



ENERGY REPORT

2017 - 2020

AUTONOME PROVINZ
BOZEN - SÜDTIROL



PROVINCIA AUTONOMA
DI BOLZANO - ALTO ADIGE

PROVINCIA AUTONOMA DE BULSAN - SÜDTIROL

In collaborazione con

eurac
research



© 2021

Indice

1	Premessa.....	3
1.1	Il Gruppo di lavoro Energy management.....	3
1.2	Obiettivo del gruppo.....	3
1.3	Il ruolo dell'Energy Manager.....	5
2	Definizione della consistenza edile, impiantistica e dei consumi di edifici e tunnel.....	5
2.1	Stato dei consumi di edifici e tunnel.....	5
2.1.1	Disclaimer dati di consumo energetico.....	7
2.1.2	Risultati – quadro generale dei consumi.....	7
2.1.3	Analisi dettagliata dei consumi di edifici.....	17
2.1.4	Analisi dettagliata dei tunnel.....	20
2.1.5	Analisi dei costi di approvvigionamento.....	24
2.1.6	Conclusioni sullo stato dei consumi di edifici e tunnel.....	27
2.2	Audit energetici su edifici.....	27
3	Definizione di scenari di riqualificazione e replicabilità.....	32
4	Modelli economici e progettazione integrata per la riqualificazione del patrimonio immobiliare.....	33
4.1	Cosa abbiamo imparato dal mercato e dalle esperienze.....	33
4.2	Le fonti di finanziamento esistenti a livello europeo.....	34
4.3	I possibili approcci finanziari.....	35
4.4	Lo sviluppo delle attività all'interno dell'energy management.....	36
5	Strategie per migliorare il comportamento degli utenti e la gestione energetica del patrimonio.....	36
	Allegato I Consumi e costi di gestione degli edifici.....	38
	Cantieri stradali e punti logistici.....	39
	Uffici.....	43
	Edifici scolastici.....	46
	Scuole professionali.....	50
	Impianti sportivi.....	51

1 Premessa

1.1 Il Gruppo di lavoro Energy management

Il gruppo di lavoro è stato costituito nel 2015 dalla Provincia Autonoma di Bolzano, riunendo stakeholder ed enti territoriali aventi attività collegate al tema dell'efficienza energetica nel settore costruzioni.

Enti partecipanti:

- Provincia Autonoma di Bolzano – coordinamento: Daniel Bedin
Ufficio Manutenzione e Opere Edili: Luca Carmignola, Renate Oberrauch
Ufficio Energia e tutela del clima: Claudio Battiston, Armin Gasser
Ufficio organizzazione: Stephan Terzer
Ufficio patrimonio: Max Dusini, Fabrizio Oliver
Servizio strade: Alessandro Lunelli, Stephan Anich
Ripartizione Informatica: Ulrich Tirler
- Carlo Noselli: Supporto tecnico Uff. Manutenzione e Opere Edili
- Eurac – Istituto per le energie rinnovabili: Marco Castagna
- Agenzia per l'energia – Agenzia CasaClima / KlimaHaus: Ulrich Klammsteiner, Stefano Nardon
- IDM Alto Adige – Business Development – Settore “constructions”: Stefano Prosseda
- ProEuregio: Michele Lorusso

La composizione del gruppo ha permesso di valutare gli aspetti di analisi dei consumi affiancando anche considerazioni sugli aspetti complementari, ma fondamentali per garantire l'efficacia gestionale nel tempo, tra cui:

- indicatori prestazionali tecnico-economici;
- catasto Energetico Provinciale;
- strategie di monitoraggio delle prestazioni in opera;
- scenari di riqualificazione;
- modalità di raccolta dati e informazioni;
- strategie per migliorare il comportamento degli utenti e la gestione energetica del patrimonio;
- modelli economici e progettazione integrata per la riqualificazione del patrimonio immobiliare;
- aspetti normativo-legislativi (CAM - Criteri di sostenibilità nella gestione e manutenzione, e legge 10/91);

1.2 Obiettivo del gruppo

Il presente report è stato redatto nell'ambito del gruppo di lavoro Energy Management della Provincia Autonoma di Bolzano. Il gruppo nasce dall'esigenza di unire le competenze e coordinare le attività di diversi uffici (manutenzione, patrimonio, strade, energia e tutela del

clima e organizzazione) con l'obiettivo di elaborare una strategia di gestione energetica del patrimonio immobiliare della Provincia Autonoma di Bolzano, costituito da edifici e tunnel, definendo target, priorità e scenari condivisi.

A partire dall'analisi dettagliata dei consumi e dei costi per approvvigionamento energetico, raccolti dall'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima, sia presso i fornitori che presso i distributori, il gruppo di lavoro, con il supporto tecnico-scientifico dell'Istituto per le Energie Rinnovabili di EURAC, ha definito indicatori prestazionali e benchmark per ogni categoria di edificio. I dati raccolti hanno consentito di attribuire un consumo energetico al singolo edificio o tunnel e adotta strumenti e logiche di pianificazione innovativi per gli interventi di manutenzione e di riqualificazione dell'intero parco di proprietà della Provincia, al fine di ridurre i fabbisogni di risorse, ottimizzare i costi per l'approvvigionamento energetico e aumentare il comfort degli utenti.

Allo scopo di divulgare le attività del gruppo di lavoro viene periodicamente elaborato un Energy Report.

Nel corso dei prossimi tre anni saranno effettuati gli audit energetici dettagliati di tutti gli edifici dell'amministrazione ai sensi della norma UNI EN 16247. I rilievi non sono solo necessari per l'elaborazione di una strategia di risanamento del patrimonio edilizio provinciale ma sono anche utili anche per la digitalizzazione degli edifici con tecnologie BIM (Building Information Modeling) che sarà effettuata a breve.

Nel corso del 2018, inoltre, la Provincia - anche grazie al supporto della sua società in house Euregio Plus SGR - ha verificato le diverse opzioni esistenti a livello comunitario con l'obiettivo di ridurre il fabbisogno energetico, i costi e le emissioni inquinanti degli edifici pubblici.

Nel 2019 la Provincia ha individuato nel Fondo European Energy Efficiency Fund (EEEF), istituito dalla Commissione Europea e partecipato anche da BEI, CDP e Deutsche Bank, un valido partner. Sempre nello stesso anno, con delibera 299 del 16 aprile 2019, ha approvato il programma di riqualificazione (denominato Building Renovation+) relativo ad un lotto di 27 edifici utilizzati per fini istituzionali per un investimento stimato in circa 50 milioni di euro e ha stipulato un accordo con EEEF che si è impegnata a fornire assistenza tecnica anche attraverso servizi di consulenza e mettendo a disposizione della Provincia esperti del settore. Sempre EEEF, inoltre, potrebbe finanziarie con tassi tendenzialmente di mercato gli interventi a valle.

Gli edifici saranno risanati dal punto di vista energetico con una consistente riduzione dei loro consumi e delle emissioni inquinanti, innalzando, al contempo, la qualità ambientale interna. Attualmente è in corso la fase di ascolto del mercato e di raccolta di buone pratiche anche a livello europeo con l'obiettivo di procedere nei prossimi mesi alla selezione, tramite procedure ad evidenza pubblica, di soggetti che materialmente si occuperanno della progettazione, realizzazione e gestione degli interventi di riqualificazione sotto la regia e il controllo della Provincia.

1.3 Il ruolo dell'Energy Manager

La circolare del Ministero dello Sviluppo Economico del 18 dicembre 2014 indica come compito principale dell'Energy Manager la promozione del miglior utilizzo dell'energia nella struttura di sua competenza, e gli affida la raccolta dei dati necessari a definire i bilanci energetici in funzione dei parametri economici e degli usi energetici finali. Per assolvere questi compiti, la Provincia Autonoma di Bolzano ha istituito il Gruppo di Lavoro Energy Manager, coordinato da Daniel Bedin. Il gruppo di lavoro coinvolge i diversi attori che interagiscono nel processo di gestione e manutenzione del parco immobiliare e che ha come scopo la definizione di una strategia condivisa per raggiungere i target di risparmio prefissati. Per arrivare ad elaborare una strategia efficace, l'attività dell'Energy Manager si articola in diverse fasi, che partono dalla conoscenza dei consumi del patrimonio immobiliare, ottenuta mediante l'analisi delle bollette e le attività di monitoraggio, fino alla definizione di un approccio per la gestione ottimizzata degli impianti e per la riqualificazione energetica degli immobili secondo un principio di convenienza tecnico-economica. Infine l'Energy Manager promuove l'acquisto dell'energia alle condizioni economiche più convenienti disponibili sul mercato perseguendo, in parallelo all'obiettivo di risparmio energetico, la convenienza economica della fornitura di energia.

2 Definizione della consistenza edile, impiantistica e dei consumi di edifici e tunnel

2.1 Stato dei consumi di edifici e tunnel

La prima azione ha previsto la raccolta dati al fine di analizzare criticamente lo scenario di consumo attuale. Questa attività permette di fornire una fotografia dello stato dei consumi e una previsione di spesa per i mesi successivi.

Nel presente report è riportata l'analisi dei consumi del patrimonio immobiliare della Provincia Autonoma di Bolzano che comprende: scuole secondarie di secondo grado (superiori e professionali), uffici provinciali, cantieri stradali e punti logistici, convitti, tunnel, impianti sportivi e caserme. Non vengono considerati gli ospedali e i beni degli enti strumentali della PAB, come l'azienda agricola Laimburg, il demanio stradale, forestale, idrico e bonifica, e similari.

Sono stati raccolti i consumi di energia termica ed elettrica e le principali caratteristiche tecniche di edifici e tunnel (ove disponibili), al fine di strutturare le informazioni in maniera completa e di associare a ciascuna costruzione i relativi consumi. La raccolta dati è propedeutica alla strutturazione di un database completo, che in futuro si interfacerà con il sistema di gestione del patrimonio della PAB, in cui per ogni edificio (o tunnel) verranno riportate le caratteristiche tecniche, geometriche e i relativi consumi energetici.

Il gruppo ha deciso di adottare i seguenti indicatori per rappresentare lo scenario base:

- *costi per l'approvvigionamento energetico [€]*: è la spesa per l'acquisto di combustibili e vettori energetici a uso termico ed elettrico; rappresenta un'informazione importante per lo stanziamento di risorse e per la pianificazione interna;
- *energia finale[kWh]*: Energia che può essere termica o elettrica contabilizzata in bolletta;
- *consumo di Energia Primaria, EP [kWh]*: l'Energia Primaria è il potenziale energetico di vettori e fonti energetiche quando non hanno ancora subito processi di trasformazione, permette di sommare contributi energetici da diversi vettori o fonti ed è l'indicatore adottato per la classificazione energetica degli edifici. I fattori di conversione utilizzati nel presente report derivano dal Decreto interministeriale 26 giugno 2015 e sono riportati in tabella

Tabella 1: fattori di conversione in energia primaria

Fattori di conversione in energia primaria	
Gas naturale	1.05
Gasolio	1.07
Biomasse solide	1.00
Teleriscaldamento	1.50
Energia elettrica	2.42

- *consumo espresso in tonnellate di Petrolio Equivalente [tep]*: rappresenta l'energia che una tonnellata di petrolio grezzo è in grado di produrre, pari a 41,86 GJ¹ (11,63 MWh). Con 1 tep è possibile riscaldare, per una stagione, un'abitazione di circa 80 m² con un consumo di 150 kWh/(m² anno) di energia primaria, indicativamente corrispondente a una classe energetica F e a una spesa per approvvigionamento di metano di circa 900€. È un indicatore utilizzato nei bilanci energetici a livello territoriale, quindi importante da monitorare.

Tabella 2: fattori di conversione in tep

Fattori di conversione in TEP			
Gas naturale	0.000882	tep/m ³	9.33333E-05 tep/kWh
Gasolio	0.00086	tep/l	7.25126E-05 tep/kWh
Biomasse solide	0.0002	tep/kg	2.89855E-07 tep/kWh
Teleriscaldamento	0.000882	tep/m ³	9.33333E-05 tep/kWh
Energia elettrica	0.000187	tep/kWh	0.000187 tep/kWh

- *costi di approvvigionamento energetico per unità di volume [€/m³ anno]*: rappresentano la somma delle spese per ogni edificio registrate dall'ufficio patrimonio per il riscaldamento, la produzione di acqua calda sanitaria e la fornitura di energia elettrica rapportate al m³ di volume riscaldato;
- *consumo di energia primaria per unità di volume [kWh/(m³ anno)]*: consumi specifici di energia primaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria di ogni edificio rapportati al m³ di volume riscaldato. Pur se solitamente per la certificazione energetica si usa la normalizzazione per m², per il presente report è stato utilizzato il volume riscaldato in quanto dato disponibile per la gran parte degli edifici;

¹ Valore di riferimento fornito da IEA (International Energy Agency)

I primi tre indicatori forniscono una visione generale sul consumo del patrimonio della PAB considerato nel suo complesso, mentre gli ultimi due sono riferiti ai singoli edifici, distinti nei grafici relativi mediante il codice identificativo univoco associatogli dalla Provincia.

2.1.1 Disclaimer dati di consumo energetico

I consumi della PAB sono stati ricavati da dati provenienti direttamente dai fornitori di energia, dai distributori di energia elettrica e dall'analisi delle singole bollette i cui valori sono stati inseriti manualmente in un database.

I dati analizzati, specialmente fino al 2015, sono soggetti ad un'incertezza dovuta a conguagli e a ritardi nella fatturazione dell'energia. Grazie all'impegno del gruppo di lavoro, e alla collaborazione dei fornitori di energia, queste incertezze si stanno progressivamente riducendo e saranno eliminate con la prossima introduzione della bolletta elettronica.

2.1.2 Risultati – quadro generale dei consumi

Il presente report analizza i consumi di energia elettrica e riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria di 331 edifici, 106 tunnel e 145 utenze varie. In totale la PAB ha consumato 15.223 tep nel 2020, 15.568 tep nel 2019, 15.513 tep nel 2018 e 14.934 tep nel 2017 per l'approvvigionamento energetico di edifici tunnel e utenze varie. Il consumo provinciale degli ultimi anni può dirsi pressoché stabile.

Costi energetici per destinazione d'uso 2020

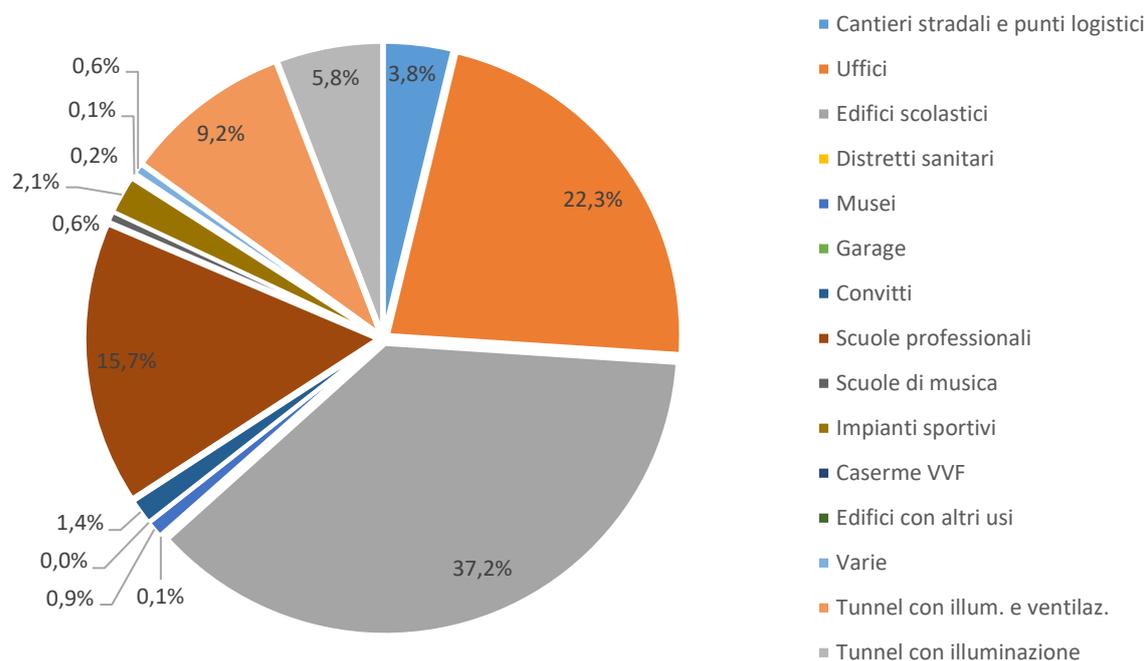


Figura 1: Distribuzione dei costi in base alla destinazione d'uso – 2020

Tabella 3: Costi e consumi in Energia Primaria² e tep per l'anno 2020

Destinazione d'uso	Numero	Energia Finale [kWh/anno]	Energia primaria [kWh/anno]	tep/anno	Costi/anno
Edifici scolastici	66	51'053'831	76'921'985	5'920	5'212'161 €
Uffici	108	27'726'711	44'703'763	3'485	3'117'286 €
Scuole professionali	24	18'302'886	30'488'702	2'292	2'193'357 €
Tunnel con illum. e ventilaz.	33	7'294'047	17'651'594	1'364	1'291'498 €
Tunnel con illuminazione	87	4'477'570	10'835'719	837	810'767 €
Cantieri stradali e punti logistici	82	4'354'526	6'334'717	447	527'229 €
Impianti sportivi	10	2'613'186	3'997'489	304	290'577 €
Convitti	4	1'724'006	2'445'257	194	196'927 €
Musei	6	914'719	1'800'085	143	127'386 €
Varie	145	422'380	865'121	66	80'903 €
Scuole di musica	1	832'181	1'188'456	99	80'637 €
Caserme VVF	1	276'653	472'163	35	24'896 €
Distretti sanitari	4	154'607	230'210	19	18'855 €
Edifici con altri usi	6	92'729	192'990	15	17'853 €
Garage	6	5'301	12'828	1	3'737 €
Totale	583	120'245'332	198'141'080	15'223	13'994'068 €

