



Energy Report 2024

Analisi dei consumi del patrimonio immobiliare
della Provincia autonoma di Bolzano

eurac
research



Autonome Provinz Bozen
Provincia autonoma di Bolzano
Provincia autonoma de Bulsan
SÜDTIROL • ALTO ADIGE



Contenuti

- 1. Introduzione e Disclaimer 05
 - 1.1 Introduzione 06
 - 1.2 Disclaimer sui dati di consumo energetico 07
- 2. Stato dei consumi: quadro generale 09
 - 2.1 Trend consumi energetici 10
 - 2.2 Analisi costi di approvvigionamento 15
- 3. Analisi dettagliata degli edifici 21
 - 3.1 Quadro riassuntivo costi 22
 - 3.1 Quadro riassuntivo costi 24
 - 3.3 Consumi e costi specifici di gestione degli edifici 25
 - 3.3.1 Cantieri stradali e punti logistici 27
 - 3.3.2 Uffici 30
 - 3.3.3 Cantieri stradali e punti logistici 33
 - 3.3.4 Scuole professionali 36
 - 3.3.5 Impianti sportivi 37
- 4. Analisi dettagliata dei tunnel 39
 - 4.1 Quadro generale consumi e costi 40
 - 4.2 Consumi e costi specifici di gestione dei tunnel 44
 - 4.2.1 Tunnel con illuminazione 45
 - 4.2.2 Tunnel con illuminazione e ventilazione 47
- 5. Conclusioni 48

1.

Introduzione e Disclaimer

1. Introduzione e disclaimer

1.1 INTRODUZIONE

Il presente report fornisce un’analisi dettagliata della performance energetica del patrimonio immobiliare della Provincia Autonoma di Bolzano (PAB), con l’obiettivo di valutare i consumi energetici e i relativi costi di gestione. L’analisi riguarda diverse tipologie di edifici e infrastrutture, tra cui:

- Edifici scolastici (scuole superiori e professionali)
- Uffici provinciali
- Cantieri stradali e punti logistici
- Convitti
- Impianti sportivi
- Tunnel stradali

Sono esclusi dall’analisi gli ospedali e i beni degli enti strumentali della PAB, come l’azienda agricola Laimburg e il demanio stradale, forestale, idrico e di bonifica. L’obiettivo del report è quello di fornire un quadro esaustivo sui consumi di energia termica ed elettrica, offrendo una base conoscitiva per la pianificazione e l’ottimizzazione degli interventi di efficientamento energetico. I risultati presentati sono funzionali alla costruzione di un database integrato con il sistema di gestione patrimoniale della PAB, che consentirà di monitorare in modo più efficace i consumi e di identificare aree di intervento prioritarie.

Il report analizza i seguenti indicatori chiave:

- Costi di approvvigionamento energetico [€], ovvero la spesa per l’acquisto di combustibili e vettori energetici.
- Energia finale [kWh], ovvero l’energia termica ed elettrica contabilizzata in bolletta.
- Energia primaria espressa in Tonnellate Equivalente di Petrolio (TEP), parametro utilizzato per confronti su scala territoriale.¹
- Costi di approvvigionamento energetico per unità di volume [€/m³ anno], che rappresentano la spesa per ogni edificio in rapporto al volume riscaldato.
- Consumo di energia per unità di volume [kWh/(m³ anno)], indicatore chiave per confrontare l’efficienza energetica degli edifici.
- Costi di approvvigionamento energetico per unità di lunghezza [€/m anno], che rappresentano la spesa per ogni tunnel in rapporto alla lunghezza.

¹ Ministero dello Sviluppo Economico. (2015, 26 giugno). Decreto 26 giugno 2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici (GU Serie Generale n. 162 del 15/07/2015, Suppl. Ord. n. 39; cod. 15A05198). Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana.

Fattori di conversione in Tep		
Gas naturale	0.000882 tep/m³	9.3333E-05 tep/kWh
Gasolio e Gasolio	0.00086 tep/l	7.2513E-05 tep/kWh
Biomasse solide	0.0002 tep/kg	5.7971E-05 tep/kWh
Teleriscaldamento	0.000882 tep/m³	9.3333E-05 tep/kWh
Energia elettrica	0.000187 tep/kWh	0.000187 tep/kWh

Tabella 1: fattori di conversione in TEP.

- Consumo di energia primaria per unità di lunghezza [kWh/(m anno)], indicatore chiave per confrontare l’efficienza energetica dei tunnel.

I dati raccolti e analizzati consentono di monitorare le tendenze di consumo, identificare criticità specifiche e definire azioni mirate per il contenimento dei costi e il miglioramento della sostenibilità energetica del patrimonio provinciale.

1.2 DISCLAIMER SUI DATI DI CONSUMO ENERGETICO

I dati di consumo presentati nel report sono stati raccolti da diverse fonti, tra cui:

- Fornitori di energia
- Distributori di energia elettrica
- Bollette energetiche, i cui dati sono stati inseriti in un database gestito dalla PAB

Si precisa che i dati sono soggetti a:

- Conguagli e rettifiche: le bollette energetiche possono subire variazioni a seguito di conguagli periodici.
- Ritardi nella fatturazione: i tempi di registrazione dei dati possono non riflettere tempestivamente i reali consumi.

Pur adottando tutte le precauzioni necessarie per garantire l’accuratezza delle informazioni, è importante considerare che eventuali discrepanze nei dati (in particolare possibili sfasamenti tra consumi e relative fatture) potrebbero incidere sulle valutazioni finali.

2.

Stato dei consumi: quadro generale

2. Stato dei consumi: quadro generale

2.1 TREND CONSUMI ENERGETICI

Il monitoraggio 2024 comprende 590 asset tra edifici, tunnel e utenze varie, con un consumo totale di 15.098 TEP. L'andamento pluriennale conferma una sostanziale stabilità dei consumi dopo le misure di efficientamento avviate nel 2022-2023.

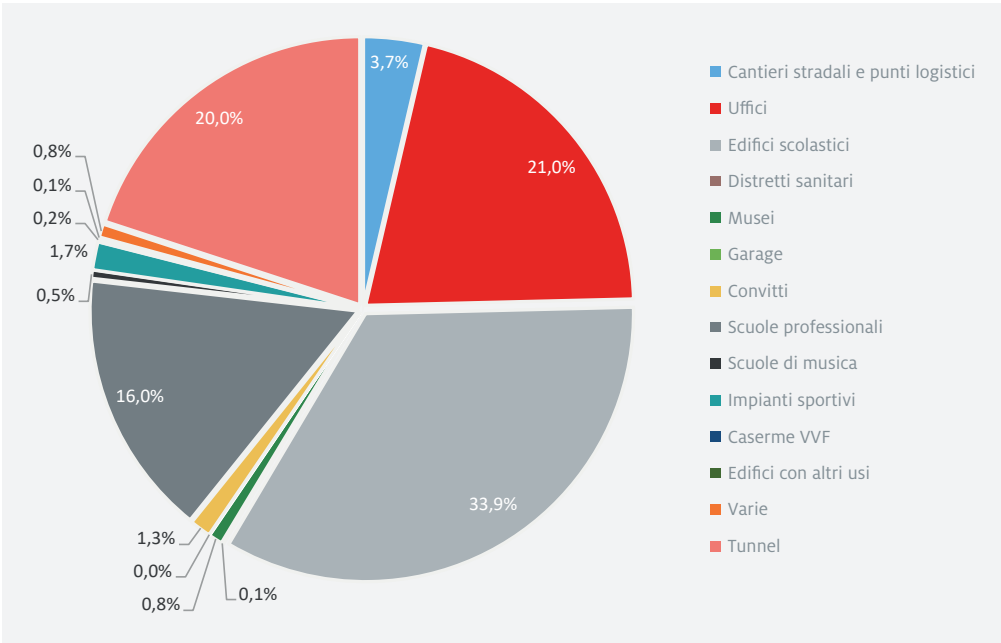


Figura 1: Distribuzione dei costi in base alla destinazione d'uso – 2024.

Destinazione d'uso	Numero	TEP	Costi [€]
Edifici scolastici	66	5'550	6'629'155 €
Uffici	111	3'205	4'099'555 €
Tunnel	102	2'579	3'903'926 €
Suole professionali	24	2'467	3'131'091 €
Cantieri stradali e punti logistici	82	463	714'061 €
Impianti sportivi	10	265	327'671 €
Convitti	5	201	245'930 €
Musei	6	131	161'075 €
Varie	164	84	155'080 €
Suole di musica	1	93	96'612 €
Caserme VVF	1	30	34'520 €
Distretti sanitari	5	18	25'788 €
Edifici con altri usi	7	10	19'768 €
Garage	6	3	7'319 €
Totale	590	15'098	19'551'551 €

Tabella 2: Costi e consumi in TEP per l'anno 2024.

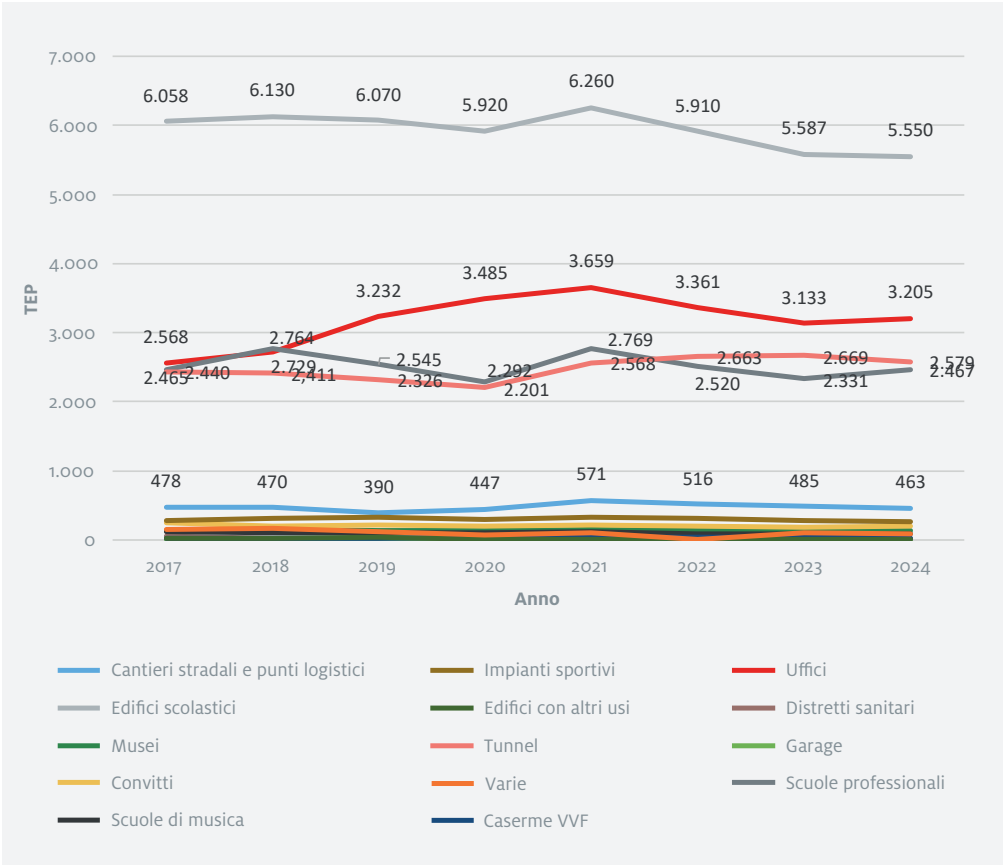


Figura 2: Andamento nel tempo dei consumi per le categorie di edifici 2017-2024.

Il comparto scolastico nel suo complesso è il principale contributore per effetto della sua estensione nel patrimonio: gli edifici scolastici totalizzano 5'550 TEP (36.8 % del totale 2024, -1 % vs 2023 e -6 % rispetto alla media 2017-2024), mentre gli uffici si attestano a 3'205 TEP (21.2 %, +2 % vs 2023; +1 % sulla media). I tunnel registrano 2'579 TEP (17.1 %), in calo del 3 % sul 2023 ma +4 % rispetto alla media pluriennale.

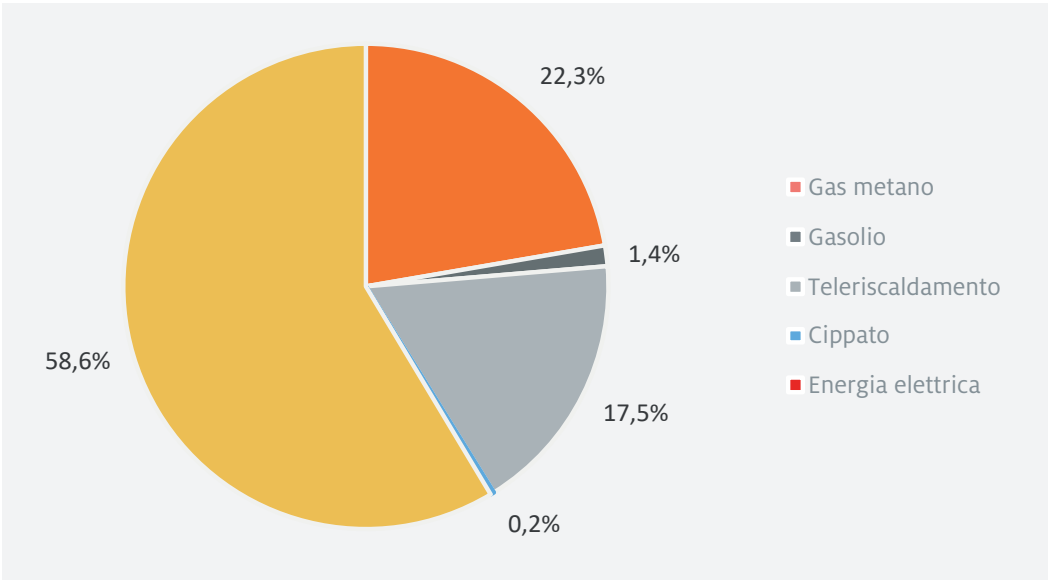


Figura 3: Distribuzione dei consumi energetici in energia primaria in base al combustibile utilizzato -2024.

