la ricchezza in resilienza, evitando un aumento delle disuguaglianze.

La trasmissione economica dello stress termico

Da un decennio all'altro, i dati mostrano un aumento sia della frequenza sia della letalità degli eventi di stress termico. Tra il 1980 e il 1989, si sono verificati solo 14 eventi di ondate di calore¹ sono stati registrati a livello globale; il numero è più che raddoppiato negli anni '90, è salito a 83 negli anni 2000 e ha già raggiunto 99 nel periodo 2020–2024 (ancora incompleto), il che significa che cinque anni hanno quasi eguagliato quanto prodotto da interi decenni due cicli prima (Figura 1a). La mortalità ha seguito una traiettoria ancora più ripida: da circa 3.400 decessi negli anni '80 a oltre 121.000 nella prima metà degli anni 2020. L'indicatore più rilevante dal punto di vista analitico è il numero medio di morti per evento, che è aumentato di cinque volte, passando da 244 negli anni '80 a 1.222 nel periodo 2020–2024. Questo scollamento tra frequenza degli eventi e letalità per evento indica che l'intensità e la durata dei singoli episodi stanno crescendo più rapidamente rispetto alla capacità di adattamento delle società (Figura 1b).

Figura 1: Crescente esposizione allo stress termico: (a) evoluzione del numero di eventi e dei decessi totali (1980–2024); (b) numero medio di decessi per evento di stress termico (1980–2024)



Sources: EM-DAT, Allianz Research

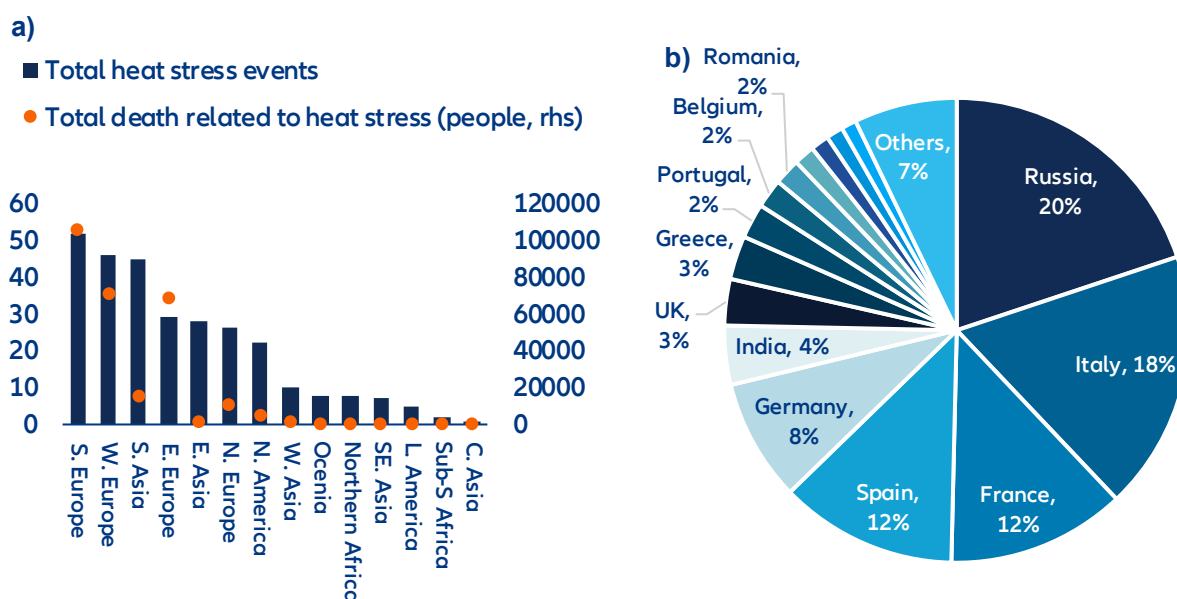
La distribuzione trasversale degli eventi di stress termico e della mortalità aggiunge un ulteriore livello di analisi, mostrando che esposizione e impatti non coincidono pienamente a livello geografico (Figura 2a). A livello regionale, l'Europa meridionale e occidentale concentrano il maggior numero di eventi registrati (rispettivamente 52 e 46), seguite da vicino dall'Asia meridionale (45). Tuttavia, questa apparente somiglianza nella frequenza nasconde una profonda divergenza negli esiti. La sola Europa meridionale rappresenta oltre 105.000 decessi, mentre Europa occidentale ed orientale contribuiscono con ulteriori 71.000 e 68.500 morti rispettivamente. Al contrario, l'Asia meridionale, pur con un numero simile di eventi, registra meno di 15.000 decessi nello stesso periodo. Questa asimmetria risulta ancora più evidente a livello nazionale. Un numero limitato di Paesi europei domina il profilo globale della mortalità: Russia (20%), Italia (18%), Francia (12%), Spagna (12%) e Germania (8%) insieme rappresentano il 68% dei decessi totali. La concentrazione è troppo elevata per essere spiegata unicamente dalla frequenza degli eventi. Recenti valutazioni indicano che la mortalità legata al caldo nelle città europee comporta già perdite di benessere comprese tra 192 e 314 euro per adulto all'anno, paragonabili a quelle dovute all'inquinamento atmosferico, con la sola mortalità evitabile che ha un valore superiore a 150 miliardi di euro

¹ EM-DAT definisce un'ondata di calore come un periodo di tempo anormalmente caldo e/o umido che dura tipicamente due o più giorni, con soglie specifiche per ciascuna località. Vengono registrati solo gli eventi con almeno 10 decessi, almeno 100 persone colpite, la dichiarazione dello stato di emergenza o una richiesta di assistenza internazionale.

all'anno². Questo è solo uno dei canali di impatto. Dal lato della produttività, le ondate di calore comportano una perdita pari allo 0,3–0,5% del PIL europeo negli anni eccezionalmente caldi, come il 2003, 2010, 2015 e 2018, e superiore all'1% nelle regioni meridionali più esposte. In assenza di ulteriori misure di mitigazione o adattamento, le perdite sono destinate ad aumentare di cinque volte entro il 2060³.

Il modello mostrato nella Figura 2b deve essere interpretato con cautela: i dati EM-DAT riflettono le pratiche di segnalazione tanto quanto l'esposizione biofisica. Nelle regioni calde come il Golfo, l'India e l'Australia interna, le popolazioni si sono adattate nel tempo attraverso acclimatazione, progettazione degli edifici e pratiche lavorative, quindi molti episodi di alte temperature non vengono registrati come eventi di disastro, anche se il caldo continua a causare decessi tra lavoratori all'aperto, persone vulnerabili e anziani. L'Europa si colloca all'estremo opposto, combinando popolazioni più anziane con una ridotta capacità di termoregolazione, una struttura urbana storica densa, un accesso disomogeneo all'aria condizionata e sistemi di registrazione dei decessi più completi. La concentrazione di mortalità in Europa riflette quindi l'incontro tra esposizione, vulnerabilità strutturale e una registrazione più accurata dei decessi, piuttosto che una frequenza eccezionale degli eventi estremi.

Figura 2: Distribuzione globale degli eventi di stress termico: (a) numero di eventi e decessi totali per regione (1980–2024); (b) decessi legati allo stress termico per Paese (1980–2024).



Fonti: EM-DAT, Allianz Research

Le perdite assicurate e non assicurate raccontano una storia parallela. Le perdite totali dovute a rischi climatici in Europa sono aumentate nel periodo 1980–2024, con picchi marcati nel 2003 e nel 2022, mentre la quota assicurata è rimasta limitata (Figura 3). Nel 2022, le perdite totali hanno raggiunto circa 46 miliardi di euro, di cui solo una piccola parte coperta da assicurazioni. Questo divario non è semplicemente dovuto a un ritardo del mercato; riflette anche la natura stessa dei danni causati dal caldo. Rispetto a tempeste o inondazioni, il caldo estremo si manifesta menofrequentemente come danno diretto a beni assicurati. La maggior parte dei costi emerge invece attraverso mortalità in eccesso, ore lavorative perse, pressione sui sistemi sanitari e disruzioni che si verificano quando reti elettriche, ferrovie e sistemi idrici superano i loro limiti progettuali. Le componenti più facilmente assicurabili secondo modelli tradizionali — come danni diretti alle proprietà, perdite da incendi aggravati dal caldo, alcuni danni a colture e attrezzature — rappresentano solo una parte del totale. I dati dell'EEA

² [Economic valuation of temperature-related mortality attributed to urban heat islands in European cities | Nature Communications](#)

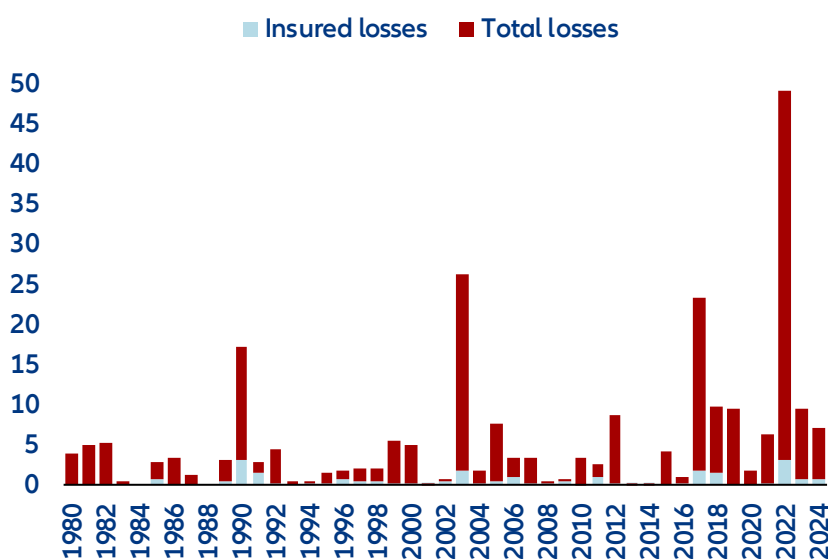
³ [Current and projected regional economic impacts of heatwaves in Europe | Nature Communications](#)

relativi al periodo 1980–2022⁴ mostrano che solo circa il 10% delle perdite economiche dovute a ondate di calore, siccità, incendi e altri eventi climatici in Europa è stato assicurato, contro oltre un terzo per tempeste, grandinate e vento. Queste cifre includono solo i danni diretti ai beni ed escludono la mortalità, i costi sanitari e la perdita di produttività.

Il caldo è inoltre difficile da assicurare tramite contratti indennitari standard. Le ondate di calore possono essere definite dal punto di vista meteorologico, ma trasformare un episodio di alte temperature in una perdita risarcibile è complesso, ritardato e difficile da attribuire. Le perdite tendono a essere fortemente correlate tra ampie aree geografiche, il che limita la diversificazione. Inoltre, gli impatti più rilevanti – decessi, malattie, perdita di produzione, pressione sui servizi pubblici – non rientrano nel tipo di danni per cui sono stati concepiti i contratti assicurativi privati tradizionali. Il caldo si colloca quindi al limite dell'assicurabilità convenzionale: alcune perdite legate ai beni possono essere trasferite, ma i costi più importanti in termini di benessere e produttività sono difficili da trasferire su larga scala.

Colmare questo divario richiederà nuovi strumenti, come coperture parametriche, meccanismi di condivisione del rischio tra pubblico e privato e garanzie pubbliche dedicate; in assenza di questi, gran parte dei costi continuerà a ricadere su famiglie, imprese e finanze pubbliche.