Costi energetici per destinazione d'uso 2019

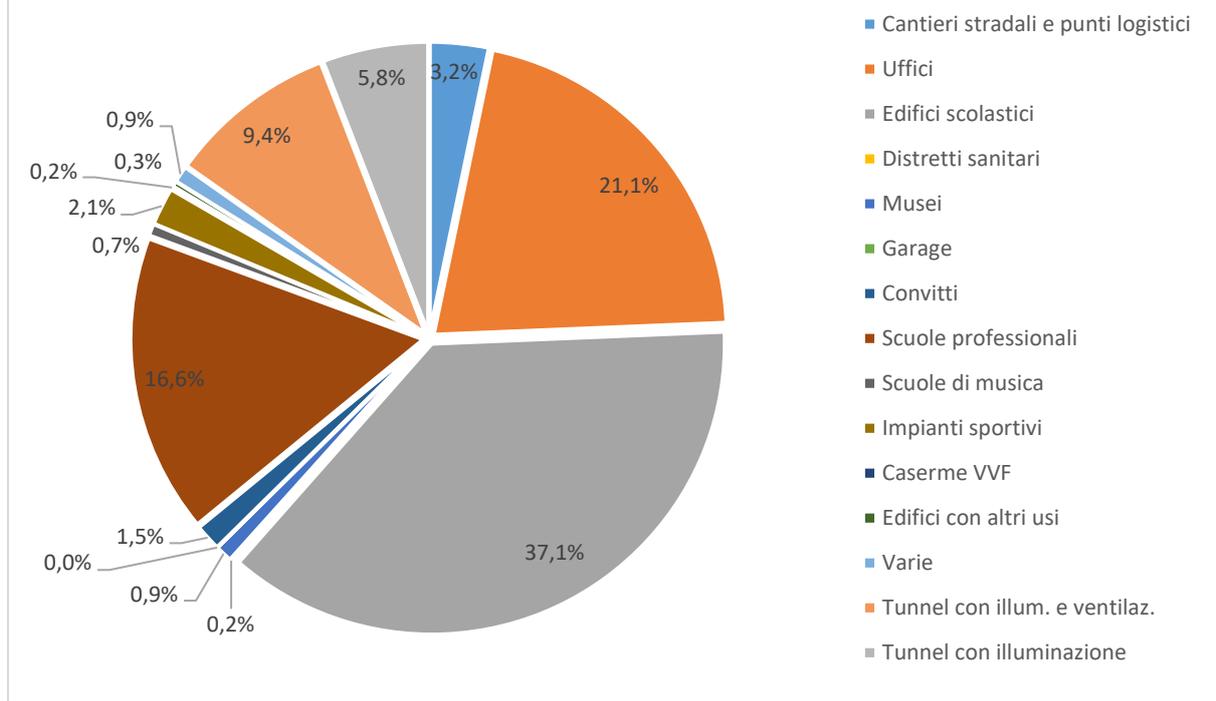


Figura 2: Distribuzione dei costi in base alla destinazione d'uso – 2019

Tabella 4: Costi e consumi in Energia Primaria² e tep per l'anno 2019

Destinazione d'uso	Numero	Energia Finale [kWh/anno]	Energia primaria [kWh/anno]	tep/anno	Costi/anno
Edifici scolastici	66	51'605'889	78'408'133	6'070	6'377'418 €
Uffici	106	26'017'746	41'530'676	3'232	3'623'753 €
Scuole professionali	23	20'818'485	33'058'378	2'545	2'856'924 €
Tunnel con illum. e ventilaz.	33	7'861'944	19'025'904	1'470	1'607'324 €
Tunnel con illuminazione	87	4'576'229	11'074'474	856	1'003'456 €
Cantieri stradali e punti logistici	82	3'798'558	5'552'146	390	552'716 €
Impianti sportivi	10	2'761'624	4'247'745	323	361'597 €
Convitti	4	1'888'667	2'752'184	217	252'678 €
Musei	6	871'124	1'814'545	143	162'770 €
Varie	145	749'471	1'494'753	114	159'270 €
Scuole di musica	1	875'381	1'320'750	109	114'023 €
Edifici con altri usi	6	361'220	552'817	46	53'428 €
Caserme VVF	1	265'154	440'735	33	28'579 €
Distretti sanitari	4	160'581	242'465	20	25'994 €
Garage	6	2'591	6'270	0	5'205 €
Totale	580	122'614'662	201'521'976	15'567	17'185'134 €

Costi energetici per destinazione d'uso 2018

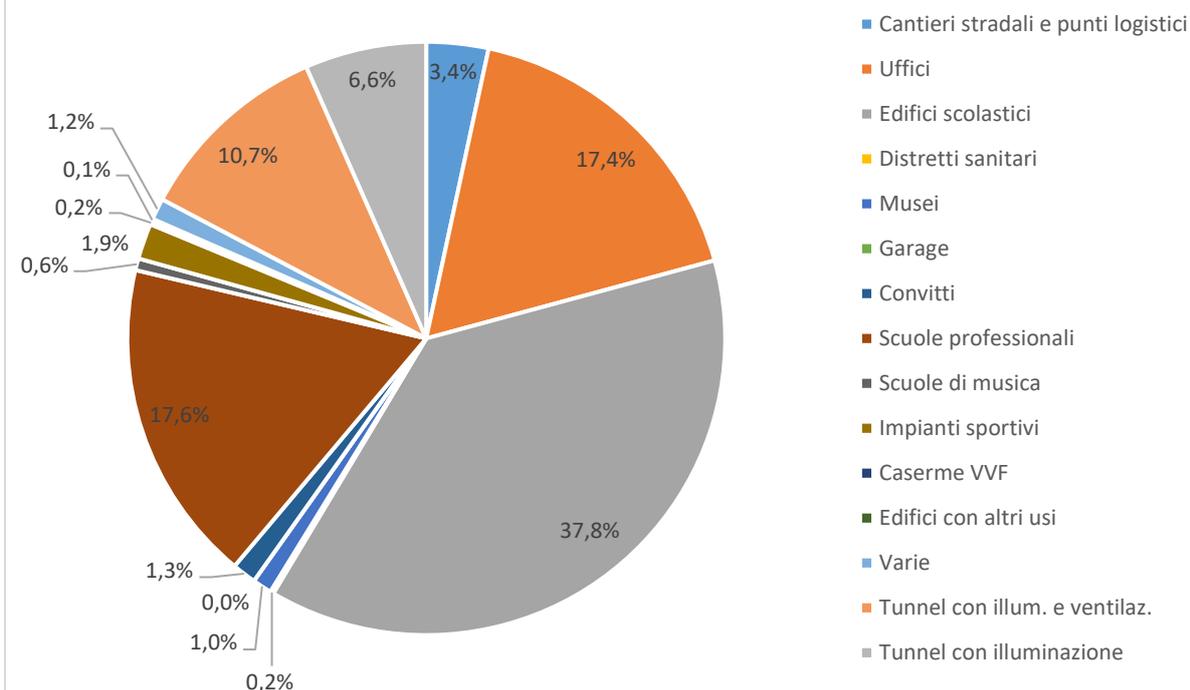


Figura 3 Distribuzione dei costi in base alla destinazione d'uso – 2018

Tabella 5: Costi e consumi in Energia Primaria² e tep per l'anno 2018

Destinazione d'uso	Numero	Energia Finale [kWh/anno]	Energia primaria [kWh/anno]	tep/anno	Costi/anno
Edifici scolastici	66	51'521'658	79'810'986	6'130	6'152'027 €
Scuole professionali	23	22'186'873	36'619'203	2'764	2'870'035 €
Uffici	106	22'092'152	35'424'194	2'720	2'834'045 €
Tunnel con illum. e ventilaz.	33	7'972'223	19'292'779	1'491	1'735'017 €
Tunnel con illuminazione	87	4'919'739	11'905'769	920	1'070'697 €
Cantieri stradali e punti logistici	82	4'581'143	6'730'766	470	545'913 €
Impianti sportivi	10	2'664'630	4'041'027	307	316'642 €
Convitti	4	1'804'451	2'656'956	208	211'923 €
Varie	145	1'015'538	2'156'162	163	189'574 €
Musei	6	897'548	1'939'288	152	170'764 €
Scuole di musica	1	880'318	1'310'286	109	104'154 €
Distretti sanitari	4	207'532	359'414	29	30'283 €
Caserme VVF	1	165'406	320'228	24	28'176 €
Edifici con altri usi	6	178'912	279'773	23	23'072 €
Garage	6	2'122	5'135	0	462 €
Totale	580	121'090'244	202'851'966	15'510	16'282'784 €

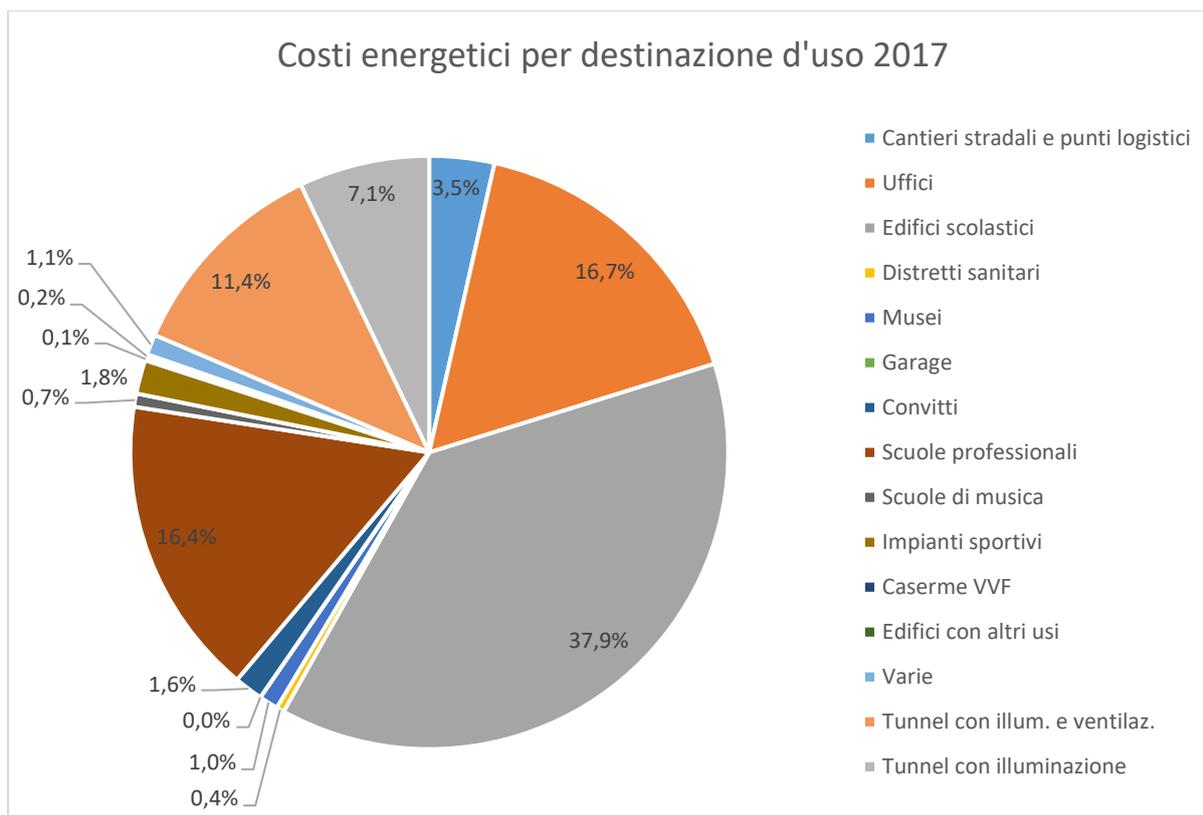


Figura 4 Distribuzione dei costi in base alla destinazione d'uso – 2017

Tabella 6: Costi e consumi in Energia Primaria² e tep per l'anno 2017

Destinazione d'uso	Numero	Energia Finale [kWh/anno]	Energia primaria [kWh/anno]	tep/anno	Costi/anno
Edifici scolastici	66	51'616'667	78'412'165	6'058	5'756'582 €
Uffici	106	21'794'715	33'190'122	2'568	2'510'985 €
Scuole professionali	23	19'899'284	32'186'037	2'465	2'431'939 €
Tunnel con illum. e ventilaz.	28	8'066'054	19'519'850	1'508	1'726'821 €
Tunnel con illuminazione	78	4'983'549	12'060'187	932	1'066'903 €
Cantieri stradali e punti logistici	82	4'686'801	6'831'628	478	529'925 €
Impianti sportivi	10	2'394'918	3'648'447	283	277'998 €
Convitti	4	2'230'577	3'257'531	248	234'779 €
Varie	145	943'107	1'954'615	148	166'978 €
Musei	6	867'706	1'827'545	144	156'538 €
Scuole di musica	1	952'547	1'430'511	118	108'940 €
Distretti sanitari	4	378'634	752'327	60	63'619 €
Edifici con altri usi	6	259'871	396'399	31	30'848 €
Caserme VVF	1	96'670	233'941	18	20'696 €
Garage	6	4'646	11'243	1	995 €
Totale	566	119'175'748	195'712'549	15'060	15'084'545 €

Dalla Figura 2 alla Figura 4, e dalla Tabella 3 alla Tabella 6, è riportata la suddivisione in percentuale dei costi per l'approvvigionamento energetico in relazione alle diverse destinazioni d'uso degli edifici. Si può evidenziare come gli edifici scolastici rappresentino il comparto del patrimonio della PAB per cui i consumi energetici sono più elevati, pesando per circa il 40% su consumi e costi. Tra le altre destinazioni d'uso, gli uffici e le scuole professionali

contribuiscono in maniera significativa sui consumi complessivi; i primi a causa del loro numero elevato, i secondi per la presenza di laboratori tecnici per la formazione.

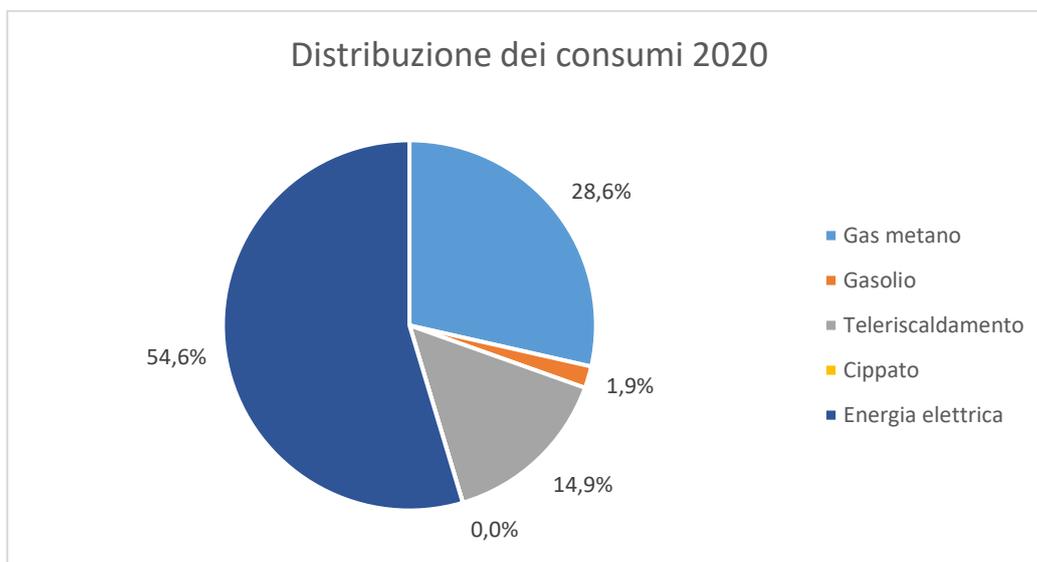


Figura 5: Distribuzione dei consumi energetici in base al combustibile utilizzato –2020

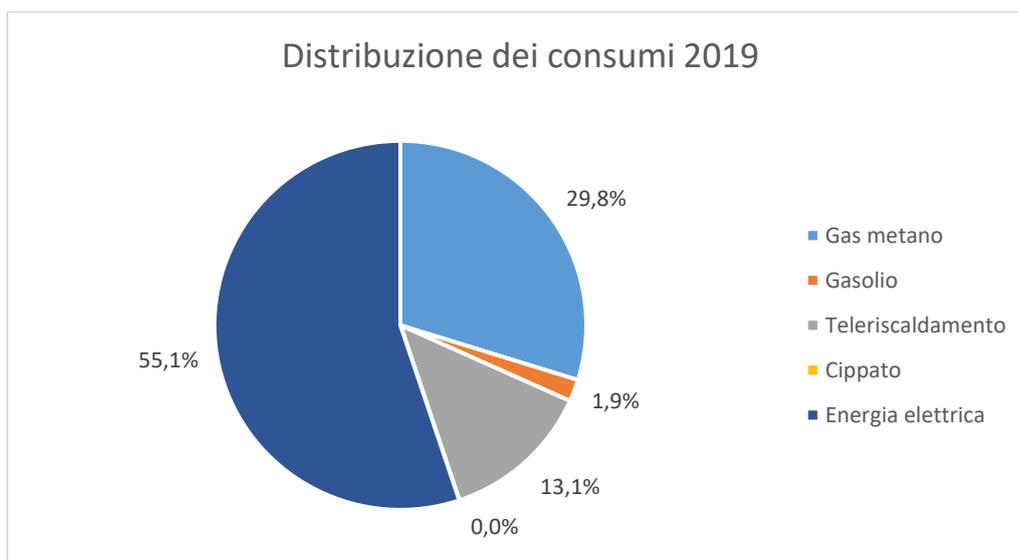


Figura 6: Distribuzione dei consumi energetici in base al combustibile utilizzato –2019

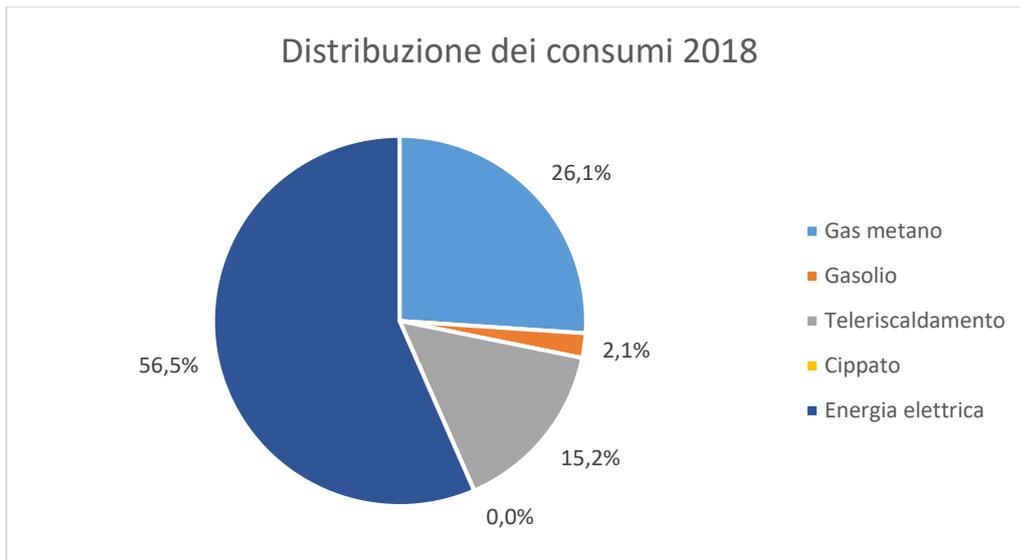


Figura 7: Distribuzione dei consumi energetici in base al combustibile utilizzato –2018

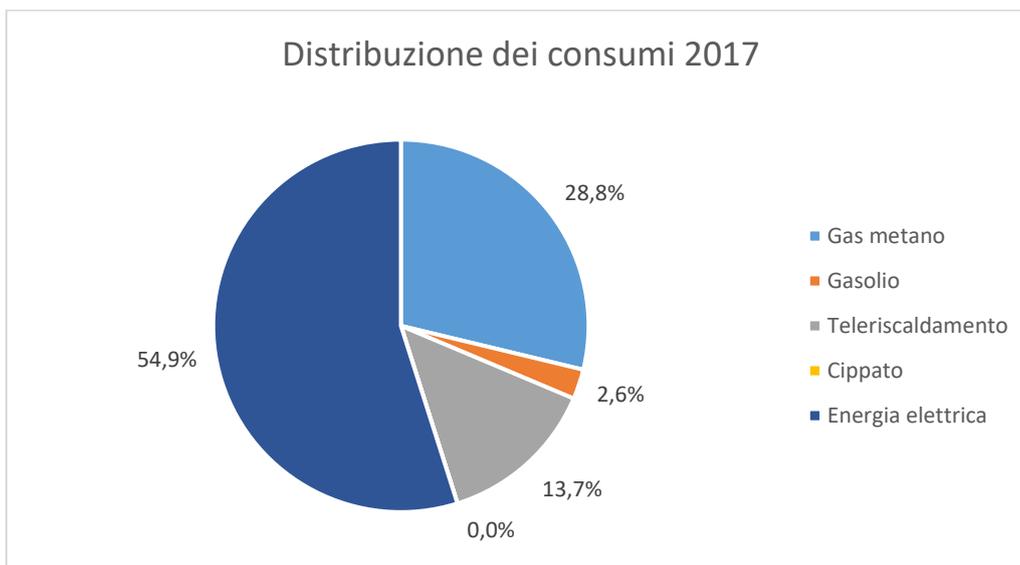


Figura 8: Distribuzione dei consumi energetici in base al combustibile utilizzato –2017

