



BANCA D'ITALIA
EUROSISTEMA

Questioni di Economia e Finanza

(Occasional Papers)

L'impatto ambientale del lavoro da remoto:
evidenze da un'indagine condotta in Banca d'Italia

di Dario Alessandro de Pinto, Donato Milella, Daniele Macali, Riccardo Basile,
Carmen Lavinia, Giovanni Murano, Marco Rao, Roberta Roberto, Andrea Tortora
e Alessandro Zini



BANCA D'ITALIA
EUROSISTEMA

Questioni di Economia e Finanza

(Occasional Papers)

L'impatto ambientale del lavoro da remoto:
evidenze da un'indagine condotta in Banca d'Italia

di Dario Alessandro de Pinto, Donato Milella, Daniele Macali, Riccardo Basile,
Carmen Lavinia, Giovanni Murano, Marco Rao, Roberta Roberto, Andrea Tortora
e Alessandro Zini

Numero 999 – Gennaio 2026

La serie Questioni di economia e finanza ha la finalità di presentare studi e documentazione su aspetti rilevanti per i compiti istituzionali della Banca d'Italia e dell'Eurosistema. Le Questioni di economia e finanza si affiancano ai Temi di discussione volti a fornire contributi originali per la ricerca economica.

La serie comprende lavori realizzati all'interno della Banca, talvolta in collaborazione con l'Eurosistema o con altre Istituzioni. I lavori pubblicati riflettono esclusivamente le opinioni degli autori, senza impegnare la responsabilità delle Istituzioni di appartenenza.

La serie è disponibile online sul sito www.bancaditalia.it.

L'IMPATTO AMBIENTALE DEL LAVORO DA REMOTO: EVIDENZE DA UN'INDAGINE CONDOTTA IN BANCA D'ITALIA

di Dario Alessandro de Pinto*, Donato Milella*, Daniele Macali*, Riccardo Basile**, Carmen Lavinia**, Giovanni Murano**, Marco Rao**, Roberta Roberto**, Andrea Tortora** e Alessandro Zini**

Sommario

La Banca d'Italia ha stipulato un Accordo di collaborazione con l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) per stimare la variazione delle emissioni di gas serra e dei consumi di energia conseguenti all'adozione di un'organizzazione flessibile del lavoro. Nell'ambito del progetto, nel 2023 è stato elaborato e somministrato ai dipendenti della Banca un questionario volto a valutare gli impatti ambientali del modello di lavoro ibrido, introdotto nel 2022, in cui la prestazione a distanza si integra con quella in presenza. L'analisi delle 4.255 risposte, raccolte tra i dipendenti sia dell'Amministrazione centrale a Roma e Frascati, sia presso 38 Filiali presenti sul territorio nazionale, ha consentito di stimare, sulla base dell'evidenza empirica, l'impatto ambientale degli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti e degli extra consumi domestici di energia connessi con il lavoro da remoto, finora poco studiati in letteratura. Tenendo conto anche dei giorni lavorati a distanza, le emissioni medie pro-capite per gli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti risultano pari a 4,1 chilogrammi di anidride carbonica equivalente (kgCO_{2e}) per ogni giornata di lavoro in ufficio (4,8 il dato calcolato nel 2020, prima dell'introduzione del modello). Le emissioni connesse agli extra consumi domestici legati al riscaldamento, al raffrescamento e all'utilizzo del computer e dell'illuminazione risultano pari a 1,1 kgCO_{2e} per una giornata di lavoro da remoto. Il lavoro fornisce inoltre una stima delle emissioni medie connesse agli extra consumi domestici di energia per un giorno di lavoro a distanza, suddivise per zona climatica, potenzialmente utilizzabile da altre aziende e istituzioni per il calcolo delle emissioni indirette di gas serra (Scope 3) connesse con il pendolarismo dei dipendenti.

Classificazione JEL: D13, H83, J22, M54, O33, R11, R41.

Parole chiave: lavoro a distanza, telelavoro, emissioni di gas serra spostamenti casa-lavoro, commuting, modello di lavoro ibrido, consumi energetici lavoro da remoto, scope 3, GHG Protocol.

DOI: 10.32057/0.QEF.2026.999

* Banca d'Italia.

** Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA).

1. Introduzione

Prima della pandemia da Covid-19, in Banca d’Italia il lavoro a distanza era utilizzato in maniera marginale: nel 2019, al netto delle persone in telelavoro, la quota effettiva di giorni di lavoro da remoto era pari a circa il 4 per cento del totale dei giorni lavorati nell’anno. Durante il periodo pandemico l’utilizzo di questa modalità ha subito una forte accelerazione: nel 2020 il personale ha lavorato da remoto in media per quasi il 60 per cento delle giornate lavorative, con picchi del 90 per cento durante il lockdown (per maggiori approfondimenti, si veda Martiello e Parigi 2022).

Nel maggio 2020 è stata avviata una riflessione che ha condotto alla pubblicazione di un rapporto finale con la visione strategica della Banca e le caratteristiche del nuovo modello di lavoro ibrido, in cui la prestazione in presenza si integra con quella a distanza (*L’organizzazione del lavoro in Banca d’Italia nella nuova normalità*, 2021). Il modello, entrato in vigore definitivamente il 1° aprile 2022, prevede che, di norma, la prestazione lavorativa possa essere resa a distanza per un massimo di 100 giorni all’anno, con un limite mensile di 10 giorni (cd. *fascia standard o 10/100*); in relazione alle caratteristiche di telelavorabilità dei processi o alle condizioni operative, i massimali possono essere ridotti a 5/50 o innalzati a 12/120. In alcune unità organizzative, infine, le persone hanno la possibilità di ricorrere al lavoro da remoto solo in maniera occasionale.

Da un punto di vista ambientale il lavoro da remoto comporta una variazione delle emissioni in atmosfera connesse con: (a) la riduzione degli spostamenti casa-lavoro; (b) l’aumento dei consumi domestici; (c) la riduzione dei consumi energetici aziendali, soprattutto qualora la configurazione degli impianti consenta di modulare i consumi in relazione alle presenze effettive negli uffici o laddove le eventuali politiche adottate (ad es. desk sharing) consentano di evitare la climatizzazione di uno o più edifici.

In questo lavoro di ricerca, la stima degli impatti ambientali del nuovo modello di lavoro è effettuata valutando gli effetti della riduzione degli spostamenti casa-lavoro e gli extra consumi di energia negli ambienti utilizzati per il lavoro a distanza¹. La riduzione dei consumi energetici aziendali è stata considerata trascurabile alla luce: dell’evidenza empirica relativa all’effetto della presenza del personale sui consumi energetici degli edifici, osservata nel periodo pandemico; dell’attuale configurazione impiantistica degli stabili della Banca, che consente, solo in casi limitati, di regolare i consumi in base all’effettiva presenza del personale; del limitato ricorso al desk sharing negli edifici della Banca nel periodo di raccolta delle informazioni.

Per l’ottenimento dei dati di dettaglio necessari per stimare nel modo più accurato possibile le emissioni relative alla nuova organizzazione del lavoro delle informazioni necessarie, è stato messo a punto un questionario, che è stato successivamente somministrato a tutti i dipendenti e compilato su base volontaria.

I risultati sono stati utilizzati per il calcolo delle emissioni indirette di gas serra (Scope 3) della Banca dovute al pendolarismo dei dipendenti².

¹ Per “extra consumi” si intende il differenziale dovuto alla necessità di raffrescare o riscaldare gli ambienti dove si effettua il lavoro a distanza rispetto a uno scenario base, nel quale una quota di energia sarebbe stata comunque consumata per riscaldare e raffrescare tale ambiente indipendentemente dalla presenza di chi lavora in remoto da remoto. Questo differenziale dipende da numerosi fattori, tra cui la tipologia di impianti esistenti presso le abitazioni, l’efficienza energetica dei luoghi da cui si lavora a distanza, le zone climatiche in cui si trovano gli edifici, la presenza di altre persone nel luogo in cui si lavora da remoto e, più in generale, le abitudini domestiche di consumo dei dipendenti.

² Il *Greenhouse Gas (GHG) Protocol* classifica le emissioni di gas serra delle aziende in: Scope 1 (emissioni dirette correlate in primo luogo all’uso di combustibili fossili per riscaldamento e autotrazione e alle emissioni fuggitive di gas climalteranti); Scope 2 (emissioni indirette dovute all’acquisto di energia); Scope 3 (altre emissioni indirette connesse con la catena del valore a monte e a valle). Il *Corporate Value Chain (Scope 3) Standard* del GHG Protocol prevede che le emissioni connesse con il

2. La letteratura in materia

La crescente diffusione del lavoro da remoto ha stimolato numerosi studi volti ad analizzare i suoi impatti sulle pratiche di mobilità e sulle emissioni ambientali. In generale, la valutazione complessiva degli impatti ambientali del lavoro da remoto si scontra con difficoltà metodologiche legate da un lato alla scarsità di dati ad alta risoluzione – soprattutto quando si tratta di informazioni riferite a comportamenti privati e a caratteristiche tipologiche e prestazionali degli edifici presso cui si svolge la prestazione di lavoro a distanza – e dall’altro alla variabilità dei parametri in gioco, circostanza che richiama l’esigenza di ulteriori studi più dettagliati, comparabili e solidamente fondati sull’evidenza empirica.

Il principale effetto indotto dal lavoro da remoto riguarda la riduzione della frequenza degli spostamenti casa-lavoro, in particolare nelle ore di punta, noto come *work travel effect*, che comporta benefici, quali la diminuzione della congestione stradale, ed effetti incerti, principalmente dovuti a una maggiore libertà nelle scelte insediative, favorita dalla minore necessità di vivere in prossimità del luogo di lavoro. Alcuni studi evidenziano anche possibili *effetti rebound*, ovvero l’aumento degli spostamenti per motivi personali, che possono parzialmente ridurre i benefici ambientali derivanti dalla riduzione degli spostamenti casa-lavoro, o la tendenza delle persone a ricollocarsi in aree periferiche o meno densamente popolate, spesso con l’acquisto di abitazioni più distanti dal posto di lavoro e più ampie, il che può talvolta comportare un incremento dei consumi energetici domestici.

Sebbene la direzione della relazione causale rimanga indeterminata in letteratura, le analisi di Ory et al. (2006) e Asmussen et al. (2024), condotte rispettivamente in California e in Texas, indicano che è più probabile che sia la distanza a influenzare la scelta di lavorare da remoto e non il contrario.

Rassegne sistematiche della letteratura sono state condotte da Halefom et al. (2024), Rios Villacorta et al. (2025), Sepanta e O’Brien (2023) e Hook et al. (2020). La principale evidenza è che il ricorso al lavoro da remoto riduce complessivamente i consumi legati ai trasporti, mentre gli effetti di aumento o diminuzione dei consumi energetici legati all’uso degli ambienti di lavoro risultano meno indagati o incerti. Solo pochi lavori analizzano congiuntamente entrambi questi aspetti, tentando una valutazione del bilancio netto, che rimane comunque problematica e fortemente dipendente dal contesto. Tra questi, due studi indicano che il lavoro da remoto potrebbe incrementare i consumi energetici complessivi, quattro giudicano incerto l’effetto, cinque studi supportano l’ipotesi di una riduzione dei consumi. Solo tre studi, condotti su casi in Corea del Sud e USA, includono una stima degli effetti rebound, con conclusioni non omogenee³.

Crow e Millot (2020), in un’analisi comparativa di diversi casi a livello globale, si concentrano sul bilanciamento tra la riduzione delle emissioni connesse agli spostamenti casa-lavoro e l’aumento legato ai consumi domestici. I risultati mostrano che, mediamente, i risparmi

lavoro da remoto possono essere incluse in maniera opzionale nell’inventario di gas serra delle aziende; la revisione di tale Standard, tuttora in corso, porta a ritenerne l’inserimento di tali emissioni sarà obbligatorio.

³ Per Larson e Zhao (2017), il lavoro da remoto determinerebbe un incremento complessivo dei consumi, legato a un doppio effetto rebound (trasporti e consumi residenziali). In un modello urbano semplificato, gli autori stimano che, con un giorno di lavoro da remoto a settimana per il 20% dei lavoratori, i consumi per gli spostamenti calerebbero del 23,0% e quelli domestici crescerebbero del 5,3%, con un lieve aumento netto dello 0,4%. L’esito riflette minori costi di trasporto, maggiore sprawl urbano e abitazioni più ampie, e varia a seconda del mix energetico e del contesto socioeconomico. Kitou e Horvath (2003) non giungono invece a conclusioni univoche: il lavoro da remoto può ridurre consumi ed emissioni, ma l’effetto varia tra i diversi inquinanti e dipende da clima, tecnologie impiantistiche e modelli di utilizzo degli spazi. Le loro simulazioni mostrano che nei giorni freddi i risparmi nei trasporti possono essere quasi compensati dall’aumento dei consumi domestici, mentre nei giorni caldi si registra una riduzione netta. Per Kim et al. (2015), sulla base di un sondaggio relativo all’1% dei residenti della Seoul Metropolitan Area, il lavoro da remoto ridurrebbe significativamente le emissioni da trasporto, aumenterebbe moderatamente i consumi domestici e favorirebbe alcuni spostamenti non lavorativi. Nonostante il rebound, la riduzione netta dei consumi per la mobilità resterebbe intorno al -38%. Inoltre, una maggiore flessibilità oraria contribuirebbe a distribuire più uniformemente il traffico nelle ore di punta, con un effetto complessivamente positivo sulle emissioni.

energetici derivanti dall'eliminazione degli spostamenti sistematici sono circa quattro volte maggiori dell'aumento dei consumi residenziali, con significative differenze regionali legate alle abitudini di spostamento, ai combustibili e alle fonti di energia utilizzate nelle abitazioni e alle differenze nelle composizioni dei mix energetici nazionali.