Figura 3: Perdite assicurate e non assicurate legate al clima (incluse le ondate di calore) in Europa (1980–2024)



Fonti: EEA, Allianz Research

Il caldo si traduce in un costo macroeconomico misurabile attraverso due canali: una maggiore domanda di energia e una minore produttività del lavoro⁵. Entrambe le relazioni sono fortemente non lineari, con una soglia critica intorno ai 30°C oltre la quale i danni si intensificano. Il resto di questa sezione stima l'entità di ciascun canale utilizzando regressioni su dati panel che coprono 35–49 Paesi nell'arco di tre decenni, e quantifica cosa implicano tali stime quando ogni Paese sperimenta le recenti condizioni di picco di caldo rispetto al riferimento climatologico 1991–2010. L'output di questi due canali confluisce direttamente nello scenario macroeconomico globale presentato nella Sezione 2.

Domanda di energia

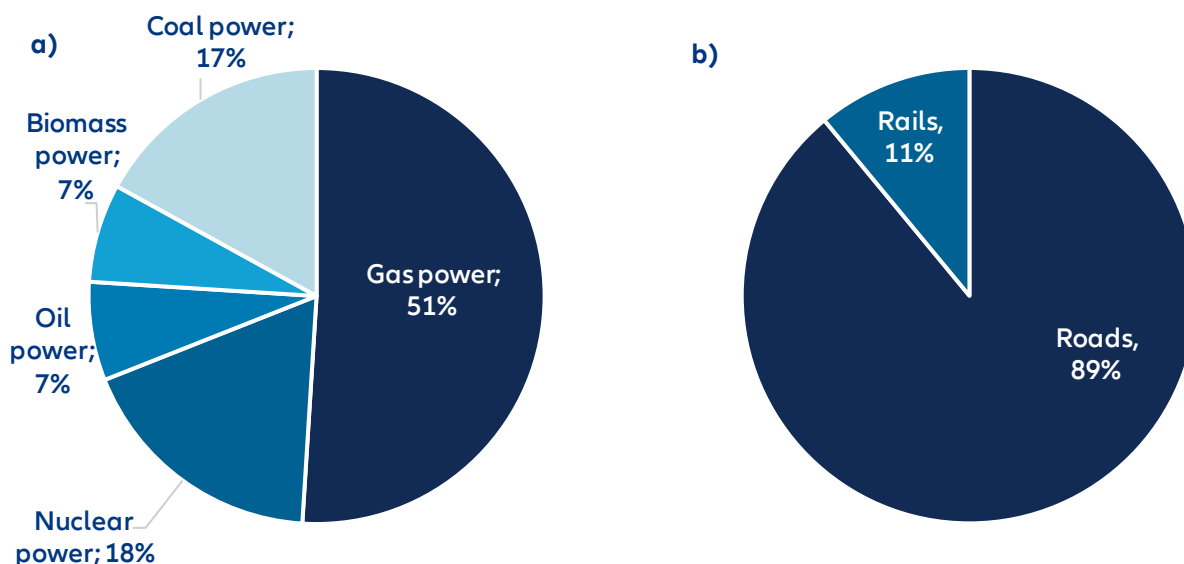
⁴ [Economic losses from weather- and climate-related extremes in Europe | Indicators | European Environment Agency \(EEA\)](#)

⁵ [What to watch | July 01, 2025 | Allianz](#)

La relazione tra temperatura e domanda di energia è intrinsecamente non lineare, e la struttura del mix energetico europeo amplifica il rischio sia dal lato della domanda sia da quello dell'offerta. A temperature moderate, condizioni più miti riducono il fabbisogno di riscaldamento e i consumi diminuiscono; al di sopra di una certa soglia, il raffrescamento diventa dominante e i consumi aumentano rapidamente, generando una risposta convessa a forma di U (Auffhammer e Mansur, 2014)⁶. Il lato dell'offerta amplifica la pressione proveniente dalla domanda. Una quota significativa della capacità di generazione europea esposta allo stress termico si basa su tecnologie termoelettriche — gas (51%), nucleare (18%) e carbone (17%) — tutte dipendenti dalla disponibilità di acqua e dall'efficienza dei sistemi di raffreddamento. Temperature elevate dell'aria e dei fiumi limitano direttamente questi sistemi, costringendo a riduzioni della produzione proprio quando la domanda di elettricità per il raffrescamento aumenta (Figura 4a).

Episodi recenti illustrano la natura sistemica delle pressioni risultanti sulla rete elettrica, e pressioni analoghe interessano anche le infrastrutture di trasporto. Durante l'ondata di calore in California dell'agosto 2020, la domanda di elettricità ha raggiunto un picco vicino ai 47.000 MW, mentre la capacità di generazione era contemporaneamente limitata, provocando i primi blackout programmati in quasi due decenni. Durante l'ondata di calore in Francia del 2019, la produzione nucleare è stata ridotta a causa di vincoli legati al raffreddamento, restringendo l'offerta e causando forti aumenti dei prezzi dell'elettricità. Il caldo deteriora anche le reti di trasmissione, riducendo la capacità di carico di generatori, trasformatori e linee elettriche, mentre persino le fonti rinnovabili non termiche, in particolare il fotovoltaico, subiscono perdite di efficienza ad alte temperature. Le infrastrutture di trasporto affrontano pressioni fisiche analoghe: le reti stradali rappresentano quasi l'89% delle infrastrutture di trasporto esposte al calore e quelle ferroviarie l'11% (Figura 4b). L'asfalto tende ad ammorbidirsi e deformarsi con il caldo prolungato, mentre i binari ferroviari sono soggetti a dilatazione termica. Un esempio è il Regno Unito nel luglio 2022, quando le temperature hanno superato per la prima volta i 40°C e gli operatori ferroviari hanno imposto severi limiti di velocità o sospeso completamente i servizi.

Figura 4: Esposizione delle infrastrutture critiche europee allo stress termico: (a) infrastrutture energetiche; (b) infrastrutture di trasporto



Fonti: Forzieri et al. (2018)⁷, Allianz Research

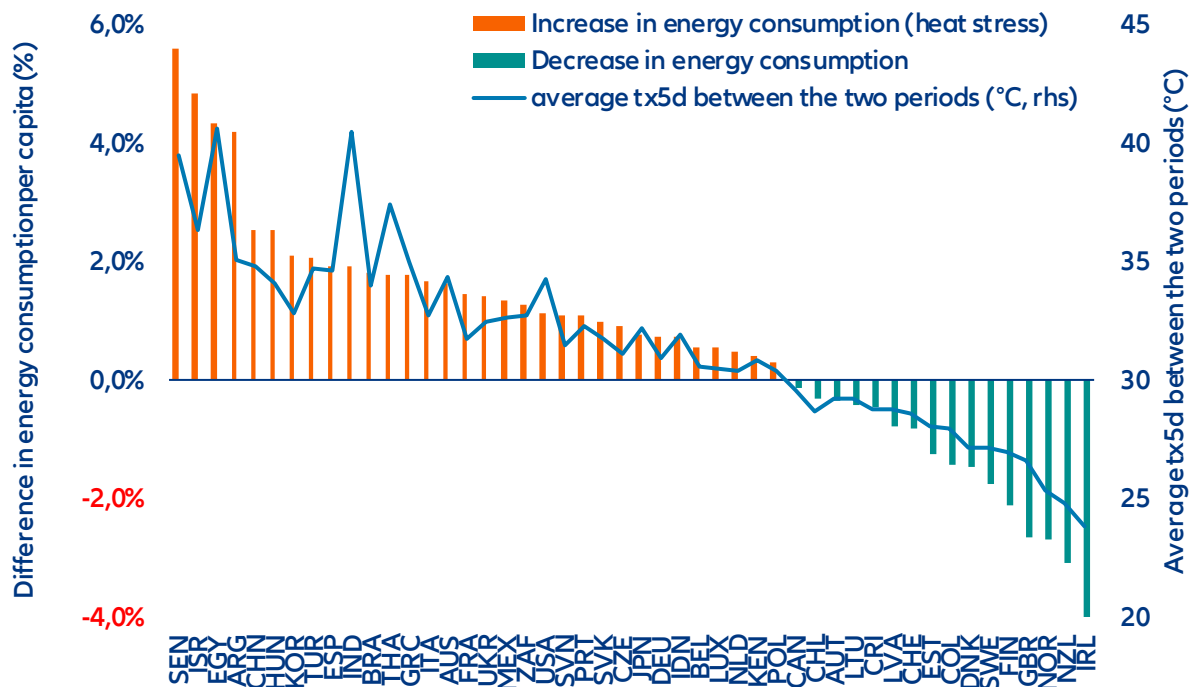
⁶ [Measuring climatic impacts on energy consumption: A review of the empirical literature - ScienceDirect](#)

⁷ [Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe - ScienceDirect](#)

I nostri risultati empirici confermano la struttura non lineare e individuano una soglia intorno ai 30°C (Appendice 1). Utilizzando l'indicatore Tx5d — ovvero la temperatura massima giornaliera media nei cinque giorni consecutivi più caldi dell'anno — su un pannello non bilanciato di 49 Paesi nel periodo 1991–2023, l'effetto marginale stimato dello stress termico sul consumo di energia pro capite risulta variabile nel segno e dipendente dalla temperatura. A 25°C, un aumento di una unità di Tx5d è associato a una diminuzione di circa lo 0,6% del consumo di energia pro capite. A 35°C, la relazione si inverte: lo stesso incremento marginale implica un aumento dell'1,2%. Questa differenza, pari al doppio, mostra come la pressione sul sistema energetico aumenti in modo sproporzionato una volta superate determinate soglie termiche.

Il controfattuale a livello di Paese evidenzia un andamento fortemente asimmetrico, con il caldo che già agisce come fattore strutturale della domanda di energia in gran parte del G20 (Figura 5). Confrontando il consumo di energia pro capite durante l'episodio di caldo più intenso di ciascun Paese dopo il 2014 (massimo Tx5d) con la media del periodo di riferimento 1991–2010, i Paesi che già operano a temperature elevate (Senegal, Egitto, Cina, Corea del Sud, Spagna e Brasile) registrano aumenti superiori al 4–5%, spinti ulteriormente nella parte convessa della risposta. Quasi tutte le economie del G20 nelle regioni tropicali mostrano un aumento della domanda di energia in tutti i settori, mentre solo Europa e Oceania registrano una riduzione complessiva, trainata da minori esigenze di riscaldamento residenziale nelle latitudini più fredde. Tuttavia, questi benefici legati al raffrescamento sono strutturalmente fragili e destinati a ridursi con il continuo aumento delle temperature.

Figura 5: Domanda di energia pro capite in condizioni di picco di stress termico (massimo Tx5d dopo il 2014) rispetto al periodo di riferimento medio 1991–2010.