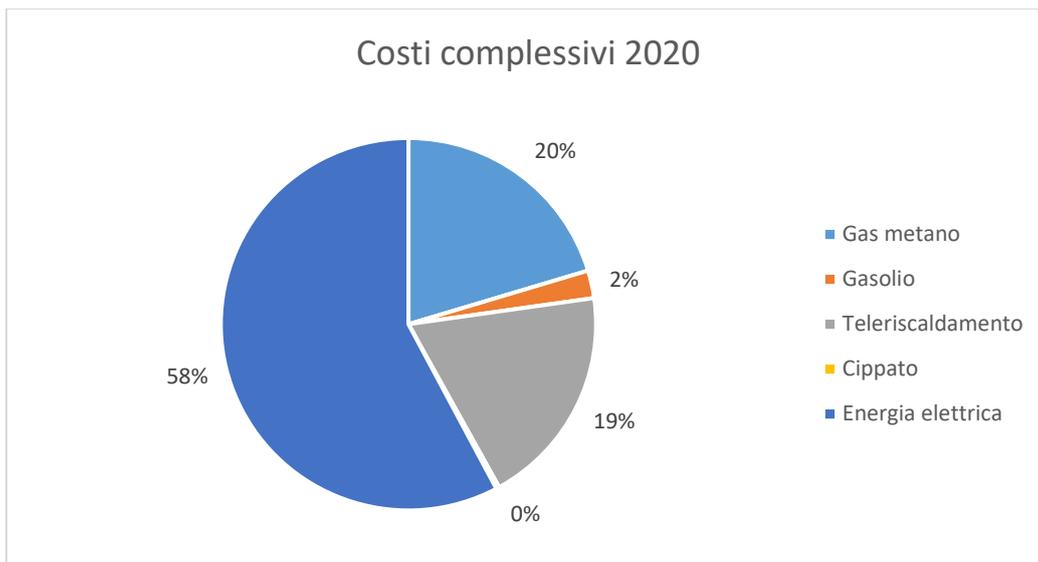


Figura 9: Distribuzione dei costi complessivi in base al combustibile utilizzato –2020

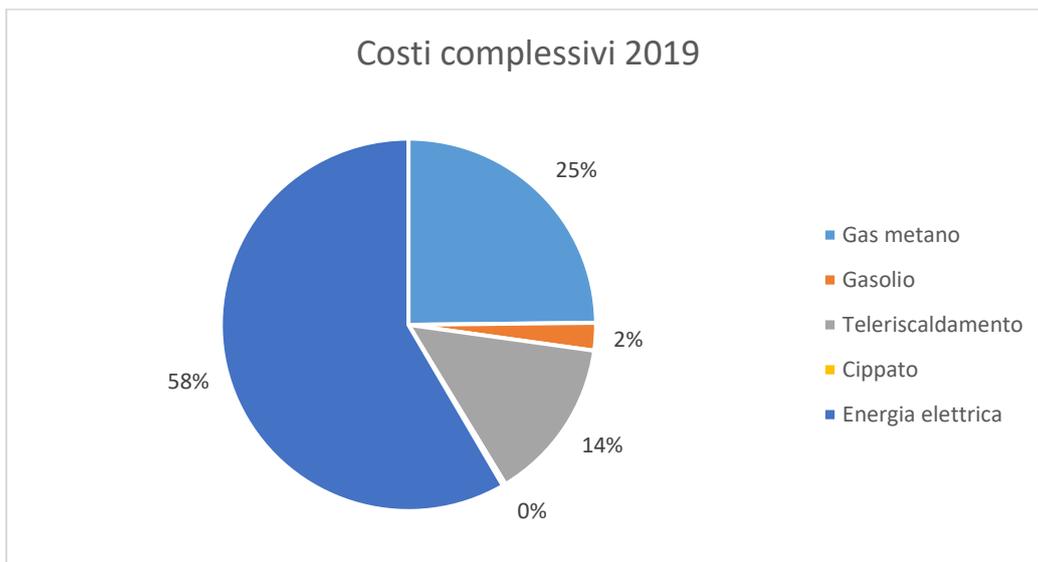


Figura 10: Distribuzione dei costi complessivi in base al combustibile utilizzato –2019

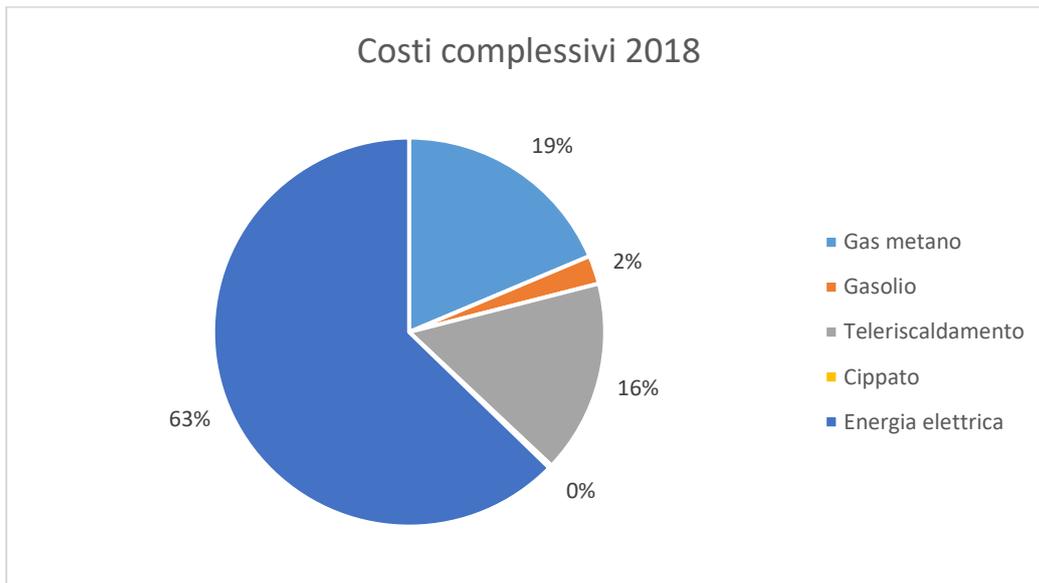


Figura 11: Distribuzione dei costi complessivi in base al combustibile utilizzato –2018

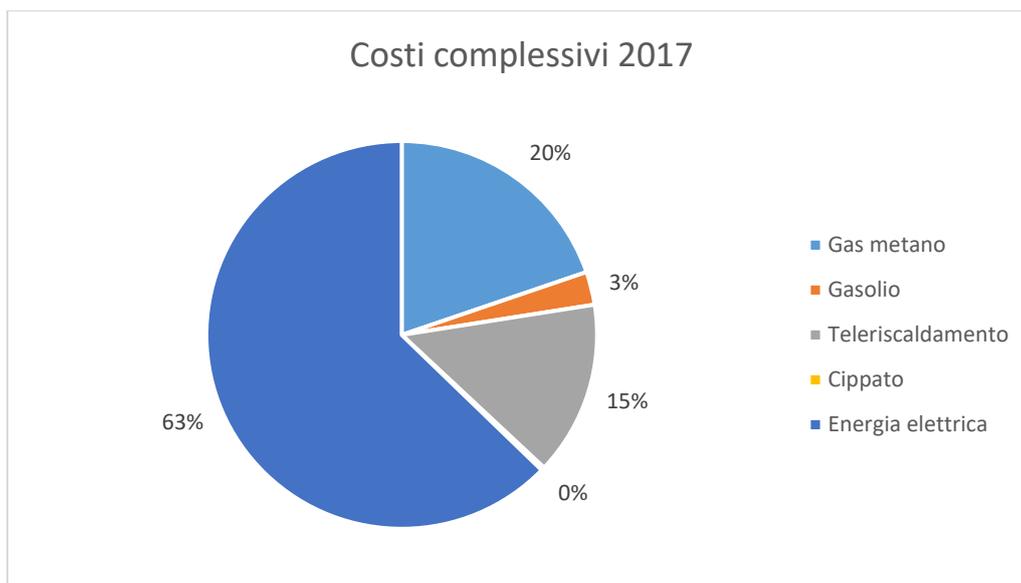


Figura 12: Distribuzione dei costi complessivi in base al combustibile utilizzato –2017

Tabella 7: Costi e consumi in Energia finale, Energia Primaria e tep per l'anno 2020

Combustibile	Energia finale [kWh]	Energia Primaria [kWh]	Tep	Costi [€]
Gas metano	46'599'332	48'929'299	4'349.3	2'847'910
Gasolio	4'015'571	4'296'661	291.2	336'248
Teleriscaldamento	24'304'228	36'456'341	2'268.4	2'689'568
Cippato	866'640	866'640	0.3	37'862
Energia elettrica	44'460'180	107'593'635	8'314.1	8'083'640

Tabella 8: Costi e consumi in Energia finale, Energia Primaria e tep per l'anno 2019

Combustibile	Energia finale [kWh]	Energia Primaria [kWh]	Tep	Costi [€]
Gas metano	49'690'167	52'174'675	4'637,7	4'266'568
Gasolio	4'134'224	4'423'620	299,8	411'075
Teleriscaldamento	21'931'581	32'897'371	2'046,9	2'428'166
Cippato	966'000	966'000	0,3	45'430
Energia elettrica	45'893'175	111'061'484	8'582,0	10'035'205

Tabella 9 Costi e consumi in Energia finale, Energia Primaria e tep per l'anno 2018

Combustibile	Energia finale [kWh]	Energia Primaria [kWh]	Tep	Costi [€]
Gas metano	43'316'712	45'482'547	4'042,9	3'030'808
Gasolio	4'556'600	4'875'562	330,4	386'532
Teleriscaldamento	25'347'175	38'020'763	2'365,7	2'616'378
Cippato	966'000	966'000	0,3	41'300
Energia elettrica	46'904'231	113'508'239	8'771,1	10'207'899

Tabella 10 Costi e consumi in Energia finale, Energia Primaria e tep per l'anno 2017

Combustibile	Energia finale [kWh]	Energia Primaria [kWh]	Tep	Costi [€]
Gas metano	46'442'015	48'764'116	4'334,6	2'978'133
Gasolio	5'403'179	5'781'401	391,8	415'995
Teleriscaldamento	22'175'479	33'263'218	2'069,7	2'188'961
Cippato	966'000	966'000	0,3	41'300
Energia elettrica	44'189'712	106'939'103	8'263,5	9'460'353

Dalla Figura 5 alla Figura 8 e dalla Tabella 7 alla Tabella 10 sono riportati i consumi complessivi espressi in tep per il patrimonio immobiliare della Provincia raggruppati in base alla fonte energetica e al vettore energetico utilizzati. Si nota come l'energia elettrica sia di gran lunga il vettore energetico più utilizzato, con oltre la metà dei consumi totali e circa il 60% dei costi totali, segue il gas metano che assicura circa il 28% del fabbisogno energetico provinciale e contribuisce con il 20% dei costi complessivi.

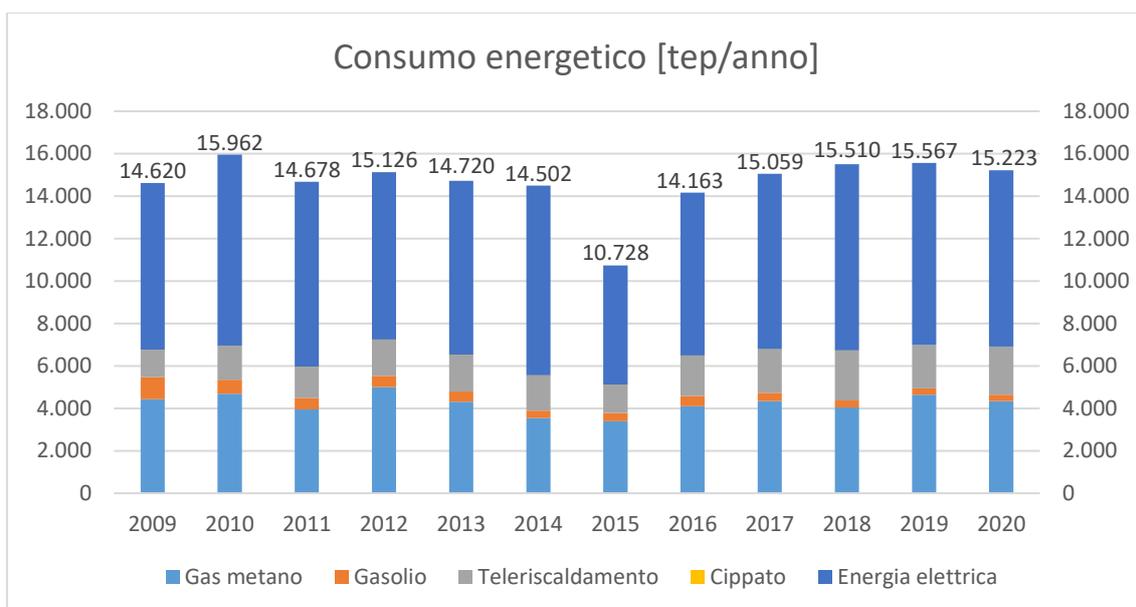


Figura 13: Distribuzione dei consumi energetici (tep) in base al combustibile/vettore energetico utilizzato – 2009-2020

Si può osservare come dal 2009 al 2020 vi sia uno scostamento massimo rispetto alla media di un 30% nel 2015. Come già detto nel capitolo 2.1.1 i dati del 2015 sono soggetti ad un'incertezza dovuta a conguagli e a ritardi nella fatturazione dell'energia.

L'analisi dell'andamento storico dei consumi evidenzia come l'approccio adottato finora - che prevede la separazione tra manutenzione, gestione patrimoniale e riqualificazione energetica - non abbia portato a risparmi energetici significativi. L'istituzione del tavolo di lavoro Energy Management e l'unione tra gli uffici manutenzione, patrimonio, strade e risparmio energetico, rappresentano il primo passo concreto dell'amministrazione Provinciale verso una ottimizzazione della gestione degli edifici e conseguente riduzione dei consumi negli anni a venire.

Queste prime analisi presentano il quadro generale dei consumi energetici complessivi e dei relativi costi per il patrimonio immobiliare della Provincia Autonoma di Bolzano, fornendo informazioni preliminari sull'andamento negli anni.

Nel paragrafo successivo sono riportate ulteriori elaborazioni sui dati di consumo che permettono di valutarne la variazione negli anni in relazione alle condizioni climatiche e all'andamento dei costi.

2.1.3 Analisi dettagliata dei consumi di edifici

Per interpretare in maniera critica i risultati presentati nel paragrafo precedente, è necessario effettuare alcune considerazioni sulla base delle temperature e dei costi dei combustibili/vettori energetici impiegati per gli anni di riferimento dell'analisi.

In particolare, si può evidenziare come le condizioni climatiche influenzino in maniera significativa i consumi per riscaldamento; pertanto, nella valutazione della prestazione del building stock, è stato introdotto il parametro dei Gradi-Giorno² che fornisce, per ogni anno

²1 Gradi-Giorno 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

di riferimento, un'indicazione del fabbisogno di energia necessario a riscaldare gli ambienti in relazione alle temperature esterne misurate. I Gradi-Giorno variano per ogni località ma, ai fini di questo report, sono stati considerati per semplicità i Gradi-Giorno di Bolzano, città in cui sono presenti la maggior parte degli edifici.

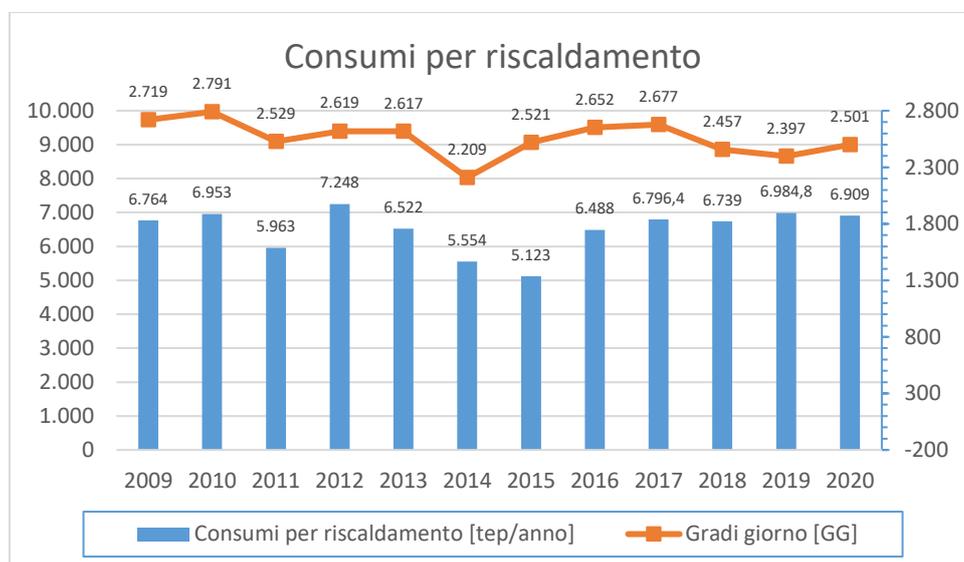


Figura 14: Consumi in Energia Primaria per riscaldamento espressi in tep

La Figura 14 evidenzia come il consumo per il riscaldamento sia influenzato dalla curva dei Gradi-Giorno e vari da un valore minimo di 5'123 tep del 2015 a un massimo di 7'248 tep del 2012.

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

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 2009 al 2020

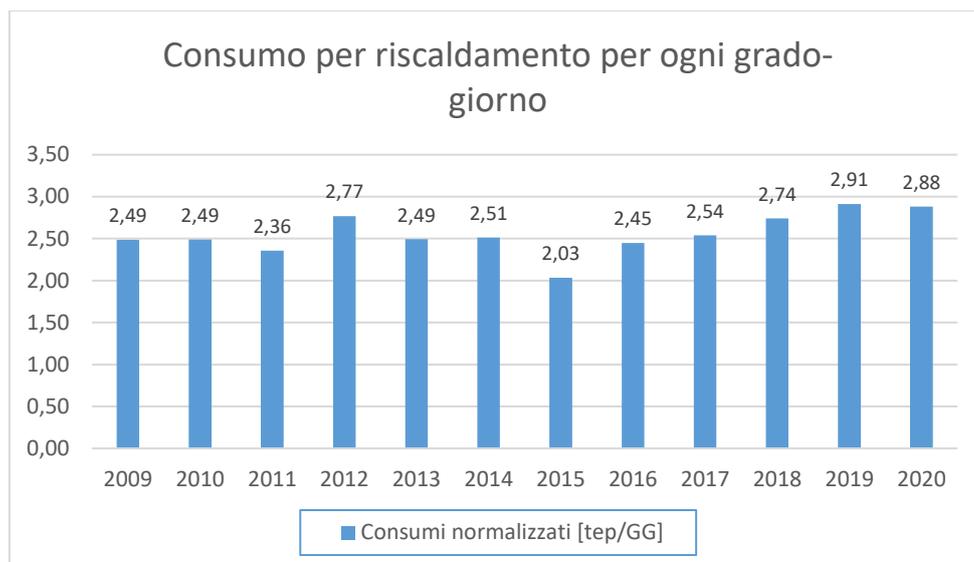


Figura 15: Consumi Energia Primaria normalizzati in base ai Gradi-Giorno

La Figura 15 evidenzia come il 2015 sia stato effettivamente l'anno con maggiore efficienza energetica, con un consumo per riscaldare il patrimonio edilizio di 2,07 tep per ogni Grado-Giorno. Al contrario il 2019 è stato l'anno con minore efficienza energetica con un consumo di 2,91 tep/GG seguito dal 2020 con un consumo di 2,88 tep/GG. Inoltre, si può osservare come attualmente non ci sia una tendenza né alla diminuzione né all'aumento dei consumi. I consumi sono stabili anche per l'anno 2020 in cui ci si sarebbe aspettata una diminuzione. Per spiegare l'andamento dei consumi normalizzati sarebbe necessario indagare la gestione della manutenzione dell'edificio e degli impianti e il comportamento degli occupanti, che rappresenta una delle principali fonti di incertezza nella ricostruzione del consumo di un edificio. I diversi stili di vita degli occupanti, infatti, interagiscono in modo differente con l'edificio, con i suoi sistemi di controllo, con le apparecchiature elettriche, con l'apertura e chiusura delle finestre, ecc.