Ricerche recenti hanno analizzato le prestazioni energetiche degli edifici residenziali e degli uffici per comprendere meglio le dinamiche connesse con l'aumento dei consumi di energia connessi con riscaldamento e raffrescamento. Norouziasas et al. (2024) hanno valutato – tramite dati acquisiti da sensori, misurazioni dirette e simulazioni – dieci scenari di lavoro ibrido e da remoto in Norvegia; i risultati mostrano riduzioni significative del consumo energetico negli scenari con maggior ricorso al lavoro a distanza. Lo scenario con una sola giornata di presenza settimanale in ufficio è quello con la maggiore riduzione dell'intensità di utilizzo dell'energia (*Energy Use Intensity*, EUI), con un calo del 46 per cento rispetto al caso base. L'implementazione di orari flessibili e del lavoro da remoto nei diversi scenari porta a una riduzione della domanda di energia elettrica per riscaldamento fino al 23 per cento.

Uno studio di Wu et al. (2024), basato su dataset nazionali statunitensi, ha stimato un incremento di 1,51 chilogrammi di anidride carbonica equivalente (kgCO₂e) per persona al giorno dovuto a maggiori consumi domestici, compensato da riduzioni di 4,23 kgCO₂e derivanti dal minor pendolarismo e di 1,34 kgCO₂e dall'uso ridotto degli edifici ad uso ufficio, con un bilancio netto di 4,06 kgCO₂e per persona al giorno.

Un'ulteriore quantificazione delle emissioni associate al lavoro da remoto è disponibile nella banca dati dei fattori di emissione del Department for Energy Security and Net Zero del governo britannico: il dato è pari a 0,334 kgCO₂e per ogni ora di attività lavorativa svolta da casa. Tale valore, rapportato a una giornata lavorativa standard di 7,5 ore, corrisponde a un'emissione complessiva di gas serra di circa 2,5 kgCO₂e per giornata di lavoro da remoto. Il dato si basa su un'analisi di Skillett e Ventress (2020) condotta nel Regno Unito, che considera gli extra consumi energetici imputabili esclusivamente al riscaldamento e all'uso di dispositivi informatici e di illuminazione e risulta rappresentativo del contesto energetico e immobiliare britannico.

In Italia, uno studio condotto da Roberto et al. (2023), focalizzato sui lavoratori nelle pubbliche amministrazioni di Bologna, Roma, Trento e Torino, ha indagato le caratteristiche sociodemografiche e comportamentali dei lavoratori da remoto e valutato i benefici ambientali associati al lavoro a distanza, mostrando che l'eliminazione degli spostamenti sistematici per raggiungere il luogo di lavoro, resa possibile dall'adozione del lavoro da remoto, può contribuire in modo significativo alla riduzione delle emissioni climateranti. In particolare, gli autori stimano un risparmio medio di circa 6 kgCO₂e al giorno per i lavoratori che, in assenza di lavoro da remoto, si recherebbero in ufficio in automobile. Cattani et al. (2024) hanno condotto un'analisi dinamica dei consumi in un edificio residenziale a Genova, considerando simultaneamente i principali fattori che influenzano il bilancio energetico del lavoro da remoto; i risultati indicano un aumento medio del 15 per cento dei consumi residenziali in caso di lavoro esclusivamente da casa. Un'ulteriore valutazione a livello italiano è fornita dall'Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano (2022); secondo questo studio l'adozione sistematica del lavoro da remoto permetterebbe di ridurre le emissioni medie annue di circa 450 kgCO₂e per persona, derivanti da una combinazione di minori emissioni legate agli spostamenti casa-lavoro (-350 kgCO₂e), dalla riduzione dell'utilizzo degli spazi aziendali (-400 kgCO₂e) e dall'aumento delle emissioni domestiche dovute a maggiori consumi energetici (+300 kgCO₂e). Inoltre, ipotizzando un modello ibrido con due giorni di lavoro da remoto a settimana, lo studio stima una riduzione media dei costi individuali degli spostamenti casa-lavoro di circa 1.000 euro annui, parzialmente compensata da un aumento dei costi energetici domestici stimato intorno a 400 euro a persona.

In Banca d’Italia è stata condotta di recente un’analisi sulla propensione al ricorso al lavoro da remoto. Uno studio di Mariani et al. (2023) evidenzia che i dipendenti che hanno tempi di percorrenza più lunghi per raggiungere il luogo di lavoro, hanno figli piccoli o usufruiscono dei benefici della L. 104 sono più propensi a lavorare da remoto, mentre quelli che vivono da soli sono meno propensi; al crescere dell’età si registra inoltre una minor propensione e, ad eccezione di alcune categorie specifiche, non si evidenzia una differenza di genere. Il lavoro suggerisce inoltre che le scelte di lavoro a distanza del capo possono influenzare il comportamento dei collaboratori.

3. Il questionario per la valutazione dell’impatto ambientale del lavoro ibrido

Il progetto di ricerca svolto dalla Banca d’Italia in collaborazione con l’ENEA si è basato sulla somministrazione, nel 2023, di un questionario per la valutazione dell’impatto ambientale del lavoro ibrido e per la raccolta di informazioni utili alla redazione dei Piani di spostamento casa-lavoro (PSCL) ai dipendenti addetti alle sedi dell’Amministrazione centrale a Roma e presso il Centro Donato Menichella (CDM) di Frascati (incluse le due Filiali ubicate rispettivamente a Roma e presso il CDM), e delle 6 Filiali più grandi per le quali la normativa prevede l’obbligo di redazione del PSCL⁴. La versione finale del questionario è stata realizzata a valle di due indagini pilota condotte nel mese di aprile 2023. La distribuzione della versione finale è iniziata giovedì 8 giugno 2023 ed è terminata il 10 luglio 2023; nel complesso sono state raccolte 4.255 risposte di cui 3.089 complete e 1.166 parziali⁵. Le risposte complete hanno rappresentato il 46 per cento dei dipendenti interpellati, in uguale misura tra uomini e donne; ha risposto il 48 per cento del personale che lavora nelle 36 Filiali della Banca presenti sul territorio nazionale (rete territoriale)⁶ e il 45 per cento dei dipendenti dell’area romana. Le risposte complete si riferiscono al 51 per cento degli appartenenti all’Area manageriale/Alte professionalità e al 40 per cento degli appartenenti all’Area operativa (tav. 1).

Il controllo dell’aderenza del campione con la popolazione ha evidenziato differenze significative per due variabili chiave, su cui è stata operata una post-stratificazione: a) la sede di lavoro, distinta in area romana e Filiali (fig. 1); b) la modalità di svolgimento della prestazione lavorativa (telelavoro, ricorso occasionale al lavoro da remoto, ridotta lavorabilità da remoto, fascia standard, estensione rispetto alla fascia standard; fig. 2). I risultati presentati di seguito tengono conto della ricalibrazione operata sulla base della combinazione di queste due variabili.

3.1 Le abitudini di lavoro a distanza emerse dal questionario

La quota di dipendenti che lavorano da remoto prevalentemente presso il proprio domicilio è dell’80 per cento; il 17 per cento svolge la prestazione lavorativa in un luogo diverso dal proprio domicilio abituale (fig. 3a). Tra chi lavora prevalentemente presso il domicilio abituale, un terzo afferma di non svolgere mai il lavoro da remoto da un’abitazione diversa, neanche in via occasionale (fig. 3b); per chi invece lavora occasionalmente da remoto in altra abitazione (ad

⁴ L’articolo 229, comma 4, del DL n. 34 del 19 maggio 2020, convertito, con modificazioni, dalla L. n. 77 del 17 luglio 2020, ha previsto che imprese e pubbliche amministrazioni con singole unità locali con più di 100 dipendenti ubicate in un capoluogo di Regione, in una Città metropolitana, in un capoluogo di Provincia ovvero in un Comune con popolazione superiore a 50.000 abitanti, debbano adottare il Piano degli Spostamenti Casa-Lavoro (PSCL) del proprio personale dipendente finalizzato alla riduzione dell’uso del mezzo di trasporto privato individuale, nonché nominare un *Mobility manager* con funzioni di supporto professionale continuativo alle attività di decisione, pianificazione, programmazione, gestione e promozione di soluzioni ottimali di mobilità sostenibile.

⁵ Per circa 600 di queste ultime è stata compilata almeno una sezione mentre le restanti non contengono informazioni utilizzabili.

⁶ Due filiali della Banca d’Italia, Roma Sede e Roma CDM, sono ubicate nell’area romana; le altre 36 filiali sono distribuite in diverse zone climatiche: 4 in zona B, 7 in zona C, 7 in zona D e 18 in zona E.

es. una seconda casa), questa è più distante dal luogo di lavoro rispetto all'abitazione principale (78 per cento dei casi).

L'analisi delle risposte rileva una correlazione lineare positiva ma molto debole tra i chilometri percorsi nel tragitto di andata casa-lavoro e il numero di giorni mediamente lavorati a distanza (includendo sia chi lavora da remoto sia chi è in telelavoro).

La possibilità di lavorare stabilmente da remoto ha avuto un impatto sulla propensione allo spostamento del domicilio⁷. Il 12 per cento dei rispondenti dichiara di aver pensato di spostare il proprio domicilio abituale in considerazione del lavoro da remoto e un 2 per cento ha cambiato residenza in relazione alla possibilità di lavorare da remoto con una certa stabilità (fig. 4a). Le motivazioni a supporto di queste valutazioni appaiono diversificate (fig. 4b), ma riconducibili in generale a una migliore qualità della vita. Dal complesso dei risultati non si evidenzia un effetto rebound legato a un aumento degli spostamenti per motivi personali.

La ripartizione delle giornate lavorabili in giorni lavorati in presenza e da remoto (escludendo le giornate in telelavoro, sostanzialmente costanti) indica una stagionalità nel ricorso al lavoro a distanza, che si intensifica in estate e nel periodo delle festività principali. Le percentuali di lavoro in presenza si rimodulano di conseguenza (fig. 5).

In termini di stagionalità infrasettimanale, si registra una generale preferenza a lavorare in presenza nei giorni centrali della settimana, con differenze tutto sommato ridotte rispetto al lunedì e al venerdì, che resta il giorno in cui si concentrano maggiormente le prestazioni rese a distanza. È invece significativa la differenza tra Amministrazione centrale e rete territoriale delle Filiali in relazione al diverso grado di possibilità di ricorso al lavoro da remoto (fig. 6).

4. Il calcolo delle emissioni connesse agli spostamenti casa-lavoro

4.1 I dati nazionali sulla mobilità delle persone e la stagionalità degli spostamenti nella città di Roma

Il *Rapporto sulla mobilità degli italiani* e il *Rapporto 2025 sulla mobilità di Roma* consentono un confronto fra la situazione di contesto e i risultati di mobilità esposti in questo lavoro.

Il *Rapporto sulla mobilità degli italiani*, pubblicato dall'Istituto Superiore di formazione e ricerca per i trasporti (ISFORT), fotografa la domanda di mobilità della popolazione italiana residente nella fascia di età tra 14 e 85 anni. La ventunesima edizione del Rapporto, pubblicata a novembre 2024, conferma gli squilibri strutturali nelle modalità di trasporto utilizzate dai cittadini: in termini di percorrenze complessive, la mobilità pedonale è al 2,6 per cento, bicicletta e micromobilità all'1,2, motoveicoli al 4,0, automobile al 75,1 e trasporto pubblico nel suo complesso al 17,1 per cento. Il tempo giornaliero dedicato alla mobilità è stato pari nel 2023 a 53 minuti pro-capite nella popolazione mobile, 43 nella popolazione totale⁸. La distanza media pro-capite percorsa ogni giorno è stata pari a 25,6 km nella popolazione mobile, 20,9 nella popolazione totale.

Il *Rapporto 2025 sulla mobilità di Roma* fotografa invece le abitudini di spostamento dei cittadini romani; i dati sulla ripartizione dei mezzi usati in prevalenza confermano che il mezzo

⁷ Una delle evidenze della letteratura è che la frequenza del ricorso al lavoro a distanza è in correlazione biunivoca con la durata del tragitto casa-lavoro. Da un lato, infatti, la possibilità di lavorare stabilmente da remoto – come accade in un modello di lavoro ibrido – aumenta la tendenza delle persone a ricollocarsi in aree periferiche o meno densamente popolate, dall'altro, un tempo di spostamento più alto incide sui comportamenti individuali, aumentando il ricorso al lavoro da remoto. Per una quantificazione degli effetti del tempo di spostamento casa-lavoro sulla propensione a lavorare a distanza si veda Mariani et al (2023).