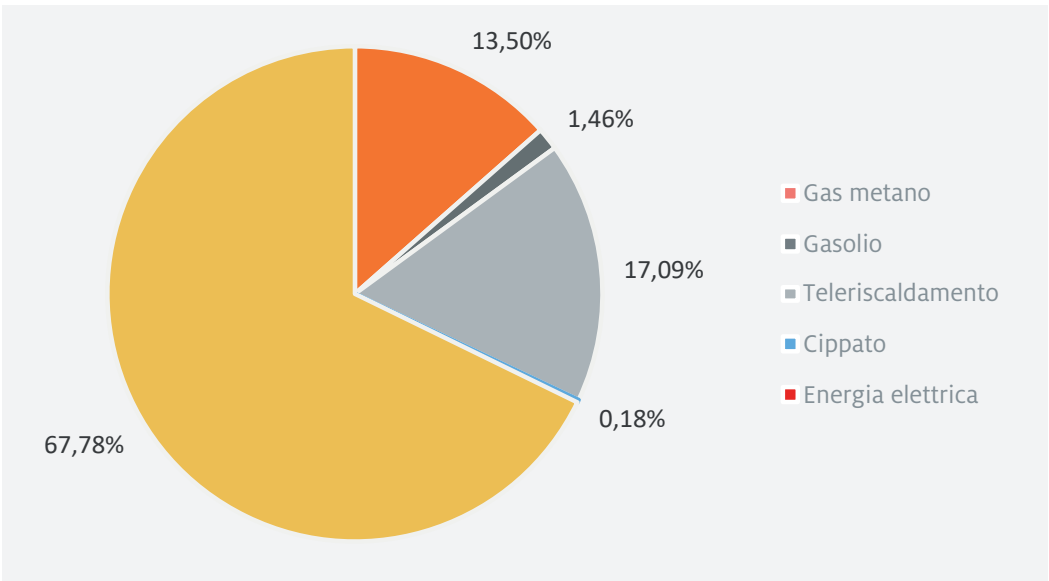


Figura 4: Distribuzione dei costi complessivi in base al combustibile utilizzato -2024.

Combustibile	Energia finale [kWh]	TEP	Costi [€]
Gas metano	36'064'593	3'366.0	2'638'960
Gasolio	2'865'056	207.8	285'675
Teleriscaldamento	28'275'277	2'639.0	3'340'912
Cippato	645'150	37.4	34'452
Energia elettrica	47'315'202	8'847.9	13'251'692

Tabella 3: Costi e consumi in Energia finale e TEP per l'anno 2024.

Nella Tabella 4, e nella Figura 5 e Figura 6, sono presentati i consumi totali del patrimonio immobiliare della Provincia, espressi in TEP. Osservando la ripartizione per vettore, emerge con chiarezza come l'energia elettrica consolidi ulteriormente il suo primato, coprendo 8'848 TEP ovvero il 58.6 % dei consumi in energia primaria.

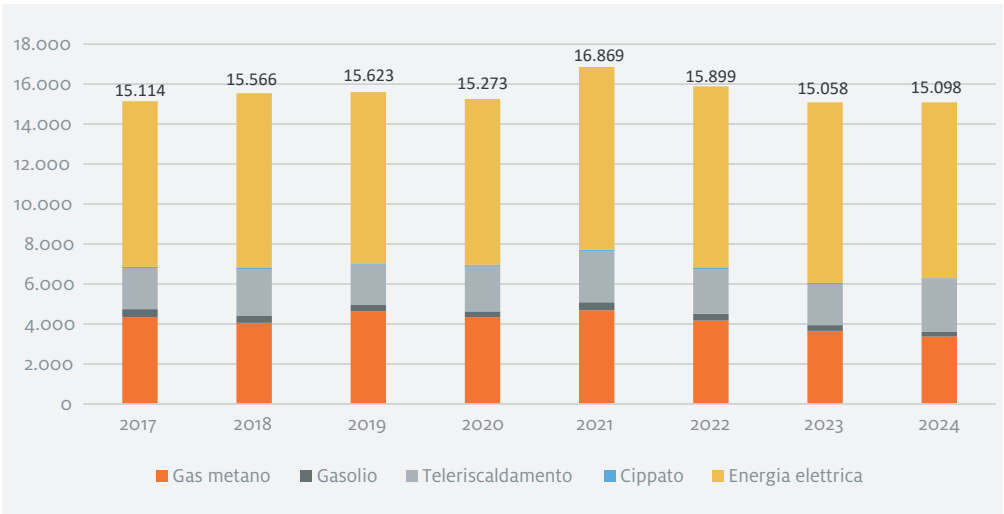


Figura 5: Distribuzione dei consumi energetici (TEP/anno) in base al combustibile/vettore energetico utilizzato – 2017-2024.

Il gas metano prosegue nel calo strutturale, attestandosi a 3'366 TEP nel 2024 (–7% vs 2023; –22 % vs 2017). Il teleriscaldamento mostra una netta ripresa a 2'639 TEP (+26 % vs 2023; +28 % vs 2017) coerente con un ribilanciamento del mix termico a favore di questo vettore. L'elettricità resta il vettore prevalente con 8'848 TEP (–1.8 % vs 2023; +7 % vs 2017). Il gasolio scende a 208 TEP (–25 % vs 2023; –47 % vs 2017), mentre la biomassa rimane marginale a 37 TEP.

2.2 ANALISI COSTI DI APPROVVIGIONAMENTO

Sono stati analizzati i costi di approvvigionamento dei singoli combustibili/vettori energetici a partire dalle bollette energetiche della Provincia: i valori riportati sono prezzi medi annui (€/kWh o €/l) calcolati come rapporto tra spesa annua fatturata ed energia annua fatturata per ciascun punto di fornitura e vettore includono quindi oneri e quote contrattuali e non coincidono con la sola componente energia. Nel caso del teleriscaldamento, il confronto va letto alla luce del diverso perimetro gestionale: a fronte di un €/kWh talvolta superiore rispetto ai combustibili on-site, l'ente non sostiene i costi di esercizio e manutenzione di un generatore (caldaie, bruciatori, controlli fumi, verifiche di sicurezza), limitandosi in genere alla gestione dello scambiatore di calore;

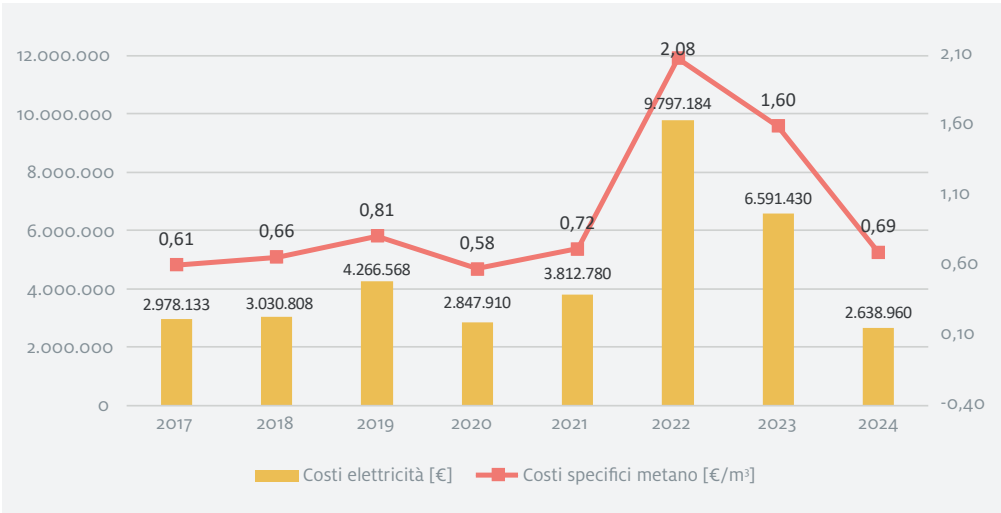


Figura 6: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di gas metano (2017 – 2024)

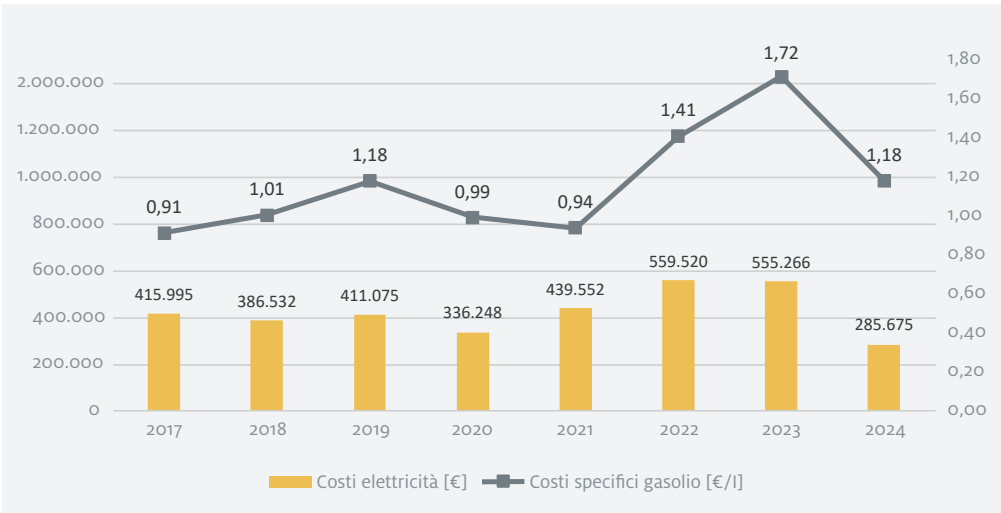


Figura 7: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di gasolio (2017 – 2024)

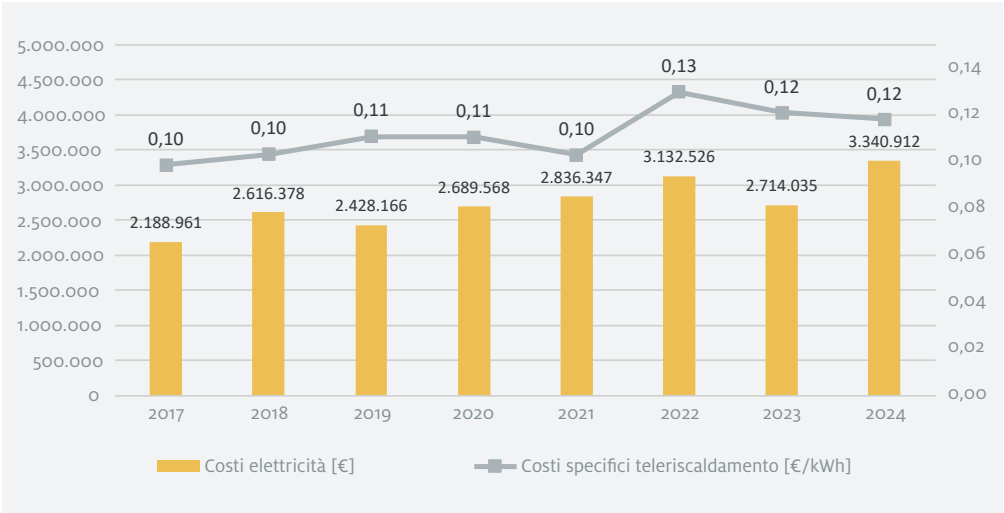


Figura 8: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di calore da teleriscaldamento (2017 – 2024)

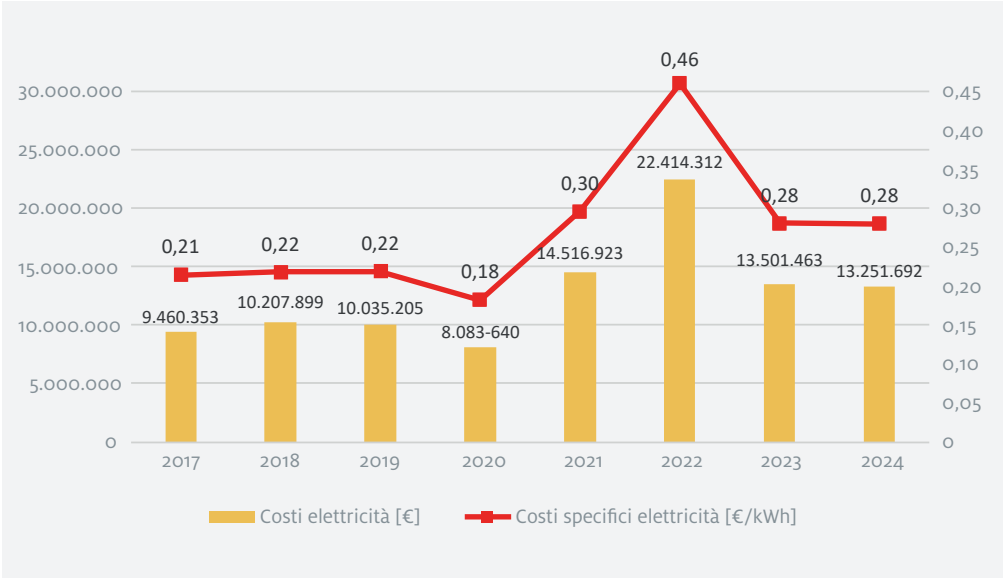


Figura 10: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di elettricità (2017 – 2024)

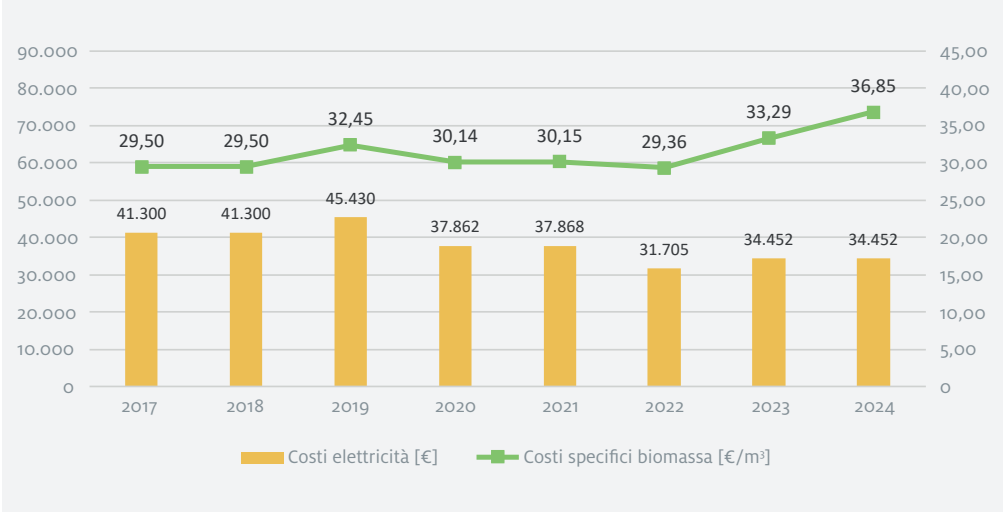


Figura 9: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di biomassa (2017 – 2024)