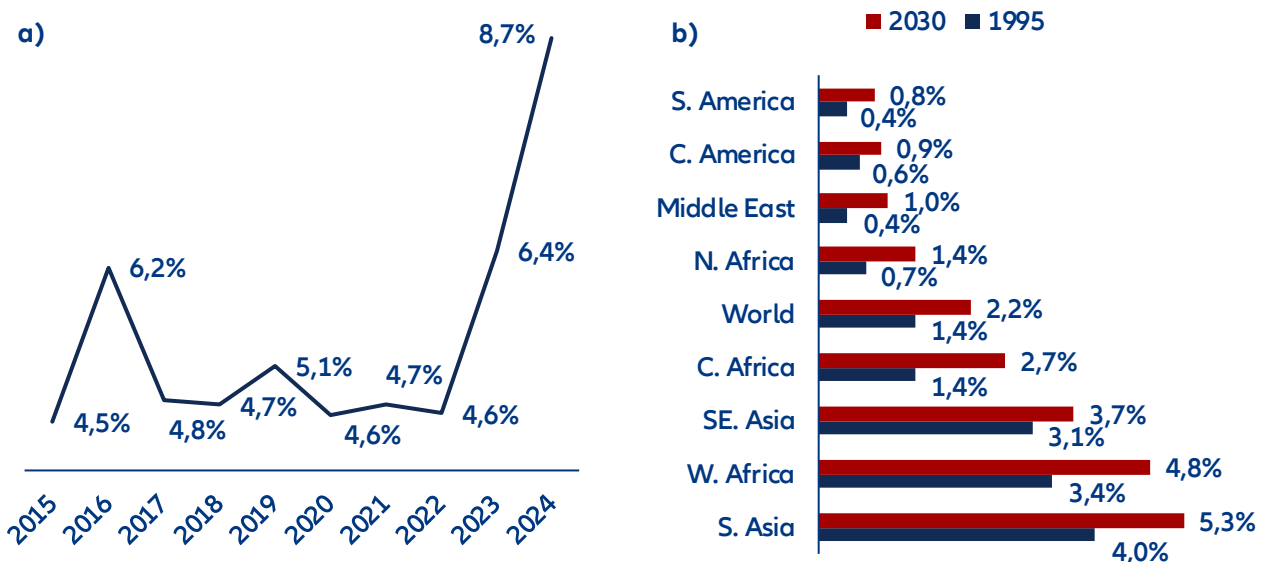
Fonte Allianz Research

Produttività del lavoro e salari

Lo stress termico riduce la produzione del lavoro attraverso canali fisiologici, cognitivi e legati al sonno, che vanno ben oltre il lavoro all'aperto (Figura 6). A livello individuale, un'esposizione prolungata al di sopra della zona termoneutrale provoca affaticamento cardiovascolare, disidratazione e deterioramento delle capacità cognitive, con studi sul campo che documentano in modo coerente perdite di produttività in diversi settori (Ebi et

al, 2021)⁸. La quota delle ore lavorative globali perse a causa dello stress termico è prevista in aumento dall'1,4% nel 1995 al 2,2% entro il 2030, con impatti molto più elevati nelle regioni già calde – 5,3% in Asia meridionale, 4,8% in Africa occidentale – e quasi un raddoppio anche nelle regioni tradizionalmente meno esposte (Figura 6b). I lavoratori indoor non sono immuni: le temperature notturne, che in molte aree stanno aumentando più rapidamente delle medie diurne, hanno fatto crescere il tempo totale di sonno perso di circa il 6% nel periodo 2020–2024 rispetto al riferimento 1986–2005, raggiungendo un record dell'8,7% nel 2024, con fino a 12 ore di sonno perse in più per persona all'anno nelle zone più colpite (Figura 6a). La riduzione della durata e della qualità del sonno ha effetti misurabili il giorno successivo su capacità cognitive, salute cardiovascolare e processo decisionale, trasmettendo gli effetti del caldo sia al lavoro indoor che a quello outdoor.

Figura 6: Stress termico e produttività: (a) perdita di ore di sonno nel periodo 2015–2024 rispetto al periodo di riferimento 1986–2005 (%); (b) riduzione delle ore lavorate (%).



Fonti: The Lancet Countdown (2025), ILO (2019), Allianz Research

Le nostre regressioni sulla produzione per ora lavorata evidenziano un chiaro effetto soglia a 30°C, in linea con il consenso empirico (Appendice 2). Stimate su un pannello di 35 Paesi nel periodo 1997–2023, il coefficiente di Tx5d al di sotto dei 30°C è positivo e marginalmente significativo (+0,59), coerente con lievi guadagni di produttività a temperature moderate nelle economie temperate. Al di sopra dei 30°C, il coefficiente di interazione diventa negativo e statisticamente significativo (-1,30), il che implica che ogni grado aggiuntivo oltre la soglia riduce la produzione per ora di circa 1,30 USD (a PPP costanti, pari al 3% della produzione media per ora nel nostro campione tra il 2014 e il 2024). Applicando questo risultato al controfattuale a livello di Paese — in cui ogni Paese sperimenta il proprio valore massimo di Tx5d osservato tra il 2014 e il 2024, rispetto alla media 1991–2010 — Francia, Slovenia, Australia e Italia risultano i più colpiti, con una riduzione della produzione per ora fino a 1–3 USD nei casi più esposti. Regno Unito, Finlandia, Irlanda, Nuova Zelanda e Canada, tutti al di sotto della soglia dei 30°C, mostrano invece modesti guadagni di produttività (Figura 7a).

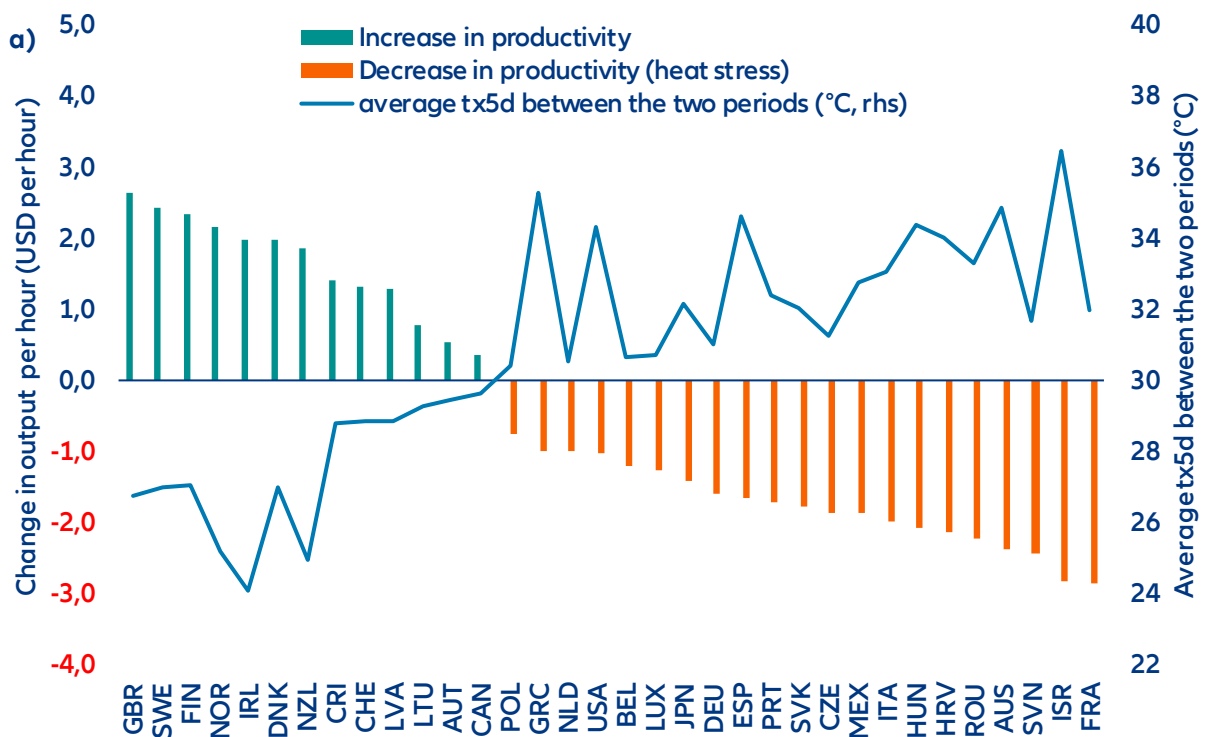
La risposta dei salari si manifesta con ritardo, riflettendo rigidità istituzionali nei mercati del lavoro (Appendice 3). Utilizzando una specificazione con un ritardo di un anno su un pannello di 33 Paesi nel periodo 1995–2023, la relazione assume la forma di una U rovesciata: sotto i 30°C, un maggiore stress termico nell'anno t è associato a una moderata accelerazione della crescita salariale nell'anno t+1 (circa +0,2% a 25°C); sopra i 30°C, la relazione si inverte (circa -0,2% a 35°C). Il ritardo è coerente con una combinazione di fattori come frizioni nella contrattazione collettiva, rigidità dei salari nominali e livelli minimi salariali, che rallentano la trasmissione delle perdite di

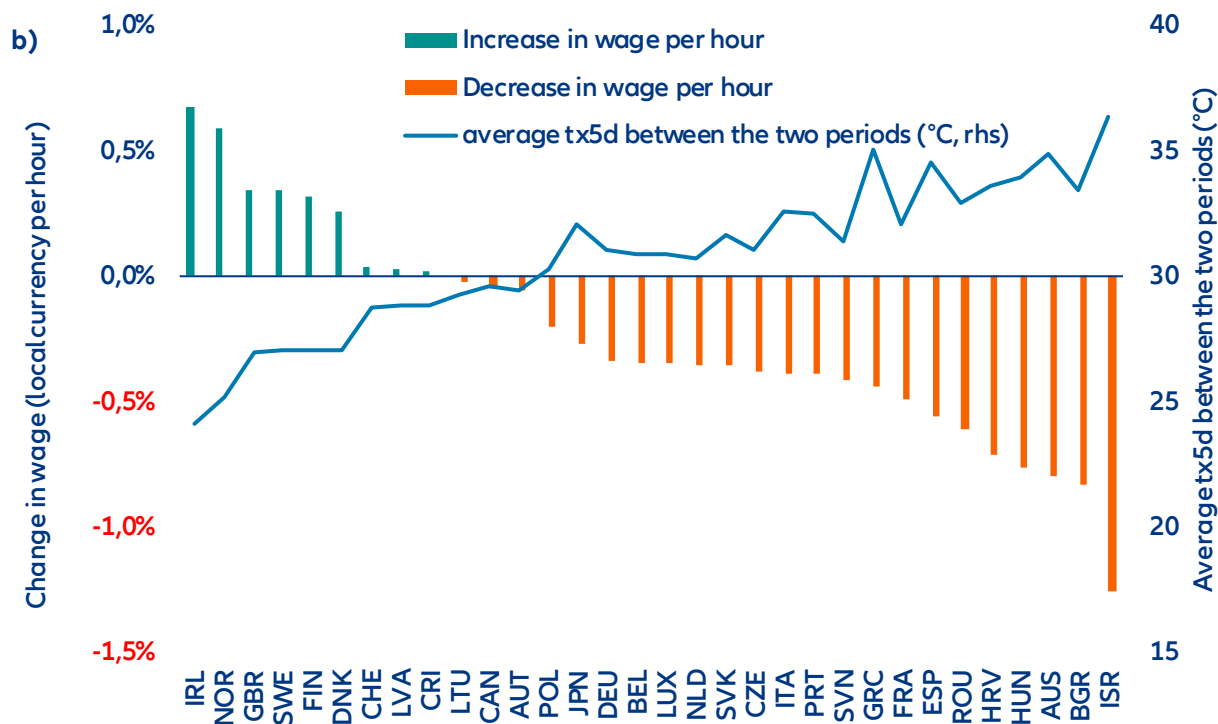
⁸ [Hot weather and heat extremes: health risks - PubMed](#)

produttività alla remunerazione del lavoro. Nel controfattuale, la stessa logica di soglia viene applicata ai picchi di calore osservati: Israele, Bulgaria, Australia, Ungheria, Romania e Spagna registrano cali salariali di circa lo 0,7–1,3%, mentre Irlanda, Norvegia, Regno Unito, Svezia e Finlandia mostrano aumenti salariali dello 0,3–0,7% (Figura 7b).

L’implicazione distributiva è strutturalmente importante e motiva lo scenario macroeconomico che segue. Nel breve periodo, il costo dello stress termico ricade in modo sproporzionato sulla redditività delle imprese, poiché la rigidità dei salari impedisce che le retribuzioni si adeguino in linea con la produttività. Nel tempo, tuttavia, questo divario si riduce: i salari reali diminuiscono, il potere d’acquisto delle famiglie si erode e i consumi si indeboliscono, proprio nelle economie già più esposte all’aumento delle temperature. I due canali stimati in questa sezione — la maggiore domanda di energia e la minore produttività del lavoro, trasmesse parzialmente e con ritardo ai salari — rappresentano gli input per la simulazione macroeconomica globale nella sezione successiva, che quantifica le conseguenze di equilibrio generale in termini di PIL, prezzi, occupazione e saldi fiscali.