⁸ Per popolazione mobile si intende coloro che hanno effettuato almeno uno spostamento nel giorno medio feriale ad eccezione dei soli spostamenti a piedi inferiori a 5 minuti; per totale della popolazione si intende le persone con un'età compresa tra 14 e 80 anni.

privato (auto e moto) costituisce il 61 per cento delle preferenze negli spostamenti, una quota che supera il 70 per cento se si considera la sola popolazione attiva (fra 30 e 65 anni). Il rapporto contiene anche un focus sui livelli di traffico, sia per la generalità degli spostamenti, sia per le linee metro e le ferrovie concesse. Un confronto fra la città di Roma e la cintura metropolitana evidenzia che, per la generalità degli spostamenti, i profili orari mostrano un picco in corrispondenza delle fasce orarie 8:00-9:00 e 18:00-19:00, con uno scostamento orizzontale fra i profili degli spostamenti di 1-2 ore legato al fatto che la mattina i residenti della cintura metropolitana iniziano i propri spostamenti prima dei residenti romani mentre al pomeriggio impiegano più tempo nel percorrere il tragitto di ritorno. I dati per le metropolitane e le ferrovie concesse, per le quali le vidimazioni in ingresso sono rilevate in automatico, consentono di apprezzare l'esistenza di una stagionalità intrasettimanale; i giorni di maggiore utilizzo di tali mezzi risultano essere il mercoledì e il giovedì, quello meno trafficato il lunedì.

4.2 Risultati

Prima dell'indagine del 2023, la Banca aveva condotto altre indagini campionarie per rilevare le abitudini di spostamento dei dipendenti. L'ultimo questionario, somministrato nel dicembre 2020 durante la pandemia e sempre condotto in collaborazione con ENEA, aveva consentito di stimare le modalità di spostamento casa-lavoro prima e durante la pandemia, evidenziando un aumento delle emissioni di gas serra di ciascuno spostamento (passato da 4,8 a 6,1 kgCO₂e per ogni giornata di lavoro in ufficio), legato al maggiore utilizzo di mezzi di trasporto privati durante l'emergenza sanitaria (fig. 7).

L'indagine campionaria del 2023 ha evidenziato un sostanziale ritorno alle modalità di trasporto utilizzate nel periodo pre-pandemico. L'analisi dei dati raccolti ha consentito di stimare le emissioni medie pro-capite giornaliero per gli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti in 4,1 chilogrammi di anidride carbonica equivalente: la flessione rispetto al dato calcolato nel 2020 e riferito al periodo pre-pandemico (2019), pari a 4,8 chilogrammi di anidride carbonica equivalente, è dovuta principalmente a un maggiore utilizzo dei mezzi pubblici e all'utilizzo di autovetture private meno inquinanti. Il 56 per cento delle autovetture attualmente impiegate dai dipendenti è infatti conforme agli standard di emissione Euro 6 (erano poco meno del 40 per cento nel 2019, fig. 8).

Il tragitto di andata casa-lavoro dei dipendenti è pari in media a 22,2 chilometri e, nello specifico, 19,4 chilometri per l'area romana (18,2 km per gli addetti alle sedi di Roma e 22,9 km per chi lavora al CDM) e 30,5 chilometri per gli addetti alla rete periferica delle Filiali; il tempo necessario per percorrerlo è di 42 minuti e, in particolare, 41 minuti per l'area romana (42 per gli addetti alle sedi di Roma e 38 per chi lavora al CDM) e 46 minuti per le Filiali (fig. 9). Sia i chilometri percorsi che il tempo impiegato sono leggermente aumentati rispetto alla rilevazione precedente, nella quale la distanza percorsa era risultata 21 chilometri (18 per l'area romana e 28 per le Filiali) e il tempo impiegato pari a 38 minuti. Per quanto riguarda le sole persone in telelavoro, la distanza media percorsa per raggiungere l'ufficio nel tragitto di andata è di 78,4 chilometri con un tempo medio di percorrenza di circa 87 minuti, in linea con la letteratura in materia. Il tempo impiegato per raggiungere la sede di lavoro e l'utilizzo del lavoro a distanza risultano correlati.

Sull'aumento delle distanze percorse e dei tempi di spostamento potrebbero avere inciso fattori diversi. Per le Filiali, alcune riforme organizzative hanno comportato la chiusura o la rimodulazione di alcune sedi in capoluoghi di provincia e aumentato le distanze casa-lavoro per una quota marginale dei dipendenti. Per l'area romana, la crescita del tasso di mobilità e del tasso di motorizzazione auto dei residenti e la crescita dei flussi turistici, registrati dal Rapporto 2025 sulla mobilità di Roma, hanno aumentato la frequenza di fenomeni di congestione.

La stessa possibilità di lavorare stabilmente da remoto potrebbe avere comportato in pochi casi lo spostamento delle residenze più lontano dai luoghi di lavoro.

Ai dipendenti è stato chiesto di indicare l'orario abituale di ingresso quando si lavora in presenza: la media per l'area romana è alle 8:31, mentre quella per le Filiali non romane è alle 8:06, in linea con l'esigenza di garantire i servizi all'utenza sul territorio. Entrambe le distribuzioni sono lievemente platicurtiche, con le modalità che si distribuiscono principalmente tra le 7:00 e le 9:30 per l'area romana e tra le 7:00 e le 9:00 per le Filiali non romane, quest'ultima anche dovuta a una minore flessibilità in ingresso. L'asimmetria delle distribuzioni, in particolare quella dell'area romana, consente di apprezzare una tendenza a posticipare lievemente gli spostamenti quotidiani contribuendo a una distribuzione più omogenea del traffico nell'orario di punta della mattina (fig. 10).

Anche altre istituzioni finanziarie quantificano le emissioni legate agli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti, con risultati che dipendono anche dalla differente articolazione territoriale⁹.

4.3 Dati di dettaglio

Dall'analisi delle risposte al questionario è emerso come i mezzi più utilizzati siano il treno e l'auto privata (usati rispettivamente per il 39 e il 38 per cento dei chilometri percorsi). Sulle scelte di utilizzo dei mezzi di trasporto pesano in particolare il risparmio di tempo e l'autonomia di movimento e, per l'area romana, l'inadeguatezza del trasporto pubblico. Anche per questo, i dipendenti dell'area romana tendono a utilizzare maggiormente il mezzo privato rispetto a quelli che lavorano in Filiale (fig. 11a).

Gran parte delle autovetture utilizzate dai dipendenti della Banca negli spostamenti casa-lavoro sono alimentate a gasolio o a benzina (70 per cento); il 10 per cento sono a GPL o a metano. La quota di auto ibride tradizionali è di circa il 14 per cento, mentre il numero delle autovetture ibride plug-in è del 3 per cento. Le auto ad alimentazione esclusivamente elettrica sono pari al 3 per cento (fig. 11b). Il 56 per cento circa delle autovetture hanno standard emissivo Euro 6, il 23 per cento Euro 5, il 17 per cento Euro 4. Un approfondimento sulle emissioni di autoveicoli e motoveicoli privati utilizzati dai dipendenti ha consentito di stimare le emissioni annue medie pro capite (riferite unicamente a chi utilizza il mezzo privato) di diverse sostanze inquinanti (tav. 2).

Il 13 per cento dei dipendenti raggiunge il posto di lavoro unicamente a piedi (9 per cento nell'area romana e 23 per cento nelle Filiali), mentre poco meno del 4 per cento utilizza esclusivamente mezzi di mobilità dolce come bicicletta, bici elettrica o monopattino elettrico.

È stata indagata la propensione a modificare le abitudini di spostamento casa-lavoro in favore di scelte più sostenibili, chiedendo ai rispondenti la disponibilità a utilizzare in alternativa mezzi di mobilità sostenibile in maniera sistematica/prevalente. Il 19 per cento dei rispondenti si dichiara indisponibile a modificare le proprie abitudini. Tra coloro che si dichiarano disponibili a modificarle, il 35 per cento utilizzerebbe il trasporto pubblico, quasi il 30 per cento le navette

⁹ Il Gruppo Intesa Sanpaolo, nell'ambito della propria rendicontazione ambientale (cfr. il *2024 Climate Report*) evidenzia che le emissioni legate agli spostamenti casa-lavoro dei propri dipendenti in Italia sono pari a 33.441 tCO₂e nel 2024, corrispondenti a circa 0,484 tCO₂e per dipendente in un anno. Nella rendicontazione di sostenibilità (cfr. la *Relazione finanziaria annuale per l'esercizio 2024*), la Banca Popolare di Sondrio dà evidenza delle emissioni legate al pendolarismo dei dipendenti, stimate sulla base di una survey somministrata ai dipendenti della Capogruppo: le emissioni, che tengono conto delle giornate di lavoro a distanza, risultano pari a 3.714 tCO₂e, corrispondenti in media a 5,3 kgCO₂e per lavoratore al giorno e a 1,177 tCO₂e per dipendente in un anno. Anche il Gruppo Banco BPM pubblica informazioni sulle emissioni legate al pendolarismo: i dati pubblicati nell'ultima rendicontazione di sostenibilità mostrano un valore per l'Italia pari a 11.974 tCO₂e, corrispondenti a circa 0,616 tCO₂e per dipendente in un anno (cfr. la *Rendicontazione di sostenibilità* sul 2024).

aziendali e il 22 per cento forme di mobilità “dolce” ed elettrica¹⁰. Con particolare riferimento all’utilizzo del trasporto pubblico locale, le motivazioni principali che si oppongono risiedono nella difficoltà di utilizzo e nella inaffidabilità del servizio, che si traduce in una scarsa funzionalità (fig. 12).

4.4 Aspetti metodologici

Per il calcolo delle emissioni di gas serra e altre sostanze inquinanti connesse con l’utilizzo di autoveicoli e motoveicoli privati utilizzati dai dipendenti, sono state utilizzate le tabelle¹¹ del software COPERT, il cui sviluppo è coordinato dall’Agenzia europea dell’ambiente. Per il calcolo di tali emissioni si è tenuto conto della tipologia di veicolo, della tipologia di alimentazione, della cilindrata e dello standard emissivo¹², associando ad ogni rispondente la corrispondente riga di fattori emissivi delle tabelle COPERT, in base alla sua personale configurazione dei fattori di interesse per il calcolo. I dati raccolti sono stati in parte trasformati per armonizzare le variabili con le etichette contenute nelle tabelle COPERT.

Per il trasporto pubblico (treno, autobus percorso urbano, autobus percorso extraurbano, metro, tram, traghetto, bicicletta elettrica, monopattino elettrico) la stima delle emissioni di gas serra è stata effettuata mediante i fattori di emissione forniti da DESNZ¹³. I fattori di emissione sono stati moltiplicati per i chilometri percorsi con i diversi mezzi di trasporto da ciascun rispondente, in modo da calcolare le emissioni medie giornaliere; tali emissioni sono state poi ponderate per il numero di giorni di lavoro effettivamente svolti in presenza da ciascun rispondente.

I risultati sono stati aggregati in base alle due variabili su cui si è operata la post-stratificazione, la sede di lavoro e la fascia lavorativa di riferimento, in modo da ricavare fattori di emissione specifici per ciascuno dei 12 sottogruppi statistici, caratterizzati dalla combinazione di queste due variabili. La ricalibrazione in base alla composizione della popolazione ha consentito di stimare le emissioni medie pro-capite giornaliere per gli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti.

5. La stima degli extra consumi domestici di energia legati al lavoro a distanza

5.1 Risultati

Il lavoro condotto con l’ENEA ha consentito di stimare le emissioni giornaliere connesse con una giornata di lavoro da remoto in 1,1 kgCO₂e, un valore che è circa un quarto del corrispondente costo ambientale dello spostamento casa-lavoro connesso con l’effettuazione della giornata di lavoro in presenza. Tali emissioni sono dovute agli extra consumi domestici¹⁴

¹⁰ Il mancato ricorso a forme di mobilità dolce/elettrica dipende da sicurezza stradale percepita (41%), eccessiva distanza (30%), condizioni meteorologiche (7%), mancata copertura dei servizi di sharing (6%), costi dei servizi di sharing (6%), altro (9%).

¹¹ È stata utilizzata la banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia dell’ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), considerando i seguenti inquinanti: CO, VOC, NMVOC, NO_x, Benzene, PM2.5, PM10, PM_exhaust, Me, IPA, BaP, N₂O, CH₄.