In Figura 16 sono indicati i costi annuali per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria degli edifici. Analogamente all'analisi effettuata per i consumi, sono stati calcolati per i costi i valori normalizzati sulla base dei Gradi-Giorno.

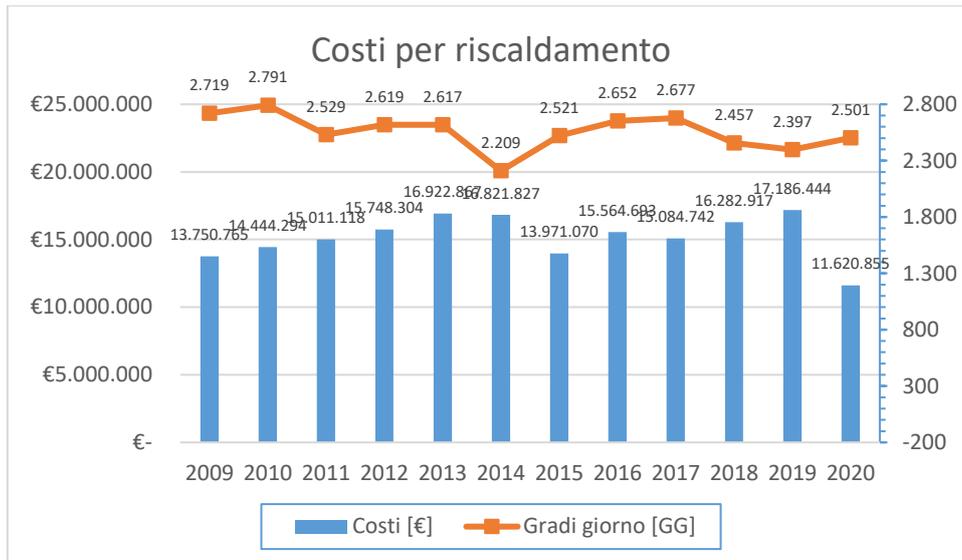


Figura 16: Costi annuali per il riscaldamento degli edifici (2009 – 2020)³

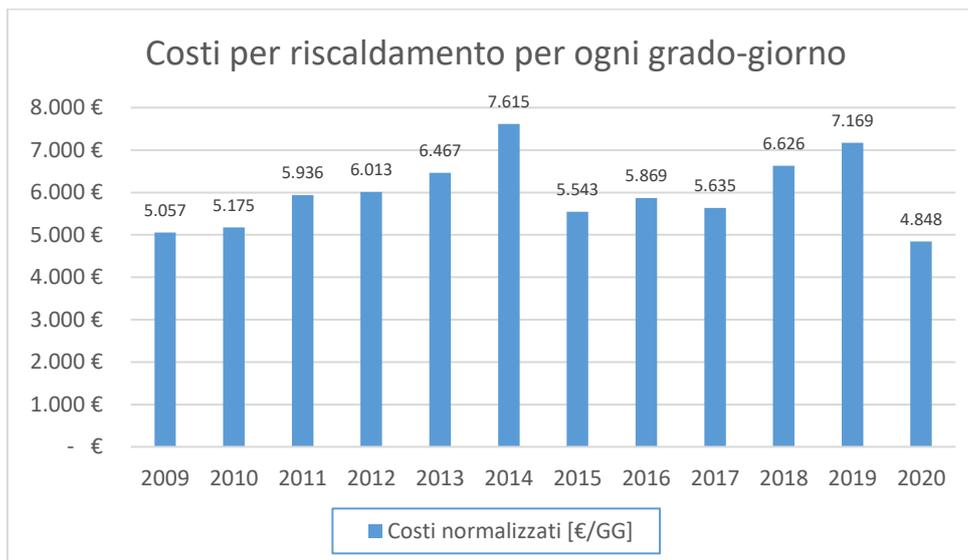


Figura 17: Consumi Energia Primaria normalizzati in base ai Gradi Giorno (2009 – 2020)³

La Figura 16 e la Figura 17 evidenziano come l'anno 2019 sia stato l'anno in cui i costi energetici sono stati più alti e come l'anno 2014 sia stato l'anno in cui i costi specifici per grado-giorno siano stati i più elevati. L'entità della diminuzione dei costi normalizzati degli anni 2015, 2017 e 2020 è da attribuire principalmente alla diminuzione delle tariffe dei vettori energetici.

2.1.4 Analisi dettagliata dei tunnel

Per quanto riguarda i tunnel, la lunghezza totale è pari a 66.1 km suddivisa, come riportato in Figura 18, in tunnel semplici che non richiedono approvvigionamento energetico (12% della

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

lunghezza totale), tunnel dotati di solo impianto di illuminazione (35% della lunghezza totale) e tunnel con illuminazione e ventilazione forzata (54% della lunghezza totale).

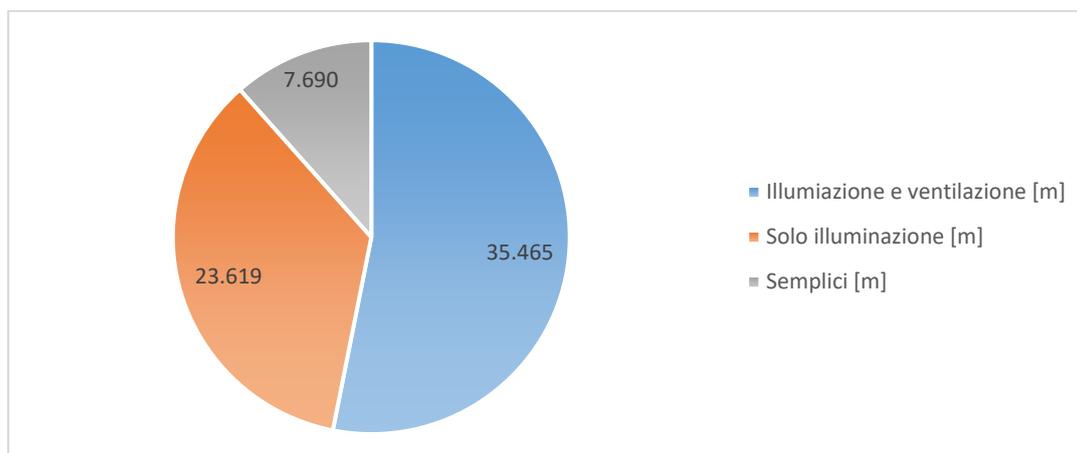


Figura 18: Lunghezza delle diverse tipologie di tunnel

In Tabella 11 e in Tabella 12 sono riportati rispettivamente i consumi di energia elettrica e i costi relativi all'illuminazione e la ventilazione dei tunnel per gli anni 2009-2020.

Tabella 11: Consumi in energia finale per i tunnel anno 2009-2020

Consumi tunnel													
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Lunghezza [m]	42'109	43'678	46'800	46'800	51'984	52'684	52'859	56'370	56'840	58'465	59'084	59'084	52'230
Consumi [kWh]	9'759'335	11'931'293	12'790'293	12'469'091	13'936'056	13'495'082	13'052'306	11'866'002	13'049'602	12'891'962	12'438'173	11'771'617	12'454'234
Consumo specifico [kWh/m]	231.8	273.2	273.3	266.4	268.1	256.2	246.9	210.5	229.6	220.5	210.5	199.2	238.5

Tabella 12: Costi per i tunnel anno 2009-2020

Costi tunnel													
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Lunghezza [m]	42'109	43'678	46'800	46'800	51'984	52'684	52'859	56'370	56'840	58'465	59'084	59'084	50'859
Costi [€]	1'748'000	2'137'021	2'290'877	2'213'400	3'040'507	3'012'543	2'535'867	2'341'646	2'793'724	2'805'714	2'610'779	2'102'265	2'469'362
Costo specifico [€/m]	41.5	48.9	49.0	47.3	58.5	57.2	48.0	41.5	49.2	48.0	44.2	35.6	47.3

I consumi di energia elettrica per i tunnel si attestano mediamente sui 238 kWh di elettricità per ogni metro di lunghezza con un massimo di 273 kWh/m registrato nel 2010-2011 e un minimo di 199 kWh/m registrato nel 2020.

Con riferimento alla classificazione dei tunnel, in tunnel semplici, tunnel con illuminazione e tunnel 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 dalla Tabella 13 alla Tabella 16.

Tabella 13: Suddivisione di consumi e costi per i tunnel per l'anno 2020

	Numero	Lunghezza [m]	Consumo [kWh]	Costi [€]	Costo specifico [€/m]
Tunnel con illuminazione e ventilazione	33	35'465	7'294'047	1'291'498	36.42
Tunnel con illuminazione	87	23'619	4'477'570	810'767	34.33

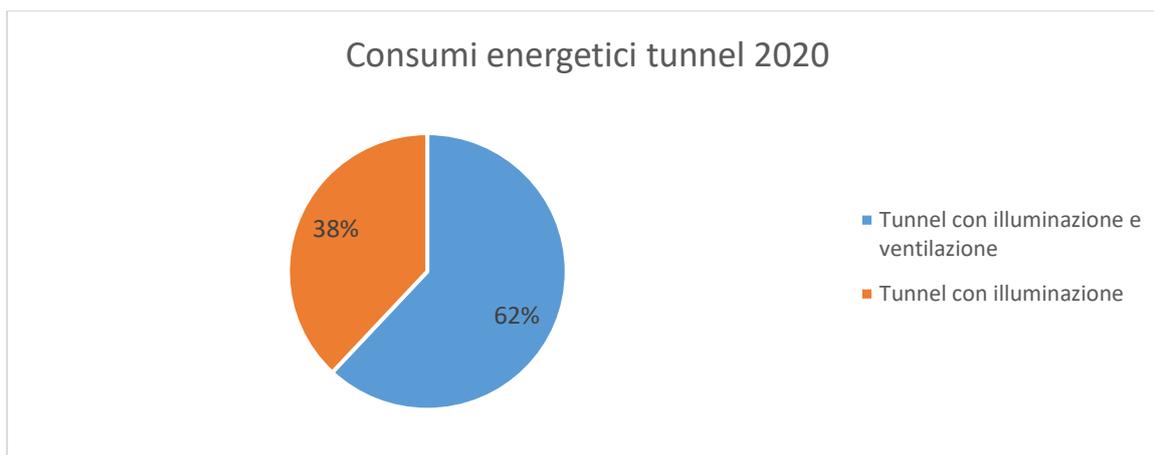


Figura 19: Suddivisione dei consumi di energia in base alla categorie dei tunnel nel 2020

Tabella 14: Suddivisione di consumi e costi per i tunnel per l'anno 2019

	Numero	Lunghezza [m]	Consumo [kWh]	Costi [€]	Costo specifico [€/m]
Tunnel con illuminazione e ventilazione	33	35'465	7'861'944	1'607'324	45,32
Tunnel con illuminazione	87	23'000	4'576'229	1'003'456	43,63

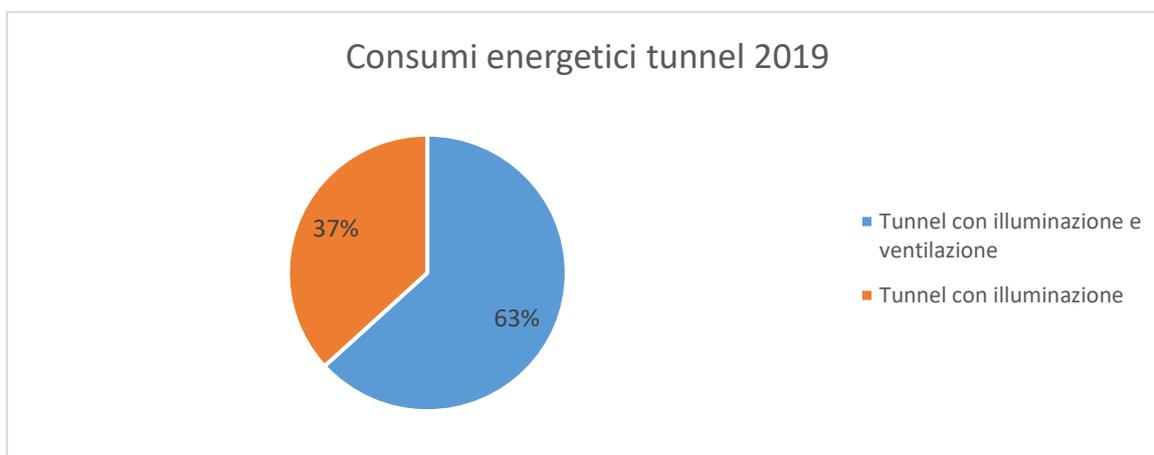


Figura 20: Suddivisione dei consumi di energia in base alla categorie dei tunnel nel 2019

Tabella 15: Suddivisione di consumi e costi per i tunnel per l'anno 2018

	Numero	Lunghezza [m]	Consumo [kWh]	Costi [€]	Costo specifico [€/m]
Tunnel con illuminazione e ventilazione	33	35'465	7'972'223	1'735'017	48,92
Tunnel con illuminazione	87	23'000	4'919'739	1'070'697	46,55

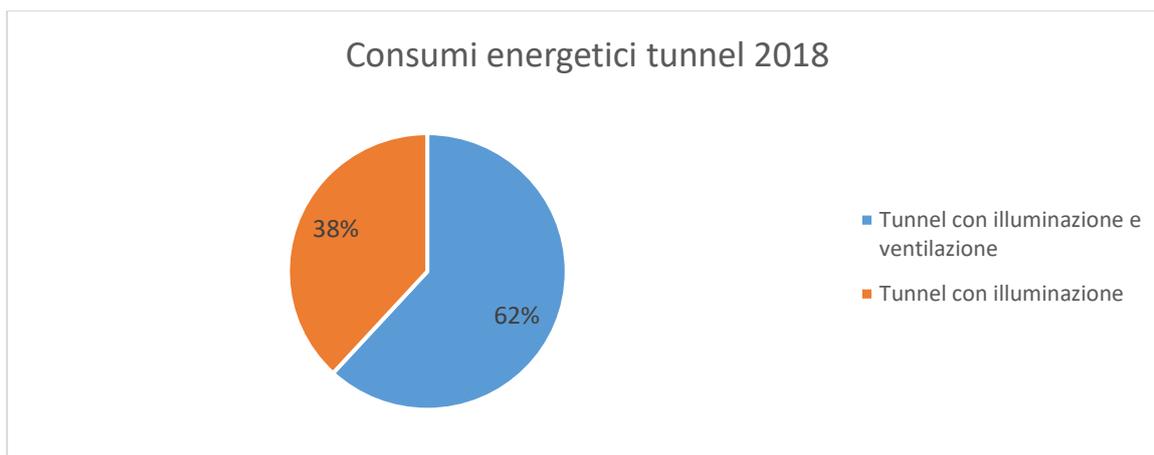


Figura 21: Suddivisione dei consumi di energia in base alla categorie dei tunnel nel 2018

Tabella 16: Suddivisione di consumi e costi per i tunnel per l'anno 2017

	Numero	Lunghezza [m]	Consumo [kWh]	Costi [€]	Costo specifico [€/m]
Tunnel con illuminazione e ventilazione	31	34'834	8'066'054	1'726'821	49,57
Tunnel con illuminazione	87	22'006	4'983'549	1'066'903	48,48

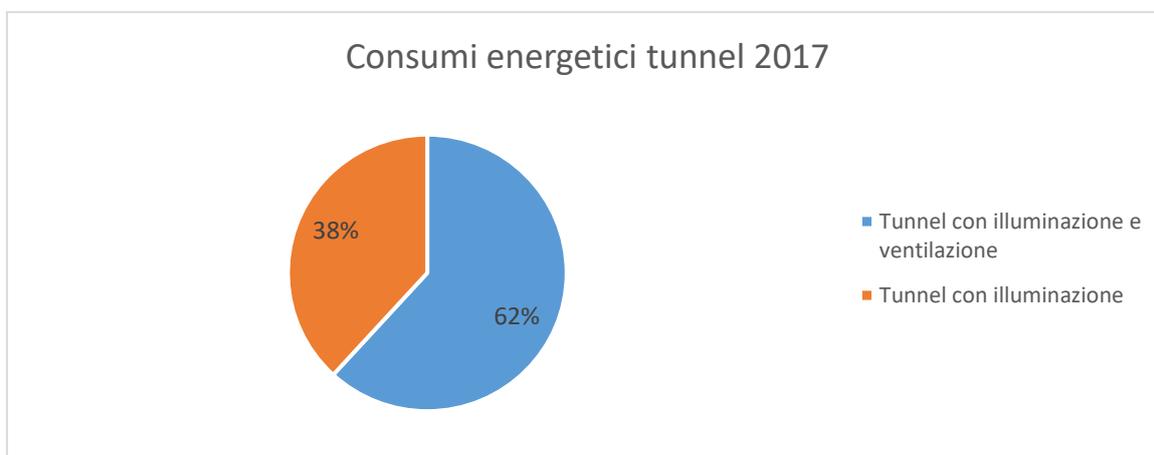


Figura 22: Suddivisione dei consumi di energia in base alla categorie dei tunnel nel 2017

I tunnel con illuminazione rappresentano il 38% dei consumi totali per i tunnel, mentre i tunnel con illuminazione e ventilazione rappresentano il 62%. Entrambe le categorie hanno un costo energetico di circa 49€/m. I tunnel con sola illuminazione, infatti, essendo mediamente più corti rendono più incisiva l'illuminazione di rinforzo della prima parte della galleria rendendo il consumo al metro lineare paragonabile a quello delle gallerie con illuminazione e ventilazione. Nel 2020 il costo energetico specifico è stato decisamente più basso pari a circa 35€/m. Tale diminuzione è da attribuire a una diminuzione combinata di consumi e tariffe dell'elettricità.

L'andamento dei consumi dei tunnel per unità di lunghezza degli ultimi anni evidenzia una tendenza alla diminuzione.

2.1.5 Analisi dei costi di approvvigionamento

Nel presente capitolo sono stati analizzati i costi di approvvigionamento dei singoli combustibili/vettori energetici in relazione ai costi unitari medi corrisposti dalla Provincia.