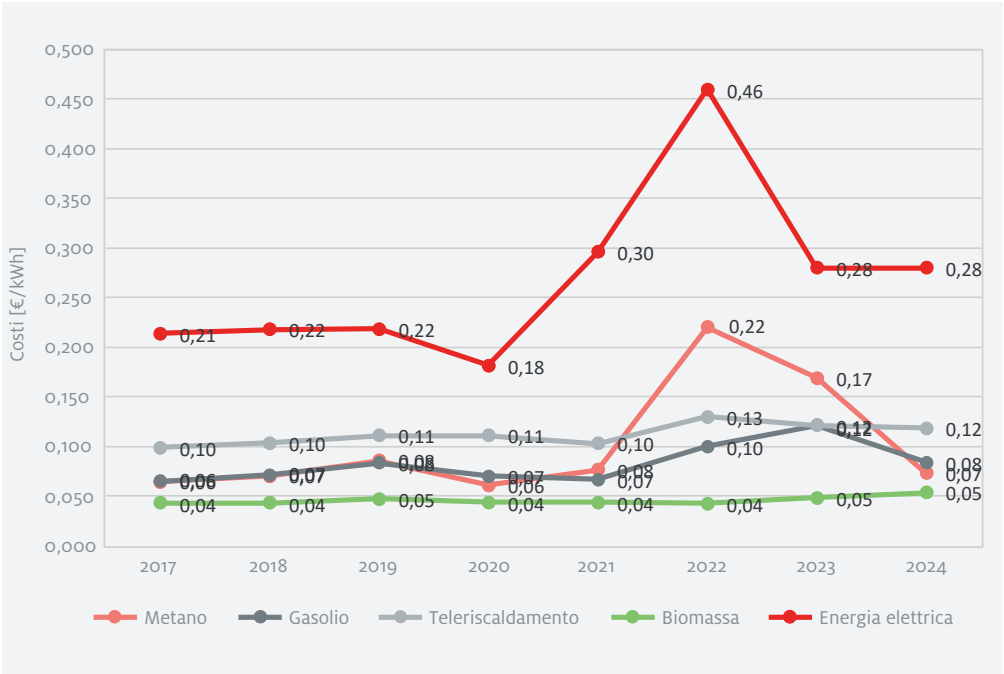


Figura 11: Costo specifico per unità di energia per le diverse fonti energetiche e vettore energetico

Nel 2024 si è avviato un netto rientro dai picchi inflattivi del 2022, con dinamiche di prezzo molto diversificate tra i vari vettori energetici. Il gas metano, che era costato oltre 0.17 €/kWh nel 2023, ha subito un vero e proprio crollo, attestandosi a soli 0.073 €/kWh e portando la spesa complessiva della Provincia da 6.59 M€ a 2.64 M€, valori ormai perfettamente in linea con quelli precrisi (2019). Il gasolio ha fatto registrare un ribasso altrettanto significativo, passando da 1.72 €/l (0.122 €/kWh) a 1.18 €/l (0.084 €/kWh), con la spesa complessiva quasi dimezzata a 285'675 €. Anche l'elettricità ha beneficiato di un rallentamento dei prezzi spot, che hanno fatto scendere il costo unitario a 0.257 €/kWh (– 8.2 % rispetto al 2023) e la spesa totale a 13.25 M€ (– 1.8 %), pur rimanendo il vettore più oneroso (68 % della spesa energetica). Il teleriscaldamento, invece, ha mantenuto il prezzo unitario sostanzialmente stabile a 0.118 €/kWh (– 2.5 %), mentre la spesa è cresciuta a 3.34 M€ (+ 23 %), rispecchiando il + 26 % di consumi registrato nello stesso arco temporale. Infine, la biomassa, pur marginale nel mix, ha visto un lieve aumento del prezzo unitario, salito a 0.053 €/kWh (+ 11 % vs 2023).

Di particolare rilievo è l'effetto “ritardo elettrico”: nonostante la discesa dei prezzi spot, i contratti a medio termine e gli oneri di sistema mantengono il costo dell'elettricità ancora circa il 18 % al di sopra dei livelli del 2019. Al contrario, il teleriscaldamento conferma la sua resilienza, mostrando la migliore stabilità tariffaria ai grandi shock geopolitici. Complessivamente, il 2024 disegna un quadro di ritorno alla normalità per gas metano e gasolio, mentre elettricità e teleriscaldamento si dirigono verso un consolidamento dei prezzi.

3.

Analisi dettagliata degli edifici

3 Analisi dettagliata degli edifici

3.1 QUADRO RIASSUNTIVO CONSUMI

Nel paragrafo precedente sono stati presentati dei risultati che richiedono un’interpretazione critica. Per fare questo è necessario tenere conto delle temperature e dei costi dei combustibili/vettori energetici utilizzati negli anni di riferimento dell’analisi. È importante sottolineare che le condizioni climatiche hanno un impatto significativo sui consumi per il riscaldamento. Per questo motivo, per valutare l’efficienza del patrimonio edilizio, viene normalizzato il consumo con il parametro dei Gradi-Giorno² (GG) invernali. In questo modo si ottiene il fabbisogno di energia necessario per riscaldare gli ambienti in relazione alle temperature esterne misurate. I Gradi-Giorno variano per ogni località, ma per questo report sono stati considerati quelli di Bolzano, città in cui si trovano la maggior parte degli edifici.

Per valutare i consumi energetici destinati esclusivamente al riscaldamento, sono state analizzate le quantità di energia impiegate per l’acqua calda sanitaria, separandole dai consumi totali derivanti da diversi vettori termici come gas metano, teleriscaldamento, gasolio e biomassa. È stato selezionato un campione iniziale di 94 edifici, comprendente prevalentemente uffici, edifici scolastici e scuole professionali. Sono state utilizzate le bollette mensili dei mesi estivi di giugno, luglio e agosto 2022, periodo in cui si presume che il sistema di generazione del calore sia utilizzato esclusivamente per l’acqua calda sanitaria. Assumendo una costanza nel consumo di acqua calda sanitaria durante tutto l’anno, ipotesi supportata anche dall’utilizzo costante nei mesi estivi per i numerosi corsi nelle scuole, l’analisi è stata poi estesa ad altre proprietà. Questo approccio ha rivelato un consumo totale di 2486 TEP annui di acqua calda sanitaria nella Provincia di Bolzano per il 2022. Tale consumo è stato ipotizzato costante anche per gli altri anni, specificamente dal 2017 al 2024. I dati relativi ai consumi necessari per il riscaldamento sono stati calcolati sottraendo al consumo totale quello specifico per l’acqua calda sanitaria, e sono riassunti nel grafico di Figura 14.

La Figura 14 evidenzia come il consumo per il riscaldamento sia influenzato dalla curva dei Gradi-Giorno e tra il 2017-2023 vari da un valore minimo di 3’564 TEP del 2023 a un massimo di 5’212 TEP del 2021.

² I Gradi-Giorno secondo la Metodologia di calcolo del D.P.R. 412/1993 si calcolano come la differenza tra 20°C, cioè la temperatura a cui vengono mantenuti gli ambienti interni, e la temperatura esterna media giornaliera; queste differenze vengono sommate per i giorni della stagione di riscaldamento per cui la temperatura esterna media giornaliera è inferiore a 12°C, ottenendo il valore per l’anno di riferimento. In questo caso sono stati adottati i dati rilevati per la città di Bolzano dalla centralina meteorologica della Provincia situata in zona Ospedale dal 2017 al 2024

Per analizzare meglio i consumi togliendo l’influenza del clima, in Figura 15 è calcolato il valore di consumo energetico normalizzato con i Gradi-Giorno.

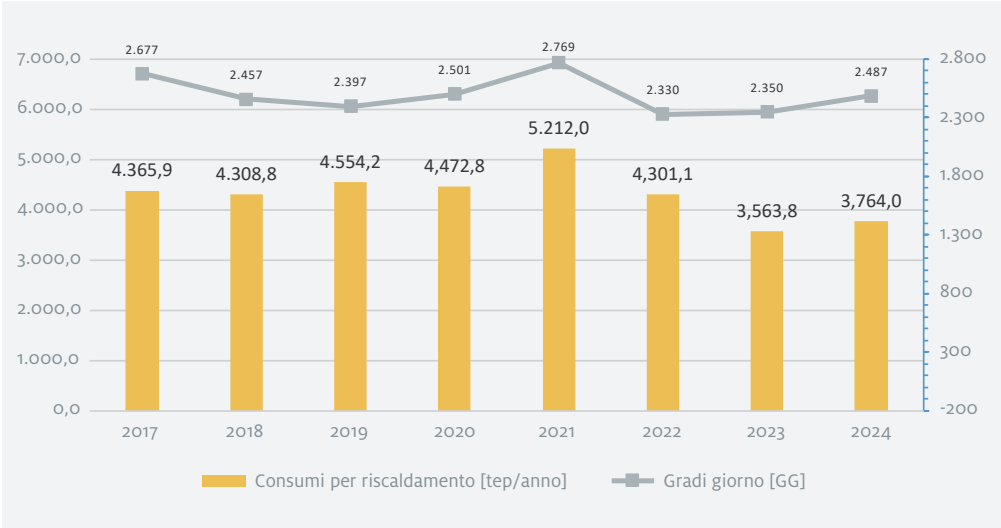


Figura 12: Consumi in Energia Primaria per riscaldamento degli edifici (2017 – 2024)

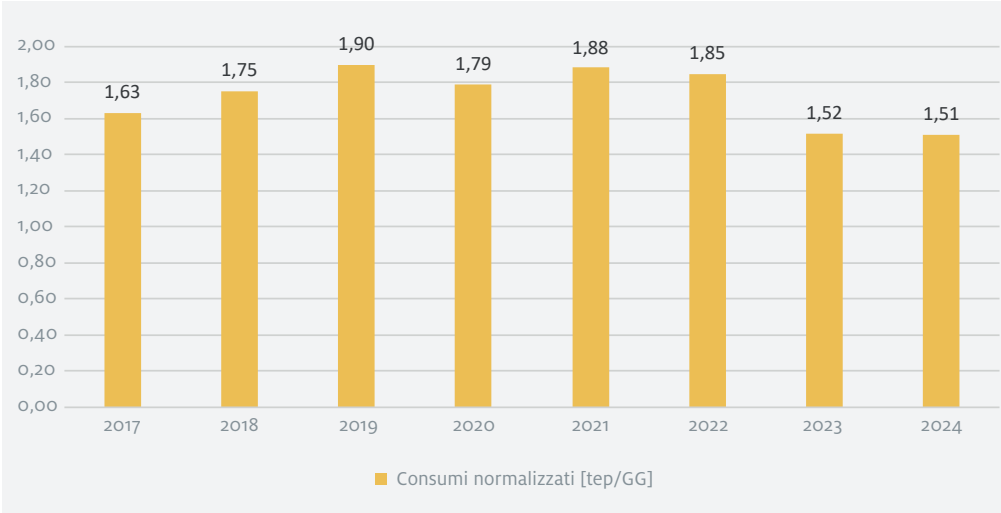


Figura 13: Consumi Energia Primaria per riscaldamento degli edifici normalizzati in base ai Gradi-Giorno (2017 – 2024)

Nel 2024 il percorso di efficientamento energetico avviato dalla Provincia Autonoma di Bolzano nel 2022 non solo si conferma, ma si consolida ulteriormente. I consumi assoluti per il riscaldamento degli edifici salgono leggermente da 3’564 TEP a 3’764 TEP (+ 5.6 %), in gran parte riconducibile a

un aumento dei Gradi-Giorno (+5.8 % a 2'487 GG). Tuttavia, grazie alle misure di ottimizzazione degli impianti e alle pratiche di gestione introdotte negli ultimi anni, il consumo normalizzato, cioè l'energia necessaria per ogni Grado-Giorno, scende da 1.52 a 1.51 TEP/GG (– 0.2 %), registrando un nuovo record di efficienza.

Questo risultato migliora quanto già ottenuto nel 2023 e conferma un trend di lunga durata: dal 2019 ad oggi l'efficienza termica degli edifici è cresciuta di oltre il 20%, passando da 1.90 a 1.51 TEP/GG. Allo stesso tempo, la resilienza operativa ha contenuto l'impatto dell'inverno più rigido (+ 137 GG) in modo tale che i consumi aggiuntivi si limitassero a 200 TEP, anziché crescere in proporzione al clima.

Un confronto storico evidenzia ulteriori spunti: il 2021, anno più freddo del decennio con 2769 GG, aveva fatto registrare consumi di 5'212 TEP; nel 2024, con condizioni climatiche simili a quelle del 2018, i consumi si fermano a 3'764 TEP, segnando un miglioramento del 13 % a parità di grado-giorno. Infine, calcolando il risparmio cumulativo rispetto al periodo 2017–2021, si stima un guadagno di circa 1'379 TEP solo nei due anni 2023–2024, a dimostrazione dell'efficacia delle strategie di efficientamento termico e di gestione degli impianti.

3.2 QUADRO RIASSUNTIVO COSTI

Analogamente all'analisi effettuata per i consumi, sono stati analizzati i costi per il riscaldamento sia in termini assoluti sia normalizzati sulla base dei Gradi-Giorno. In Figura 16 sono indicati i costi annuali per il riscaldamento degli edifici.

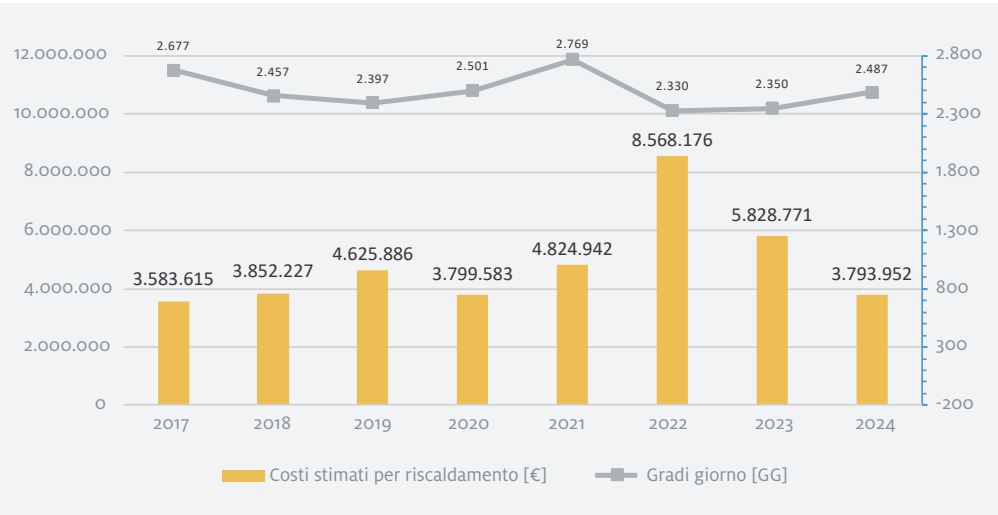


Figura 14: Costi annuali per il riscaldamento degli edifici (2017 – 2024) ³

³ I costi riportati nella presente analisi sono comprensivi di I.V.A.