¹² Le variabili considerate sono state: a) Alimentazione: Benzina, Benzina-ibrido plug in, Benzina-ibrido tradizionale, Diesel, Diesel-ibrido plug in, Diesel-ibrido tradizionale, Elettrico, GPL, Metano, Altro. b) Cilindrata auto con motore a combustione interna: Grande (oltre 2000 cc), Medio-grande (1400-1999 cc), Medio-piccola (800-1399 cc), Mini (fino a 799 cc), Altro. c) Cilindrata motoveicolo con motore a combustione interna: Ciclomotore 2 tempi < 50 cc, Motociclo 2 tempi > 50 cc, Motociclo 4 tempi < 250 cc, Motociclo 4 tempi 250 cc - 750 cc, Motociclo 4 tempi > 750 cc. d) Standard emissivo: Pre-Euro, Euro 6/a/b/c, Euro 6/d-temp, Da Euro 1 a Euro 5, Non so/non rispondo.

¹³ È stata utilizzata la base dati dei fattori di emissione del Dipartimento per la Sicurezza energetica e Net Zero del governo del Regno Unito (Department for Energy Security and Net Zero, DESNZ).

¹⁴ Si definisce un extra consumo di energia soltanto quando il lavoro a distanza del dipendente origina – presso il luogo dove si rende la prestazione – una variazione dei consumi (e delle connesse emissioni) che non si sarebbe realizzata nel caso in cui

di energia rispettivamente per: il riscaldamento (63 per cento), il raffrescamento (29 per cento), l'utilizzo di pc e l'illuminazione (8 per cento).

Esclusivamente ai fini del calcolo degli extra consumi connessi alla prestazione lavorativa resa da remoto, del campione originario di 4.255 intervistati sono state utilizzate le 2.335 unità statistiche che hanno dichiarato di realizzare un extra consumo per riscaldamento e/o raffrescamento. Più in particolare, 1.646 rispondenti hanno dichiarato un extra consumo per riscaldamento e 1.732 un extra consumo da raffrescamento. Relativamente alla parte del campione che dichiara extra consumi, il 3 per cento dei rispondenti lavora in zona climatica B, il 4 per cento in zona climatica C, 82 per cento in zona climatica D e 1'11 in zona climatica E. Risulta esiguo il numero di lavoratori in zona climatica F, mentre non vi sono dipendenti nella zona climatica A¹⁵.

Il 72 per cento dei rispondenti dichiara di condividere l'abitazione con altre persone (ad es. familiari) quando lavora da remoto (fig. 13a), ma mai o quasi mai (70 per cento) viene condivisa la stanza di lavoro (fig. 13b).

La tipologia abitativa più ricorrente (fig. 14) è quella di un appartamento in condominio in zona climatica D, ubicato all'interno di edifici di ridotte dimensioni (47 per cento), costruito nel periodo 1961-1975 (circa 30 per cento), con serramenti con vetro doppio (74 per cento) e telaio in legno (47 per cento), provvisto di impianto di riscaldamento autonomo (67 per cento) con alimentazione a mezzo caldaia a gas naturale (50 per cento) con radiatori come terminali di emissione (97 per cento) e di impianto di raffrescamento con pompa di calore aria/aria (73 per cento dei rispondenti¹⁶).

Il tempo medio di funzionamento dell'impianto di riscaldamento è risultato pari a 4 ore/giorno, analogamente al tempo medio di accensione del sistema di raffrescamento. Il 39 per cento dei rispondenti con extra consumi domestici ha dichiarato che negli ultimi anni è intervenuto sostituendo infissi e porte, il 7 per cento di essi ha dichiarato di aver realizzato il cappotto termico, il 7 per cento l'isolamento del soffitto e il 3 per cento quello del pavimento.

Il numero medio di giorni di lavoro da remoto è risultato pari a 8 giorni/mese.

L'ENEA ha sviluppato uno strumento di calcolo ad hoc che è stato poi applicato alla situazione descritta dall'indagine¹⁷.

Si riportano di seguito i fattori di emissione medi per zona climatica, applicabili a ogni giorno di lavoro reso a distanza dai lavoratori – indipendentemente dal mese in cui la prestazione da remoto viene svolta – e relativi, rispettivamente, al contributo del riscaldamento (tav. A) e del raffrescamento (tav. B). In Appendice (tavole 4 e 5) è riportato il dettaglio dei fattori di emissione riferiti, invece, ai giorni di lavoro a distanza effettuati nei periodi di accensione degli impianti di riscaldamento e raffrescamento.

il lavoratore avesse reso la prestazione in presenza. Ad esempio, non si crea un extra consumo per riscaldamento nel caso di un'abitazione con sistema centralizzato e in cui i radiatori non vengano spenti nelle giornate di lavoro in presenza.

¹⁵ Il territorio italiano è suddiviso in sei zone climatiche, dalla A (più calda) alla F (più fredda) in base alla temperatura media esterna giornaliera. In prima approssimazione si è considerato che i dipendenti effettuano il lavoro a distanza nella stessa zona climatica nella quale si trova la propria sede di lavoro.

¹⁶ Il 23 per cento dichiara di utilizzare un condizionatore fisso per solo raffrescamento e il 3 per cento un condizionatore portatile.

¹⁷ Ai fini dell'impiego di tale strumento, è stata condotta un'operazione di pulizia dei dati, considerando le sole risposte valide, in termini di attendibilità sotto il profilo tecnico/scientifico. In particolare, per i dati di consumo energetico, si è pervenuti infine a un campione affinato di 1.195 rispondenti con surplus da riscaldamento e 1.316 con surplus da raffrescamento.

Tavola A

Fattori di emissione giornalieri medi legati agli extra consumi domestici per riscaldamento (1)*(kgCO₂e per giorno di lavoro da remoto)*

ZONA CLIMATICA (2)	Emissioni di gas serra legate al riscaldamento in caso di extra consumi domestici	Fattori di correzione moltiplicativi legati agli interventi di efficientamento energetico			Fattori di correzione moltiplicativi (opzionali) per il grado di occupazione degli ambienti	
		Sostituzione dei serramenti esistenti	Realizzazione del cappotto termico	Entrambi gli interventi (infissi e cappotto)	Condivisione degli ambienti con un'altra persona (sempre, quasi sempre, spesso)	Condivisione degli ambienti con un'altra persona (per circa la metà del tempo)
A e B (3)	0,788	0,89	0,31	0,20	0,50	0,75
C	1,035	0,87	0,37	0,25	0,50	0,75
D	1,196	0,87	0,40	0,28	0,50	0,75
E	1,963	0,86	0,43	0,31	0,50	0,75
F (3)	2,346	0,86	0,44	0,31	0,50	0,75

(1) I dati sono mediati sull'anno. – (2) Per la definizione di zona climatica, si veda il D.P.R. 412/1993. – (3) I fattori presentati per le zone climatiche A ed F sono stimati sulla base delle differenze nei gradi giorno.

Tavola B

Fattori di emissione giornalieri legati agli extra consumi domestici per raffrescamento (1)*(kgCO₂e per giorno di lavoro da remoto)*

ZONA CLIMATICA (2)	Emissioni di gas serra legate al raffrescamento in caso di extra consumi domestici	Fattori di correzione moltiplicativi (opzionali) per il grado di occupazione degli ambienti	
		Condivisione degli ambienti con un'altra persona (sempre, quasi sempre, spesso)	Condivisione degli ambienti con un'altra persona (per circa la metà del tempo)
A e B (2)	0,428	0,50	0,75
C	0,301	0,50	0,75
D (3)	0,355	0,50	0,75
E	0,293	0,50	0,75
F (2)	0,182	0,50	0,75

(1) I dati sono mediati sull'anno; gli effetti degli interventi di efficientamento energetico sul fattore del raffrescamento sono stati considerati trascurabili ai fini del modello. – (2) I fattori presentati per le zone climatiche A ed F sono stimati sulla base delle differenze nei gradi giorno. – (3) Il trend dei fattori di emissione non risulta sempre decrescente dalla zona climatica A alla F per effetto delle specifiche condizioni climatiche locali, in termini di temperatura ed irraggiamento solare.

Considerando la distribuzione dei dipendenti della Banca nelle varie zone climatiche, tenendo conto dei casi in cui si realizza l'extra consumo domestico e applicando i correttivi del modello relativi agli interventi di efficientamento dichiarati dai rispondenti (36 per cento del campione)¹⁸, sono stati ricavati due distinti fattori di emissione medi applicabili a ogni giorno di lavoro reso a distanza da tutti i dipendenti, pari rispettivamente a 0,688 kgCO₂e per il riscaldamento e 0,327 kgCO₂e per il raffrescamento, indipendentemente dal mese in cui la prestazione da remoto viene svolta.

A questi fattori è stato poi aggiunto un fattore additivo di 0,084 kgCO₂e per giorno di lavoro a distanza, connesso con l'utilizzo del pc e dell'illuminazione¹⁹: il fattore complessivo ottenuto è risultato pari a 1,1 kgCO₂e per giorno di lavoro a distanza. Esso rappresenta le emissioni medie di un dipendente della Banca d'Italia connesse a un giorno di lavoro da remoto; tale valore è stato poi moltiplicato per il numero totale di giornate lavorate a distanza in un anno dai dipendenti per ottenere una stima annua delle emissioni indirette di gas serra (Scope 3)²⁰ associate a questa modalità lavorativa.

¹⁸ A fini conservativi, si è scelto di non applicare il fattore moltiplicativo per il grado di occupazione degli ambienti.

¹⁹ Nello specifico è stato ottenuto dalla somma del consumo di un PC Lenovo ThinkPad T490 (modello attualmente più diffuso tra i dipendenti) relativo a 8 ore di funzionamento e del consumo medio di lampadine fluorescenti compatte per illuminare per 4 ore un ambiente di lavoro; le emissioni connesse sono ricavate applicando i fattori di emissione del mix energetico nazionale.

²⁰ Le emissioni di gas serra della Banca, calcolate secondo la metodologia del GHG Protocol, sono pubblicate annualmente nella Relazione sulla gestione e sulla sostenibilità disponibile sul sito internet dell'Istituto.

5.2 Aspetti metodologici

Per la stima delle emissioni, si è fatto riferimento al modello di bilancio energetico dinamico descritto nella norma ISO di riferimento²¹, che consente di calcolare l'energia necessaria per mantenere una determinata temperatura interna di comfort in una zona termica. In forma semplificata, il bilancio termico dipende da una serie di fattori quali:

- gli scambi termici per trasmissione, inclusi i ponti termici;
- gli scambi con l'aria esterna dovuti a ventilazione e infiltrazioni;
- gli apporti termici interni (persone, apparecchiature, illuminazione);
- gli apporti termici solari attraverso le superfici opache e vetrate;
- l'eventuale energia fornita o sottratta dagli impianti;
- la variazione dell'energia accumulata nella massa termica interna.

Il calcolo dell'energia incorpora anche le perdite dei sottosistemi impiantistici (emissione, regolazione, distribuzione e generazione) associate ai servizi energetici di climatizzazione invernale ed estiva.

Gli extra consumi di energia per riscaldamento e raffrescamento sono stati calcolati attraverso uno strumento, sviluppato appositamente dall'ENEA, che applica il bilancio energetico alla tipologia abitativa più ricorrente nei risultati del questionario, denominata archetipo, che rappresenta un'abitazione tipica, in termini di zona climatica di ubicazione, caratteristiche edili, tecnologie e orari di funzionamento degli impianti di riscaldamento e raffrescamento. Nelle simulazioni energetiche sono stati utilizzati gli anni climatici tipo (*Typical Meteorological Year*, TMY)²² elaborati dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI).

Lo schema di costruzione dell'archetipo è stato determinato sulla base dei dati acquisiti dal questionario (diretti) e di quelli ricavati (indiretti) e consente, al variare dei parametri in ingresso, di calcolare in maniera distinta gli extra consumi di energia collegati al lavoro da remoto (LAG) dovuti al riscaldamento e al raffrescamento, nonché di stimare le connesse emissioni di gas serra.

Nello scenario considerato si assume un consumo di energia di base necessario a garantire un comfort termico agli occupanti eventualmente presenti (per prevenire eccessivi gradienti termoigrometrici o per abitudini di consumo consolidate), laddove il dipendente non svolga la sua prestazione di lavoro da remoto. Di conseguenza, il differenziale attribuito al LAG è calcolato come:

$$\Delta E(LAG) = E(tot) - E(base)$$

dove $E(base)$ incorpora l'assetto d'uso tipico del giorno lavorativo, in assenza di lavoro da remoto. In termini pratici, tale scelta metodologica equivale ad assumere che il LAG induca un incremento di durata e di intensità della climatizzazione limitato alle ore effettive di lavoro da remoto.

Gli ulteriori dettagli metodologici e le assunzioni tecniche del modello sono riportati in Appendice.

²¹ Per maggiori informazioni e la formula del modello di bilancio energetico dinamico, cfr. la norma ISO 52016-1, par. 6.5.7.2 “Energy balance on zone level”.

²² Gli anni climatici tipo sono calcolati secondo la procedura descritta nella norma UNI EN ISO 15927-4 e consistono in 12 mesi caratteristici scelti da un archivio di dati meteorologici realmente rilevati per un periodo temporale preferibilmente maggiore a 10 anni. Essi rappresentano, nel lungo periodo, i valori medi dei più importanti parametri climatici (temperatura dell'aria, umidità relativa dell'aria, irradianza solare globale sul piano orizzontale e velocità del vento) per 110 località di riferimento distribuite sul territorio nazionale. Per maggiori informazioni, cfr. la pagina Anni climatici tipo di riferimento (TRY) nazionali per applicazioni termotecniche, disponibile sul [sito](#) del Comitato Termotecnico Italiano.