Figura 7: La variazione della produttività del lavoro durante i picchi di stress termico (massimo Tx5d dopo il 2014) rispetto al periodo di riferimento 1991–2010, misurata come: (a) produzione per ora in USD e (b) salario per ora (%).





Le implicazioni macroeconomiche dello stress termico

Per quantificare il costo macroeconomico di questi effetti, traduciamo le stime empiriche in uno scenario strutturale utilizzando il Global Economic Model di Oxford Economics. Gli esercizi controfattuali descritti sopra forniscono misure specifiche per Paese dell'impatto dello stress termico su produttività e domanda di energia, ma rimangono stime di equilibrio parziale, poiché catturano l'effetto diretto della temperatura su ciascuna variabile isolatamente, senza considerare i meccanismi di retroazione dell'equilibrio generale che si propagano nell'intera economia. Come riconosciuto sempre più nella recente letteratura su clima e macroeconomia, le stime empiriche in forma ridotta dei danni climatici, pur essendo essenziali per l'identificazione, non riescono a catturare il costo macroeconomico totale perché omettono i meccanismi di retroazione dell'equilibrio generale, attraverso commercio, prezzi, investimenti e saldi fiscali, che amplificano lo shock iniziale⁹.

Per catturare queste interdipendenze, imponiamo tre shock simultanei sul modello, ciascuno calibrato direttamente a partire dai risultati delle nostre regressioni. Il primo è uno shock al prodotto potenziale¹⁰, riflettendo la diminuzione stimata della produzione per ora lavorata in condizioni di caldo estremo. Inserire la perdita di produttività attraverso il prodotto potenziale garantisce che lo shock agisca dal lato dell'offerta dell'economia, riducendone la capacità produttiva. Il secondo shock riguarda i salari e gli stipendi per dipendente¹¹, catturando la trasmissione ritardata e parziale delle perdite di produttività alla remunerazione del lavoro che la nostra analisi evidenzia. Lo shock esogeno sui salari rappresenta quindi l'aggiustamento residuo del mercato del lavoro che le nostre regressioni documentano oltre la risposta endogena del modello. Il terzo shock riguarda la domanda di energia¹², riflettendo il maggiore consumo di energia pro capite indotto dallo stress termico. Questo canale traduce il maggiore bisogno di raffreddamento in un aumento della spesa di famiglie e imprese, in maggiori importazioni di energia per le economie importatrici nette e in una pressione al rialzo sui prezzi al consumo.

Per valutare il costo macroeconomico dello stress da calore, costruiamo uno scenario controfattuale e lo confrontiamo con una proiezione di riferimento. Lo scenario di base simula gli esiti economici nel periodo 2026–

⁹ [Climate Change through the Lens of Macroeconomic Modeling | NBER](#)

¹⁰ YHAT in Oxford Economics

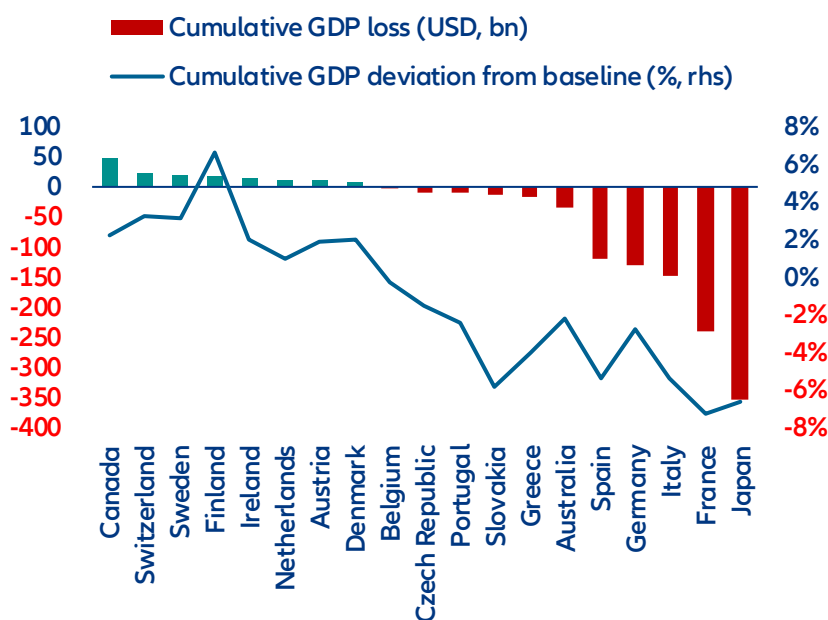
¹¹ PEWFP in Oxford economics

¹² DENERGY in Oxford economics

2030 in condizioni climatiche normali, definite come la media dell'indice Tx5d per ciascun Paese osservata nel periodo di riferimento 1991–2010. Questo scenario rappresenta il percorso economico che ogni Paese seguirebbe se lo stress da calore rimanesse ai livelli storici. Rispetto a questo scenario di base, introduciamo uno scenario di stress in cui ciascun Paese sperimenta, in modo consecutivo dal 2026 al 2030, cinque anni caratterizzati dalle ondate di calore più intense registrate nel periodo 2014–2024, classificate in base al Tx5d. Non si tratta di un'analisi basata su scenari climatici previsionali, ma di un esercizio fondato su dati storici: si valuta quali sarebbero le conseguenze macroeconomiche se condizioni di caldo estremo già osservate nel recente passato si ripetessero in modo continuativo per cinque anni.

I risultati mostrano una chiara divergenza tra le economie (Figura 8). I Paesi in cui il valore medio di Tx5d rimane al di sotto della soglia dei 30°C nello scenario di stress – Canada, Svizzera, Svezia e Irlanda – registrano guadagni cumulati di PIL compresi tra l'1% e il 3% rispetto allo scenario climatico storico di riferimento, con benefici assoluti che variano tra 10 e 47 miliardi di USD¹³. Questi guadagni riflettono il bilancio netto tra la riduzione dei costi di riscaldamento e il miglioramento marginale delle condizioni di lavoro, benefici che sono strutturalmente fragili e destinati a diminuire con il continuo aumento delle temperature. Al di fuori di questo gruppo, la transizione verso perdite nette è brusca. Francia, Giappone, Slovacchia, Spagna e Italia registrano le perdite cumulative di PIL più elevate, comprese tra il 5% e il 7% al di sotto dello scenario di base, riflettendo l'impatto diretto negativo sulla produttività causato dagli shock analizzati. Le perdite assolute maggiori, tuttavia, si concentrano nelle economie più grandi del campione: Spagna (120 miliardi di USD), Germania (131 miliardi di USD), Italia (147 miliardi di USD), Francia (240 miliardi di USD) e Giappone (354 miliardi di USD).

Figura 8: Perdita cumulata del PIL dovuta allo stress da caldo estremo prolungato (2026–2030) rispetto allo scenario climatico storico di riferimento



Fonti: Oxford economics, Allianz Research

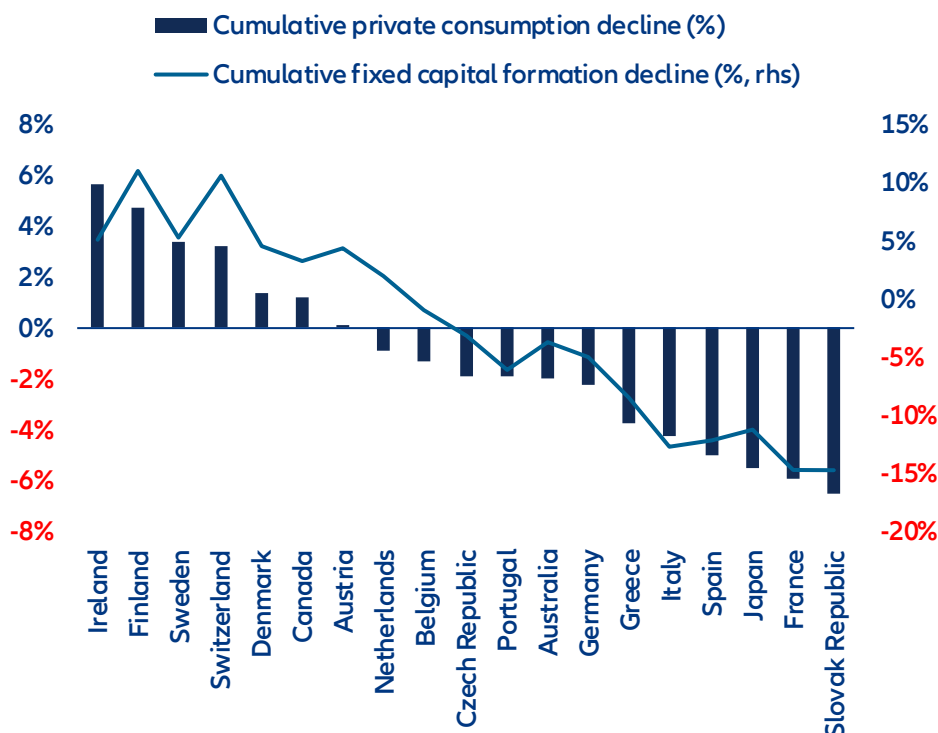
Scomponendo l'impatto sul PIL nelle sue componenti dal lato della domanda, emerge che il costo macroeconomico dello stress da calore opera attraverso due canali che si rafforzano a vicenda: un indebolimento dei consumi delle famiglie e una riduzione degli investimenti che porta a un calo della formazione di capitale fisso nel lungo periodo (Figura 9). Nei Paesi in cui un riscaldamento moderato produce benefici economici netti – Irlanda, Finlandia, Svezia, Svizzera e Danimarca – sia i consumi privati sia la formazione di capitale fisso aumentano rispetto allo scenario di base, con i guadagni negli investimenti generalmente superiori a quelli dei consumi. Il quadro si inverte nettamente per le economie più esposte al caldo, e qui l'aspetto più rilevante dei

¹³ La Finlandia è un'eccezione, con un potenziale aumento cumulato del PIL del 7% in presenza di uno stress termico estremo e prolungato

risultati è il ruolo amplificante degli investimenti. In quasi tutti i Paesi in cui lo scenario di stress termico genera perdite economiche, la riduzione della formazione di capitale fisso supera quella dei consumi privati, spesso in misura significativa. Il Portogallo registra una diminuzione dei consumi dell'1,9% ma un calo degli investimenti del 6,0%. L'Italia mostra una contrazione dei consumi del 4,2% a fronte di un crollo degli investimenti del 12,8%. Francia e Slovacchia, le due economie più colpite, registrano cali degli investimenti del 14,7% insieme a riduzioni dei consumi rispettivamente del 5,9% e del 6,5%. Questo divario tra la dinamica dei consumi e quella degli investimenti riflette un potente meccanismo di amplificazione: mentre lo stress da calore riduce la produzione potenziale e comprime i margini delle imprese, il rendimento atteso dei nuovi investimenti diminuisce, scoraggiando la formazione di capitale. A sua volta, la riduzione degli investimenti limita la capacità produttiva futura, rafforzando lo shock iniziale sulla produttività e creando un freno auto-rinforzante alla crescita economica. Questa asimmetria tra la risposta degli investimenti e quella dei consumi è coerente con Casey et al. (2022)¹⁴, che mostrano come i modelli standard clima-economia tendano a sottostimare sistematicamente i danni sugli investimenti, poiché il cambiamento climatico colpisce in modo sproporzionato i settori più intensivi di capitale esposti al calore all'aperto.

La risposta dei consumi, sebbene più contenuta in termini percentuali, è comunque rilevante. Essa riflette l'effetto combinato di salari reali più bassi, indotti direttamente dallo shock sui salari, e di una maggiore spesa energetica, che erode il potere d'acquisto delle famiglie. Nelle economie più colpite, i consumi cumulati diminuiscono tra il 4% e il 6,5% rispetto allo scenario di base, rappresentando una riduzione significativa del tenore di vita su un orizzonte di cinque anni, con implicazioni per la domanda interna, l'attività commerciale e, di conseguenza, le entrate fiscali.