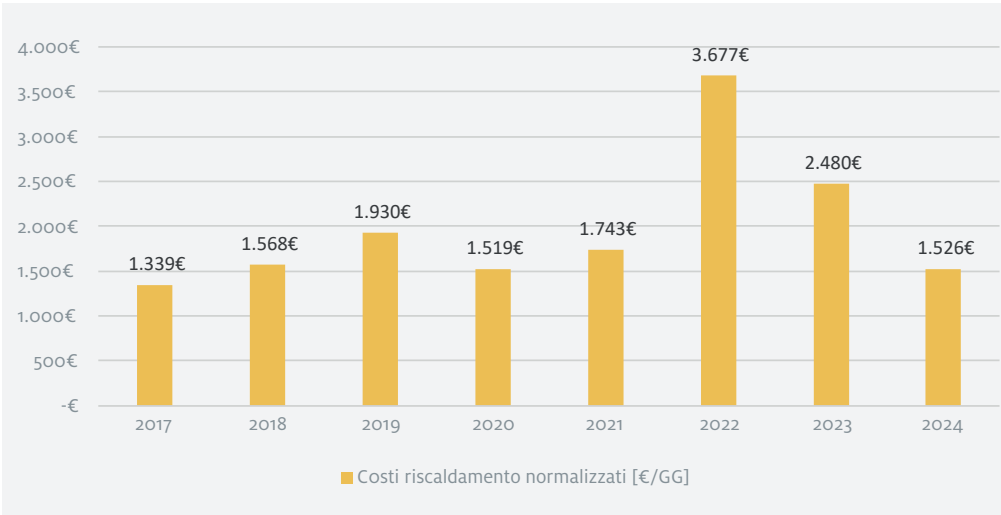


Figura 15: Consumi Energia Primaria normalizzati in base ai Gradi-Giorno (2017 – 2024)

Nel 2024 i costi per il riscaldamento degli edifici della Provincia Autonoma di Bolzano hanno compiuto un'inversione di tendenza netta, tornando ai livelli pre-crisi nonostante un inverno più rigido. La spesa complessiva si è attestata a 3.79 M€, praticamente in linea con i 3.80 M€ del 2020 e ben al di sotto del picco di 8.57 M€ raggiunto nel 2022. Con una spesa così contenuta, il 2024 si colloca al secondo livello più basso degli ultimi otto anni, preceduto solo dal 2017, a testimonianza della riduzione delle tariffe e dell'efficacia delle misure di efficientamento energetico adottate negli anni precedenti.

Normalizzando per i Gradi-Giorno (GG), il costo specifico 2024 si attesta a 1'526 €/GG, valore sovrapponibile a 1'519 €/GG del 2020 e meno della metà del massimo toccato nel 2022 (3'677 €/GG).

3.3 CONSUMI E COSTI SPECIFICI DI GESTIONE DEGLI EDIFICI

Per valutare la qualità energetica di un edificio è necessario calcolare dei valori di intensità energetica, pesando i consumi annuali su un parametro che caratterizzi le dimensioni dell'edificio; in questo caso è stato adottato il volume lordo riscaldato. L'analisi considera gli edifici per cui questo dato è disponibile (62 cantieri stradali e punti logistici, 40 uffici, 47 edifici scolastici, 9 scuole professionali, 6 impianti sportivi). Per tutti questi edifici sono riportati i consumi specifici di energia termica, elettrica e i costi totali di fornitura energetica relativi gli anni 2020 – 2024.

Le linee di media mostrate nelle figure rappresentano una media ponderata per volume dell'intero campione annuale, calcolata come rapporto tra la somma dei consumi (o dei costi) e la somma dei volumi. Questo non coincide con la semplice media aritmetica dei valori specifici edificio-per-edificio. Ne consegue che gli edifici più grandi pesano di più sul valore medio complessivo (es.: se un edificio piccolo è a 20 kWh/m³·a e uno grande a 10 kWh/m³·a, la media ponderata è <15 kWh/m³·a).

Questo spiega il possibile “effetto ottico” per cui la linea della media nei grafici non sembra la media visiva delle singole barre.

Il medesimo criterio di ponderazione per volume è applicato in modo coerente sia ai consumi sia ai costi specifici per tutte le destinazioni d'uso.

3.3.1 Cantieri stradali e punti logistici

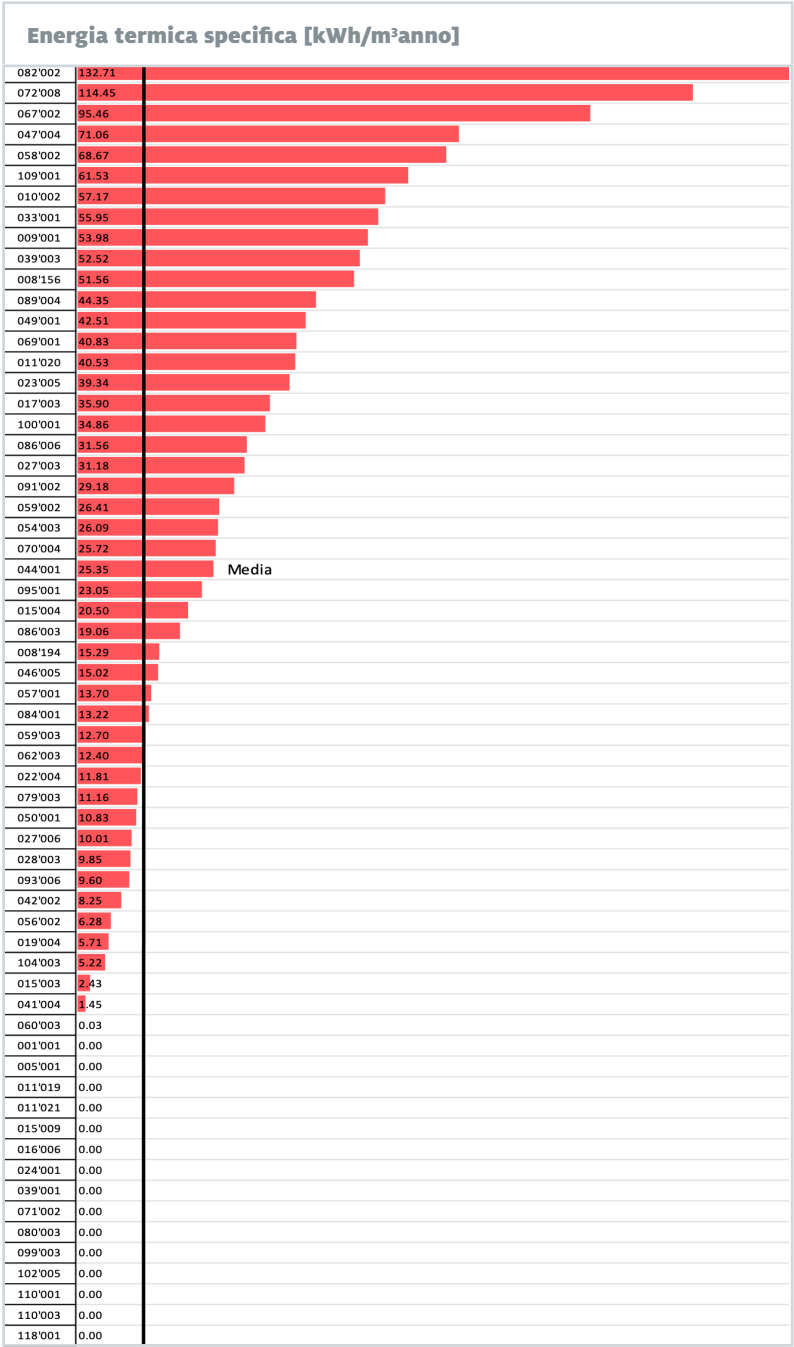


Figura 16: Consumo medio di energia termica specifica per i cantieri stradali e i punti logistici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

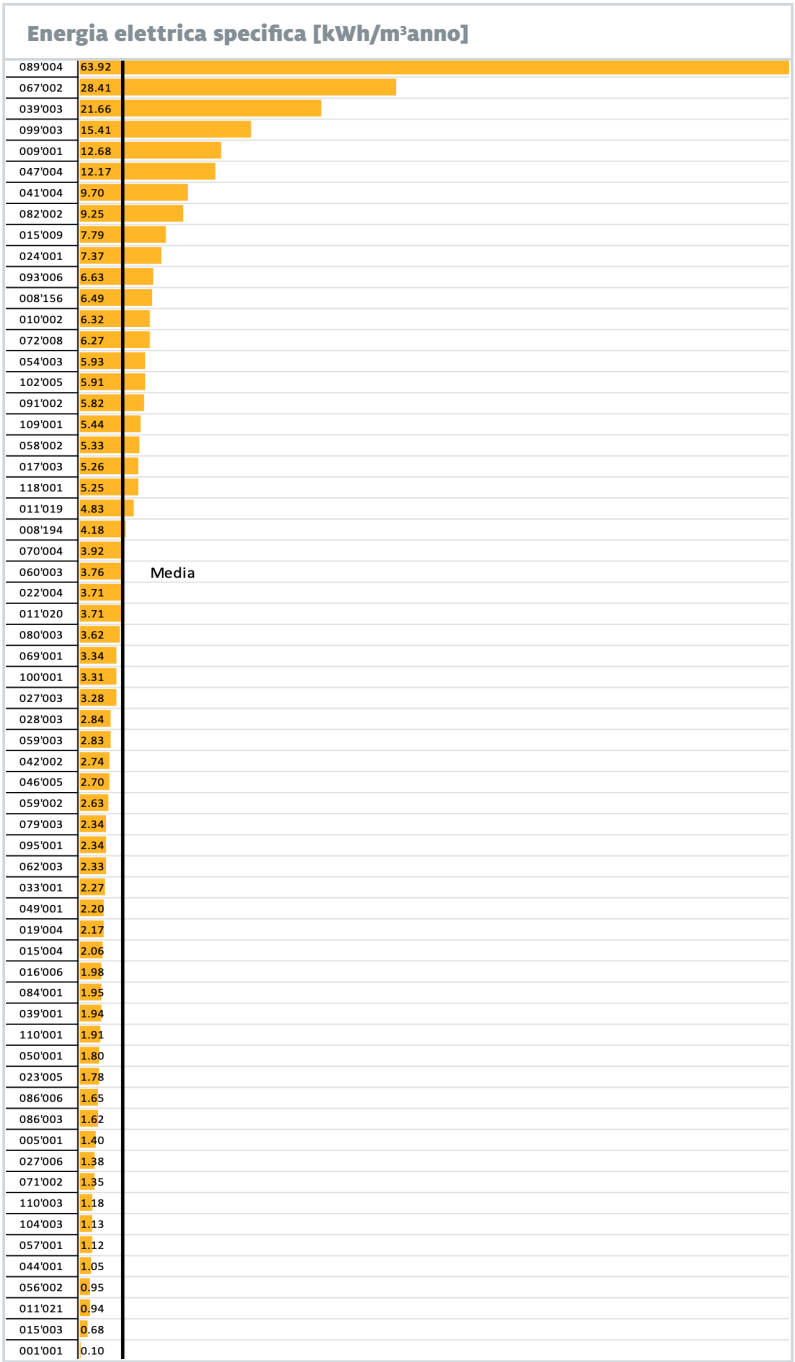


Figura 17: Consumo medio di energia elettrica per i cantieri stradali e i punti logistici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

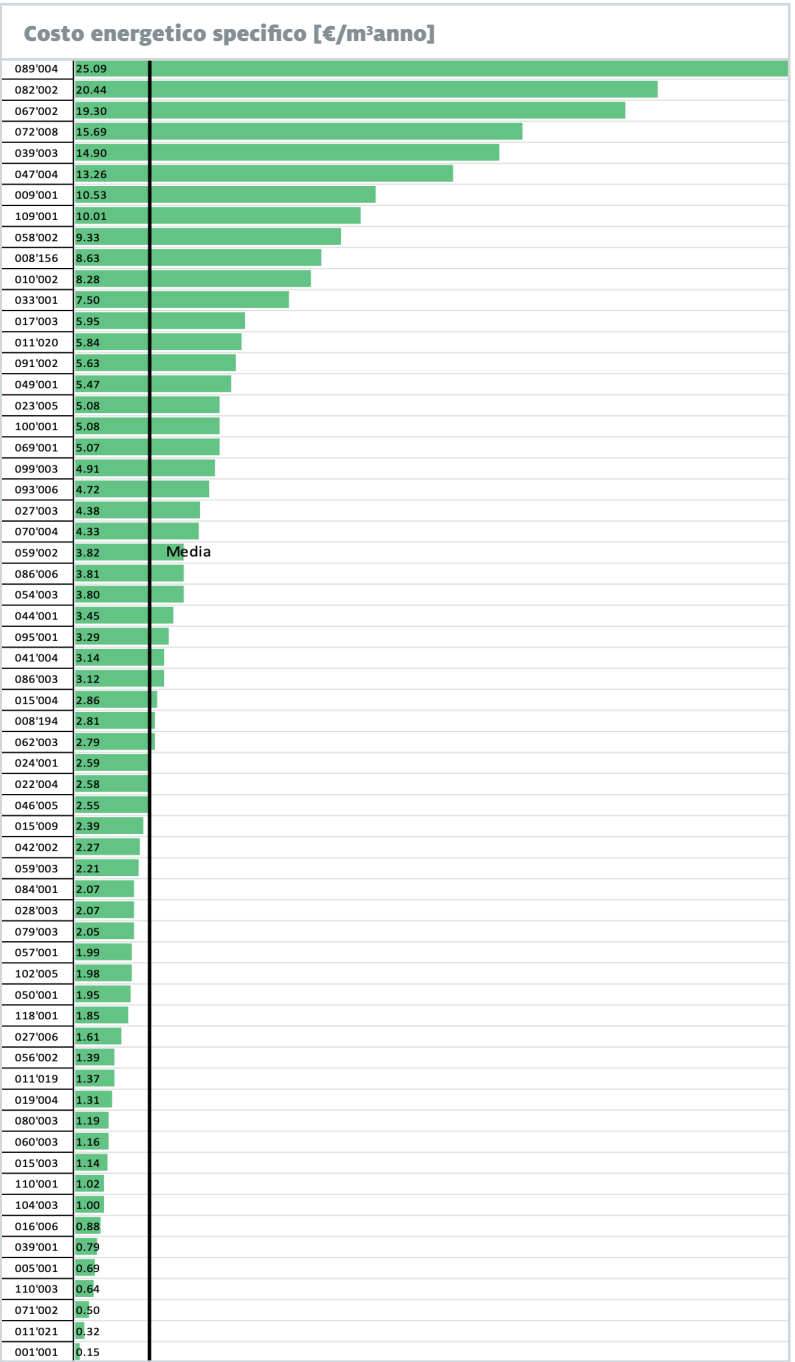


Figura 18: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico dei cantieri stradali e dei punti logistici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

I cantieri stradali e i punti logistici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020 - 2024 hanno consumato in media 12.39 kWh/m³anno di energia termica, 3.77 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 2.63 €/m³anno.