6. Conclusioni

In questo lavoro si è valutato l'impatto ambientale legato all'adozione di un modello di lavoro ibrido. In particolare, si è effettuata una stima puntuale delle emissioni di gas serra connesse con gli extra consumi di energia che le persone che lavorano a distanza realizzano presso le proprie abitazioni o, in generale, presso i luoghi dove lavorano da remoto.

I risultati mostrano che per un dipendente della Banca d'Italia le emissioni medie giornaliere per gli spostamenti casa-lavoro sono pari a 4,1 kgCO₂e.

Le emissioni medie connesse agli extra consumi domestici di energia connesse con il lavoro a distanza sono pari a 1,1 kgCO₂e per giorno di lavoro a distanza, indipendentemente dal mese in cui è realizzata la prestazione. Tale fattore è così scomponibile:

- 0,688 kgCO₂e per gli extra consumi legati al riscaldamento degli ambienti;
- 0,327 kgCO₂e per gli extra consumi legati al raffrescamento degli ambienti;
- 0,084 kgCO₂e per l'utilizzo del pc e dell'illuminazione.

Il suddetto fattore di emissione è pari a circa un quarto del corrispondente costo ambientale dello spostamento casa-lavoro per l'effettuazione della giornata di lavoro in presenza.

I risultati esposti sono in linea con la letteratura in materia ed evidenziano l'impatto positivo netto per l'ambiente che è derivato dall'implementazione in Banca di un modello di lavoro che integra la prestazione da remoto, riducendo, nel contempo, gli spostamenti casa-lavoro. A livello aggregato, in Banca d'Italia nel 2024 la somma delle emissioni di gas serra associate agli spostamenti casa-lavoro e al lavoro da remoto dei dipendenti si è ridotta del 31,5 per cento rispetto al 2019.

Nell'interpretazione dei risultati va tenuto presente che essi dipendono in particolare dall'articolazione territoriale della Banca, dalle politiche attuate in materia di lavoro a distanza e dalle abitudini di consumo e di spostamento dei suoi dipendenti.

Nel contempo, l'approccio metodologico e i risultati del presente lavoro – pur basati sull'evidenza empirica di un'unica indagine campionaria svolta nel 2023 – forniscono potenzialmente ad altre aziende o istituzioni uno strumento per calcolare le proprie emissioni indirette di gas serra (Scope 3) dovute al lavoro da remoto. Tale calcolo può essere effettuato:

- usando direttamente il fattore di emissione medio di 1,1 kgCO₂e calcolato per la Banca d'Italia (da moltiplicare per il numero complessivo di giorni di lavoro da remoto effettuati dai propri dipendenti nell'anno); *oppure*
- utilizzando le emissioni medie giornaliere presentate nelle tavole A e B – o nelle tavole 4 e 5 in appendice – insieme a dati specifici da acquisire attraverso la somministrazione di un questionario interno²³.

²³ I dati da acquisire sono il numero di giorni da remoto effettuati dai dipendenti in un anno, ripartiti per zona climatica del luogo dove si svolge la prestazione a distanza e i relativi interventi di efficientamento energetico realizzati. Nel caso di utilizzo delle tavole A e B, dove i fattori sono mediati sull'anno, è necessario moltiplicare tali fattori per il numero di giorni lavorati da remoto in un anno da ciascun dipendente nella zona climatica di appartenenza. Nel caso di utilizzo delle tavole 4 e 5, dove i fattori sono riferiti esclusivamente ai periodi effettivi di accensione degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, è necessario moltiplicare tali fattori per il numero di giorni lavorati da remoto da ciascun dipendente nella zona climatica di appartenenza, suddivisi nelle rispettive stagioni di riscaldamento e raffrescamento. Alle emissioni di gas serra per riscaldamento e raffrescamento così ottenute vanno poi sommate quelle connesse con il consumo di energia per l'utilizzo del pc e dell'illuminazione della postazione di lavoro.

Bibliografia

- A. Martiello e G. Parigi (2022), Il modello ibrido: una reazione vitale dal mondo del lavoro, Tematiche Istituzionali, Banca d'Italia.
- Banca d'Italia (2021), L'organizzazione del lavoro nella nuova normalità.
- T.H. Halefom, M. Moglia, C. Nygaard, D. Pojani (2024), Sustainability Implications of Working-From-Home (WFH): A Systematic Review of the Travel Behavior Literature, Journal of Planning Literature, vol. 0, no. 0.
- M.A. Ríos Villacorta, E.V. Ramos Farroñán, R.E. Alarcón García, G.L. Castro Ijiri, J.L. Bravo-Jaico, A.M. Minchola Vásquez, L.M. Ganoza-Ubillús, J.F. Escobedo Gálvez, V.R. Ríos Yovera, E.J. Durand Gonzales (2025), Telework for a Sustainable Future: Systematic Review of Its Contribution to Global Corporate Sustainability (2020–2024), *Sustainability* 2025, 17, 5737.
- F. Sepanta, W. O'Brien (2023), Review and exploration of relationships between domains impacted by telework: A glimpse into the energy and sustainability considerations, COVID-19 implications, and future research, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 183, 2023, 113464.
- A. Hook, V. Court, B. K Sovacool, S. Sorrell (2020), A systematic review of the energy and climate impacts of teleworking”, *Environmental Research Letters*, vol. 15, no. 19.
- W.D. Larson, W. Zhao (2017), Telework: Urban Form, Energy Consumption, and Greenhouse Gas Implications, *Economic Inquiry*, 55(2), 714–735.
- D. Röder, K. Nagel (2024), Integrated analysis of commuters’ energy consumption, *Procedia Computer Science* 32, 699-706.
- S. Coskun, W. Dauth, H. Gartner, M. Stops, E. Weber (2024), Working from Home Increases Work-Home Distances, *IZA Discussion Papers*, no. 16855.
- D.T. Ory, P.L. Mokhtarian (2006), Which came first, the telecommuting or the residential relocation? An empirical analysis of causality, *Urban Geography* 27.
- K.E. Asmussen, A. Mondal, C.R. Bhat (2024), The interplay between teleworking choice and commute distance, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 164.
- D. Crow, A. Millot (2020), Working from home can save energy and reduce emissions but how much?, International Energy Agency (IEA).
- A. Norouziasas, S. Attia, M. Hamdy (2024), Impact of space utilization and work time flexibility on energy performance of office buildings, *Journal of Building Engineering*, vol. 98.
- H. Wu, Y. Chang, Y. Chen (2024), Greenhouse gas emissions under work from home vs. office: An activity-based individual-level accounting model, *Applied Energy*, vol. 353, Part B.
- R. Roberto, A. Zini, B. Felici, M. Rao, M. Noussan (2023), Potential Benefits of Remote Working on Urban Mobility and Related Environmental Impacts: Results from a Case Study in Italy, *Applied Sciences* 13.
- L. Cattani, A. Magrini, A. Chiari (2024), A Method and Metrics to Assess the Energy Efficiency of Smart Working, *Buildings*, vol. 14, no. 3.
- Osservatorio Smart Working del Politecnico di Milano (2022), Smart Working: il lavoro del futuro al bivio.
- M. Mariani, L. Ristuccia, P. Montanaro (2023), La propensione al lavoro da remoto in Banca d'Italia: determinanti e analisi dei comportamenti, Banca d'Italia, *Questioni di Economia e Finanza*, n. 753.

L. Skillett, L. Ventress (2020), Homeworking emissions Whitepaper, EcoAct.

Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti (ISFORT) (2024), 21° Rapporto sulla mobilità degli italiani.

Roma Servizi per la Mobilità, Rapporto Mobilità Roma 2025.

Appendice

Tavola 1

Tassi di risposta al questionario <i>(unità e valori percentuali)</i>			
	Totale generale	Amministrazione centrale	Filiali
Popolazione totale Banca a giugno 2023			
Totale	6.731	4.755	1.976
Uomini	4.183	3.018	1.165
Donne	2.548	1.737	811
Area manageriale	3.526	2.782	744
Area operativa e altri comparti	3.205	1.972	1.233
Risposte complete			
Totale	3.089	2.149	940
Uomini	1.910	1.359	551
Donne	1.179	790	389
Area manageriale	1.802	1.370	432
Area operativa e altri comparti	1.287	779	508
Tassi di risposta per i questionari completi			
Totale	46%	45%	48%
Uomini	46%	45%	47%
Donne	46%	45%	48%
Area manageriale	51%	49%	58%
Area operativa e altri comparti	40%	40%	41%