Figura 9: Impatto dello stress da caldo estremo prolungato su consumi privati e formazione di capitale fisso, 2026–2030 (deviazione cumulata rispetto allo scenario di base)



Fonti: Oxford economics, Allianz Research

Il comportamento congiunto dei prezzi al consumo (CPI) e del tasso di disoccupazione nello scenario di stress evidenzia la natura stagflazionistica dello shock da caldo, con implicazioni dirette per la politica monetaria e fiscale. Nelle economie più fredde – Finlandia, Irlanda, Danimarca, Austria e Svizzera – entrambi gli indicatori migliorano rispetto allo scenario di base: i prezzi diminuiscono cumulativamente tra lo 0,5% e il 2,5%, mentre la

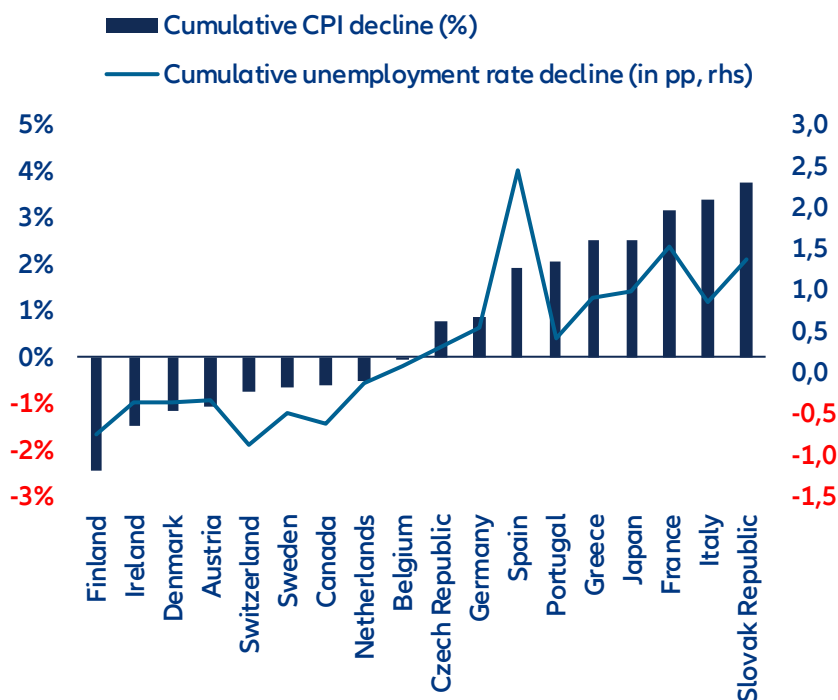
¹⁴ [Understanding climate damages: Consumption versus investment - ScienceDirect](#)

disoccupazione si riduce tra 0,14 e 0,88 punti percentuali. In questi Paesi, i modesti guadagni di produttività associati a livelli di stress termico inferiori alla soglia aumentano l'offerta, riducendo le pressioni sui prezzi e rafforzando contemporaneamente la domanda di lavoro.

Il quadro si inverte con l'aumento dell'esposizione al caldo. Per i Paesi più caldi nel nostro campione – Repubblica Ceca, Germania, Spagna, Portogallo, Grecia, Giappone, Francia, Italia e Slovacchia – prezzi e disoccupazione si muovono entrambi nella stessa direzione negativa, una caratteristica tipica di uno shock negativo dal lato dell'offerta. La Spagna registra un aumento cumulato dell'indice dei prezzi al consumo dell'1,9% insieme a un aumento della disoccupazione di 2,45 punti percentuali. Francia, Italia e Slovacchia sperimentano aumenti dei prezzi compresi tra il 3,2% e il 3,7%, accompagnati da incrementi della disoccupazione tra 0,86 e 1,51 punti percentuali. Questo movimento congiunto di inflazione in aumento e disoccupazione in crescita è il tratto distintivo della stagflazione e contrasta nettamente con il comportamento tipico di uno shock di domanda, in cui le due variabili si muovono in direzioni opposte lungo la curva di Phillips. Nel quadro neokeynesiano, Blanchard e Galí (2007)¹⁵ mostrano che un tale compromesso emerge quando imperfezioni reali, come le rigidità salariali, impediscono all'economia di adeguarsi in modo fluido agli shock dal lato dell'offerta. Lo shock da stress termico nella nostra simulazione opera proprio attraverso questo tipo di canale di offerta: la riduzione della produzione potenziale fa aumentare i costi unitari e i prezzi, mentre allo stesso tempo comprime salari e retribuzioni.

Il risultato di uno scenario di questo tipo è un contesto di politica economica in cui gli strumenti tradizionali di stabilizzazione affrontano un compromesso vincolante: irrigidire la politica monetaria per contenere l'inflazione aggraverebbe le perdite occupazionali, mentre allentarla per sostenere il mercato del lavoro favorirebbe ulteriori aumenti dei prezzi. Questo dilemma è particolarmente acuto nel contesto dell'Eurozona, dove un'unica politica monetaria deve gestire contemporaneamente economie che beneficiano di effetti positivi di offerta dovuti a un riscaldamento moderato, come Finlandia e Austria, e economie che affrontano pressioni stagflazionistiche causate dal caldo estremo, come Germania, Francia, Italia e Spagna: una forma di divergenza macroeconomica indotta dal clima che gli attuali quadri di politica economica non sono progettati per gestire.

Figura 10: Prezzi al consumo e risposta del mercato del lavoro allo stress da caldo estremo prolungato, 2026–2030 (deviazione cumulata rispetto allo scenario di base)



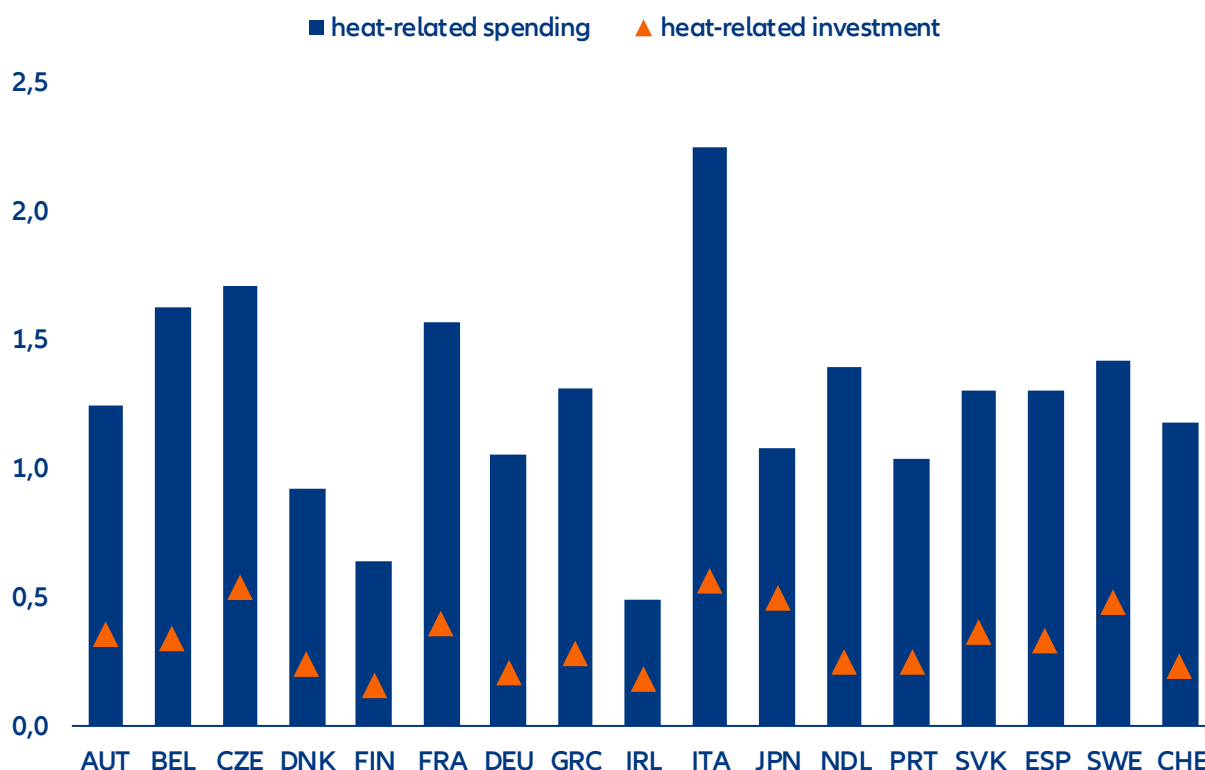
Fonti: Oxford economics, Allianz Research

¹⁵ [Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model - BLANCHARD - 2007 - Journal of Money, Credit and Banking - Wiley Online Library](#)

L'onere fiscale

Sebbene già assorba circa il 50% degli investimenti legati al clima, il caldo estremo mette sotto pressione le finanze pubbliche riducendo le entrate e aumentando i costi di adattamento. Il caldo riduce il PIL e la produttività, diminuendo così il gettito fiscale, e allo stesso tempo interrompe le catene di approvvigionamento e i sistemi energetici, indebolendo ulteriormente le entrate. Le perdite di entrate annue stimate sono pari a -1,8% in Francia, -1,3% in Italia e Spagna, -1,0% in Grecia e -0,7% in Germania – superiori alle perdite di PIL stimate, poiché i sistemi fiscali progressivi fanno sì che le entrate diminuiscano più rapidamente della produzione, amplificando l'effetto negativo sulle finanze pubbliche oltre la perdita di PIL. Allo stesso tempo, la spesa pubblica aumenta. I governi devono far fronte a costi più elevati legati all'inflazione (ad esempio salari, pensioni e prestazioni sociali) oltre a spese specifiche legate al caldo (come sanità, sussidi energetici, risposta alle emergenze, riparazione delle infrastrutture e protezione sociale). Aumenta anche la domanda di investimenti urgenti nelle infrastrutture di raffrescamento. In Europa, la spesa legata al caldo rappresenta circa il 50% della spesa pubblica climatica totale (2,1% del PIL), ma con forti differenze: 40% in Austria, 51% in Germania, 58% in Francia, 63% in Spagna e 65% in Italia. Le alluvioni rappresentano circa il 35%, mentre il resto riguarda incendi, siccità e altri ambiti come la biodiversità. In percentuale del PIL, la spesa legata al caldo varia dal 2,2% in Italia all'1,6% in Francia, 1,3% in Spagna, 1,1% in Germania e 0,5% in Irlanda (Figura 11). L'adattamento alle ondate di calore rappresenta una quota significativa, superiore a un quarto dei budget legati al caldo, principalmente per misure di raffrescamento e di rinverdimento urbano. Tuttavia, gli investimenti complessivi nella resilienza al caldo restano insufficienti per garantire una società realmente protetta dal caldo¹⁶.