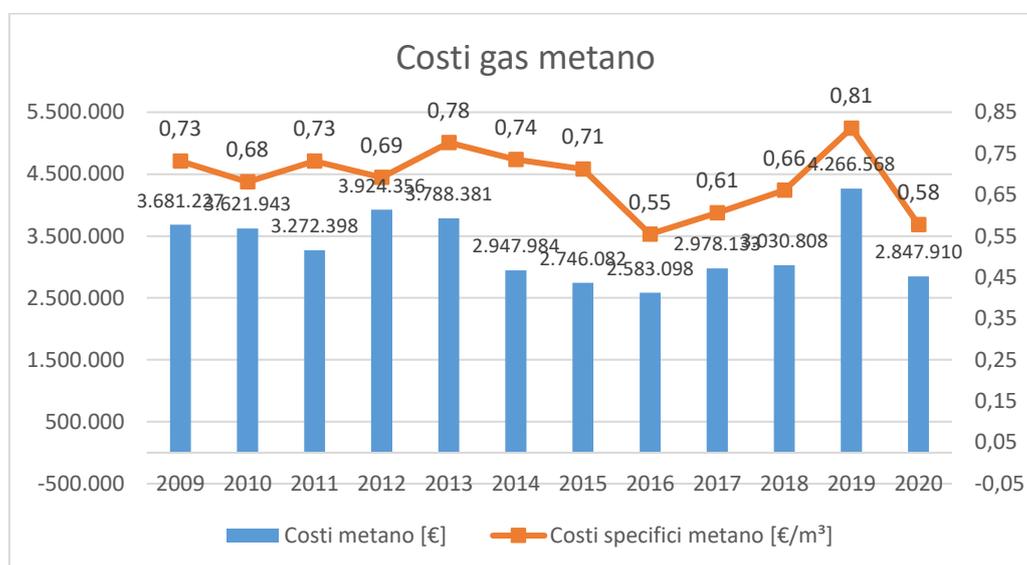


Figura: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di gas metano (2009 – 2020)

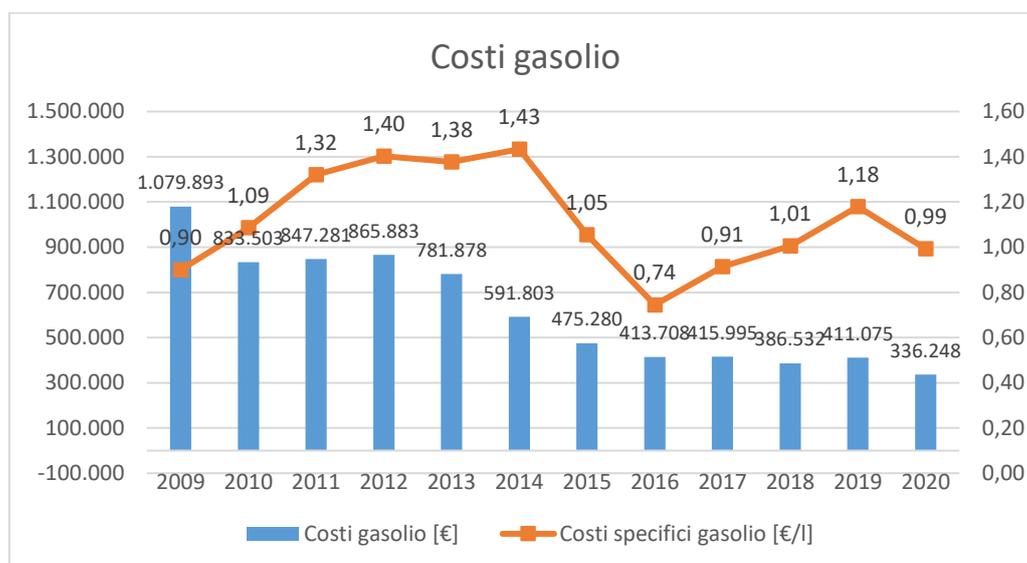


Figura 23: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di gasolio (2009 – 2020)

Il prezzo del gasolio è variato considerevolmente durante gli ultimi anni. Esso è legato alle fluttuazioni del prezzo del petrolio a livello internazionale.

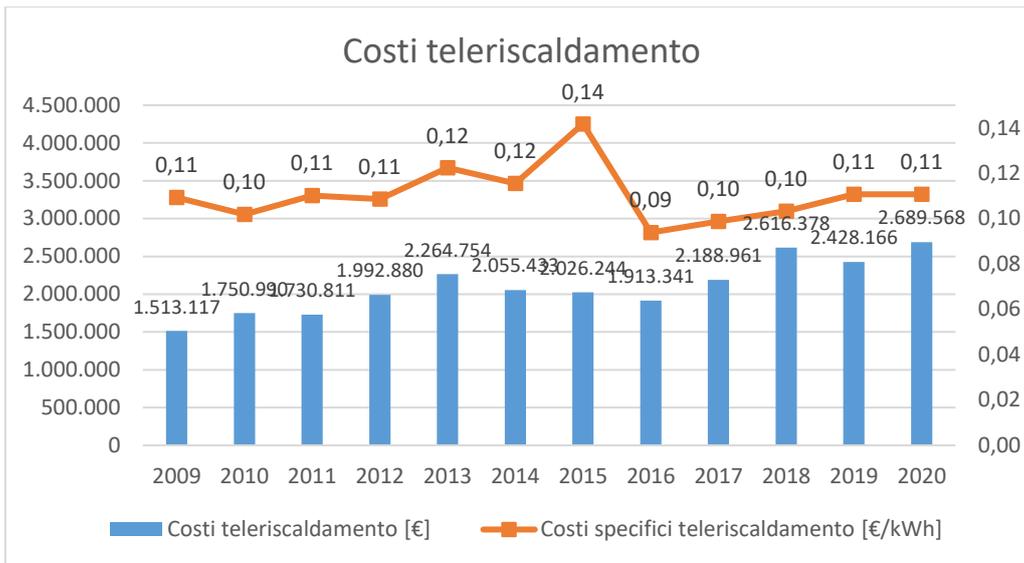


Figura 24: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di calore da teleriscaldamento (2009 – 2020)

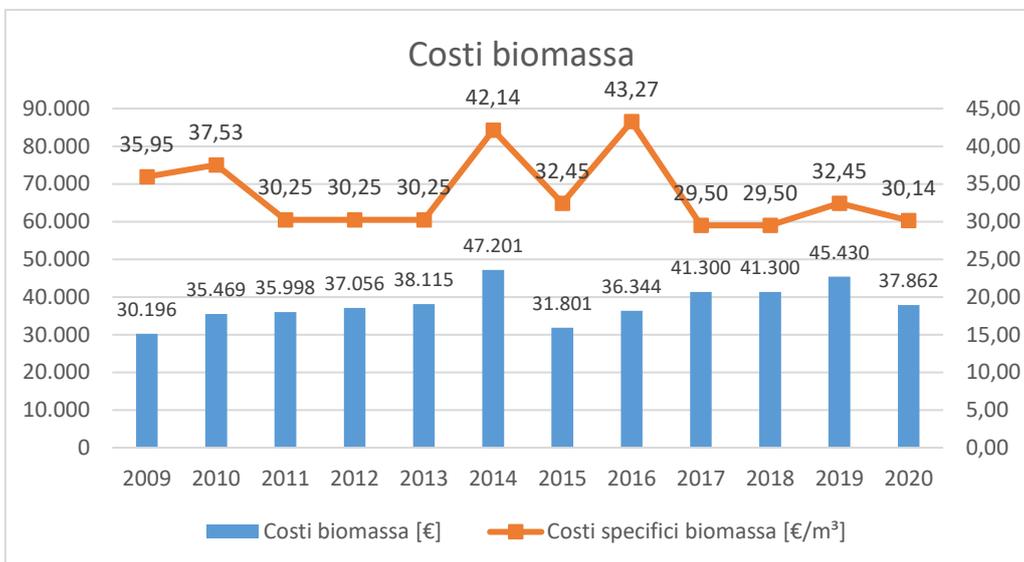


Figura 25: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di biomassa (2009 – 2020)

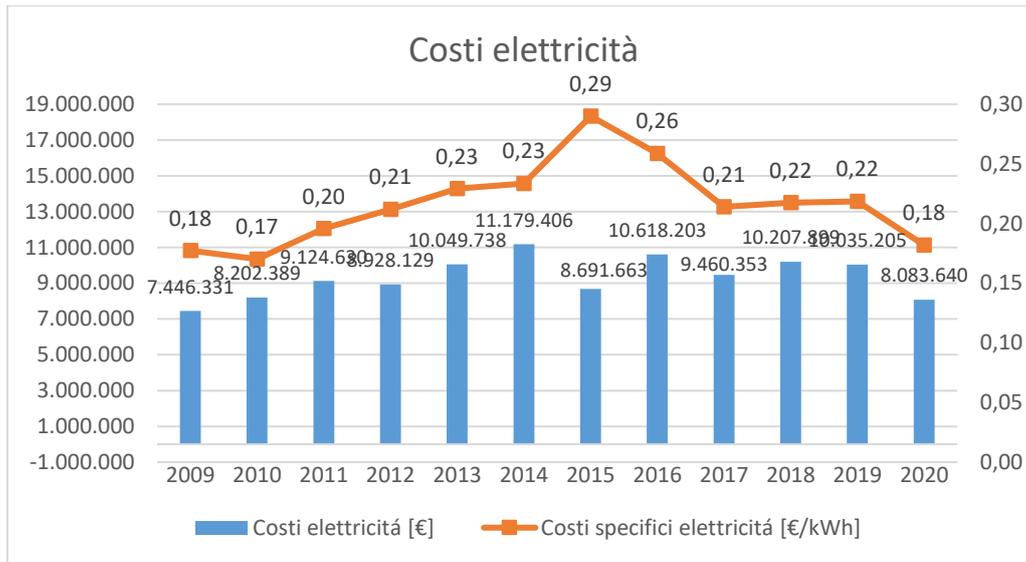


Figura 26: Costi annuali e costi specifici per la fornitura di elettricità (2009 – 2020)

L'analisi dei prezzi dei diversi vettori energetici evidenzia come il prezzo di quasi tutti i vettori energetici, con l'eccezione della biomassa e teleriscaldamento, siano diminuiti significativamente durante l'anno 2020.

L'analisi del gasolio in Figura 23 registra come ci sia una tendenza alla riduzione dei costi di approvvigionamento dovuta alla progressiva conversione degli impianti alimentati verso altri vettori come gas e teleriscaldamento.

In Figura 27 si mettono a confronto i diversi costi per unità di energia delle diverse fonti energetiche e vettori energetici.

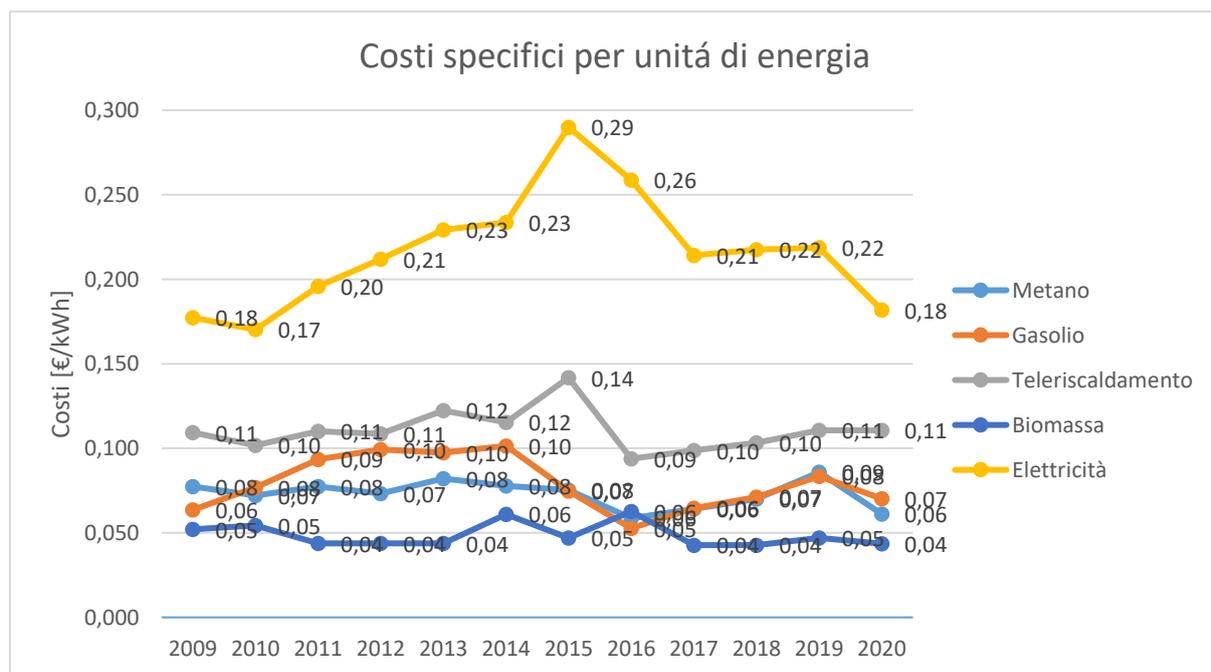


Figura 27: Costo specifico per unità di energia per le diverse fonti energetiche e vettore energetico

Si nota come sia la biomassa la fonte energetica più economica che però richieda una manutenzione leggermente superiore dell'impianto e soprattutto richieda dei locali di stoccaggio con carico automatico dell'impianto.

2.1.6 Conclusioni sullo stato dei consumi di edifici e tunnel

Le analisi preliminari sui consumi e i costi per l'approvvigionamento energetico del patrimonio immobiliare della Provincia Autonoma di Bolzano costituiscono la base necessaria a una programmazione consapevole della gestione e degli interventi di manutenzione e efficientamento energetico.

L'impiego di risorse per la messa a sistema dei dati e per la valutazione critica dei consumi e dei costi effettuando anche considerazioni su fattori climatici e legati al costo del combustibile, è un investimento chiave nel percorso di riduzione dei consumi verso il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla Direttiva Europea 2012/27/EU.

I risultati presentati nel report forniscono la fotografia del comportamento energetico del patrimonio e hanno permesso di evidenziare per gli ultimi anni un trend in leggera crescita dovuto ai consumi di elettricità.

L'anno 2020 è un anno molto particolare in cui la diminuzione di consumi e costi è attribuibile alla pandemia di coronavirus.

Inoltre, l'andamento dei consumi degli ultimi anni evidenzia la necessità di un forte coordinamento tra interventi di manutenzione, gestione patrimoniale e riqualificazione energetica al fine di ottenere risparmi più significativi rispetto ai modesti risultati ottenuti concentrando gli investimenti su un numero ridotto di interventi.

Di conseguenza nell'ambito del tavolo di lavoro Energy Manager verranno ipotizzate nuove soluzioni di gestione del patrimonio che prevedono una programmazione nel tempo degli interventi di manutenzione che saranno coordinati alla riqualificazione energetica degli edifici mediante un approccio integrato, in grado di valutare la sostenibilità tecnica e finanziaria delle proposte.

2.2 Audit energetici su edifici

La UNI CEI EN 16247 definisce l'iter applicativo per l'effettuazione di una Diagnosi Energetica (DE), che viene descritta come una procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di:

- un edificio (UNI CEI EN 16247-2:2014)
- un processo (UNI CEI EN 16247-3:2014)
- trasporto (UNI CEI EN 16247-4:2014)

e ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici. Attraverso la DE è quindi possibile ottenere una conoscenza approfondita del reale comportamento energetico, e quindi del consumo, dell'oggetto di analisi, a prescindere da quale esso sia, e, in base a questa conoscenza, definire come modificarne il comportamento con l'obiettivo di:

- migliorare l'efficienza energetica;
- ridurre i costi degli approvvigionamenti energetici;
- migliorare la sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti;
- riqualificare il sistema energetico;

Al fine di raggiungere gli obiettivi individuati nell'elenco precedente, gli interventi programmati dovranno essere in grado di razionalizzare l'uso dei flussi energetici in gioco, utilizzare la tecnologia più efficiente, recuperare le energie disperse, ottimizzare i contratti di fornitura dell'energia, gestire i rischi tecnici ed economici e migliorare le modalità di conduzione e manutenzione (O&M).

Applicando tali concetti al mondo dell'edilizia, potremmo descrivere la DE come una procedura di analisi coordinata del sistema edificio-impianto, che ha l'obiettivo di individuare gli interventi da realizzare, di definirne le priorità e di quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici. Al di là del singolo intervento, o del complesso di interventi, che si deciderà di realizzare al fine di ottenere un risparmio energetico ed un miglioramento delle condizioni di comfort interno, il riferimento normativo è rappresentato dal rispetto delle prescrizioni e dei requisiti minimi previsti dal D.M. 26/06/2015.

La già citata UNI CEI EN 16247-1:2012 Requisiti generali specifica quali sono i requisiti che il processo di DE deve rispettare. L'analisi deve essere appropriata, ossia il suo grado di approfondimento deve essere conforme allo scopo per cui essa viene effettuata e al livello di accuratezza concordato con il committente; completa, quindi in grado di descrivere in maniera esaustiva il sistema energetico significativo che caratterizza l'oggetto dello studio; rappresentativa, basata su dati che siano affidabili e pertinenti; tracciabile, in modo tale da poter desumere facilmente l'origine dei dati utilizzati e la modalità con cui questi sono stati elaborati; utile, perché gli interventi suggeriti devono avere una sostenibilità economica; verificabile, per poter valutare, una volta effettuate le modifiche, se siano stati ottenuti i miglioramenti previsti. Alla fine di ogni DE l'auditor deve rendere conto al committente dei risultati.

Se nuovamente cerchiamo di declinare questi concetti applicandoli ad un edificio, una DE per essere completa deve essere in grado di descrivere il sistema energetico che caratterizza l'edificio includendo i seguenti elementi:

- involucro dell'edificio, sia opaco che trasparente;
- impianto di riscaldamento;
- impianto di ventilazione e trattamento aria;
- impianto di raffrescamento estivo;
- impianto elettrico;
- impianti a fonti rinnovabili;
- sistemi di automazione e controllo del sistema edificio-impianto (BACS);
- componenti di movimentazione all'interno degli edifici, quali ascensori, scale mobili, nastri trasportatori;
- comfort termico, acustico e visivo e qualità dell'aria.

Per quanto riguarda la rappresentatività dell'analisi, questa ovviamente dipenderà dall'attendibilità dei dati utilizzati. Dal momento che le DE vengono effettuate su edifici esistenti, per i quali non sempre è possibile recuperare la documentazione originale di progetto o di cantiere, bisognerà porre particolare attenzione alla qualità della documentazione tecnica reperita e valutarne la veridicità mediante approfonditi sopralluoghi e, se necessario, rilievi strumentali dell'edificio. Ovviamente, è sempre possibile far riferimento ai valori standard da normativa, purché questo approccio sia stato concordato preventivamente con il committente.

Il consumo energetico dell'edificio verrà determinato raccogliendo per ogni vettore energetico i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, con l'obiettivo di definire un consumo di riferimento che possa essere utilizzato come baseline per la valutazione degli interventi migliorativi. L'inventario energetico dovrebbe essere rappresentativo dell'energia in ingresso e del suo uso; ad esempio sarebbe importante distinguere nei consumi di energia elettrica la percentuale imputabile al sistema di illuminazione e quella dovuta ad altre utenze. È necessario, pertanto, censire gli impianti e gli utilizzatori presenti distinguendoli per vettore energetico. I dati devono far riferimento ad almeno le ultime tre annualità ed essere aggregati su base mensile, al fine di poter evidenziare eventuali anomalie dovute, ad esempio, ad un andamento atipico del clima o ad una gestione dell'edificio inconsueta rispetto alla destinazione d'uso.

Infine, tutti gli interventi di efficienza energetica suggeriti dovranno essere analizzati sotto il profilo costi/benefici, inserendo, per ogni scenario di intervento la descrizione, l'analisi dei benefici energetici, economici ed ambientali, le interazioni con altri interventi, i fattori di costo, i riferimenti tecnici normativi e legislativi, le misure e verifiche da effettuare a valle dell'applicazione.

Alla base di qualsiasi analisi tecnico-economica, attraverso la quale valutare se la soluzione di energy saving individuata è sensata o meno, deve esserci la valutazione dei bisogni dell'utente. Questo potrebbe significare, ad esempio, che un intervento di sostituzione degli infissi in un edificio esistente, pur apparendo non conveniente dal punto di vista del ritorno economico dell'investimento, potrebbe essere auspicabile considerando il miglioramento delle condizioni di comfort indoor degli occupanti dal punto di vista termico e acustico.