Figura 1

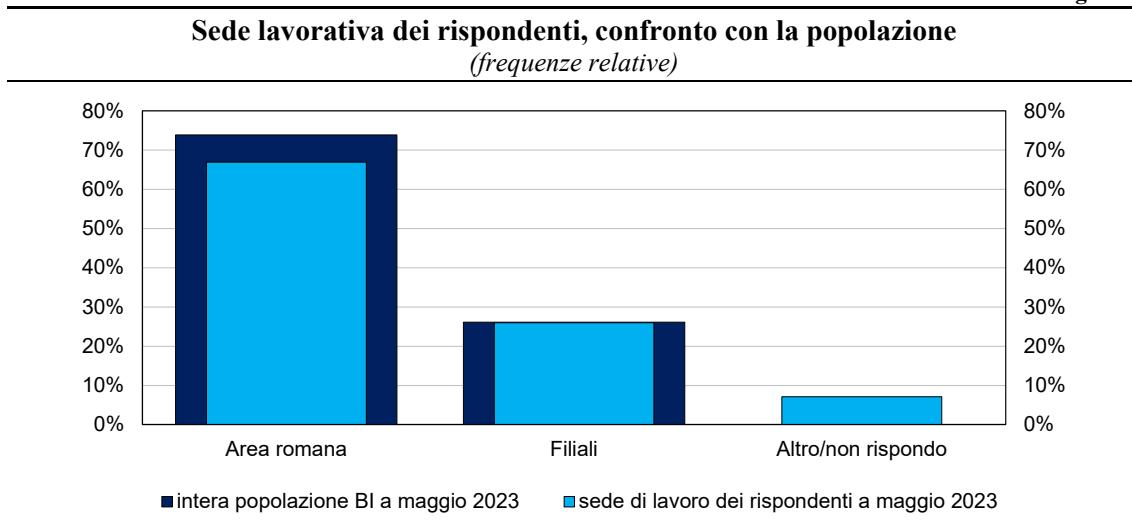


Figura 2

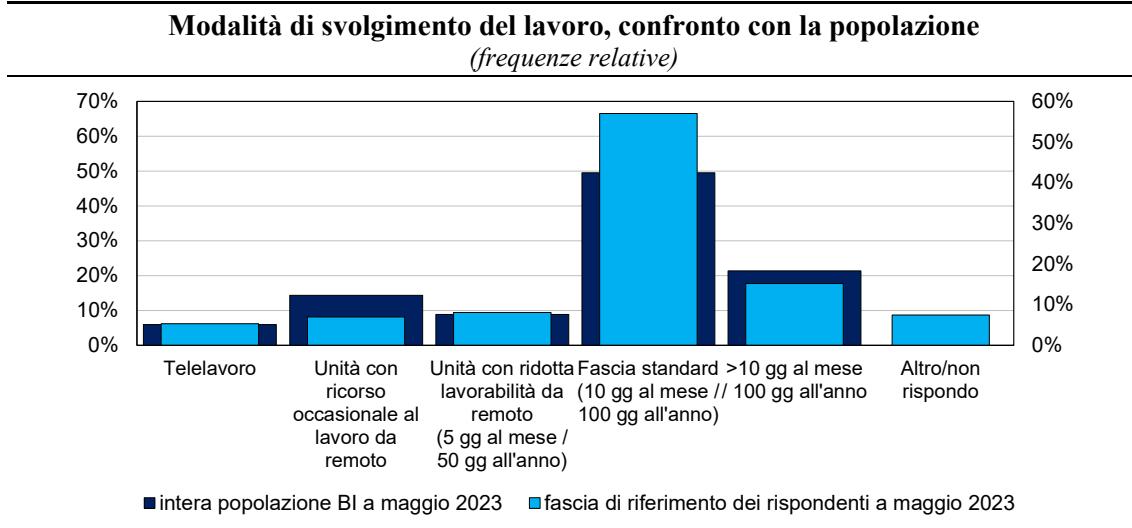


Figura 3

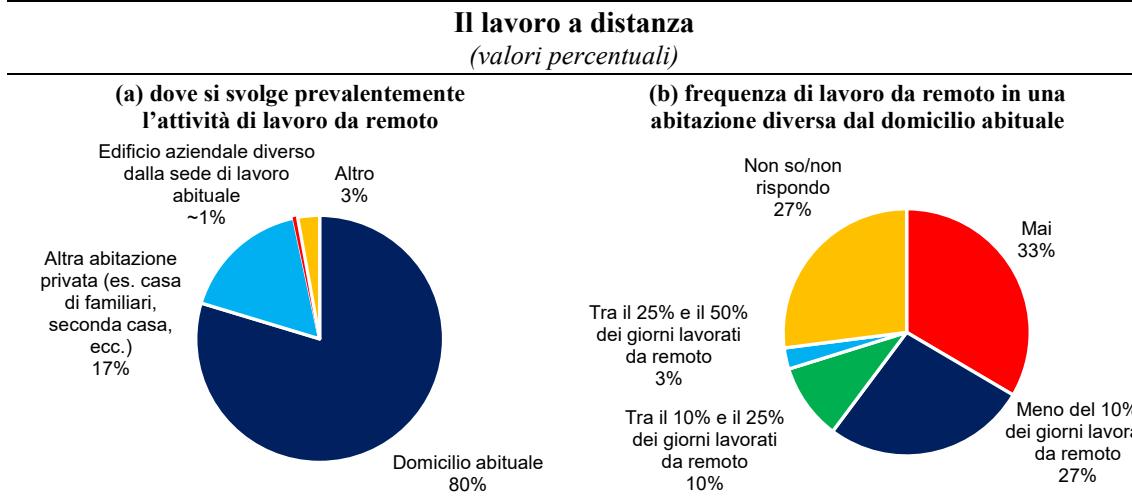


Figura 4

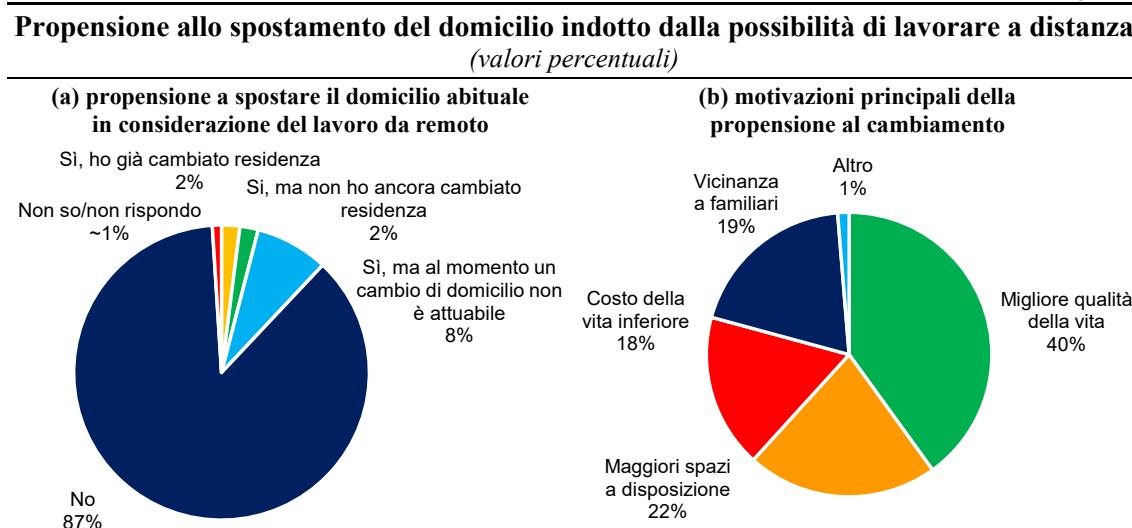


Figura 5

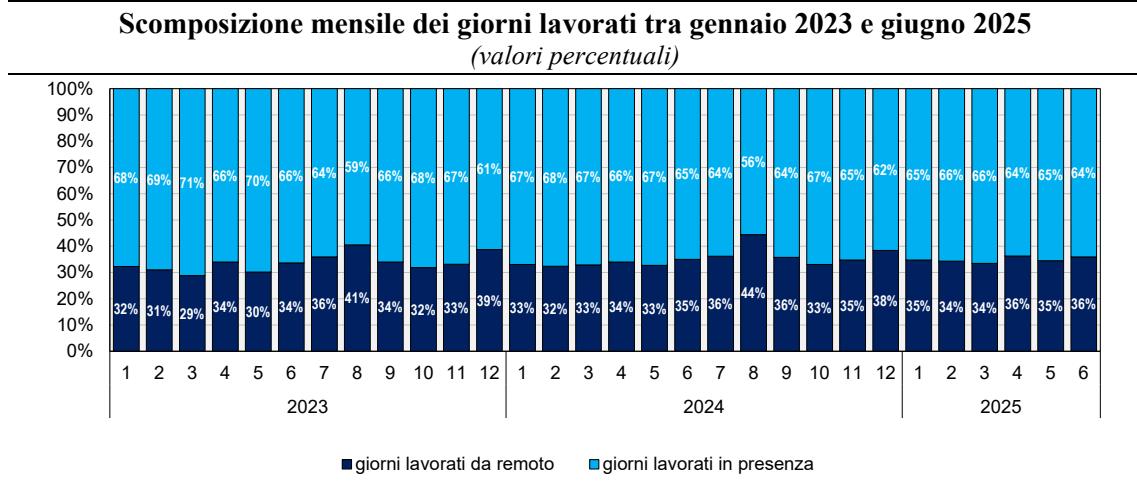


Figura 6

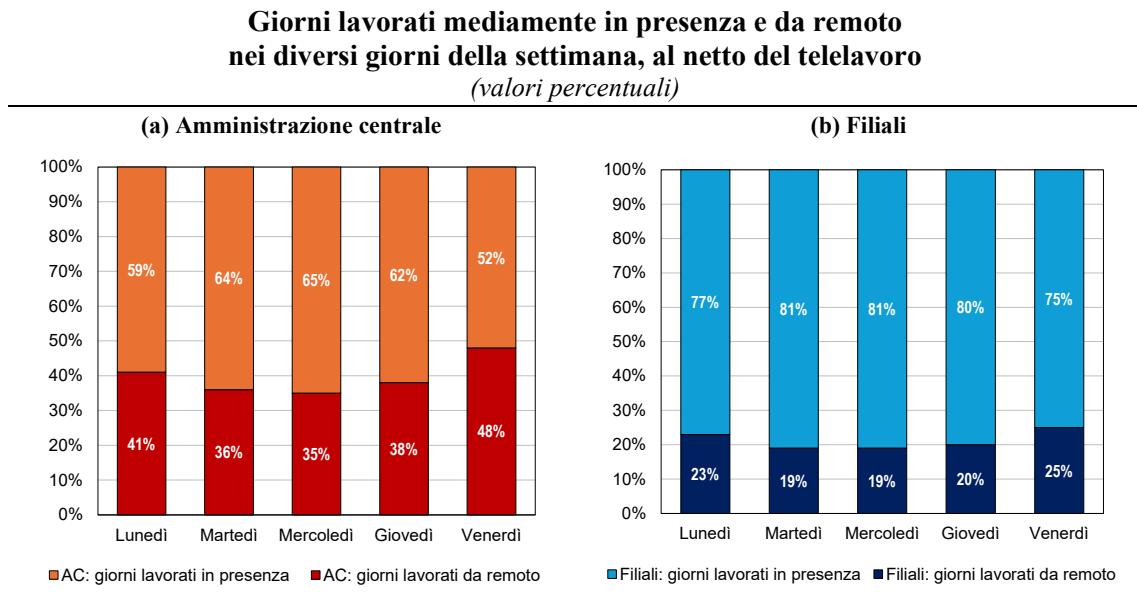


Figura 7

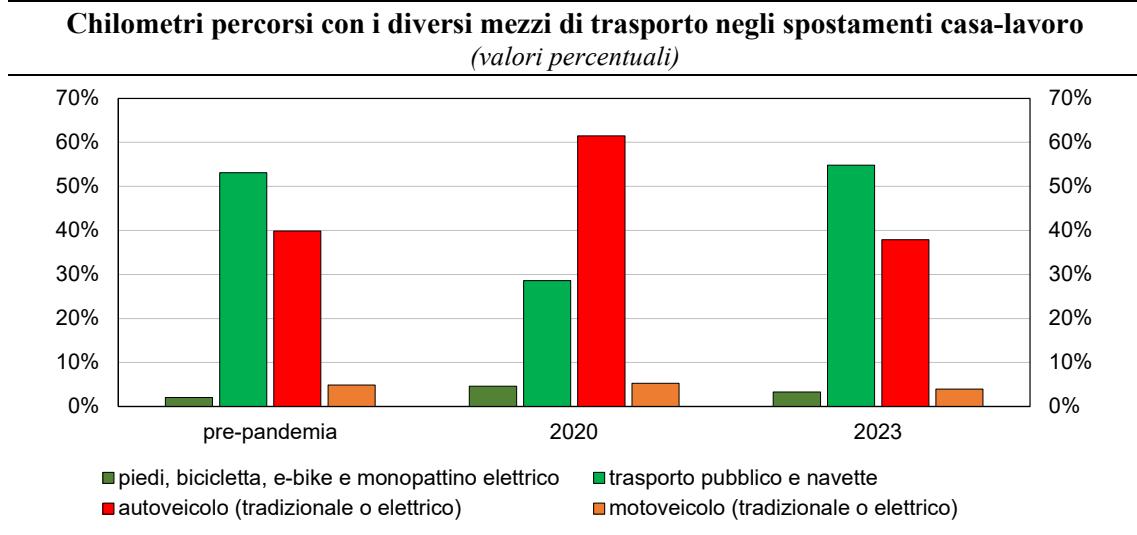


Figura 8

Standard emissivo degli autoveicoli privati utilizzati negli spostamenti – anni 2019 e 2023
(valori percentuali)

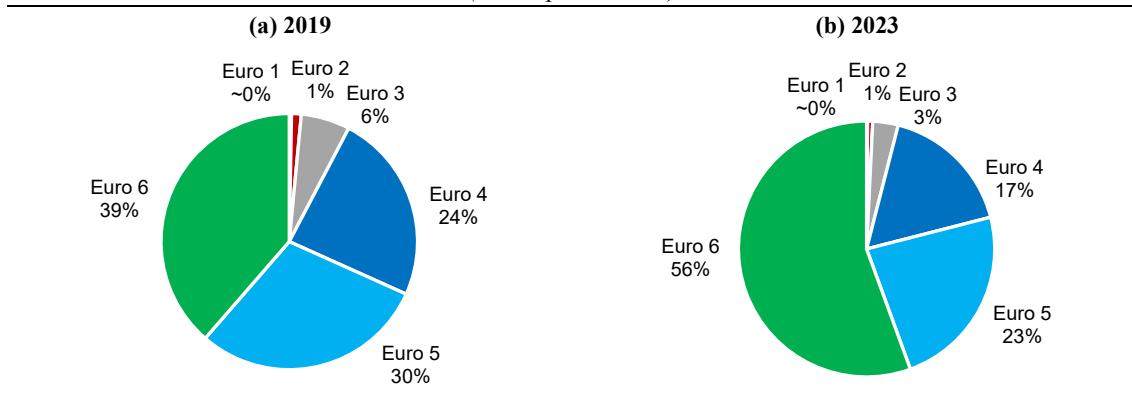


Figura 9

Tragitto casa-lavoro dei rispondenti
(frequenze relative)

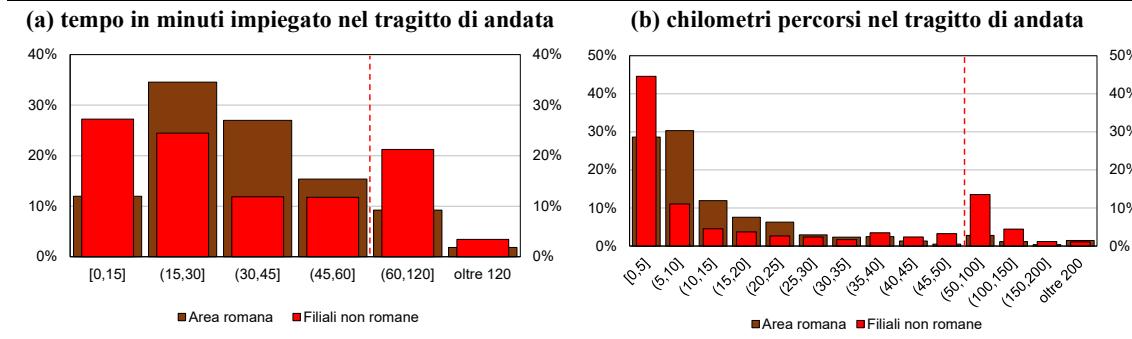


Figura 10

Orario di ingresso quando si lavora in presenza
(frequenze relative)