Figura 11: Spesa e investimenti legati al caldo, in % del PIL (2023)



Fonti: OECD, Allianz Research

In media, i saldi di bilancio dei Paesi europei potrebbero deteriorarsi di circa lo 0,5% del PIL all'anno a causa dello stress da calore, creando una tensione strutturale tra il danno fiscale provocato dal caldo e gli investimenti necessari per adattarsi. Una letteratura in rapida crescita ha dimostrato che i rischi climatici comportano costi economicamente rilevanti per le finanze pubbliche¹⁷, operando attraverso entrambi i canali: da un lato l'erosione

¹⁶ [From invisible to investible: An investment taxonomy for climate adaptation | Allianz](#)

¹⁷ [Climate Change Impacts on Public Finances Around the World | Annual Reviews](#)

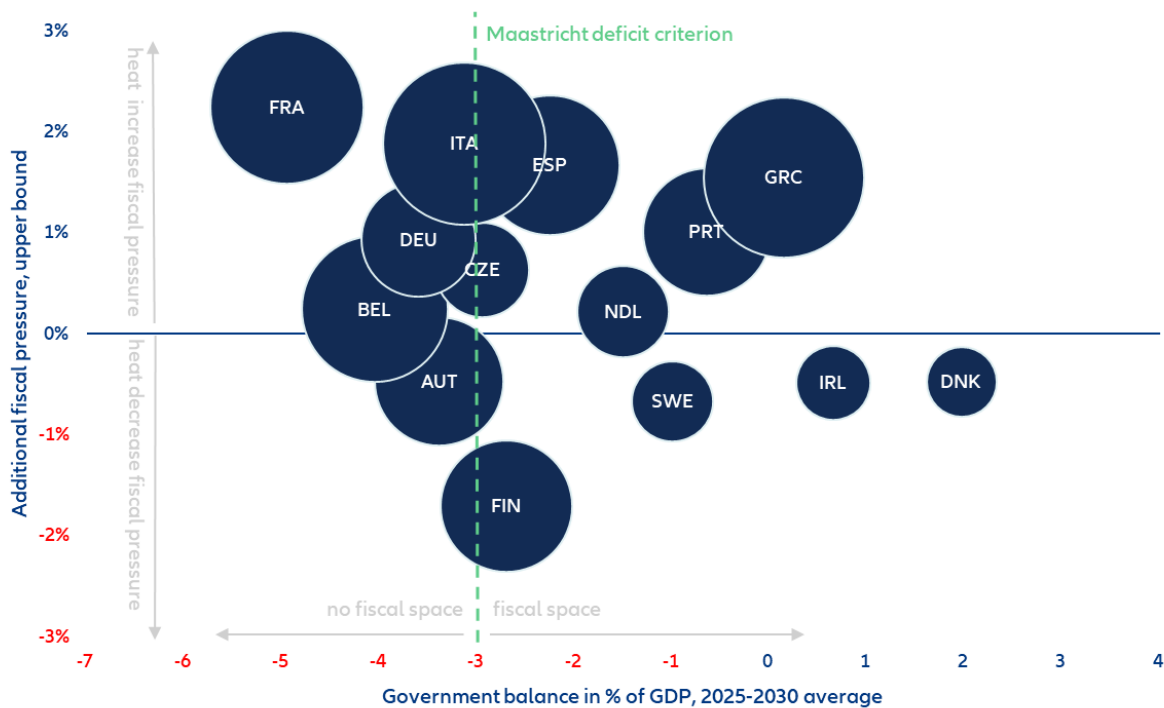
delle entrate fiscali, poiché i danni climatici riducono la produzione economica, dall'altro l'aumento della spesa pubblica, mentre i governi affrontano costi crescenti per impegni esistenti e nuove esigenze di adattamento. I nostri risultati confermano che entrambi i canali operano simultaneamente. Sul lato delle entrate, gli shock su produttività e salari osservati nelle nostre simulazioni si traducono direttamente in minori entrate fiscali: economie che producono meno e pagano salari reali più bassi generano meno imposte sul reddito, contributi previdenziali e gettito IVA. Sul lato della spesa, il carattere stagflazionistico dello shock da caldo – con aumento dei prezzi combinato a una contrazione della produzione – fa crescere il costo dei programmi pubblici indicizzati a prezzi o salari. La quota di spesa pubblica soggetta a tale indicizzazione varia notevolmente nel nostro campione, da circa il 20% in Irlanda al 58% in Finlandia, creando un'esposizione fiscale eterogenea allo stesso impulso inflazionistico.

Identifichiamo tre gruppi di Paesi in base all'interazione tra la pressione fiscale legata al caldo e i vincoli di bilancio esistenti. Il primo gruppo comprende i Paesi in cui questa tensione è più acuta: la pressione fiscale legata al caldo è significativa e le finanze pubbliche sono già sotto stress, superando il criterio di Maastricht del -3% di deficit. La Francia rappresenta il caso più esposto. Lo stress da calore potrebbe aggravare un già elevato deficit fiscale atteso pari al -4,9% (media 2025-2030) di un ulteriore 2,2% del PIL. A questo livello, lo spazio fiscale per la spesa discrezionale destinata all'adattamento risulta fortemente compromesso. La Germania, con un deficit stimato al -3,6% e una pressione aggiuntiva legata al caldo dello 0,9%, affronta una versione più contenuta ma simile dello stesso problema. L'Italia, con un deficit del -3,1%, potrebbe vedere un ulteriore peggioramento pari all'1,9% del PIL, mentre il Belgio, dove una pressione aggiuntiva dello 0,2% si somma a un deficit del -4,0%, completa questo gruppo nel quadrante superiore (Figura 12). Per queste economie, il danno fiscale causato dal caldo sta erodendo attivamente lo spazio di bilancio da cui dovrebbe essere finanziata la risposta di adattamento. Considerando anche il livello previsto del debito pubblico, emerge chiaramente che la pressione fiscale legata al caldo è più preoccupante per Paesi come la Francia (121% del PIL in media tra il 2025 e il 2030, dimensione della bolla), l'Italia (136% del PIL) o il Belgio (109% del PIL), rispetto a Paesi come la Germania, che presenta un debito previsto intorno al 66% del PIL.

Il secondo gruppo include i Paesi in cui il deficit pubblico offre ancora un certo margine, ma in cui le pressioni legate al caldo – derivanti da una crescita più bassa, un'inflazione più elevata e maggiori esigenze di investimento per l'adattamento – sono sufficientemente rilevanti da mettere a rischio la soglia di Maastricht. Italia e Spagna, con deficit stimati rispettivamente al -2,8% e -2,4%, potrebbero chiaramente superare il criterio del -3% una volta considerate le pressioni legate al caldo pari all'1,9% e all'1,7% del PIL. La Repubblica Ceca presenta una dinamica simile, con una pressione legata al caldo dello 0,6% che si aggiunge a un deficit già appena superiore al -3%. Altri Paesi di questo gruppo, come Grecia (1,5% di pressione da caldo), Portogallo (1,0%) e Paesi Bassi (0,2%), dispongono di maggiore spazio fiscale e sono quindi meno vincolati nel breve periodo, ma la traiettoria suggerisce un possibile aumento delle pressioni nel tempo.

Il terzo gruppo, che comprende regioni più fredde come i Paesi nordici, potrebbe invece sperimentare un miglioramento della propria posizione fiscale, poiché un riscaldamento moderato favorisce l'attività economica grazie alla riduzione dei costi di riscaldamento e a un lieve miglioramento delle condizioni di lavoro. Per questi Paesi, lo spazio fiscale generato da una posizione climatica temporaneamente favorevole dovrebbe essere utilizzato per investimenti preventivi di adattamento, tra cui l'aggiornamento delle normative edilizie, l'introduzione di piani di azione per la salute legata al caldo e l'adozione di protocolli sul lavoro in condizioni di calore, prima che la distribuzione delle temperature si sposti ulteriormente. Le azioni preventive intraprese oggi, quando le condizioni fiscali lo consentono, producono rendimenti significativamente più elevati rispetto agli interventi correttivi adottati in seguito in un contesto di vincoli fiscali.

Figura 12: Pressione fiscale media dovuta al caldo in % del PIL (annuale nel periodo 2026-2030) e saldo di bilancio pubblico in % del PIL (media 2025-2030)



Nota: la dimensione delle bolle indica l'onere del debito previsto per paese nel periodo 2025–2030 (media). Questi valori tengono conto della variazione media dell'inflazione dovuta al caldo tra il 2026 e il 2030, della quota di spesa indicizzata per paese e della spesa specifica per il caldo come quota della spesa pubblica totale legata al clima.

Fonti: OECD, COFAS, Oxford economics, Allianz Research.

Dall'esposizione alla resilienza: il piano di adattamento in tre pilastri

Pilastro 1. Protezione dei lavoratori e della produttività

L'esposizione della produttività del lavoro mostra che, al di sopra dei 30°C, ogni grado aggiuntivo di Tx5d riduce la produzione per ora lavorata di circa 1,30 USD. A livello globale, in assenza di una strategia di adattamento mirata, le ore di lavoro perse a causa dello stress da calore sono destinate ad aumentare dall'1,4% nel 1995 al 2,2% entro il 2030 (ILO, 2019). Quattro meccanismi regolatori determinano quanto di questo impatto verrà mitigato: soglie quantitative di temperatura, attivazione automatica di restrizioni o sospensioni del lavoro, compensazione per le ore perse ed estensione contrattuale a lavoratori a termine, stagionali, autonomi e delle piattaforme.

Nessuna grande economia europea attiva attualmente tutte e quattro le dimensioni, e le principali lacune si concentrano proprio su quelle più rilevanti per i lavoratori all'aperto e per quelli non standard (Tabella 1). La Spagna è quella che si avvicina di più, combinando soglie vincolanti indoor (Real Decreto 486/1997) con fino a quattro giorni di congedo retribuito per condizioni meteorologiche avverse (Real Decreto-Legge 8/2024), anche se l'attenzione agli ambienti chiusi e il focus sui contratti standard lasciano parzialmente scoperti lavoratori all'aperto e non standard. La Francia ha introdotto obblighi procedurali per i datori di lavoro a partire da luglio 2025, ma senza arrivare a definire soglie quantitative o meccanismi di compensazione. La Germania, con la norma ASR A3.5, stabilisce soglie graduate a 26°C, 30°C e 35°C con un percorso di conformità riconosciuto nell'ambito della sicurezza sul lavoro, ma senza attivare automaticamente restrizioni lavorative. La Finlandia regola il tempo di esposizione oltre i 28°C attraverso limiti vincolanti lavoro-riposo. Il Regno Unito e l'Irlanda si basano invece su obblighi generali di salute e sicurezza sul lavoro.

Tabella 1: Matrice di copertura — regolamentazione dello stress da calore occupazionale nelle economie selezionate, valutata su quattro dimensioni di intervento. ● completamente coperto ◐ parziale o condizionale ○ non coperto

	Soglia quantitativa	Attivazione automatica di restrizione o sospensione del lavoro	Compensazione per il tempo di lavoro perso	Estensione ai lavoratori non standard
Spagna	● interno	◐ attivazione basata su condizioni meteorologiche avverse	● RDL 8/2024	◐ bias verso contratti standard
Francia	○	◐ Solo procedurale	○	○
Germania	● ASR A3.5 (graduato)	○ Solo tramite percorso di conformità	○	○
Finlandia	● 28°C / 33°C	● limiti lavoro-riposo	○	○
Italia	○	◐ protocolli	◐ sostegno salariale per interruzioni del lavoro dovute al caldo	○
Regno Unito e Irlanda	○	○	○	○
Slovenia	◐ segnalato indoor	○	○	○
Australia	○ nessun meccanismo nazionale specifico per il caldo	○	○	○

Fonte: Allianz Research

Letto in questo modo, il divario non sta nel fatto che la maggior parte dei Paesi sia priva di interventi, ma nel fatto che nessun Paese copre tutte e quattro le dimensioni, e che le lacune si concentrano proprio dove l'esposizione è più elevata. Tra le quattro economie più colpite nello scenario controfattuale della produzione per ora lavorata (Francia, Italia, Slovenia e Australia), nessuna sembra combinare soglie vincolanti complete sul caldo, regole automatiche di limitazione del lavoro e un'ampia copertura di compensazione. La Francia ha recentemente rafforzato gli obblighi procedurali; l'Italia prevede alcuni canali di sostegno al reddito durante il caldo estremo, riconosciuti per temperature superiori ai 35°C e, in alcuni casi, anche inferiori, a seconda della temperatura percepita e delle condizioni di lavoro; l'Australia si basa principalmente su obblighi generali di salute e sicurezza sul lavoro piuttosto che su una soglia nazionale di calore; la Slovenia richiede un'analisi distinta a seconda che ci si concentri sulle soglie indoor o sull'esposizione all'aperto. Diversi Paesi dell'UE non dispongono di alcuna normativa specifica per il caldo nei luoghi di lavoro. La lacuna più ricorrente in tutti i gruppi è quella contrattuale: i meccanismi di compensazione, dove esistono, sono costruiti attorno a rapporti di lavoro standard. Possono includere in linea di principio lavoratori a termine e stagionali, ma nella pratica l'accesso è più debole, mentre lavoratori autonomi e delle piattaforme sono spesso esclusi o coperti solo indirettamente. Il costo dell'adattamento ricade quindi in modo sproporzionato sui lavoratori meno in grado di sostenerlo.