3.3.2 Uffici

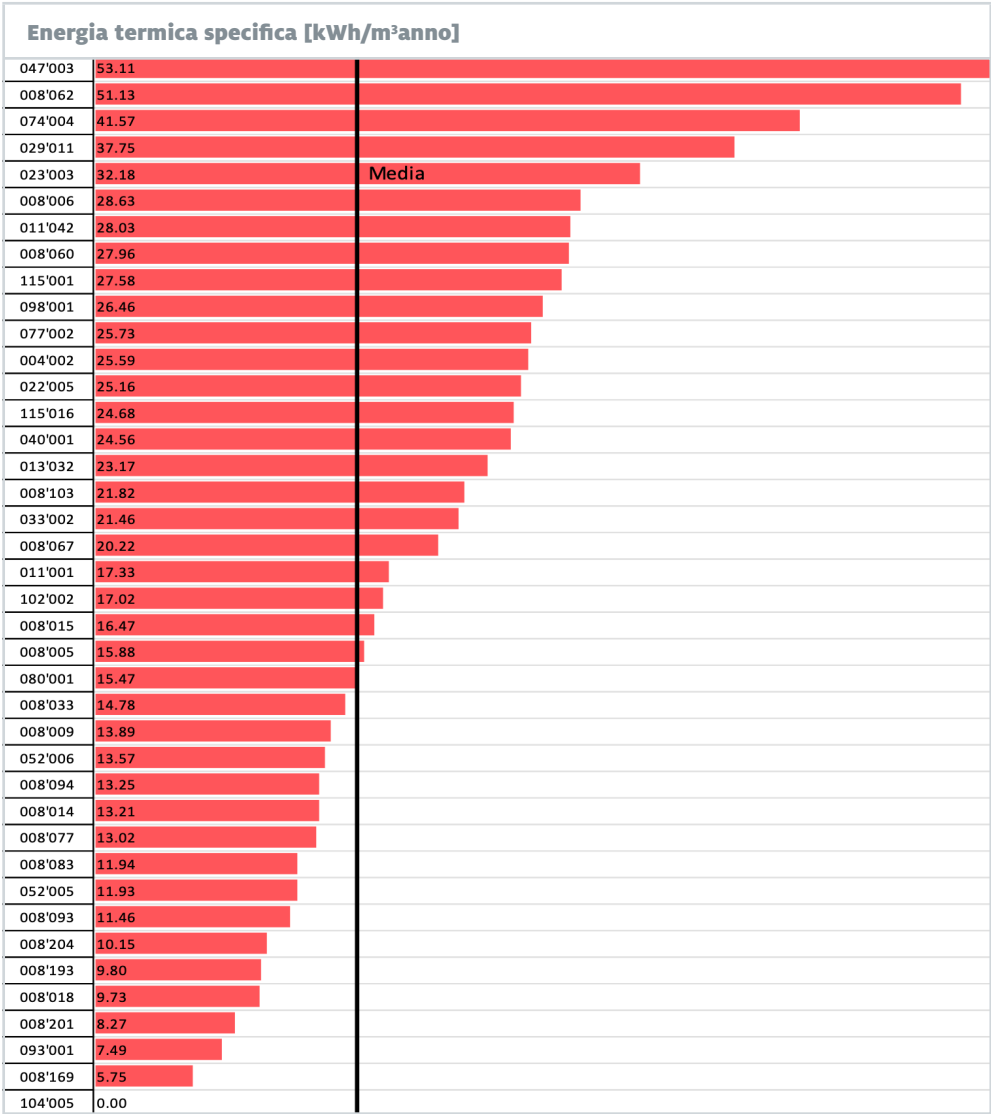


Figura 19: Consumo medio di energia termica specifica per gli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

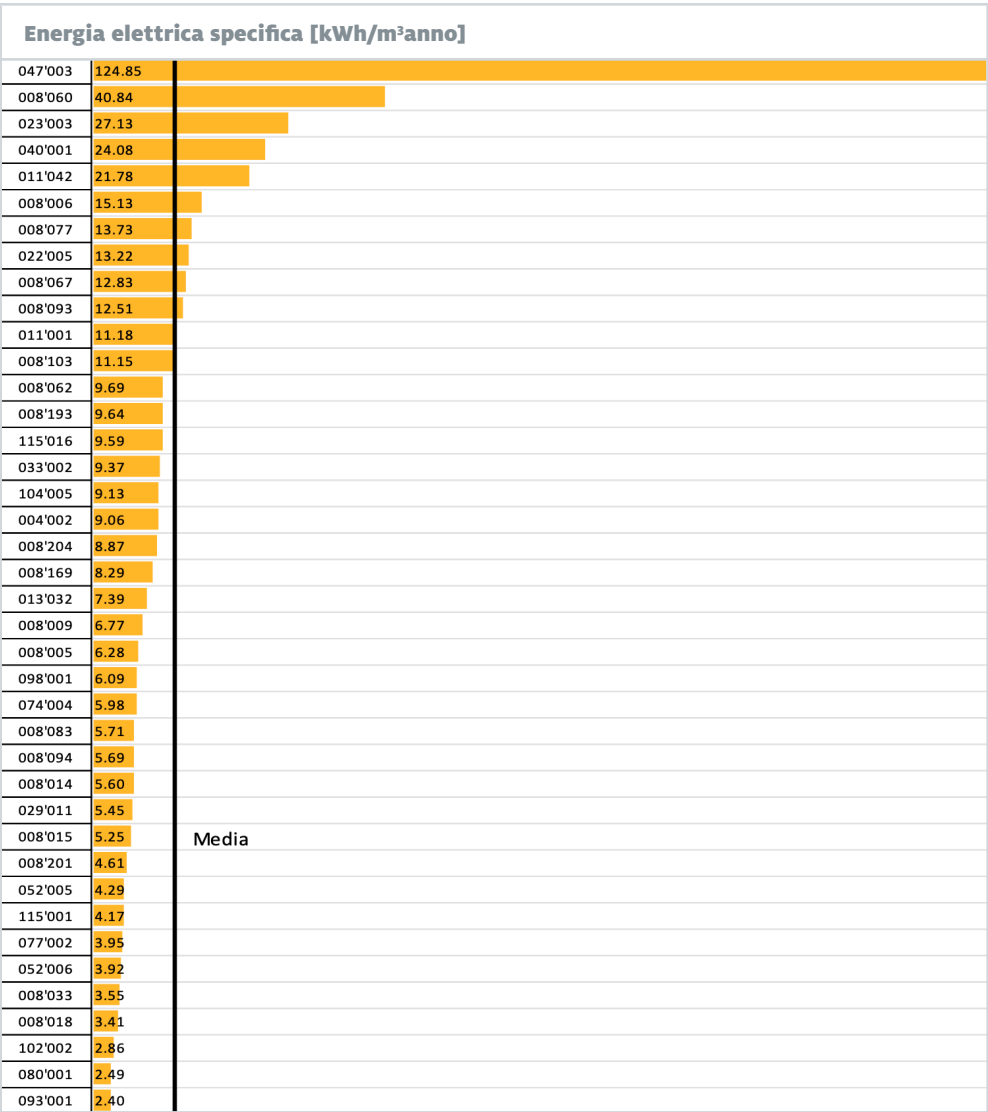


Figura 20: Consumo medio di energia elettrica specifica per gli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

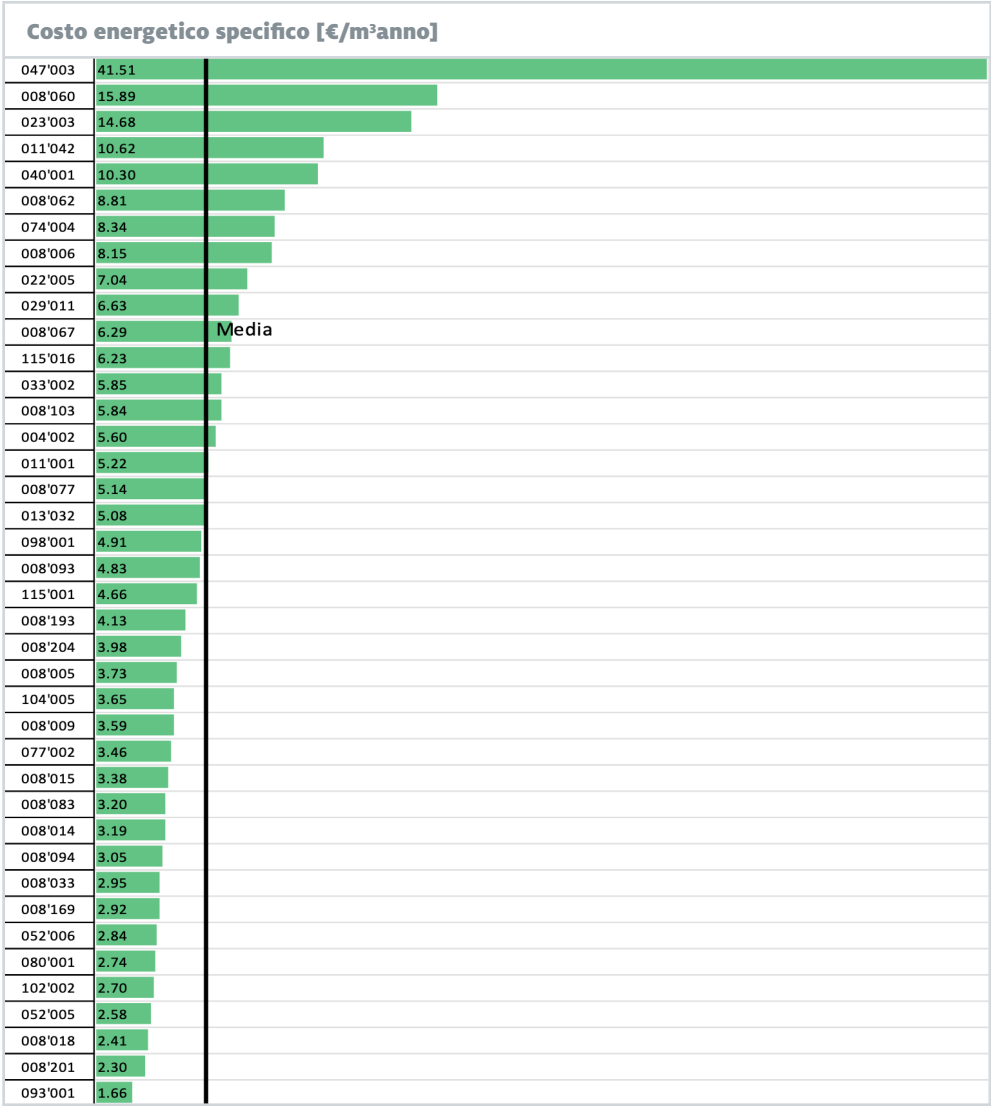


Figura 21: Costo medio per l’approvvigionamento energetico specifico degli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

Gli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024 hanno consumato in media 15.62 kWh/m³anno di energia termica, 11.17 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 5.16 €/m³anno.

3.3.3 Edifici scolastici

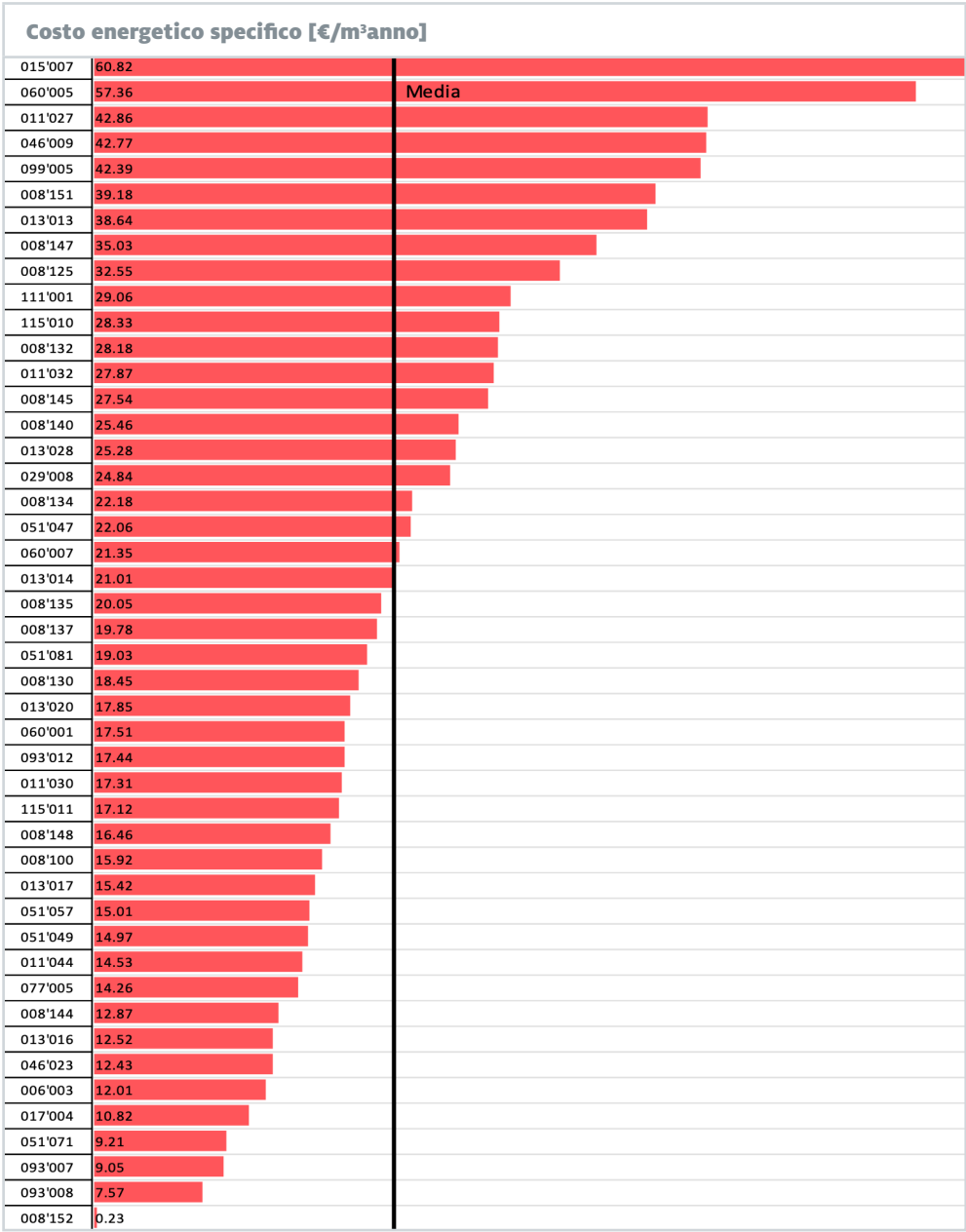


Figura 22: Consumo medio di energia termica specifica per gli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