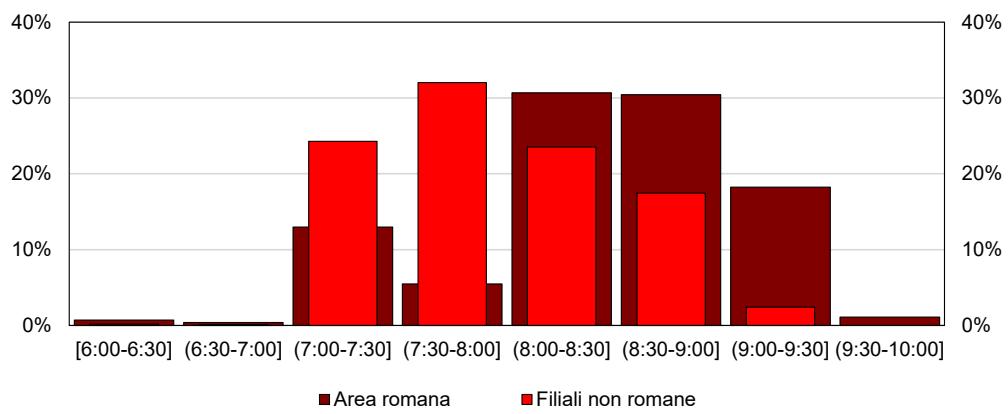


Figura 11

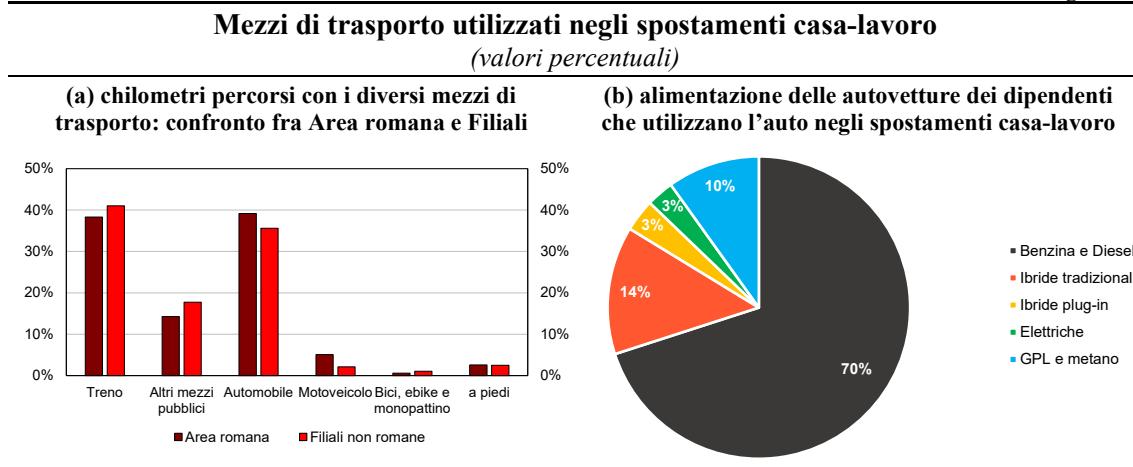


Figura 12

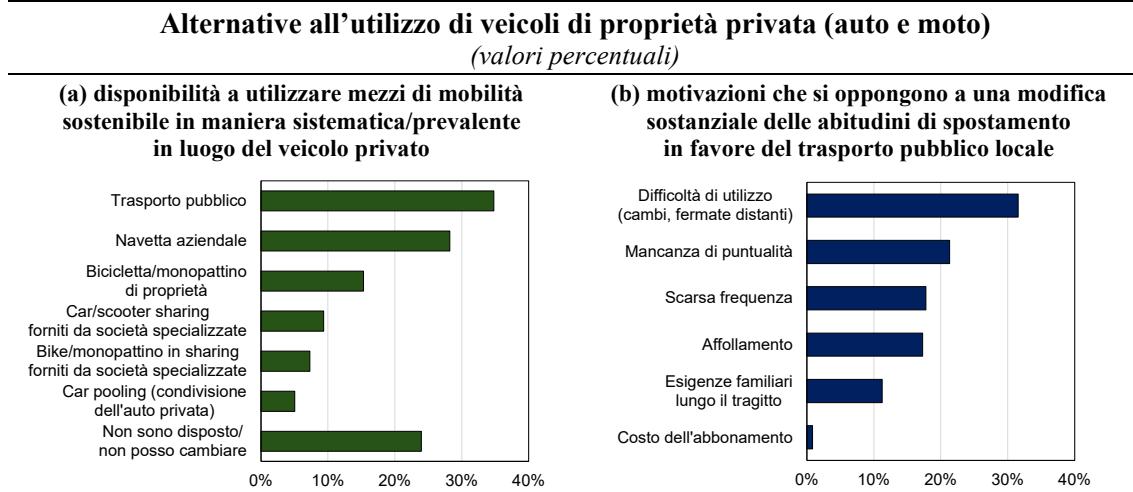


Figura 13

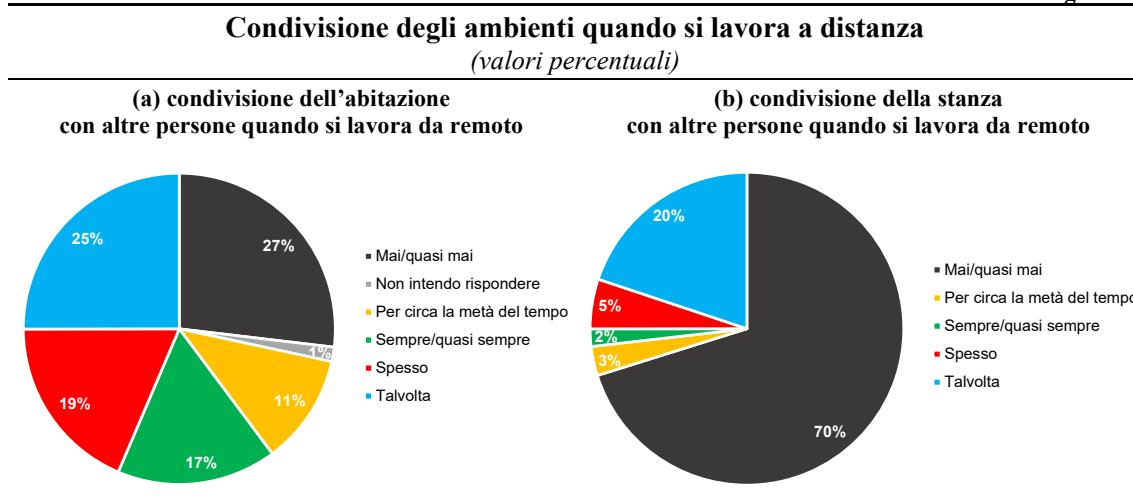


Figura 14

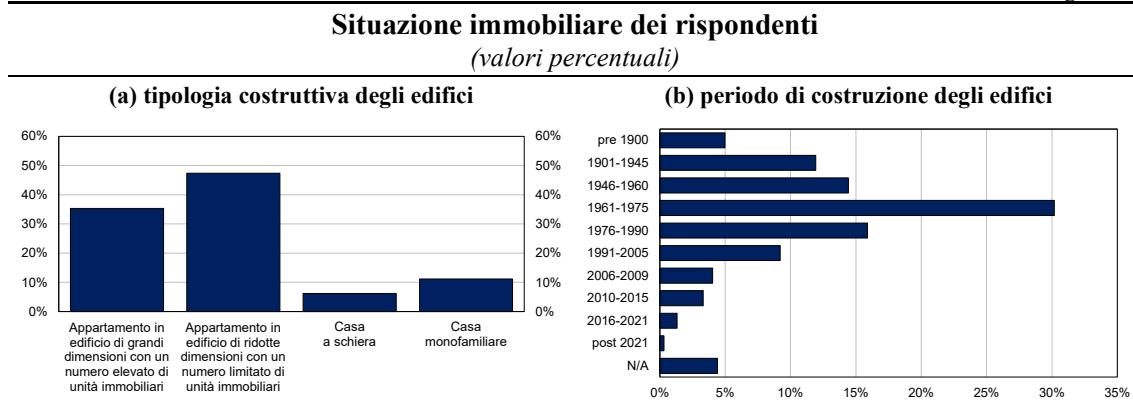


Tavola 2

Emissione media annua di inquinanti connessa all'utilizzo di autoveicoli e motoveicoli di proprietà privata dei rispondenti
(grammi medi di inquinante per dipendente che utilizza il mezzo privato)

INQUINANTE	quantità media
CO	1.096,7334
VOC	864,9513
NMVOC	814,3922
NO _x	578,9866
Benzene	0,7751
PM2.5	48,6710
PM10	82,5450
PM exhaust	11,9456
Me	5,5087
IPA	0,0028
BaP	0,0007
N ₂ O	10,5475
CH ₄	50,5591

Dettagli sul calcolo degli extra consumi domestici di energia e assunzioni tecniche

Il tool sviluppato da ENEA, basato sul bilancio energetico dinamico e sul modello denominato *archetipo*, è schematizzato di seguito (fig. 15).

Il tool utilizza i seguenti riferimenti normativi e assunzioni tecniche:

- **Caratteristiche termo-fisiche dell'involucro edilizio:** le trasmittanze termiche e le capacità termiche areiche sono state desunte da UNI/TR 11552:2014²⁴ e UNI EN ISO 6946:2018²⁵, con parametri dinamici richiamati da UNI EN ISO 13786:2018²⁶.
- **Dotazione impiantistica:** si è ipotizzato un sistema di riscaldamento autonomo a gas naturale con generatore atmosferico di tipo B a due stelle e terminali a radiatori, con

²⁴ Cfr. norma UNI/TR 11552:2014. “Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici”.

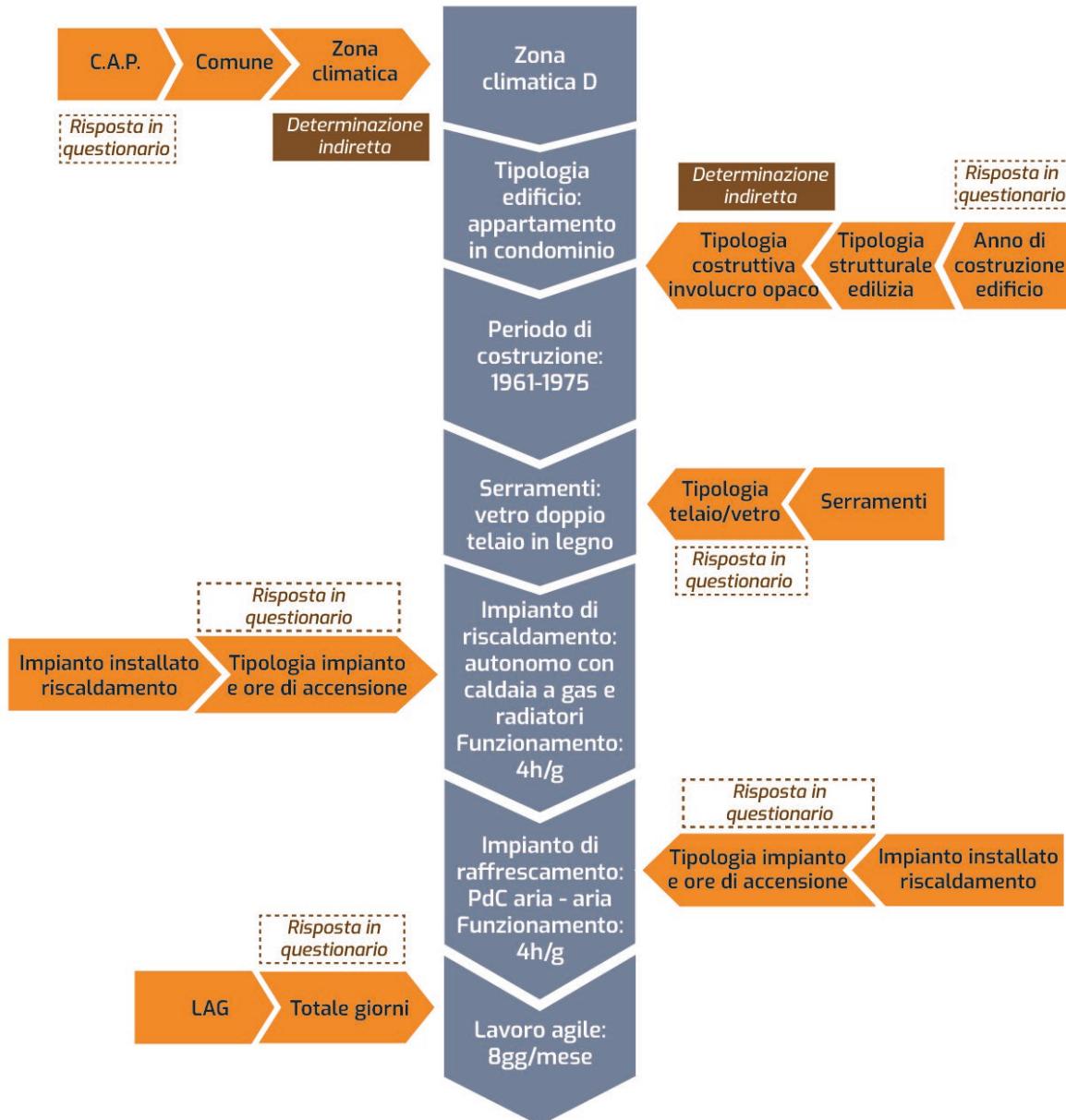
²⁵ Cfr. norma UNI EN ISO 6946:2018. “Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo”.