Pilastro 2. Raffrescamento degli edifici e stabilizzazione della rete elettrica

L'esposizione è duplice e deve essere affrontata simultaneamente: da un lato edifici poco adattati, dove le temperature interne aumentano e crescono sia la domanda di raffrescamento sia la mortalità legata al caldo; dall'altro la generazione termoelettrica sul lato dell'offerta, che perde efficienza sotto stress termico proprio quando la domanda di raffrescamento raggiunge il picco. Quattro leve regolatorie determinano quanto di questo impatto viene mitigato: soglie di surriscaldamento nei codici edilizi, raffrescamento passivo obbligatorio nelle ristrutturazioni, accesso al raffrescamento come politica sociale e pianificazione dell'adeguatezza estiva che tenga conto della domanda simultanea di raffrescamento e della riduzione della capacità di produzione. Attualmente nessuna grande economia europea attiva tutte e quattro queste leve, e le principali lacune si concentrano nelle ristrutturazioni, nell'accesso come politica sociale e nella pianificazione dell'adeguatezza (Tabella 2). La direttiva EPBD rivista (Direttiva 2024/1275), con scadenza di recepimento al 29 maggio 2026, introduce il tema del surriscaldamento e del raffrescamento passivo nel quadro della prestazione energetica degli edifici, ma non affronta l'accesso al raffrescamento né la resilienza delle reti. A livello nazionale, la RE2020 francese rappresenta il regime più avanzato per il surriscaldamento, integrando un indicatore basato sulle ore-grado calibrato sull'ondata di calore del 2003; l'Approved Document O in Inghilterra e l'indicatore TOjuli nei Paesi Bassi svolgono un ruolo analogo per le nuove costruzioni. Spagna e Germania si collocano a un livello inferiore: la Spagna limita il fabbisogno energetico per il raffrescamento senza una definizione specifica di surriscaldamento, mentre la Germania affronta la protezione termica estiva attraverso la norma DIN 4108-2, piuttosto che tramite un regime dedicato.

Tabella 2: Matrice di copertura — resilienza degli edifici al caldo e gestione dei picchi estivi di domanda nelle economie selezionate, valutata su quattro dimensioni di intervento. ● completamente coperto ◐ Parziale o condizionale ○ non coperto

	Soglia quantitativa di surriscaldamento (nuove costruzioni)	Raffrescamento passivo obbligatorio nella ristrutturazione	Accesso al raffrescamento come politica sociale	Adeguatezza estiva e pianificazione della distribuzione adattate al caldo
Direttiva UE EPBD 2024/1275 (in vigore da maggio 2026)	◐ Riflessione EPC, raffrescamento	◐	○ Fuori campo	○ Fuori campo

	passivo negli standard minimi	Dipende dalla trasportazione		
Francia	● Indicatore RE2020 DH	◐ focus sulle nuove costruzioni	○	◐ Valutazione RTE dell'adeguatezza estiva
Germania	◐ DIN 4108-2 (indiretto)	○	○	○ orientato all'inverno
Spagna	◐ limite di energia per il raffrescamento (CTE)	◐ parziale	○	○ nessun meccanismo documentato
Regno Unito (Inghilterra)	● Approved Doc O	○ Solo nuove costruzioni	○	○ focus sui picchi invernali
Italia	○ nessun indicatore nazionale dedicato al surriscaldamento	○	○	○
Paesi Bassi	● Indicatore TOjuli	◐ Parziale	○	○

Fonte: Allianz Research

Letto in questo modo, il divario è duplice: l'accesso al raffrescamento resta molto meno istituzionalizzato rispetto ai sistemi di supporto per il riscaldamento invernale e anche le normative nazionali più avanzate si applicano principalmente alle nuove costruzioni, piuttosto che al patrimonio edilizio esistente, dove si concentra la maggior parte dell'esposizione. Il futuro livello minimo dell'UE previsto per maggio 2026 aumenterà gli standard su surriscaldamento e raffrescamento passivo, ma non affronta né l'accesso al raffrescamento né la resilienza delle reti, e il suo impatto dipende interamente dalla trasposizione a livello nazionale. L'area più scoperta in modo sistematico è proprio l'accesso al raffrescamento: nessuna grande economia europea ha sviluppato un equivalente estivo strutturato dell'architettura di supporto al riscaldamento invernale, e il divario grava soprattutto sui gruppi che maggiormente contribuiscono alla mortalità legata al caldo in Europa – anziani, famiglie a basso reddito e inquilini che vivono negli edifici meno isolati. Un piano nazionale efficace dovrebbe quindi puntare a colmare simultaneamente queste lacune: introduzione di soglie vincolanti di surriscaldamento estese dalle nuove costruzioni agli interventi di ristrutturazione profonda, obbligo di raffrescamento passivo attivato da una soglia di ristrutturazione chiara e trasparente, accesso al raffrescamento come pacchetto coordinato con priorità a

riqualificazioni passive e incentivi per dispositivi efficienti, seguito da sostegni mirati alle bollette e accesso prioritario per motivi sanitari, insieme a un diritto regolamentato all'installazione (compatibilmente con vincoli strutturali e di tutela) e a una pianificazione estiva adeguata che consideri sia l'aumento simultaneo della domanda di raffrescamento sia la riduzione dell'offerta energetica, integrata con meccanismi di gestione della domanda nel settore residenziale.

Pilastro 3. Protezione del reddito e finanziamento dell'adattamento

Il Pilastro 3 affronta il canale di trasmissione del rischio da calore sul reddito: quando le perdite di produttività si trasformano in perdite salariali, il peso ricade in modo diseguale su lavoratori, famiglie e finanze pubbliche.

La compressione salariale documentata nelle sezioni precedenti colpisce per prima i lavoratori all'aperto, i lavoratori a termine, stagionali e delle piattaforme, nonché le famiglie a basso reddito. Gli stabilizzatori esistenti, come l'assicurazione contro la disoccupazione, i regimi di riduzione dell'orario di lavoro, i trasferimenti indicizzati e i sostegni contro la povertà energetica, assorbono parte dello shock, ma con una caratteristica strutturale: gli stessi meccanismi di indicizzazione e attivazione che proteggono il potere d'acquisto delle famiglie aumentano anche la spesa pubblica o riducono le entrate fiscali, facendo crescere il costo fiscale di ogni episodio di caldo estremo.

Questo è il paradosso degli stabilizzatori fiscali al centro del Pilastro 3. Più uno stato sociale riesce a proteggere efficacemente le famiglie dagli shock di reddito e di prezzo causati dal caldo, più trasferisce l'onere climatico sui bilanci pubblici. Se tale onere viene gestito con compensazioni ex post anziché con misure di adattamento ex ante, si riduce lo spazio fiscale necessario per diminuire l'esposizione futura. Il paradosso ha due dimensioni: una legata al reddito delle famiglie, dove i sistemi di protezione sociale esistenti determinano chi assorbe lo shock, e una legata all'architettura fiscale, dove la finanza pubblica determina se il costo risultante viene destinato alla prevenzione o alla compensazione.

Solo la Spagna (con il Real Decreto-Legge 8/2024 che prevede congedi retribuiti per condizioni meteorologiche avverse, incluse le ondate di calore) e, in parte, l'Italia (con i meccanismi di integrazione salariale CIG/CIGS attivati per il caldo estremo) dispongono di strumenti operativi di protezione del reddito specificamente legati al caldo. Le altre principali economie – Francia, Germania, Regno Unito, Paesi Bassi e la maggior parte degli altri Stati membri – dispongono di schemi generali che potrebbero, in linea di principio, assorbire le perdite di reddito dovute al caldo, ma richiedono ogni volta un'attivazione ad hoc, senza un meccanismo automatico basato su soglie di temperatura previsto dalla normativa. Il trasferimento parametrico del rischio per la volatilità residua del reddito è sostanzialmente assente a livello nazionale in Europa; il Dialogo sulla resilienza climatica (2024) della Commissione europea lo classifica infatti come uno strumento in evoluzione che richiede ulteriori analisi¹⁸. Le strategie nazionali di adattamento sono ormai adottate in tutte le principali economie europee, ma restano documenti strategici piuttosto che veri e propri strumenti di bilancio pluriennali. A livello dell'UE, diversi quadri normativi consentono l'azione nazionale senza tuttavia configurare un sistema europeo di protezione del reddito o un regime di bilancio dedicato all'adattamento.

Per ridurre il divario, la protezione del reddito, il trasferimento dei rischi residui, la pianificazione di bilancio e la valutazione degli investimenti devono essere riprogettati come un'unica architettura fiscale, che agisca su entrambi i lati del problema. Gli strumenti esistenti di protezione sociale dovrebbero prevedere meccanismi espliciti attivati dal caldo, subordinati a misure di adattamento nei luoghi di lavoro da parte dei datori di lavoro. Gli strumenti parametrici, calibrati sulle soglie di calore per specifiche attività lavorative, possono integrare l'assicurazione sociale per coprire la volatilità residua del reddito non assorbita, con accesso prioritario per i lavoratori all'aperto e con contratti non standard, e con una componente di garanzia pubblica per assicurarne l'accessibilità. Bilanci pluriennali per l'adattamento, definiti all'interno di quadri di spesa a medio termine, dovrebbero sostituire la dipendenza da interventi di emergenza ex post, accompagnati da una valutazione dei

¹⁸ [Climate Resilience Dialogue - Final Report - Zurich Climate Resilience Alliance](#)

rischi climatici in tutti gli investimenti pubblici e da un coordinamento tra i ministeri della salute, della casa, dell'ambiente, dell'energia, dei trasporti e del lavoro.

Appendice

A1 – L'impatto dello stress da calore sulla domanda di energia

Per valutare empiricamente la relazione tra stress da calore e domanda di energia, sviluppiamo un modello di regressione su dati panel che cattura come l'aumento dello stress da calore si traduca in un incremento dei consumi energetici – principalmente attraverso un maggiore utilizzo di tecnologie di raffreddamento come l'aria condizionata e la refrigerazione. Con il cambiamento climatico che aumenta la frequenza e l'intensità degli eventi di caldo estremo, questo meccanismo è destinato a diventare un fattore sempre più rilevante della domanda di energia, con implicazioni significative per la stabilità delle reti elettriche, la sicurezza energetica e la velocità della transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

La nostra analisi si basa su due fonti di dati. I dati sul consumo energetico provengono dal World Energy Balances 2025 dell'IEA (Agenzia Internazionale dell'Energia) e sono espressi in megajoule (MJ) pro capite, per consentire la comparabilità tra Paesi. Per misurare lo stress da calore, utilizziamo l'indicatore Tx5d del dataset di rianalisi ERA5, definito come la temperatura massima media giornaliera nei cinque giorni consecutivi più caldi di un determinato anno. Questo indicatore è particolarmente adatto alla nostra analisi, poiché cattura episodi di caldo persistente, cioè quelli più propensi a innescare cambiamenti comportamentali e tecnologici nei consumi energetici, piuttosto che picchi isolati giornalieri.