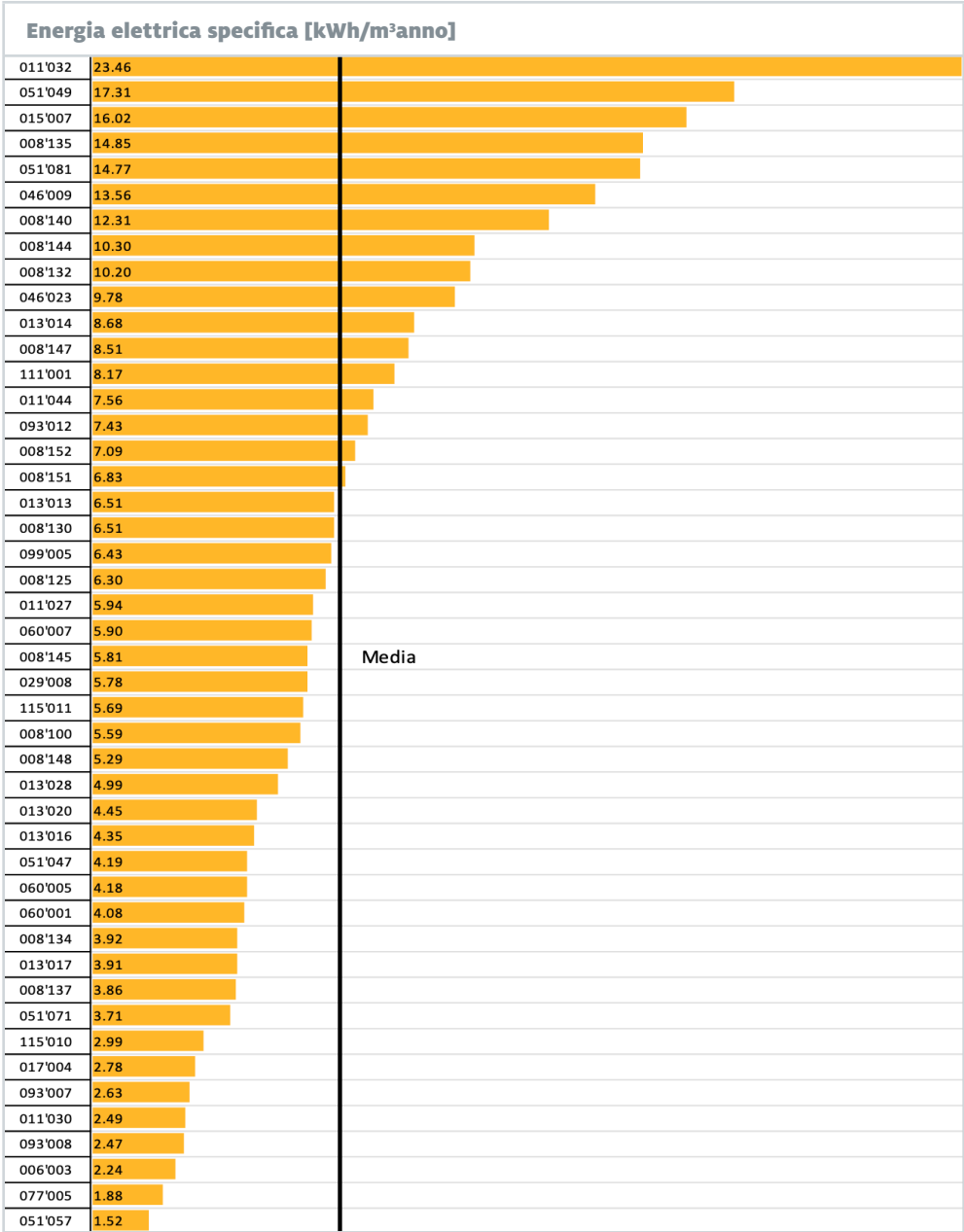


Figura 23: Consumo medio di energia elettrica specifica per gli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

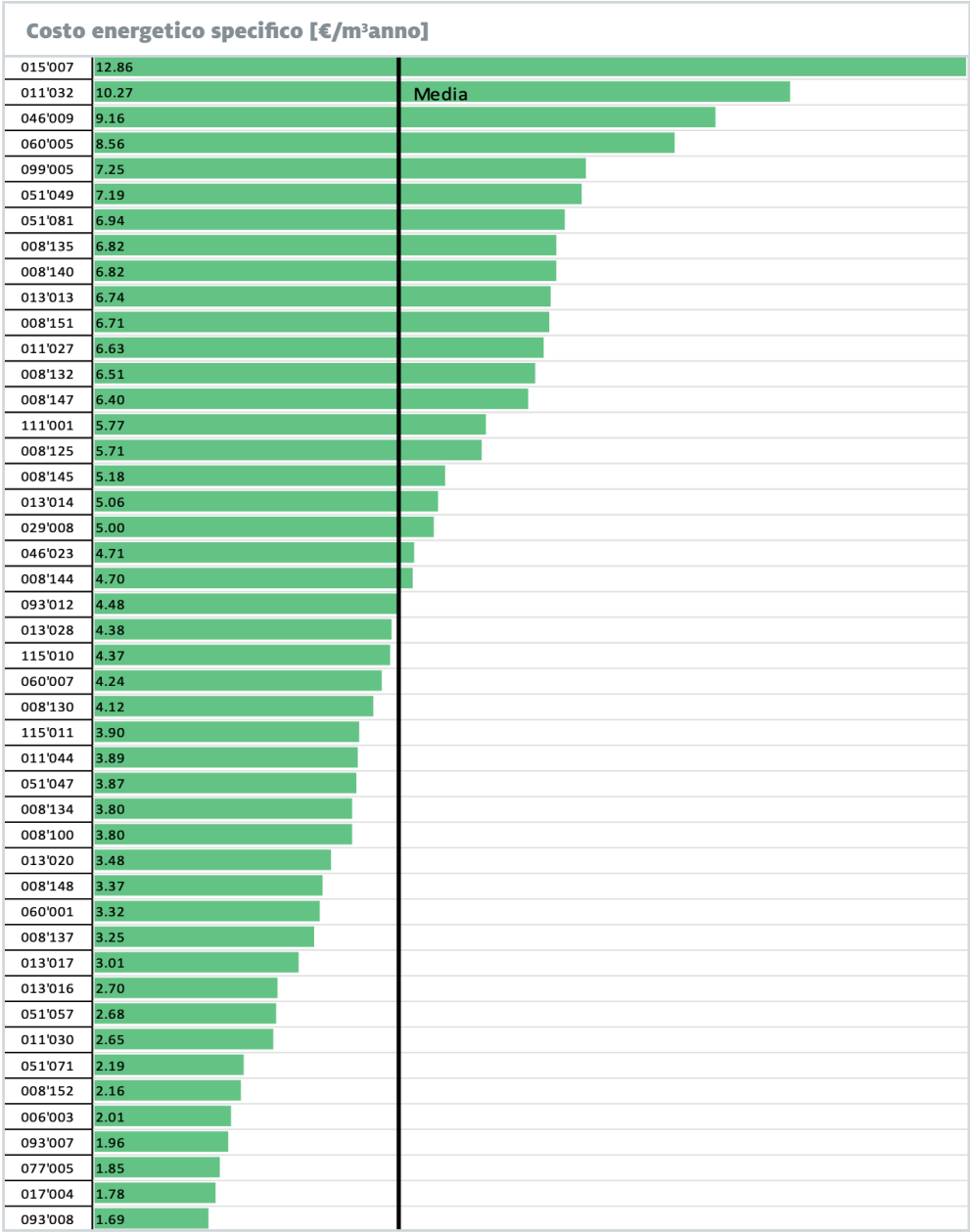


Figura 24: Costo medio per l’approvvigionamento energetico specifico degli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024

Gli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024 hanno consumato in media 20.97 kWh/m³anno di energia termica, 6.75 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 4.50 €/m³anno.

3.3.4 Scuole professionali

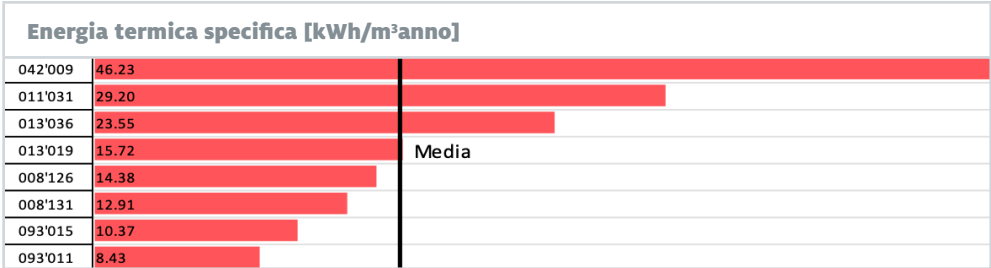


Figura 25: Consumo medio di energia termica specifica per le scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

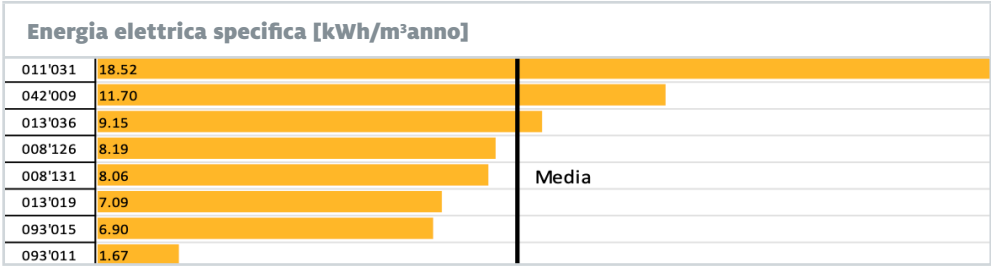


Figura 26: Consumo medio di energia elettrica specifica per le scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

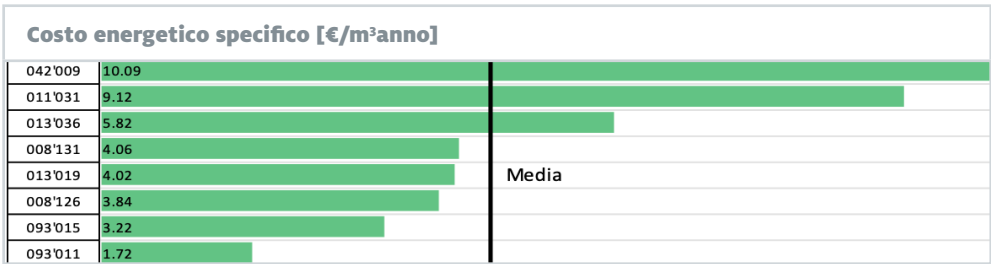


Figura 27: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico delle scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

Le scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024 hanno consumato in media 15.62 kWh/m³anno di energia termica, 8.68 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 4.41 €/m³anno.

3.3.5 Impianti sportivi

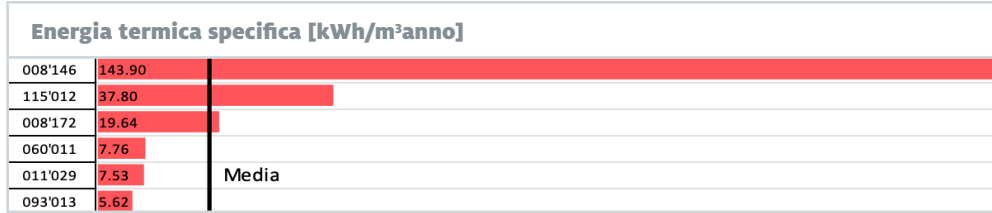


Figura 25: Consumo medio di energia termica specifica per gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024..

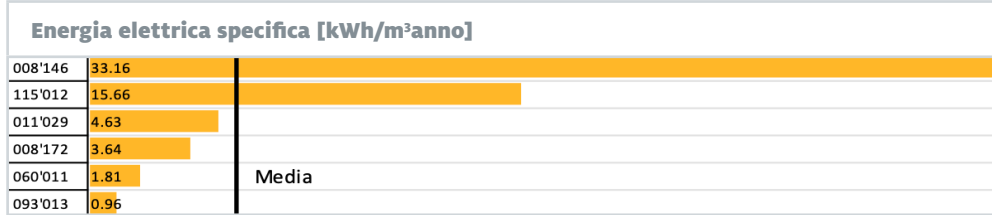


Figura 26: Consumo medio di energia elettrica specifica per gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

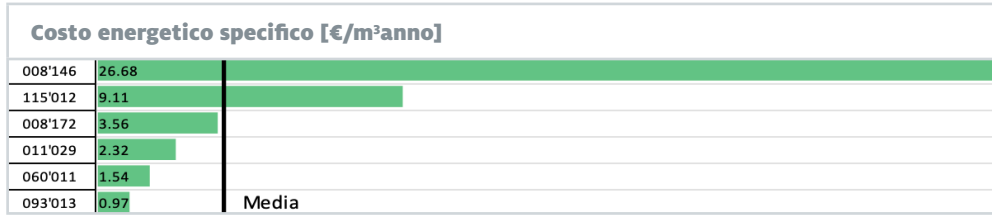


Figura 27: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico per gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

Gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024 hanno consumato in media 17.95 kWh/m³anno di energia termica, 5.42 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 3.79 €/m³anno.