²⁶ Cfr. norma UNI EN ISO 13786:2018. “Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo”.

rendimenti conformi a UNI/TS 11300-2:2019²⁷. Per il raffrescamento è stato considerato un sistema monosplit aria-aria con EER pari a 3,74, modellato secondo UNI/TS 11300-3:2010²⁸.

- **Condizioni di esercizio e profili di carico:** valutati su base oraria mediante l'approccio a parametri concentrati (modello RC) definito in UNI EN ISO 52016-1:2018²⁹. Sono state utilizzate località rappresentative delle zone climatiche B, C, D ed E, imponendo i limiti di esercizio e i periodi di accensione previsti dal DPR 412/1993, proporzionati ai gradi-giorno delle rispettive località³⁰.

Figura 15



²⁷ Cfr. norma UNI/TS 11300-2:2019. “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l’illuminazione in edifici non residenziali”.

²⁸ Cfr. norma UNI/TS 11300-3:2010. “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva”.

²⁹ Cfr. norma UNI EN ISO 52016-1:2018. “Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Procedure di calcolo - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti”.

³⁰ Cfr. Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412. “Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia”.

- **Stima del fabbisogno termico utile:** per la climatizzazione invernale e il carico sensibile estivo sono stati considerati³¹:
 - trasmissione attraverso l’involtucro;
 - ventilazione e infiltrazioni (portata d’aria di riferimento pari a $0,3 \text{ h}^{-1}$ in condizioni standard);
 - apporti termici interni da occupanti e apparecchiature ($4,4 \text{ W/m}^2$);
 - apporti termici solari medi mensili delle componenti trasparenti, in funzione del fattore g del vetro e del rapporto aeroilluminante,
 - apporti termici dovuti alla radiazione solare incidente sulle chiusure opache, in funzione del fattore di assorbimento solare di un componente opaco (0,6 per colore medio).
- **Set point termici:** assunti pari a 20°C in riscaldamento e 26°C in raffrescamento durante l’orario di presenza, in linea con le risposte al questionario.
- **Correzioni per variabilità inter-individuale:** sono stati applicati fattori di correzione per interventi di efficienza sull’involtucro (sostituzione serramenti, cappotto termico, combinazione dei due), con riduzioni dei fabbisogni stimate tramite confronto simulato ante/post, coerentemente con i requisiti dell’edificio di riferimento del D.M. 26/06/2015³².
- **Conversione dei consumi in emissioni:**
 - per il gas naturale, sono stati adottati i coefficienti medi dell’inventario nazionale UNFCCC (media 2019–2021);
 - per l’energia elettrica, il fattore emissivo medio nazionale pubblicato da ISPRA³³, garantendo coerenza temporale e contabile con gli inventari ufficiali.

Il tool si basa su una superficie utile complessiva dell’archetipo pari a circa 100 m^2 (intera abitazione) per la stima dei fabbisogni di riscaldamento e su una superficie di 34 m^2 (ambiente in cui ciascun dipendente svolge la prestazione lavorativa da remoto) per la stima dei fabbisogni di raffrescamento.

Si evidenzia, infine, che il calcolo degli extra consumi energetici è stato effettuato tenendo conto anche delle condizioni di ventilazione naturale e delle abitudini di consumo consolidate nei giorni lavorativi in assenza del lavoratore da remoto. Tali elementi sono stati considerati nella definizione dello scenario base (E_{base}), sulla base delle risposte al questionario somministrato ai dipendenti, evitando di assumere a priori per tali giornate che l’abitazione sia completamente priva di consumi energetici e riconoscendo la presenza di potenziali consumi legati al comfort residuo o alla presenza di altri occupanti.

Il perimetro delle emissioni di gas serra è stato limitato alla CO_2 emessa a seguito della combustione diretta di combustibili fossili (gas metano) e alle emissioni indirette (scope 2, location-based) associate all’elettricità utilizzata e calcolate utilizzando il fattore di emissione del mix energetico nazionale. Le emissioni di altri gas a effetto serra ($\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}$) risultano trascurabili nelle condizioni esaminate.

I parametri tecnici impiegati nella stima sono riportati di seguito (tav. 3):

³¹ Cfr. norma UNI/TS 11300-1:2014. “Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”.

³² Cfr. Decreto 26 giugno 2015. “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”.

³³ Cfr. ISPRA, Efficiency and decarbonization indicators in Italy and in the biggest European Countries (Report 386/2023), Edizioni ISPRA, 2023.

Tavola 3

Tipologia	Parametro	Valore	Unità di misura	Fonte
Caratteristiche termofisiche dell'involucro opaco disperdente	Muratura in laterizio semipieno (MLP03) – Trasmittanza termica – U	1,18	W/m ² K	UNI EN ISO 6946:2018
	Muratura in laterizio semipieno (MLP03) – Capacità termica areica interna – κ_i	57,055	kJ/m ² K	UNI EN ISO 13786:2018
	Parete sottofinestra – Trasmittanza termica – U	1,88	W/m ² K	UNI EN ISO 6946:2018
	Parete sottofinestra – Capacità termica areica interna - κ_i	63,764	kJ/m ² K	UNI EN ISO 13786:2018
Caratteristiche termofisiche dell'involucro trasparente disperdente	Serramento (zona B) – U _g	5,75	W/m ² K	UNI/TS 11300-1:2014 (Prosp. B.2, B.5)
	Serramento (zona B) – U _f	2,20	W/m ² K	UNI/TS 11300-1:2014 (Prosp. B.2, B.5)
	Serramento (zona B) – U _{w,a}	3,55	W/m ² K	UNI/TS 11300-1:2014 (Prosp. B.2, B.5)
	Serramento (zona B) – g _{gl,n}	0,85	–	UNI EN ISO 10077-1:2018
	Serramento (zone C-D-E-F) – U _g	2,85	W/m ² K	UNI/TS 11300-1:2014 (Prosp. B.2, B.5)
	Serramento (zone C-D-E-F) – U _f	2,20	W/m ² K	UNI/TS 11300-1:2014 (Prosp. B.2, B.5)
	Serramento (zone C-D-E-F) – U _{w,a}	2,38	W/m ² K	UNI/TS 11300-1:2014 (Prosp. B.2, B.5)
	Serramento (zone C-D-E-F) – g _{gl,n}	0,75	–	UNI EN ISO 10077-1:2018
	Cassonetto non isolato – U	6	W/m ² K	UNI/TS 11300-1:2014 (Paragrafo 11.1.1)
Località rappresentative delle zone climatiche del tool	Zona B – Palermo – Gradi Giorno	751	GG	D.P.R. 412/1993
	Zona B – Palermo – Limite di esercizio	8	h/g	D.P.R. 412/1993
	Zona B – Palermo – Periodo di accensione	01/12–31/03	–	D.P.R. 412/1993
	Zona C – Lecce – Gradi Giorno	1.153	GG	D.P.R. 412/1993
	Zona C – Lecce – Limite di esercizio	10	h/g	D.P.R. 412/1993
	Zona C – Lecce – Periodo di accensione	15/11–31/03	–	D.P.R. 412/1993
	Zona D – Roma – Gradi Giorno	1.415	GG	D.P.R. 412/1993
	Zona D – Roma – Limite di esercizio	12	h/g	D.P.R. 412/1993
	Zona D – Roma – Periodo di accensione	01/11–15/04	–	D.P.R. 412/1993
	Zona E – Milano – Gradi Giorno	2.404	GG	D.P.R. 412/1993
	Zona E – Milano – Limite di esercizio	14	h/g	D.P.R. 412/1993
	Zona E – Milano – Periodo di accensione	15/10–15/04	–	D.P.R. 412/1993
	Zona F – Cuneo – Gradi Giorno	3.012	GG	D.P.R. 412/1993
	Zona F – Cuneo – Limite di esercizio	Tutto l'anno	h/g	D.P.R. 412/1993
	Zona F – Cuneo – Periodo di accensione	Nessun limite	–	D.P.R. 412/1993
Fattori di correzione impiegati per la valutazione del consumo aggiuntivo da LAG	Grado di occupazione degli ambienti – Condivisione con un altro utente (frequente)	50	%	Stima ENEA su dati questionario
	Grado di occupazione degli ambienti – Condivisione con un altro utente (≈ metà del tempo)	75	%	Stima ENEA su dati questionario
	Interventi di riqualificazione – Sostituzione serramenti – Zone A e B	89	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Sostituzione serramenti – Zona C	87	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Sostituzione serramenti – Zona D	87	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Sostituzione serramenti – Zona E	86	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Sostituzione serramenti – Zona F	86	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto termico – Zone A e B	31	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A

	Interventi di riqualificazione – Cappotto termico – Zona C	37	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto termico – Zona D	40	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto termico – Zona E	43	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto termico – Zona F	44	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto + serramenti – Zone A e B	20	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto + serramenti – Zona C	25	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto + serramenti – Zona D	28	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto + serramenti – Zona E	31	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
	Interventi di riqualificazione – Cappotto + serramenti – Zona F	31	%	Simulazioni ENEA; edificio di riferimento D.M. 26/06/2015, App. A
Caratteristiche termiche dell'involucro negli interventi simulati di efficientamento energetico dell'unità immobiliare	Zone A e B – Murature perimetrali – U	0,43	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona B – Serramenti – U _w	3,00	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona C – Murature perimetrali – U	0,34	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona C – Serramenti – U _w	2,20	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona D – Murature perimetrali – U	0,29	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona D – Serramenti – U _w	1,80	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona E – Murature perimetrali – U	0,26	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona E – Serramenti – U _w	1,40	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona F – Murature perimetrali – U	0,24	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A
	Zona F – Serramenti – U _w	1,10	W/m ² K	D.M. 26/06/2015, App. A

U_g= Trasmittanza termica della componente vetrata; U_f = Trasmittanza termica di telai per finestre, porte e porte finestre; g_{gl,n}= Trasmittanza di energia solare totale del vetro; U_w= Trasmittanza termica media dei serramenti.

Tavola 4

Fattori di emissione giornalieri legati agli extra consumi domestici per riscaldamento (1)
(kgCO₂ per giorno di lavoro da remoto)

ZONA CLIMATICA (2)	Emissioni di gas serra legate al riscaldamento in caso di extra consumi domestici	Fattori di correzione moltiplicativi legati agli interventi di efficientamento energetico			Fattori di correzione moltiplicativi (opzionali) per il grado di occupazione degli ambienti	
		Sostituzione dei serramenti esistenti	Realizzazione del cappotto termico	Entrambi gli interventi (infissi e cappotto)	Condivisione degli ambienti con un'altra persona (sempre, quasi sempre, spesso)	Condivisione degli ambienti con un'altra persona (per circa la metà del tempo)
A e B (3)	2,365	0,89	0,31	0,20	0,50	0,75
C	2,760	0,87	0,37	0,25	0,50	0,75
D (4)	2,610	0,87	0,40	0,28	0,50	0,75
E	3,926	0,86	0,43	0,31	0,50	0,75
F (3)	4,250	0,86	0,44	0,31	0,50	0,75

(1) I dati sono mediati sul periodo di accensione dell'impianto. – (2) Per la definizione di zona climatica, si veda il D.P.R. 412/1993. – (3) I fattori presentati per le zone climatiche A ed F sono stimati sulla base delle differenze nei gradi giorno. – (4) Il trend dei fattori di emissione non risulta sempre decrescente dalla zona climatica A alla F, in quanto i consumi energetici vengono rapportati ai periodi di accensione degli impianti di riscaldamento che risultano più estesi nelle zone climatiche più fredde.

Tavola 5

Fattori di emissione giornalieri legati agli extra consumi domestici per raffrescamento (1)
(kgCO₂e per giorno di lavoro da remoto)

ZONA CLIMATICA (2)	Emissioni di gas serra legate al raffrescamento in caso di extra consumi domestici	Fattori di correzione moltiplicativi (opzionali) per il grado di occupazione degli ambienti	
		Condivisione degli ambienti con un'altra persona (sempre, quasi sempre, spesso)	Condivisione degli ambienti con un'altra persona (per circa la metà del tempo)
A e B (3)	0,428	0,50	0,75
C	0,301	0,50	0,75
D (4)	0,355	0,50	0,75
E	0,293	0,50	0,75
F (3)	0,182	0,50	0,75

(1) I dati sono mediati sull'anno; gli effetti degli interventi di efficientamento energetico sul fattore del raffrescamento sono stati considerati trascurabili ai fini del modello. – (2) Per la definizione di zona climatica, si veda il D.P.R. 412/1993. – (3) I fattori presentati per le zone climatiche A ed F sono stimati sulla base delle differenze nei gradi giorno. – (4) Il trend dei fattori di emissione non risulta sempre decrescente dalla zona climatica A alla F, in quanto i consumi energetici vengono rapportati ai periodi di accensione degli impianti di raffrescamento che risultano più estesi nelle zone climatiche più calde.