Il modello empirico è stimato su un panel non bilanciato che copre 49 Paesi nel periodo 1991–2023. Questo garantisce un'ampia copertura geografica e una profondità temporale sufficiente per identificare relazioni significative tra clima ed energia. Utilizziamo una specifica con effetti fissi a due vie, controllando sia per l'eterogeneità a livello di Paese sia per le tendenze temporali comuni, con errori standard robusti clusterizzati a livello regionale per tenere conto di possibili correlazioni spaziali nei residui.

Il modello di regressione è formulato come segue.

$$\ln(\text{energy}) = \beta_1 tx5d + \beta_2 tx5d^2 + C(ISO3) + C(Year); \text{Eq.1}$$

La relazione tra stress da calore e consumo energetico è non lineare e segue una curva convessa a forma di U (Tabella A1), in linea con i risultati della letteratura precedente¹⁹. A livelli di temperatura moderati, la domanda di energia diminuisce poiché condizioni più miti riducono la necessità di riscaldamento degli ambienti e di altri servizi energetici legati al comfort termico. Questa tendenza al ribasso si inverte quando le temperature superano circa i 30°C, una soglia comunemente utilizzata per definire lo stress da calore²⁰, punto in cui la domanda di raffreddamento inizia a prevalere, trainata principalmente dall'uso diffuso dell'aria condizionata.

Questa non linearità si riflette nei risultati della regressione, che mostrano come l'effetto marginale dello stress da calore sul consumo energetico dipenda dalla temperatura e cambi segno. A 25°C, l'effetto è negativo: un aumento di una unità dell'indicatore Tx5d è associato a una diminuzione di circa lo 0,6% del consumo energetico pro capite. A 35°C, la relazione si inverte: lo stesso aumento marginale dello stress da calore è associato a un incremento dell'1,2% del consumo energetico. Questa differenza, pari al doppio in termini di intensità, evidenzia come le implicazioni energetiche dello stress da calore si amplifichino in modo sproporzionato a livelli di temperatura più elevati. Una dinamica con importanti conseguenze per la pianificazione energetica e la resilienza delle infrastrutture in un clima che si riscalda.

Tabella A1: Risultati della regressione: l'impatto dello stress da calore sul consumo energetico

¹⁹ [Electricity Consumption and Temperature: Evidence from Satellite Data, WP/21/22, February 2021](#)

²⁰ [Keeping cool in a hotter world is using more energy, making efficiency more important than ever – Analysis - IEA](#)

Variabile	Coefficiente	p-value
Intercept	10.3390	0.000
<i>tx5d</i>	-0.0514	0.005
<i>tx5d</i> ²	0.0009	0.008

Fonte: Allianz Research

A2 – L’impatto dello stress da calore sulla produttività

Gli effetti negativi dello stress da calore sulla produttività del lavoro sono ben documentati nella letteratura accademica. Un numero crescente di evidenze, provenienti sia da studi micro che macroeconomici, mostra che l’esposizione a temperature estreme influisce sulla salute, sull’offerta di lavoro e sulla produttività del lavoro nel breve periodo²¹. A livello fisiologico, lo stress da calore influisce sui lavoratori attraverso risposte fisiologiche e comportamentali, riducendo a loro volta l’offerta di lavoro, la produttività e la capacità complessiva di lavoro, con una relazione in gran parte non lineare, che diminuisce bruscamente oltre determinate soglie di temperatura massima²². Nonostante una notevole eterogeneità tra settori lavorativi e metodologie di studio, quasi tutti gli studi sul campo rilevano in modo coerente una riduzione della produttività dovuta all’esposizione al calore negli ambienti di lavoro²³.

Sulla base di questa evidenza, adottiamo lo stesso quadro empirico utilizzato per l’analisi del consumo energetico per ottenere una stima econometrica degli effetti dello stress da calore sulla produttività. Lo stress da calore è misurato utilizzando l’indice Tx5d, come definito in precedenza. Per la produttività, utilizziamo due indicatori complementari provenienti dal database dell’OCSE²⁴, produzione (valore aggiunto lordo) per ora lavorata, espressa in USD, e salari per ora lavorata, che insieme catturano sia la dimensione dell’output economico sia quella della remunerazione della performance del lavoro. I modelli sono formulati come segue

$$GVA_{perhour} = tx5d + tx5d_{\geq 30} + C(ISO3) + C(Year); \text{Eq.2}$$

$$\Delta \ln(wage_{perhour}) = tx5d_{(t-1)} + tx5d_{(t-1)}^2 + C(ISO3) + C(Year); \text{Eq.3}$$

Le Equazioni 2 e 3 si discostano dalla specifica di base dell’Equazione 1 in due aspetti importanti, ciascuno motivato dai diversi canali attraverso i quali lo stress da calore influisce sulla produttività del lavoro. L’Equazione 2 modella il valore aggiunto lordo per ora lavorata in funzione sia dell’indice Tx5d sia di un termine di interazione (Tx5d quando lo stress da calore supera i 30°C), per tenere conto dell’intensificazione non lineare degli effetti del calore a livelli di temperatura più elevati. L’Equazione 3, che modella la variazione logaritmica dei salari orari, segue la stessa struttura del modello di consumo energetico (Equazione 1), ma introduce una specifica con un ritardo di un anno per entrambi i termini lineare e quadratico di Tx5d. Questa struttura ritardata riflette l’ipotesi che gli aggiustamenti salariali allo stress da calore avvengano con un ritardo, poiché le risposte del mercato del lavoro, come la rinegoziazione dei contratti o la riallocazione settoriale, tendono a materializzarsi più lentamente rispetto ai cambiamenti nella produzione fisica²⁵.

La regressione sulla produzione per ora lavorata (Eq. 2) è stimata su un panel di 35 Paesi nel periodo 1997–2023 (Tabella A2). I risultati mostrano un chiaro effetto di soglia, coerente con la relazione non lineare ipotizzata nel nostro modello. Al di sotto dei 30°C, il coefficiente di Tx5d è positivo e marginalmente significativo al livello del 10% (0,59), suggerendo che un caldo moderato è associato a un leggero aumento della produzione per ora lavorata –

²¹ [Reflections—Temperature Stress and the Direct Impact of Climate Change: A Review of an Emerging Literature | Review of Environmental Economics and Policy: Vol 10, No 2](#)

²² [Heat stress and the labour force | Nature Reviews Earth & Environment](#)

²³ [Frontiers | Occupational heat stress, heat-related effects and the related social and economic loss: a scoping literature review](#)

²⁴ [OECD Data Explorer • Productivity database](#)

²⁵ [Economic impact of labor productivity losses induced by heat stress: an agent-based macroeconomic approach | Climatic Change | Springer Nature Link](#)

potenzialmente riflettendo guadagni di produttività stagionali nelle economie temperate. Al di sopra dei 30°C, tuttavia, il quadro cambia in modo marcato: il coefficiente del termine di interazione è negativo e statisticamente significativo al livello del 5% (-1,30), indicando che ogni grado aggiuntivo oltre questa soglia è associato a una riduzione della produzione per ora lavorata di circa 1,30 USD. Questi risultati evidenziano la natura non lineare dell'impatto del calore sulla produttività del lavoro, indicando i 30°C come un punto di svolta critico oltre il quale lo stress da calore inizia a imporre costi economici misurabili sulla produzione del lavoro.

Tabella A2: Risultati della regressione: l'impatto dello stress da calore sulla produzione per ora lavorata

Variabile	Coefficiente	p-value
Intercept	13.7401	0.142
$tx5d$	0.5900	0.072
$tx5d_{\geq 30}$	-1.3039	0.042

Fonte: Allianz Research

La regressione dei salari (Eq. 3) è stimata su un panel di 33 Paesi nel periodo 1995–2023 (Tabella A3). I risultati sono ampiamente coerenti con quelli ottenuti per la produzione per ora lavorata, con un punto di svolta che emerge nuovamente intorno ai 30°C. L'uso di una struttura con ritardo di un anno riflette l'ipotesi – supportata dai dati – che la remunerazione del lavoro si adatta allo stress da calore con un ritardo, poiché i meccanismi di determinazione dei salari reagiscono più lentamente agli shock di produttività rispetto alla produzione stessa.

La relazione tra stress da calore e crescita salariale segue una forma a U rovesciata. Nell'intervallo sotto i 30°C, un aumento dello stress da calore nell'anno t è associato a una modesta accelerazione della crescita dei salari nell'anno $t+1$, coerente con i guadagni di produttività osservati a temperature moderate nella specifica della produzione per ora lavorata. Al di sopra dei 30°C, questa relazione si inverte: un ulteriore aumento dello stress da calore riduce la crescita salariale nell'anno successivo, riflettendo la trasmissione nel tempo delle perdite di produttività indotte dal calore alla remunerazione del lavoro.

L'effetto marginale dello stress da calore sulla crescita dei salari dipende dalla temperatura e cambia segno. A 25°C, l'effetto è positivo: un aumento di una unità nel $Tx5d$ è associato a un incremento di circa lo 0,2% della crescita salariale. A 35°C, la relazione si inverte: lo stesso aumento marginale dello stress da calore è associato a una riduzione dello 0,2% della crescita salariale. Sebbene l'entità dell'effetto possa sembrare modesta, la sua coerenza con i risultati sulla produzione per ora lavorata e la sua significatività statistica rafforzano l'evidenza che lo stress da calore superiore ai 30°C esercita un impatto negativo rilevante sui salari, con implicazioni per il reddito delle famiglie, la domanda dei consumatori e i costi macroeconomici più ampi del cambiamento climatico.

Tabella A3: Risultati della regressione: l'impatto dello stress da calore sulla crescita del salario orario

Variabile	Coefficiente	p-value
Intercept	-0.0756	0.364
$tx5d_{(t-1)}$	0.0120	0.027
$tx5d_{(t-1)}^2$	-0.0002	0.013

Fonte: Allianz Research

Queste valutazioni sono, come sempre, soggette alla clausola di esclusione di responsabilità fornita di seguito.

DICHIARAZIONI PREVISIONALI

Le dichiarazioni qui contenute possono includere potenziali aspettative, dichiarazioni di aspettative future e altre dichiarazioni previsionali basate sulle opinioni e assunzioni attuali della direzione e che comportano rischi e incertezze noti e sconosciuti. I risultati effettivi, le prestazioni o gli eventi possono differire sostanzialmente da quelli espressi o impliciti in tali dichiarazioni previsionali.

Tali deviazioni possono verificarsi a causa di (i) cambiamenti delle condizioni economiche generali e della situazione competitiva, in particolare nel core business e nei mercati core del Gruppo Allianz, (ii) la performance dei mercati finanziari (in particolare volatilità di mercato, liquidità ed eventi di credito), (iii) la frequenza e la gravità degli eventi di perdita assicurata, inclusi quelli di catastrofi naturali, e lo sviluppo delle spese di perdita, (iv) livelli e tendenze di mortalità e morbilità, (v) livelli di persistenza, (vi) in particolare nel settore bancario, l'entità dei default creditizi, (vii) i livelli dei tassi d'interesse, (viii) i tassi di cambio valutari incluso il tasso di cambio EUR/USD, (ix) cambiamenti nelle leggi e regolamenti, incluse le normative fiscali, (x) l'impatto delle acquisizioni, comprese le relative questioni di integrazione, e le misure di riorganizzazione, e (xi) fattori generali di concorrenza, in ogni caso su base locale, regionale, nazionale e/o globale. Molti di questi fattori potrebbero essere più probabili, o più pronunciati, a causa delle attività terroristiche e delle loro conseguenze.

NESSUN DOVERE DI AGGIORNARE

La società non si assume alcun obbligo di aggiornare qualsiasi informazione o dichiarazione previsionale qui contenuta, salvo eventuali informazioni che la legge richieda di divulgare.

Allianz Trade è il marchio utilizzato per designare una gamma di servizi forniti da Euler Hermes.