Il processo di redazione della DE fin qui descritto può essere ben schematizzato attraverso il seguente diagramma di flusso contenuto nell'Appendice A della norma UNI CEI EN 16247-2:



Figura 28: Diagramma di flusso DE (Fonte: UNI CEI EN 16247-2)

All'interno del Manuale per la diagnosi energetica degli edifici pubblici diffuso da ENEA (vers. 25/01/2019) tale schema è stato ulteriormente dettagliato, approfondendo in particolar modo la parte di analisi, che viene descritta come la fase centrale e tecnicamente più complessa dell'intero processo di DE.

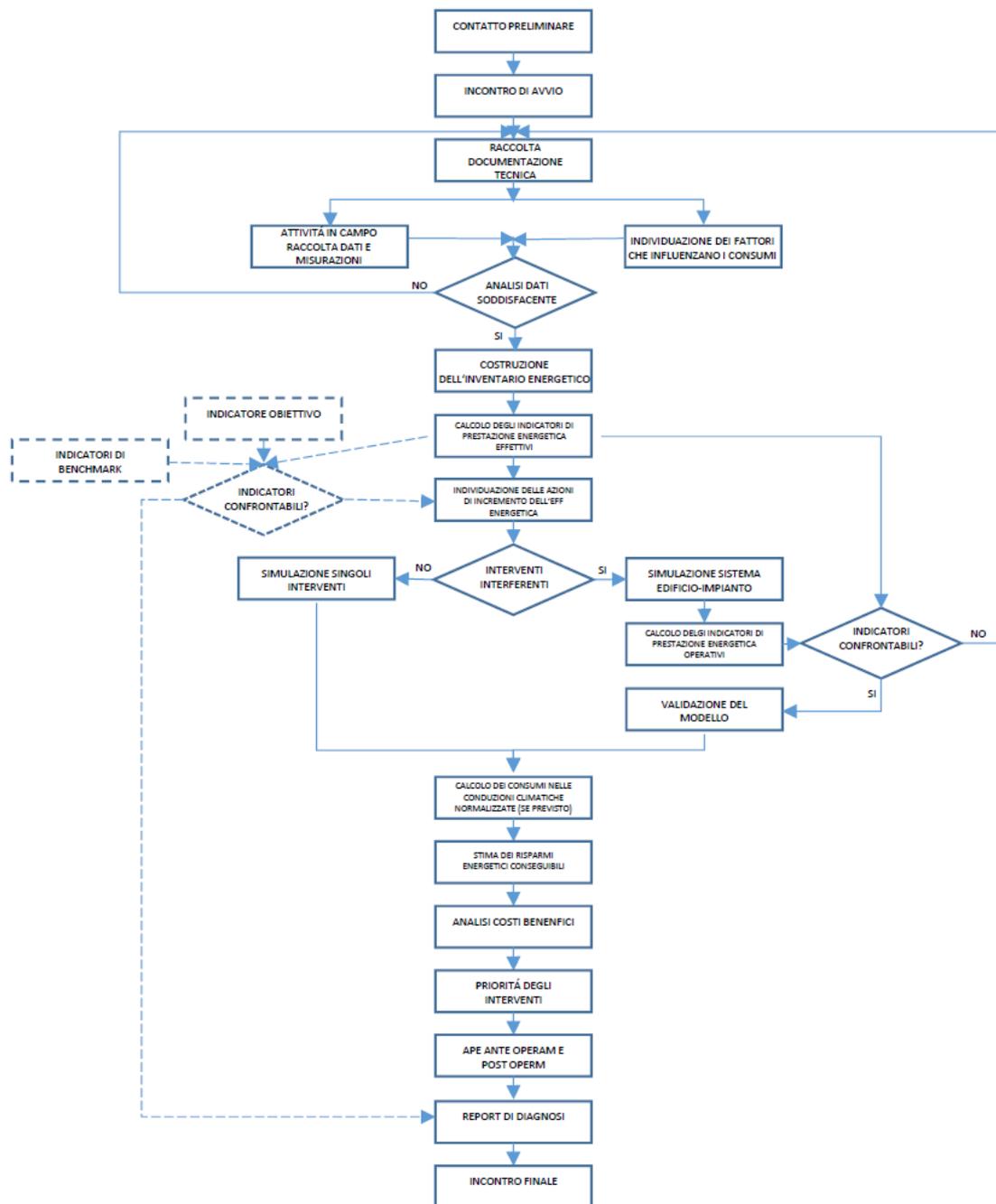


Figura 29: Schema di flusso DE civile. (Fonte: ENEA - Manuale per la diagnosi energetica degli edifici pubblici)

Il Manuale per la diagnosi energetica degli edifici pubblici diffuso da ENEA (vers. 25/01/2019) specifica inoltre che, quando si procede alla DE degli edifici ad uso residenziale, terziario o assimilabili, devono essere presi in considerazione i servizi energetici atti a garantire la fruibilità dell'edificio e il benessere dei suoi occupanti, ossia:

- la climatizzazione invernale;
- la climatizzazione estiva;
- la produzione di acqua calda sanitaria;
- la ventilazione;

- l'illuminazione;
- il trasporto interno.

Altri servizi energetici, quali ad esempio la cottura di alimenti, l'uso degli elettrodomestici o di altre apparecchiature elettriche/elettroniche, potranno essere considerati nell'analisi, ma non potranno essere oggetto di proposte di efficientamento energetico.

Allo stesso tempo, se all'interno dell'edificio dovessero essere presenti specifici usi energetici legati ad attività di tipo produttivo/manifatturiero o di trasporto/logistico, questi dovranno essere considerati come usi di processo o di trasporto e pertanto si dovrà far riferimento alle specifiche proprie delle DE per tali settori.

I componenti edilizi su cui ci si concentrerà per fare in modo che la riqualificazione energetica dell'edificio oggetto di analisi lo renda altamente performante, sia dal punto di vista energetico che ambientale, saranno:

- gli elementi opachi di involucro: al fine di ridurre la dispersione di calore nella stagione invernale e aumentare le capacità di sfasamento e smorzamento della stratigrafia rispetto all'onda termica nella stagione estiva e migliorare il comfort interno incrementando la temperatura operante. Tali interventi contribuiscono, inoltre, a ridurre la richiesta energetica al sistema di climatizzazione, consentendo di contrarre l'investimento iniziale e i costi di gestione e manutenzione a lungo termine.
- gli elementi trasparenti di involucro: per poter sfruttare il contributo della luce naturale alla riduzione del consumo di energia elettrica per l'illuminazione artificiale degli ambienti interni e, allo stesso tempo, gestire correttamente l'ingresso della radiazione solare per evitare condizioni di surriscaldamento ed un ricorso eccessivo all'impianto di climatizzazione. Ovviamente, l'installazione di infissi altamente performanti consente di ridurre le perdite per trasmissione e ventilazione, limitando situazioni di discomfort termico locale, dovute ad esempio a condizioni di asimmetria radiante o al persistere di correnti d'aria, o acustico;
- gli impianti di climatizzazione e ventilazione: determinandone in maniera corretta la taglia o prevedendo l'utilizzo di sistemi automatici per la regolazione della temperatura degli ambienti al fine di ridurre gli sprechi di energia e di ottimizzare il comfort negli ambienti;
- gli impianti di illuminazione e i sistemi elettrici: sostituendo il corpo illuminante e/o la lampada, per aumentare l'efficienza del sistema e introducendo sistemi di gestione e controllo in grado di modulare automaticamente i livelli di luce necessaria, con abbinati i sensori di presenza, che spengano automaticamente le luci negli ambienti non occupati;
- i sistemi alimentati ad energia rinnovabile;
- i sistemi di supervisione e controllo.

Una volta definiti gli interventi necessari, bisognerà valutare se questi interferiscano tra loro o meno. È il caso, ad esempio, della posa del cappotto termico, che incidendo sulle dispersioni e riducendo conseguentemente il fabbisogno di riscaldamento potrebbe influire negativamente sull'efficienza del generatore. Se infatti i diversi interventi non presentano

interferenze rilevanti, il loro effetto può essere valutato separatamente; in caso contrario è indispensabile procedere con la realizzazione di una simulazione del sistema edificio impianto, che consenta di valutare l'effetto dell'interferenza tra gli interventi.

Questa seconda ipotesi implica la necessità di costruire un modello energetico del sistema edificio-impianto, che potrà essere calcolato utilizzando il metodo semi stazionario, che fa riferimento alle norme tecniche UNI/TS 11300, o il metodo dinamico orario, come definito dalla UNI EN ISO 52016.

A prescindere dal metodo di calcolo scelto, il modello dovrà essere validato confrontando i consumi calcolati con quelli effettivi derivati dalle bollette e, affinché tale confronto sia effettivo, è necessario conoscere le condizioni termo-igrometriche esterne relative agli anni i cui consumi sono stati utilizzati per calcolare il consumo di riferimento e i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto degli stessi anni. La norma ammette uno scostamento tra consumi operativi e effettivi compreso tra +/- 5%.

Il modello validato potrà quindi essere utilizzato per capire come i diversi interventi proposti possono agire sul comportamento dell'edificio e quindi valutare quale tra le diverse soluzioni proposte si caratterizzi per il rapporto costi/benefici più favorevole e se sia possibile accedere ai meccanismi di incentivazione fiscale per gli interventi di efficienza energetica.

3 Definizione di scenari di riqualificazione e replicabilità

Nel corso dell'anno 2018 è stato affidato, in esito a procedura con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ad un operatore economico qualificato, l'audit energetico di un primo lotto di 27 edifici con lo scopo di definire il quadro di base per la seguente predisposizione di un bando per la riqualificazione e gestione degli edifici stessi.

In esito a procedura con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa è stato affidato a Syneco srl di Bolzano, l'audit energetico degli edifici sopra elencati con lo scopo di definire lo stato di fatto e le opportunità di riqualificazione.

I risultati degli audit sono infine stati analizzati dal Gruppo di lavoro Energy Manager e sono stati definiti degli interventi

Le opere comprendono in alcuni casi interventi di riqualificazione sistematica ed organica dell'edificio ed in alcuni casi semplici attività di ottimizzazione e messa a punto.

Sono previsti interventi relativi agli impianti termici, agli impianti di illuminazione, ed in alcuni casi relativi all'involucro con la riqualificazione delle murature e della copertura e la sostituzione delle finestre.

Le ipotesi individuate hanno tratto origine dall'analisi dello stato di fatto confrontato con le opportunità di risparmio sia in termini economici che di sostenibilità ambientale e sono riassumibili come segue:

Misura attuata	Costi investimento	Energia finale risparmiata	Energia primaria risparmiata	Risparmio economico	Emissioni evitate
	[€]	[kWh/anno]	[kWh/anno]	[€/anno]	[kgCO ₂ /anno]
Isolamento copertura	8'951'094 €	1'480'194	1'891'834	141'242 €	249'558
Isolamento pareti	9'388'676 €	1'724'070	2'001'604	156'508 €	337'730
Sostituzione finestre	15'687'513 €	2'554'204	3'154'586	287'908 €	444'506
Sistemi di riscaldamento	3'007'120 €	2'580'527	2'711'640	187'132 €	644'436
Efficientamento illuminazione	1'000'000 €	454'545	990'909	100'000 €	309'091
Impianti fotovoltaici	500'000 €	366'667	799'333	82'800 €	249'333
Totale	38'534'403 €	9'160'207	11'549'906	955'590 €	2'234'654

4 Modelli economici e progettazione integrata per la riqualificazione del patrimonio immobiliare

Il gruppo di lavoro è attivo anche nella ricerca di meccanismi finanziari che supportino la riqualificazione degli edifici della Provincia Autonoma di Bolzano anche attraverso la promozione di partnership pubblico privato.

4.1 Cosa abbiamo imparato dal mercato e dalle esperienze

Dalle esperienze effettuate dai Comuni italiani (e in generale dagli enti pubblici) nel settore dell'efficienza energetica di immobili pubblici, è spesso emersa la difficoltà di strutturare proposte in grado di cogliere, al contempo, le riduzioni dei costi e dei consumi e l'interesse degli operatori economici.

Infatti, non in tutti i casi gli operatori (in primis le ESCo) reputano di loro interesse bandi che sono strutturati sulla base di ipotesi di interventi non solo sugli impianti (che hanno margini elevati di profitto e rientri rapidi), ma anche sugli involucri che, generalmente, mostrano margini di risparmio meno elevati e tempi di recupero più lunghi, oltre che una complessità maggiore di attuazione.

Inoltre, ulteriori criticità degli operatori privati sono legate alla necessità di prevedere una consistente allocazione dei rischi su di essi (regole Eurostat) in cambio di remunerazioni non sempre "equilibrate" dovendo anticipare tutti gli investimenti iniziali. Non sono rari i casi di gare andate deserte per questi motivi.

In altri casi, invece, sono i volumi e le dimensioni contenute degli investimenti e dei conseguenti ricavi che scoraggiano l'intervento di operatori che, in ogni caso, devono farsi carico di ingenti costi iniziali per audit energetici, sopralluoghi, assistenze e consulenze tecniche e legali utili a strutturare una proposta in gara e poi a sottoscrivere le convenzioni e i relativi contratti. Non si raggiunge cioè una massa critica adeguata, soprattutto nei piccoli Comuni italiani.

Inoltre, altro tema di rilievo per il buon esito delle proposte, è la capacità di individuare i giusti percorsi per ottenere i contributi a fondo perduto che gravitano in questo settore (si pensi ad esempio, al conto termico gestito dal GSE, al credito di imposta Statale e ai finanziamenti della programmazione comunitaria sull'efficienza energetica che hanno regole differenti e non sempre omogenee) da abbinare agli investimenti privati che, come noto, seguono logiche e approcci differenti basati su analisi di rischi e di rendimenti.

Infine, di estremo interesse per la fattibilità dei progetti sono le competenze (e relative asimmetrie informative) degli enti territoriali rispetto a quelle delle ESCo e i differenti obiettivi (non sempre convergenti) che possono avere le stesse ESCo e gli altri soggetti economici che operano nel settore dell'efficienza energetica (installatori, tecnici, fornitori di impianti e di tecnologie, ecc.) anche rispetto a fornitori terzi di energia e ai vettori energetici.

In generale, ne consegue che, pur considerando il prezioso supporto che potrebbe essere fornito dal "conto termico", non sempre gli enti territoriali sono in grado (da soli) di proporre o di strutturare gare (appalto o PPP) in grado di attrarre un buon numero di partecipanti e quindi di massimizzare i benefici dell'azione pubblica.

A questi aspetti deve aggiungersi che il mercato italiano sconta ancora delle criticità legate:

- alle tematiche della difficile applicazione della logica dell'EPC;
- al corretto inquadramento dal punto di vista normativo e delle regole Eurostat dei contratti di efficienza energetica anche in relazione alle tipologie di rischi (per esempio costruzione e disponibilità) che devono essere allocate sul privato per permettere l'iscrizione off balance degli interventi.
- alla necessità di attuare interventi sugli edifici mentre i privati prediligerebbero intervenire solo sugli impianti;
- alle clausole dei contratti che non sempre permettono di realizzare, allo stesso tempo, dei risparmi di energia con elevati standard di vivibilità per chi utilizza le superfici;
- alla dimensione contenuta delle ESCo che non permettono lo sviluppo di economia di scala e di specializzazioni e lo sviluppo di nuove tecnologie e competenze;
- la difficoltà delle ESCo, soprattutto per quelle non "legate" ai vettori energetici, di accesso al credito.

4.2 Le fonti di finanziamento esistenti a livello europeo

Spinti da un nuovo e forte interesse per la green economy, la maggior parte dei paesi evoluti si sono posti obiettivi molto sfidanti in termini di riduzione dei consumi energetici, di tagli alle emissioni di CO₂ e di graduale passaggio alle energie rinnovabili, in tempi relativamente brevi.

Gli investimenti per riqualificare il fabbisogno energetico dovranno essere quindi imponenti e diffusi e per questo gli Stati hanno messo e continueranno a mettere in gioco risorse per sostenere questo cambio di rotta. La Commissione Europea, per il nostro territorio di riferimento, ha messo in piedi diversi programmi di finanziamento a fondo perduto in questo senso, ognuno con le sue caratteristiche peculiari ma tutti con lo stesso fine.

Per citare i più rilevanti, il programma Elena (<https://www.eib.org/en/products/advising/elena/index.htm>) e il fondo per l'efficienza energetica EEEF (<https://www.eeef.eu/home-it.html>) forniscono finanziamenti per l'assistenza tecnica nei settori delle energie rinnovabili, efficienza energetica e mobilità sostenibile, che possono essere utilizzati dagli enti pubblici e privati per analisi di mercato e di sostenibilità, preparazione di bandi e implementazione dei progetti. A livello nazionale, il GSE (<https://www.gse.it/>), attraverso il c.d. "conto termico" offre importanti sovvenzioni agli interventi di riqualificazione energetica, riducendone dal 30% al 50% i costi di investimento iniziali mentre per la Provincia Autonoma di Bolzano il fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) stanziava circa un quarto della sua dotazione (circa 140 milioni su 7 anni) per il sostegno all'efficienza energetica negli edifici pubblici e alla mobilità sostenibile. Infine esistono altre fonti di sostegno come ad esempio le linee di finanziamento dei vari POR FESR a livello regionale, nonché i finanziamenti statali legati soprattutto al fondo nazionale di efficienza energetica gestito da Invitalia (<https://www.invitalia.it/cosa-facciamo/rafforziamo-le-imprese/fnee>).

4.3 I possibili approcci finanziari

Nel finanziamento della riqualificazione energetica degli edifici entrano in gioco investimenti, rischi e risparmi attesi ed è importante strutturare le operazioni in modo tale da garantire il giusto equilibrio tra tutti gli attori coinvolti nonché una equilibrata ripartizione dei benefici.

L'approccio classico rappresentato nel grafico "senza ESCo e con ESCo" riproduce le due opzioni attualmente in mano agli enti territoriali.



Figura 30: Approcci finanziari senza ESCO e con ESCO

A questo si intende affiancare una ulteriore possibilità tramite modelli innovativi in grado di massimizzare i benefici ambientali intervenendo in maniera completa sugli edifici pubblici e individuando, anche, modalità per distribuire su più soggetti, e non solo sulla ESCo ma anche su investitori professionali, i rischi e i benefici finanziari degli interventi.

Un modello in cui, l'applicazione del contratto EPC (Energy Performance Contract) deve portare ad una più elevata responsabilizzazione degli attori pubblici e privati che partecipano al processo e che può comportare un coinvolgimento maggiore e la creazione di una vera filiera produttiva con una regia unitaria. Un modello in grado di attuare operazioni guardando agli interessi pubblici e allo sviluppo di iniziative in grado di coinvolgere investitori istituzionali.

In questo modo pensiamo che i rischi possano essere allocati, non solo in linea con la normativa Eurostat (off balance), ma soprattutto in maniera efficiente e tenendo in debita considerazione la misura degli stessi e l'entità degli investimenti che ciascun soggetto è in grado di attuare.

4.4 Lo sviluppo delle attività all'interno dell'energy management

Per definire i meccanismi descritti, e considerando l'importanza della base line, il gruppo di lavoro all'interno dell'Energy Management realizza studi di fattibilità tecnico-economici finalizzati a descrivere:

- lo status quo degli edifici e le principali caratteristiche costruttive;
- gli usi attuali e quelli futuri;
- i margini di miglioramento e di efficientamento con la identificazione delle tecnologie impiegabili;
- gli scenari di fattibilità economica, finanziaria e i benefici e costi pubblici e sociali;
- l'attività di fund raising pubblico e privato;
- le procedure amministrative da seguire per il rispetto del codice dei contratti e della legge provinciale di riferimento;
- le condizioni legali, tecniche ed economiche al fine di procedere alle identificazioni di veicoli di finanziamento e di attuazione innovativi;

Queste attività sono già state avviate per un primo lotto di edifici pubblici all'interno del progetto "Building Renovation+" così come approvato dalla Giunta della Provincia Autonoma di Bolzano n° 299 del 16 aprile 2019.