4.

Analisi dettagliata dei tunnel

4 Analisi dettagliata dei tunnel

4.1 QUADRO GENERALE CONSUMI E COSTI

Per quanto riguarda i tunnel, la lunghezza totale è pari a 65.6 km suddivisa, come riportato in Figura 31, in tunnel semplici che non richiedono approvvigionamento energetico (10% della lunghezza totale), tunnel dotati di solo impianto di illuminazione (35% della lunghezza totale) e tunnel con illuminazione e ventilazione forzata (55% della lunghezza totale).

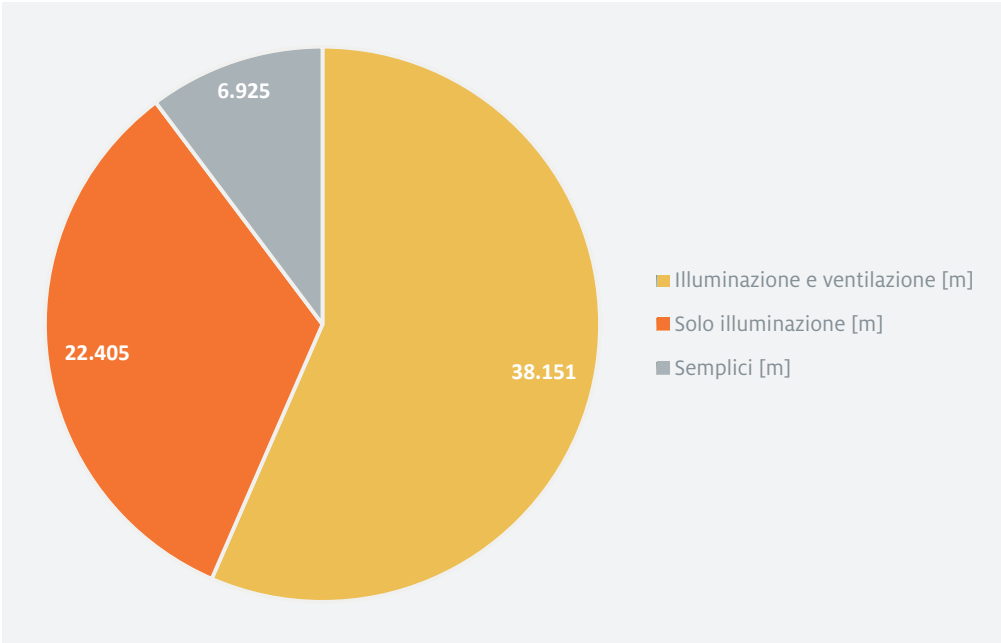


Figura 31: Lunghezza delle diverse tipologie di tunnel

Nel 2024 i tunnel della Provincia Autonoma di Bolzano hanno registrato 13.79 GWh di consumi elettrici complessivi, in calo del 3.4% rispetto al 2023 (14.27 GWh) ma leggermente sopra la media 2017–2024 (13.28 GWh). In termini specifici, il consumo aggregato si attesta a 227.7 kWh/m (vs 239.1 kWh/m nel 2023), segnalando un miglioramento dell’intensità energetica rispetto al massimo recente.

L’estensione della rete di gallerie con utenza energetica è aumentata da 56.84 km nel 2017 a 60.56 km nel 2024 (nuove aperture).

In Figura 32 e in Figura 35 sono riportati rispettivamente i consumi di energia elettrica e i costi relativi all’illuminazione e la ventilazione dei tunnel per gli anni 2017-2024.

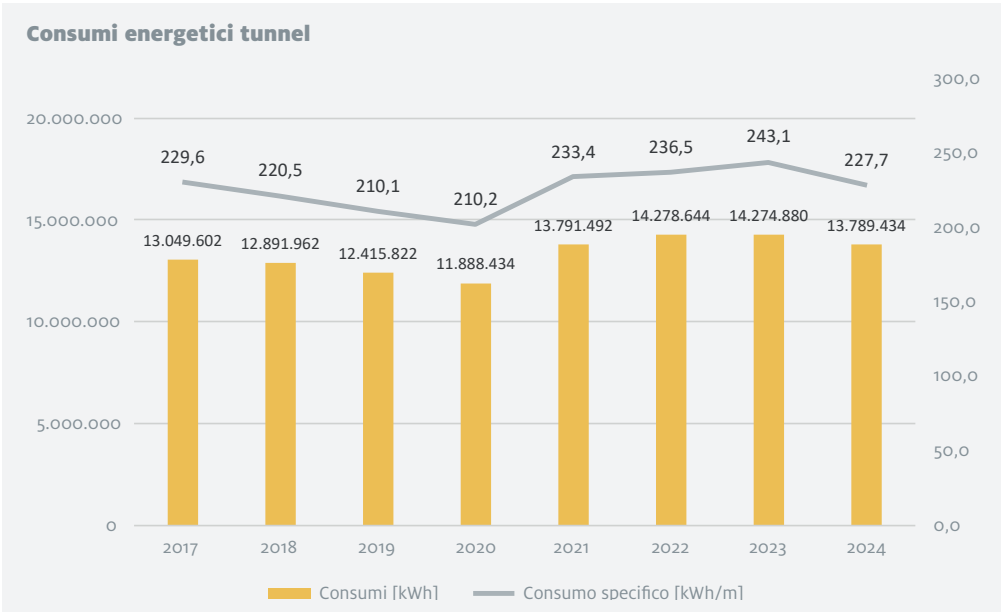


Figura 32: Consumi in energia finale per i tunnel anno 2017-2024.

La media dei consumi specifici sul periodo 2017–2024 è 224.5 kWh/m, con minimo nel 2020 (201 kWh/m) e massimo nel 2023 (243 kWh/m).

I fattori che influenzano i consumi di energia sono molteplici, ma il traffico veicolare sembra essere il più significativo, determinando le variazioni annuali. La gestione delle emissioni e il funzionamento dei sistemi di sicurezza, come quelli per il rilevamento degli incendi e di altre emergenze, influiscono anch’essi sui consumi energetici. Il traffico veicolare può avere un impatto significativo sui consumi di energia elettrica dei tunnel, poiché più veicoli significa più illuminazione necessaria e più aria da ventilare per rimuovere i gas di scarico dei veicoli. L’analisi dei dati ASTAT sul traffico in Alto Adige di Figura 33 dimostra che le oscillazioni nei consumi di energia dei tunnel sono in relazione al traffico veicolare, con un minimo nel 2020 dovuto alle restrizioni anti-covid e un massimo nel 2024, in concomitanza con un picco di traffico. Una rielaborazione dei dati di traffico è stata effettuata per gli anni 2019 e 2020 al fine di considerare la disattivazione dei rilevatori per una parte del periodo.

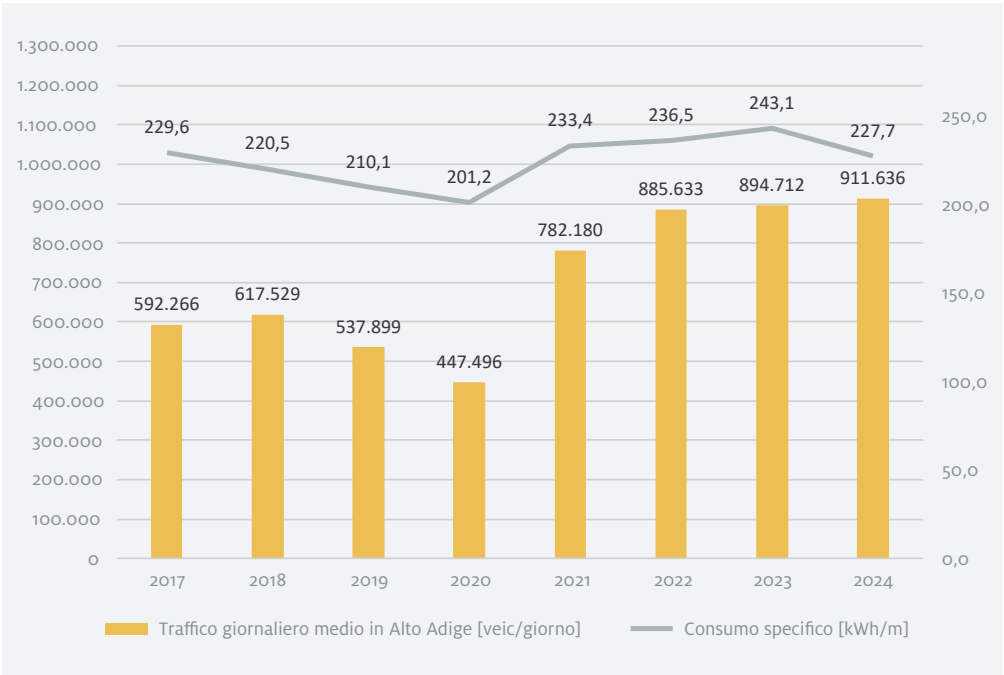


Figura 33: Consumi specifici di energia finale per i tunnel in relazione al traffico medio giornaliero in Alto Adige anno 2017-2024.

Negli ultimi anni, l’attuale amministrazione ha posto grande impegno nel migliorare l’efficienza energetica delle gallerie, adottando diverse misure oggettive e tecniche. In particolare, si è avviato un processo di sostituzione delle vecchie lampade con nuove e avanzate tipologie di illuminazione a LED, che garantiscono una maggiore luminosità e una drastica riduzione dei consumi energetici, contribuendo così in modo significativo a ridurre l’impatto ambientale. Allo stesso tempo, sono stati installati sofisticati sistemi di controllo, in grado di monitorare costantemente l’utilizzo delle luci e di ottimizzare il loro funzionamento in base alle reali necessità di illuminazione nei vari momenti della giornata.

Con riferimento alla classificazione dei tunnel, in (i) semplici, (ii) con illuminazione e (iii) con illuminazione e ventilazione è possibile dettagliare ulteriormente l’analisi dei consumi e dei costi. I tunnel semplici non hanno un’utenza energetica, mentre i dati delle rimanenti due categorie sono riassunti in Tabella 4.

	Utenze	Lunghezza [m]	Consumo [kWh]	Costi [€]	Costo specifico [€/m]
Tunnel con illuminazione e ventilazione	27	38'151	9'334'904	2'626'508	68.84
Tunnel con illuminazione	75	22'405	4'454'530	1'277'419	57.02

Tabella 4: Suddivisione di consumi e costi per i tunnel per l’anno 2024.

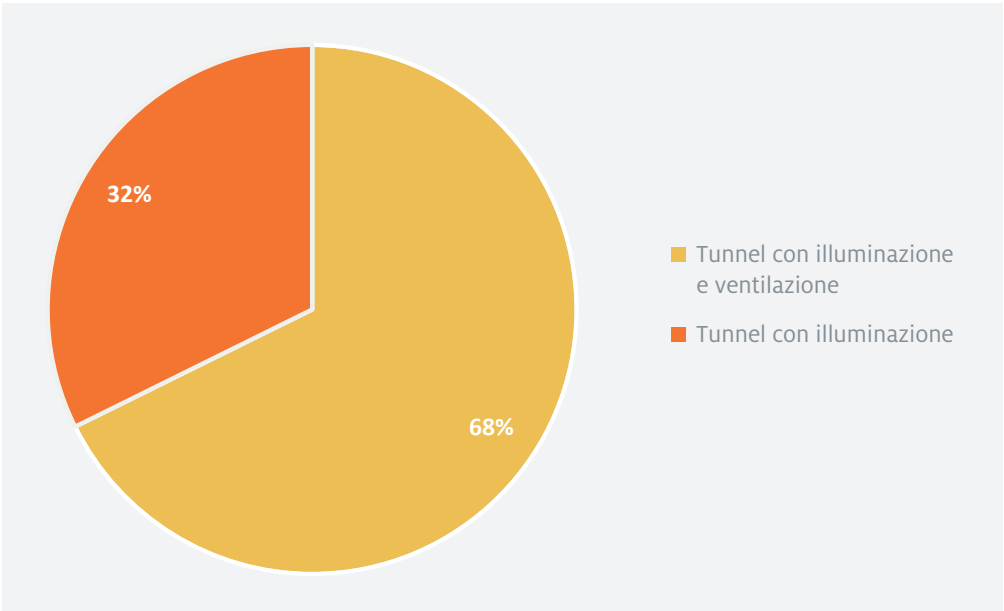


Figura 34: Suddivisione dei consumi di energia in base alla categoria dei tunnel nel 2024

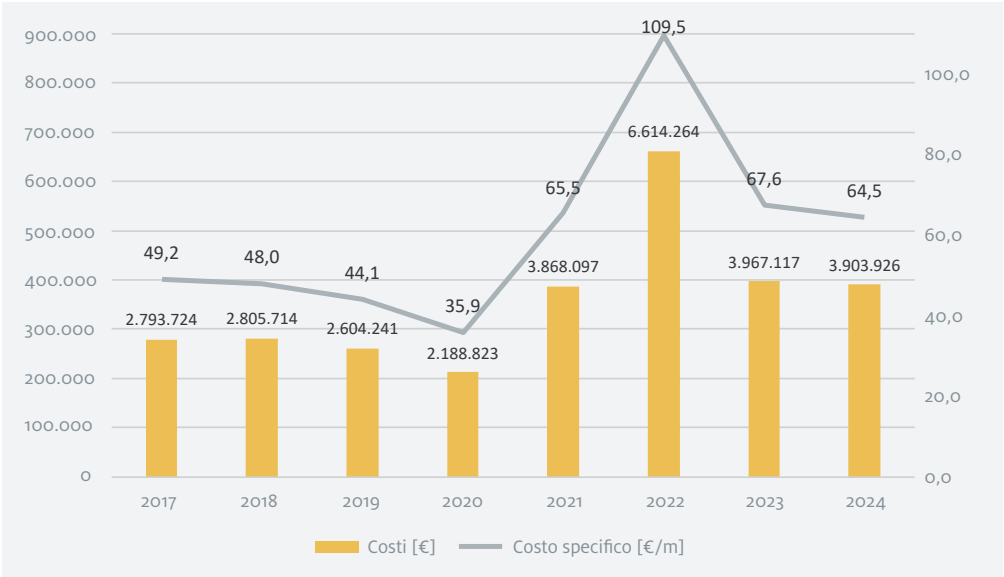


Figura 35: Costi per i tunnel anno 2017-2024

Il costo energetico dei tunnel può essere suddiviso in due categorie: i tunnel che hanno solo illuminazione rappresentano il 32%, mentre quelli che sono dotati sia di illuminazione che di ventilazione rappresentano il 68%. I tunnel con illuminazione hanno un costo energetico specifico di circa 57 €/m mentre i tunnel con illuminazione e ventilazione hanno un costo energetico

di circa 69 €/m. Dalle informazioni riportate nella Figura 35, è evidente che il costo energetico specifico dei tunnel dipende dalle tariffe dell’energia elettrica. Nel 2020, quando il costo dell’elettricità medio pagato dalla Provincia era di 0.18€/kWh, il costo energetico specifico dei tunnel era di circa 36 €/m. Nel 2022, invece, il costo dell’elettricità era di 0.46 €/kWh, il che ha portato ad un costo energetico specifico dei tunnel pari a circa 109 €/m.