5 Strategie per migliorare il comportamento degli utenti e la gestione energetica del patrimonio

Al di là delle caratteristiche dell'edificio, il ruolo delle persone e degli utenti che quotidianamente lavorano e frequentano questi edifici ha un impatto rilevante sui consumi energetici.

L'attività di coinvolgimento e di sensibilizzazione degli utilizzatori di edifici pubblici mira a creare e rafforzare un contesto sociale e culturale nel luogo di lavoro o di studio che garantisce un uso ottimale dell'energia negli edifici di proprietà della Provincia altoatesina.

Per raggiungere questo obiettivo ambizioso, il tavolo di lavoro propone di lavorare su tre obiettivi specifici:

- analizzare i comportamenti energetici;
- sensibilizzare i gli utilizzatori su temi di risparmio energetico in edifici e sui comportamenti energetici ottimali e rafforzare la consapevolezza di poter contribuire alla riduzione dei consumi e delle emissioni attraverso piccole azioni quotidiane;
- promuovere il cambiamento di comportamenti per un uso ottimale dell'energia negli edifici pubblici attraverso un sistema di promozione basato su risorse di tipo sociale o socio-economico.

La sensibilizzazione degli utenti, quindi, permetterà di risparmiare energia non solo investendo risorse economiche, ma soprattutto investendo in risorse sociali e di relazione tra colleghi e tra studenti.

Allegato I Consumi e costi 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 2017 – 2020 .

Cantieri stradali e punti logistici

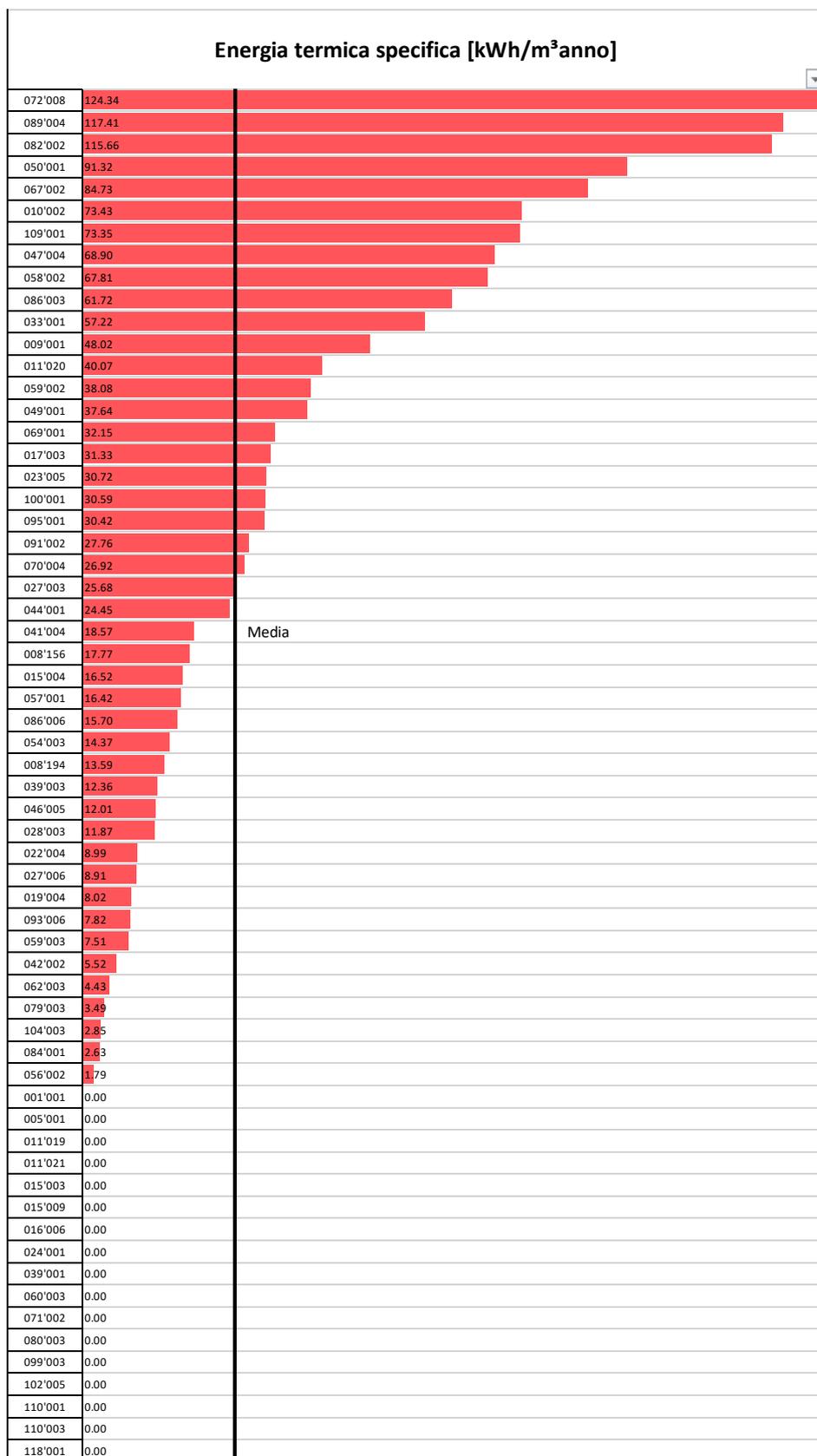


Figura 31: Consumo medio di energia termica specifica per i cantieri stradali e i punti logistici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

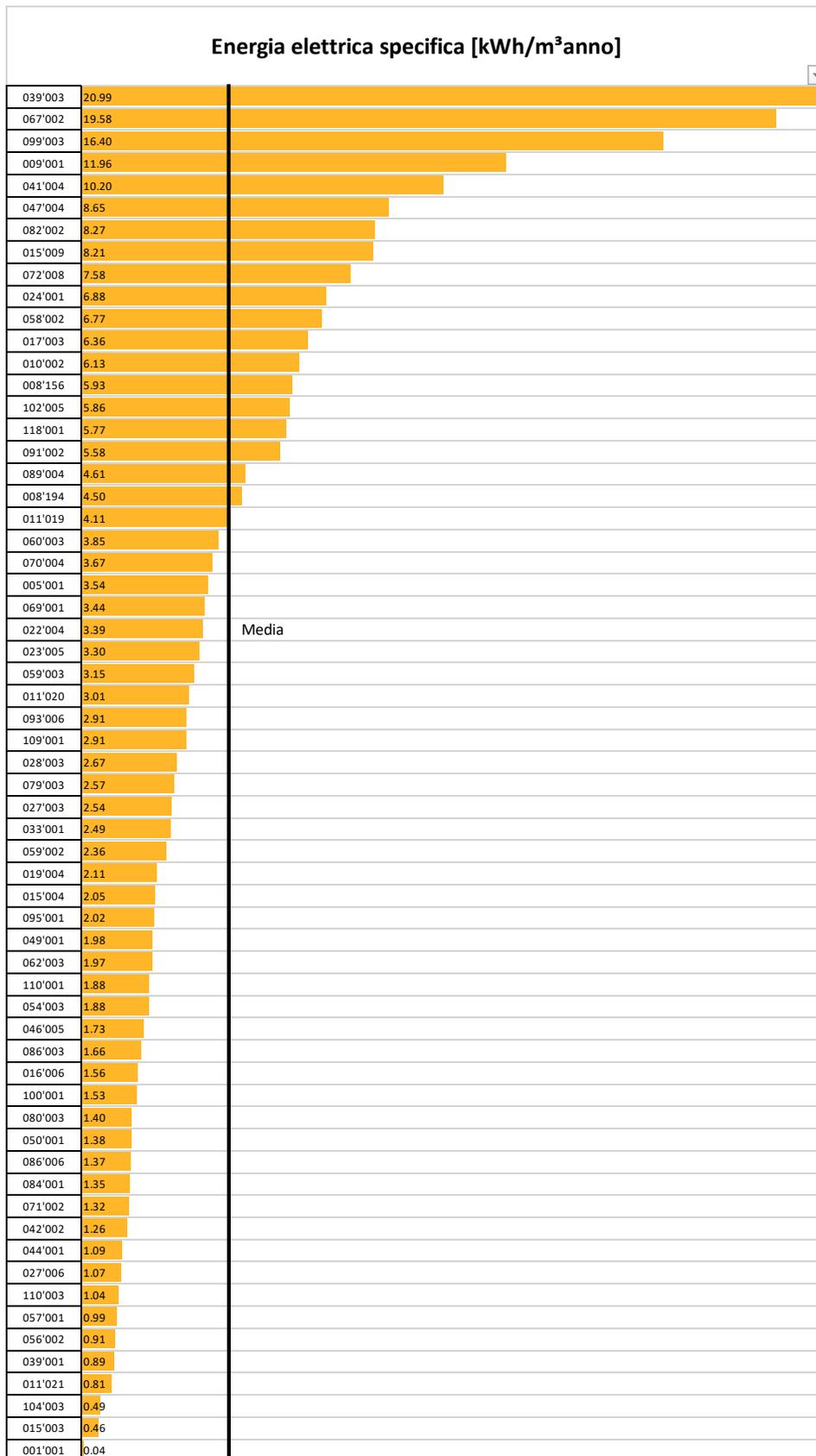


Figura 32: Consumo medio di energia elettrica per i cantieri stradali e i punti logistici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

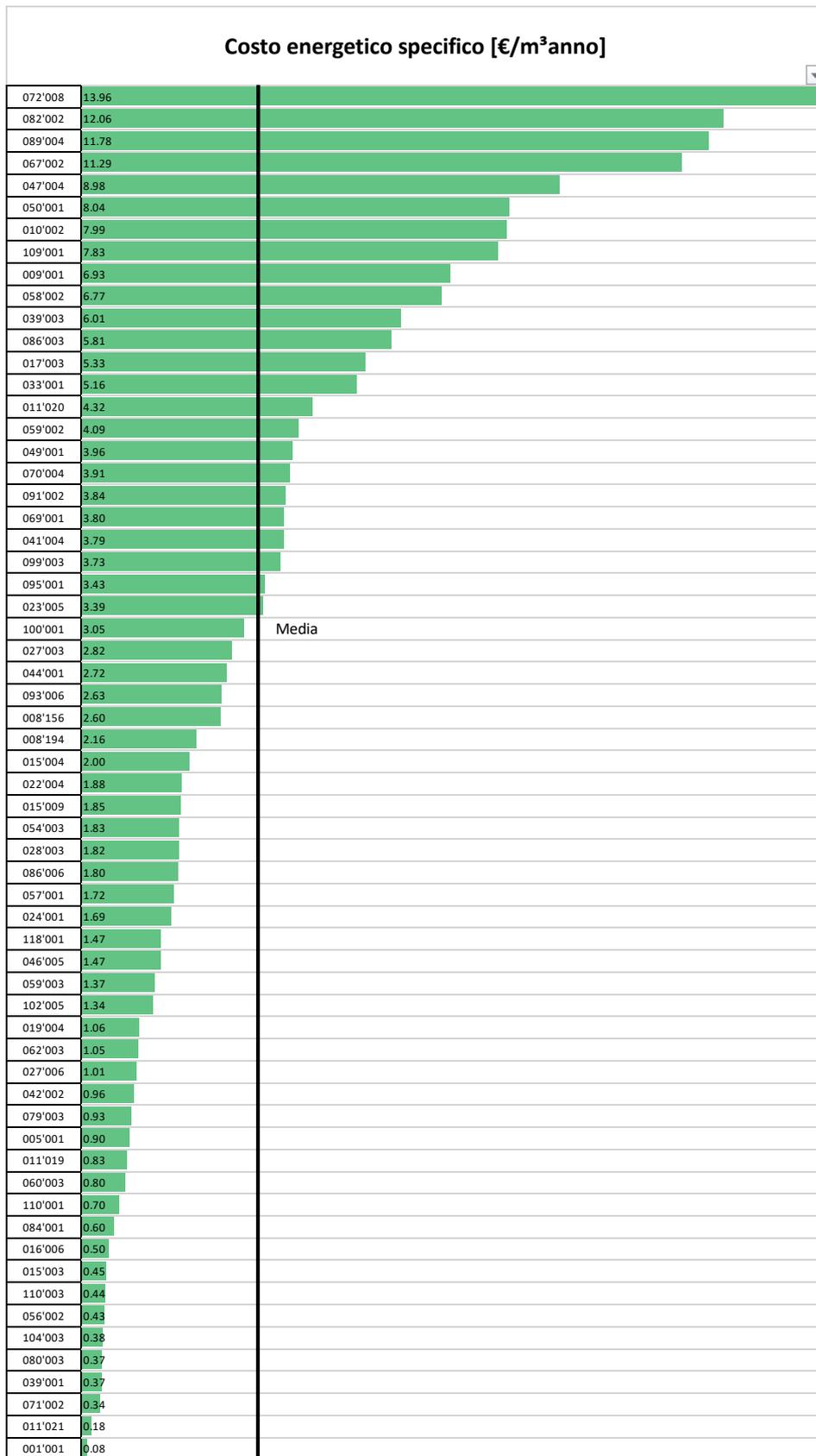


Figura 33: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico dei cantieri stradali e dei punti logistici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

I cantieri stradali e i punti logisti della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017 - 2020 hanno consumato in media 25.34 kWh/m³anno di energia termica, 4.14 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 3.30 €/m³anno.

Uffici

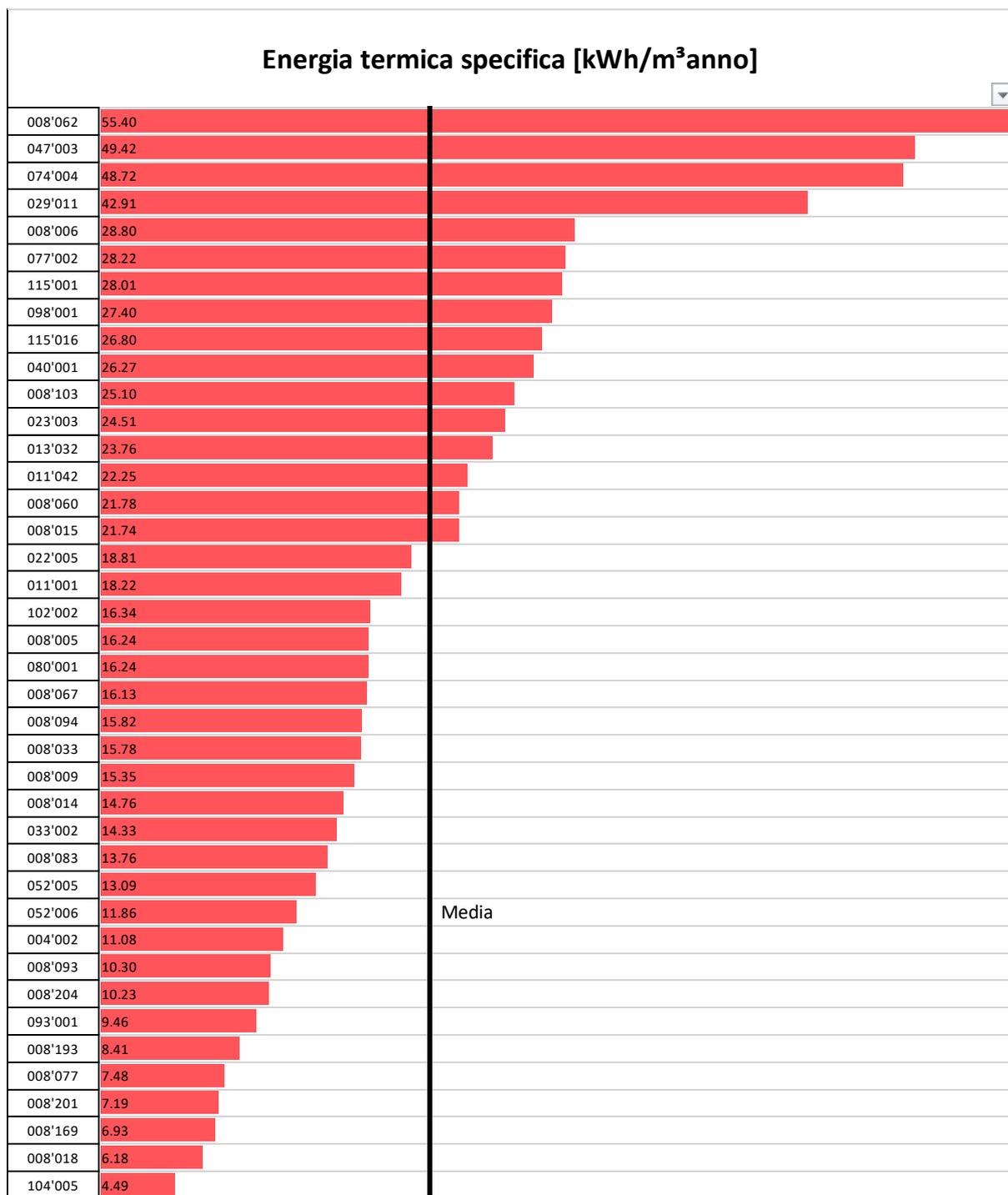


Figura 34: Consumo medio di energia termica specifica per gli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

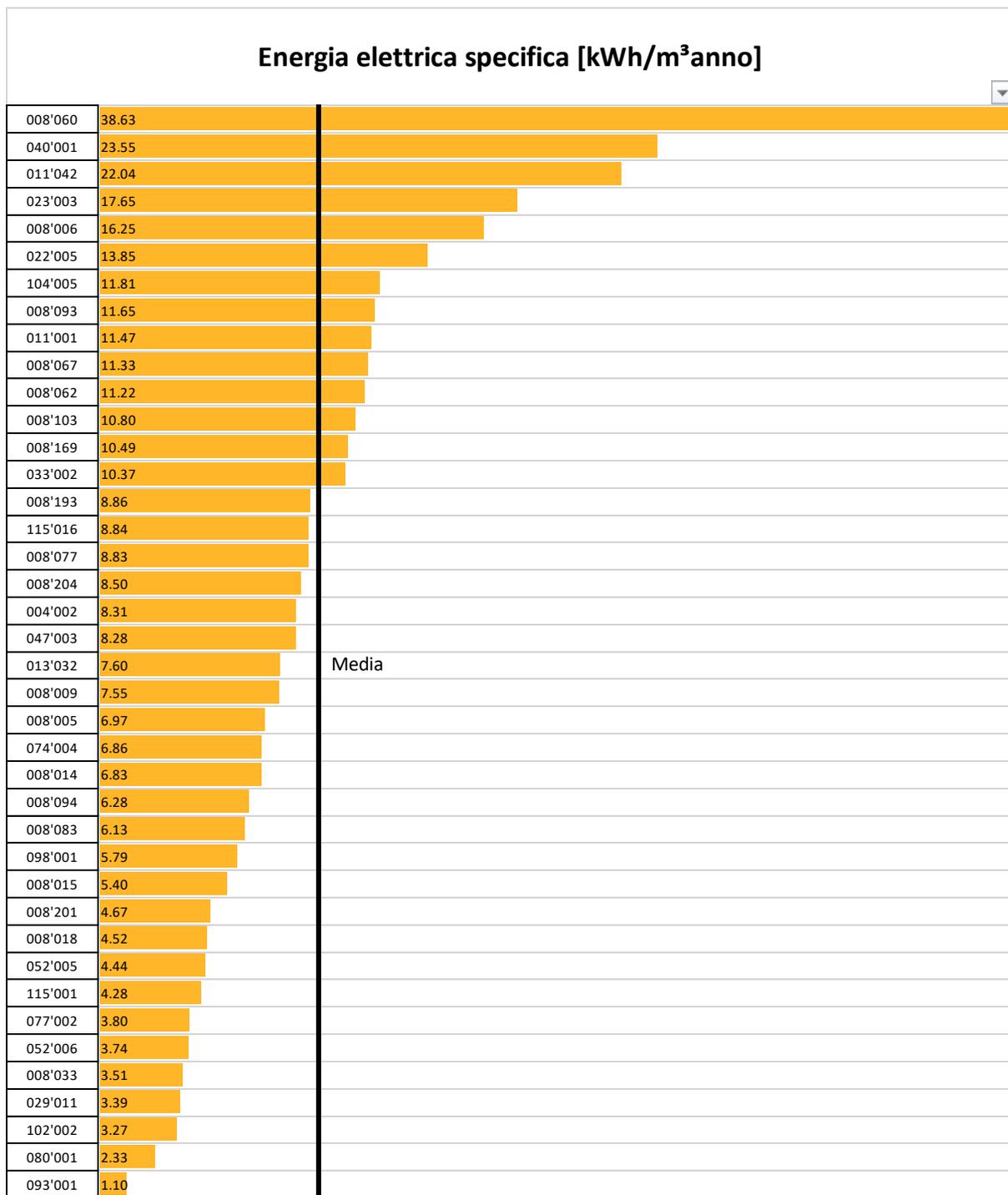


Figura 35: Consumo medio di energia elettrica specifica per gli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