4.2 CONSUMI E COSTI SPECIFICI DI GESTIONE DEI TUNNEL

In questo capitolo è stata effettuata un’analisi dei 102 tunnel dotati di utenza energetica, suddivisi in tunnel con sola illuminazione e tunnel con illuminazione e ventilazione. Per questi tunnel, i consumi specifici di energia elettrica e i costi totali di fornitura energetica sono stati calcolati in base alla lunghezza del tunnel per gli anni 2020 – 2024.

4.2.1 Tunnel con illuminazione

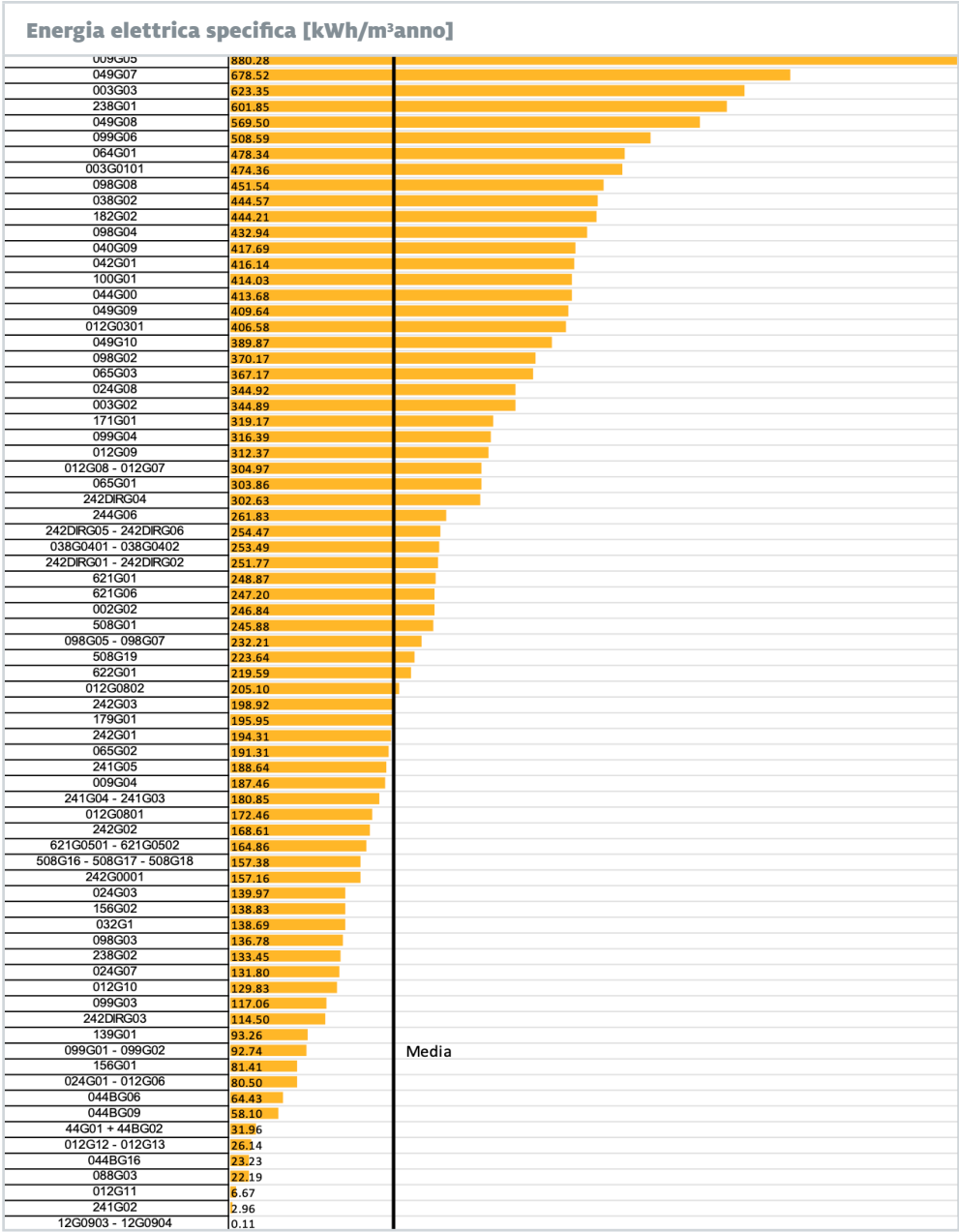


Figura 36: Consumo medio di energia elettrica specifica per i tunnel con illuminazione della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

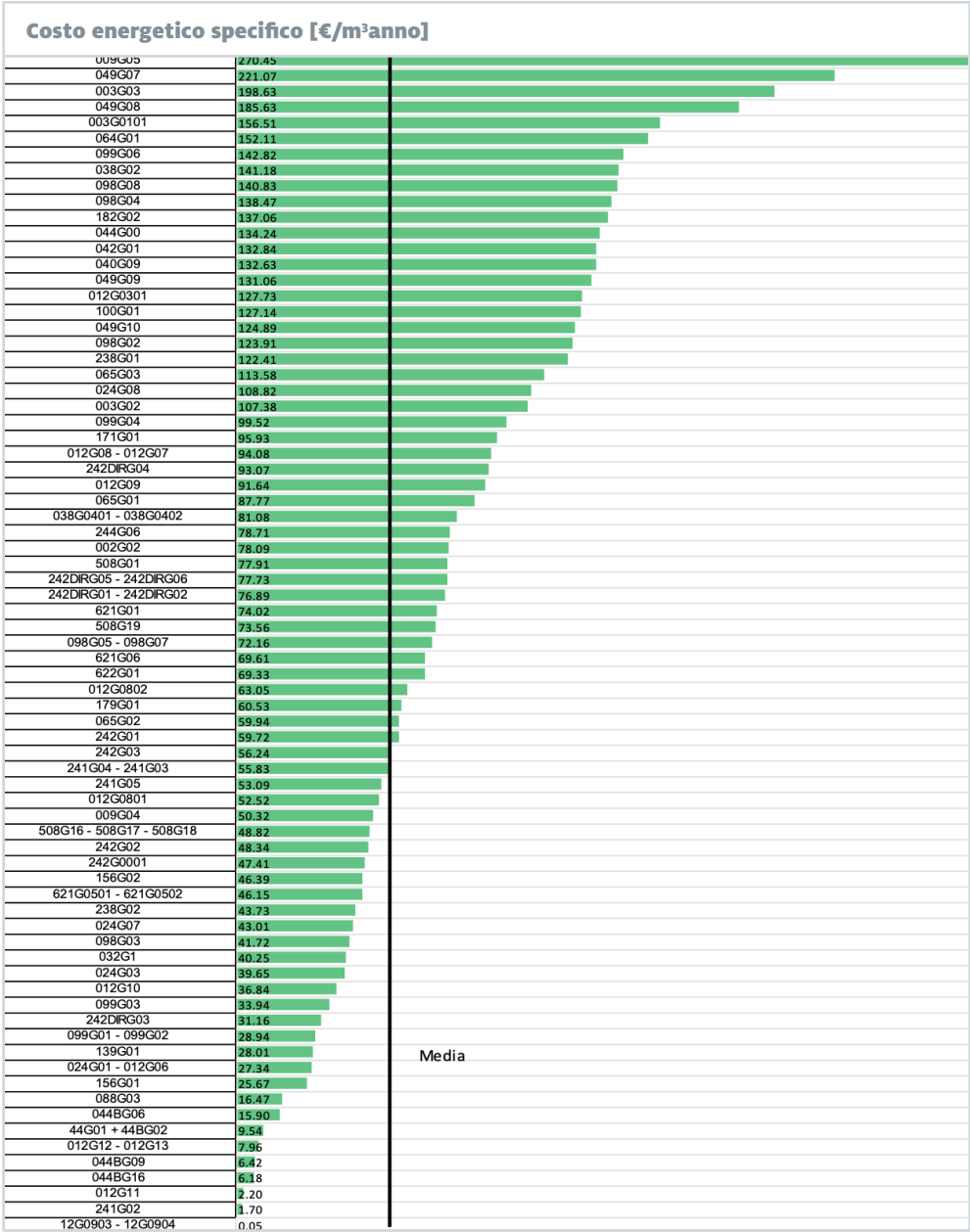


Figura 37: Costo medio per l’approvvigionamento energetico specifico per i tunnel con illuminazione della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

I tunnel con illuminazione della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024 hanno consumato in media 198.82 kWh/m anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 57.02 €/m anno.

4.2.2 Tunnel con illuminazione e ventilazione

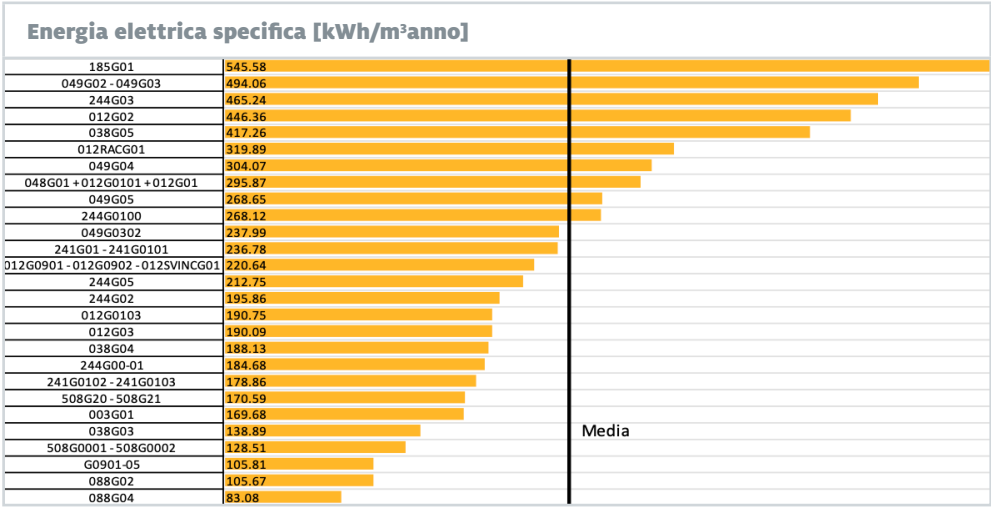


Figura 38: Consumo medio di energia elettrica specifica per i tunnel con illuminazione e ventilazione della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

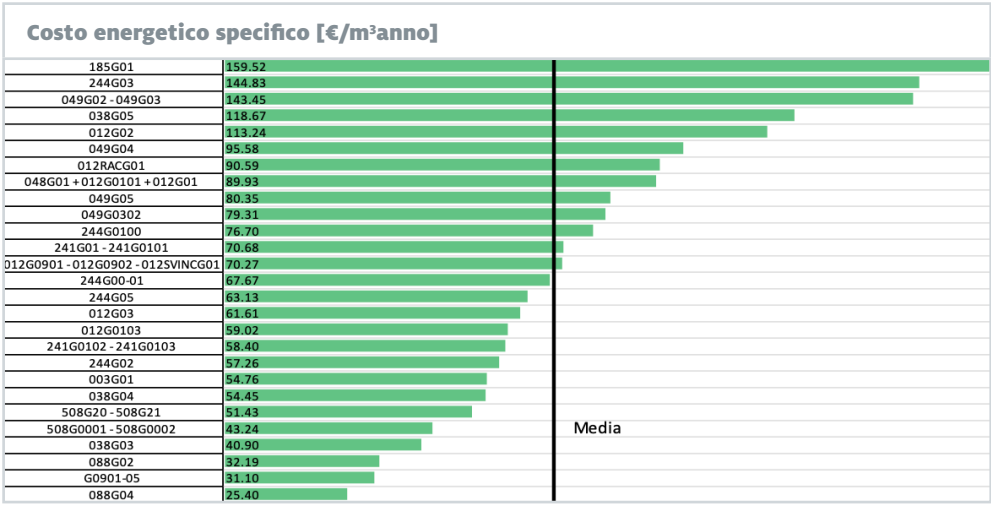


Figura 39: Costo medio per l’approvvigionamento energetico specifico per i tunnel con illuminazione e ventilazione della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024.

I tunnel con illuminazione e ventilazione della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2020-2024 hanno consumato in media 244.78 kWh/m anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 68.84 €/m anno.

5 Conclusioni

In ottica di transizione energetica, il mix dei consumi energetici di edifici e tunnel della Provincia, mostra segnali positivi: i combustibili fossili (metano + gasolio) risultano –24.4 % rispetto al 2017 (da 4’726 a 3’574 TEP). Le fonti a più basso impatto (elettricità di rete + teleriscaldamento) crescono +11.2 % sul 2017 (da 10’332 a 11’487 TEP). All’interno di questo segmento si osserva un ribilanciamento dei vettori termici a favore del teleriscaldamento: la sua quota passa dal 18.9 % al 23.0 %.

Per quanto riguarda i tunnel, nel 2024 i consumi elettrici complessivi sono 13.79 GWh (–3,4 % vs 2023) su una rete lunga 60.56 km. Il consumo specifico aggregato scende a 227.7 kWh/m (da 239.1 kWh/m nel 2023, –4.8 %), rimanendo comunque leggermente sopra la media 2017–2024 (224.5 kWh/m). Il risultato è coerente con un contesto di traffico su livelli elevati, il cui impatto in termini di consumi viene attenuato con gli interventi di efficientamento (LED, controlli), che hanno contribuito ad alleggerire il consumo per metro lineare rispetto al picco del 2023.

Nel complesso, il 2024 conferma progressi in efficienza e sostenibilità, con costi in rientro, prestazioni termiche in miglioramento e un mix di forniture che si orienta verso vettori a minore intensità di emissioni di carbonio.