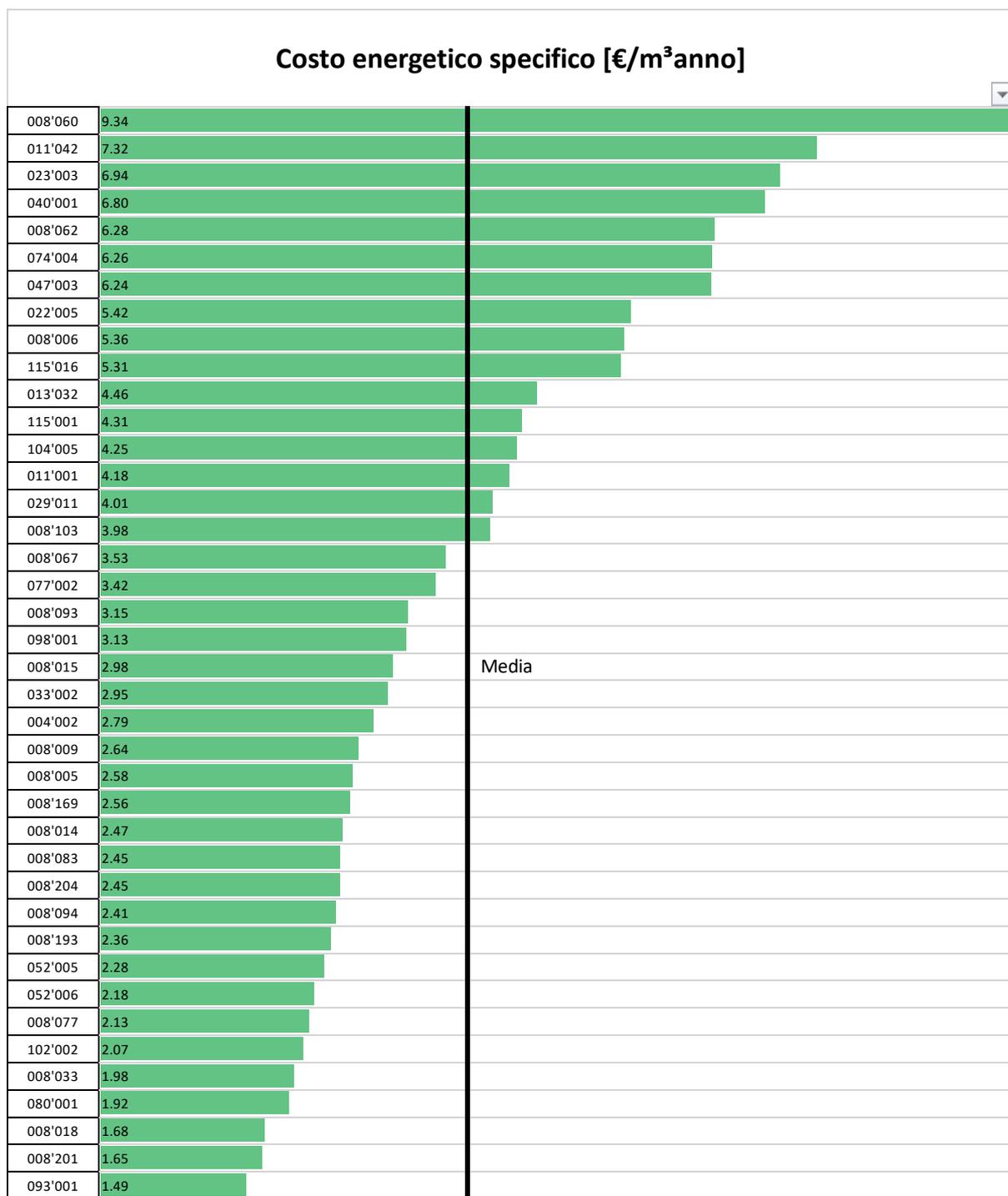


Figura 36: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico degli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

Gli uffici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020 hanno consumato in media 19.99 kWh/m³anno di energia termica, 9.28 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 3.74 €/m³anno.

Edifici scolastici



Figura 37: Consumo medio di energia termica specifica per gli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

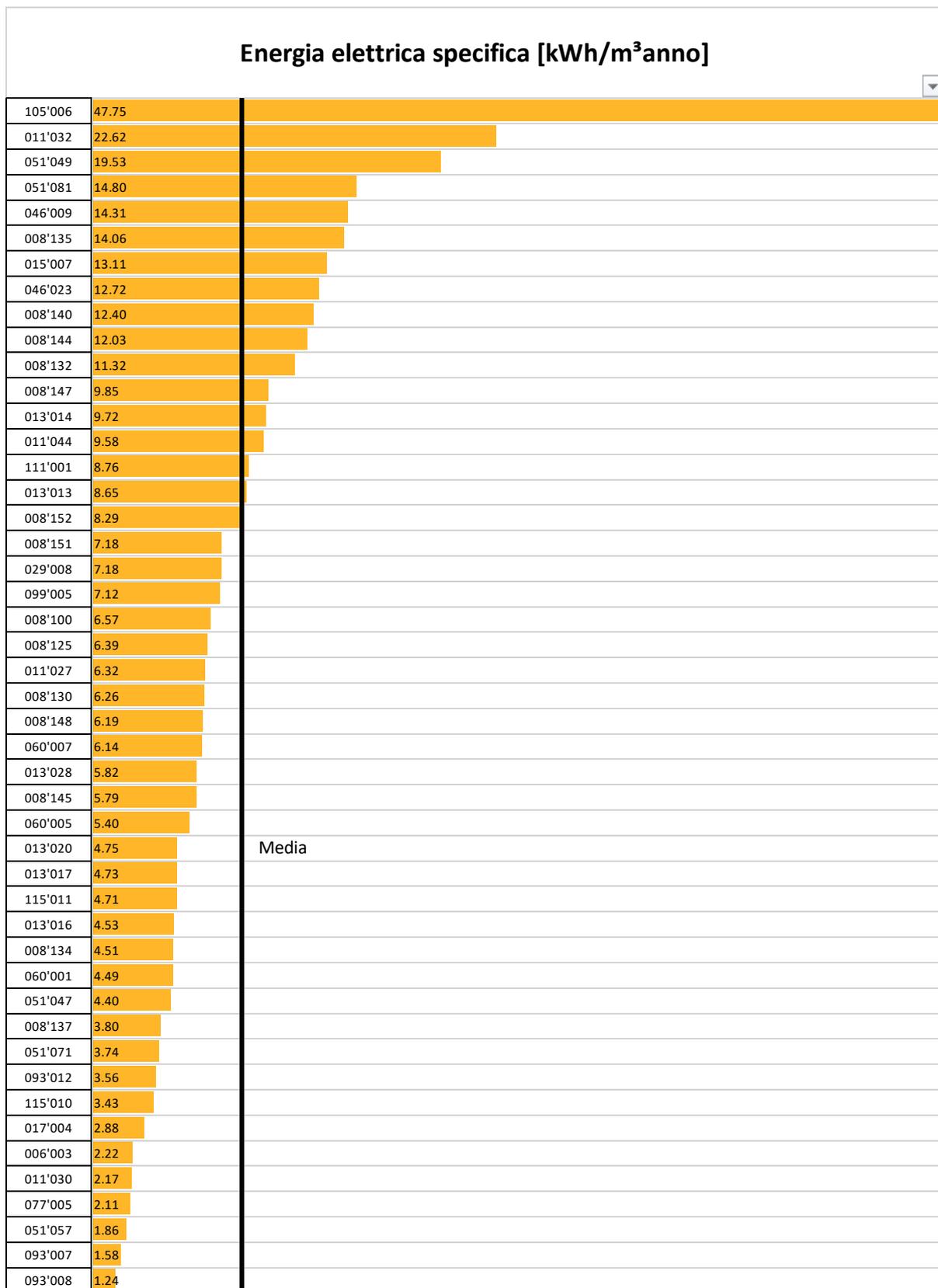


Figura 38: Consumo medio di energia elettrica specifica per gli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

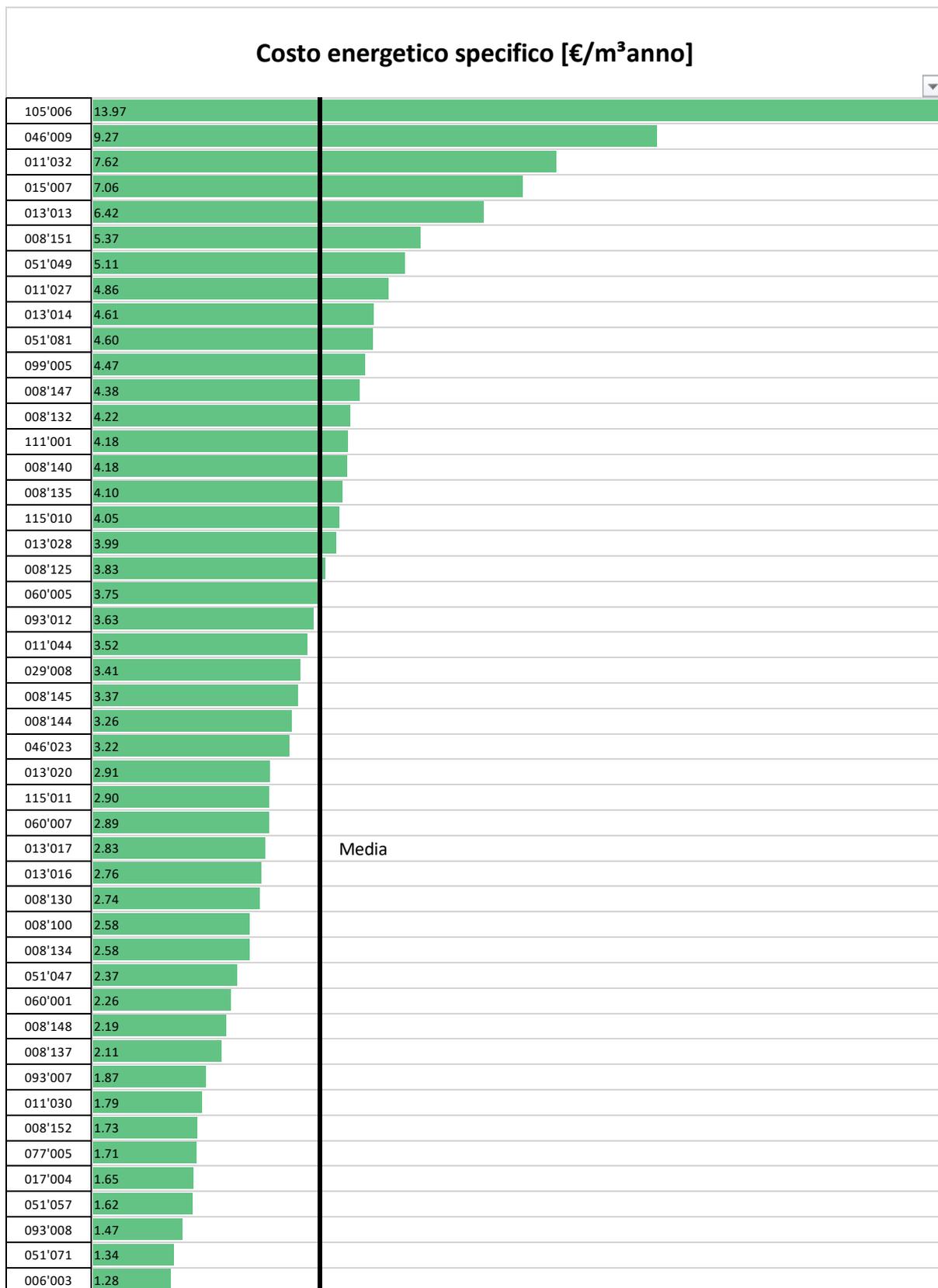


Figura 39: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico degli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

Gli edifici scolastici della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020 hanno consumato in media 23.95 kWh/m³anno di energia termica, 8.23 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 3.74 €/m³anno.

Scuole professionali

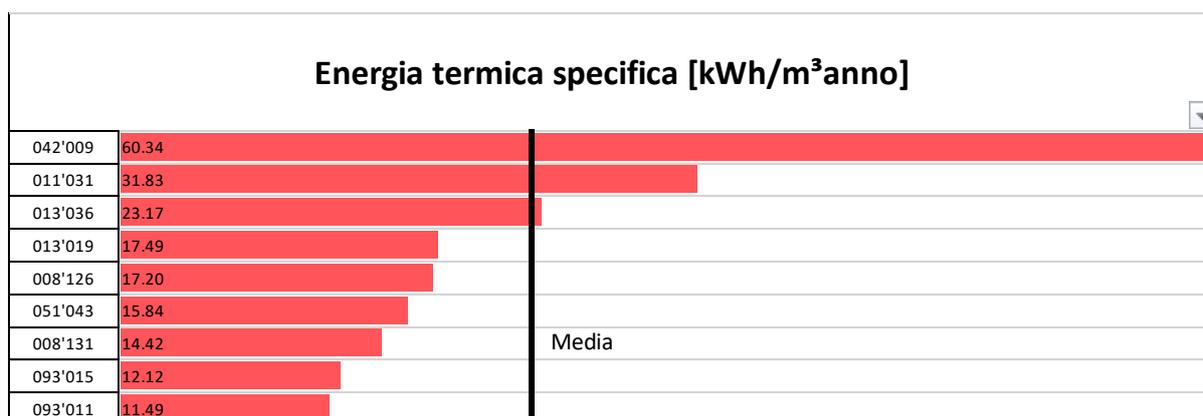


Figura 40: Consumo medio di energia termica specifica per le scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

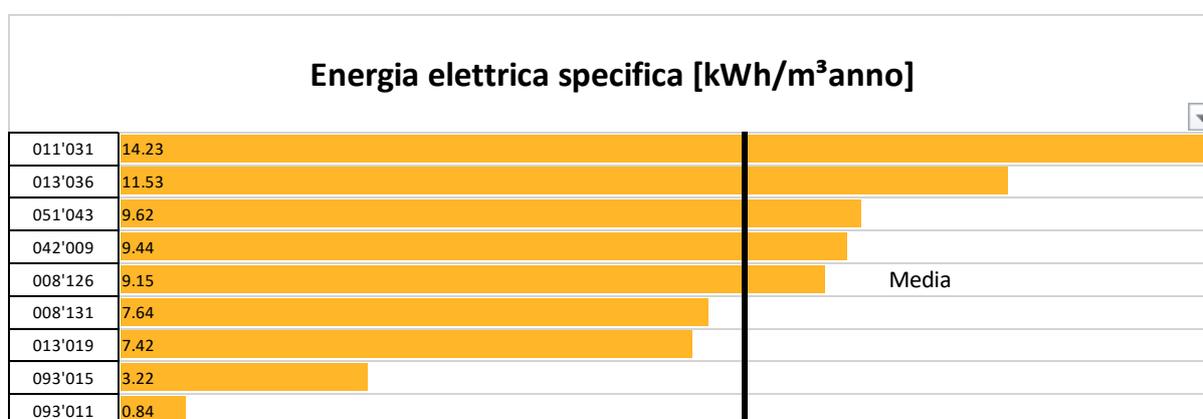


Figura 41: Consumo medio di energia elettrica specifica per le scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

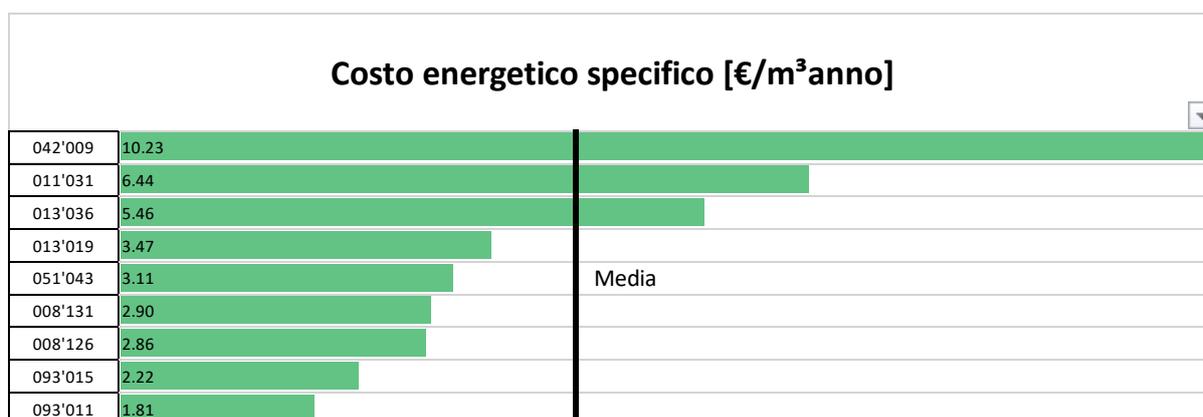


Figura 42: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico delle scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

Le scuole professionali della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020 hanno consumato in media 22.66 kWh/m³anno di energia termica, 8.12 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 4.28 €/m³anno.

Impianti sportivi

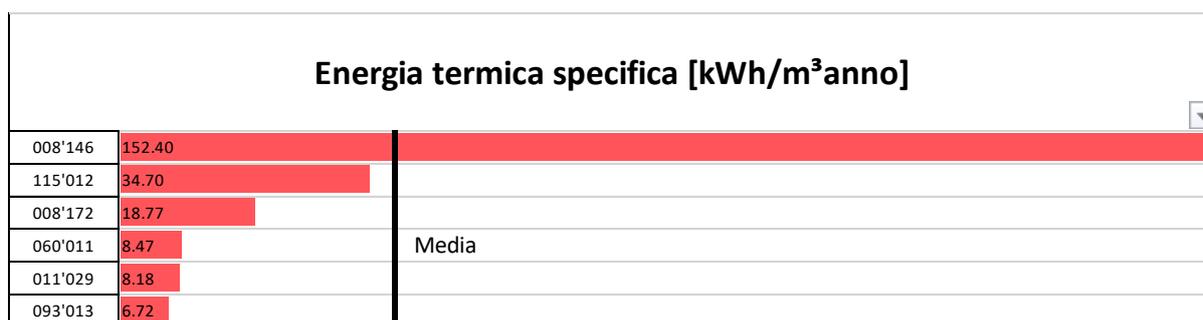


Figura 43: Consumo medio di energia termica specifica per gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

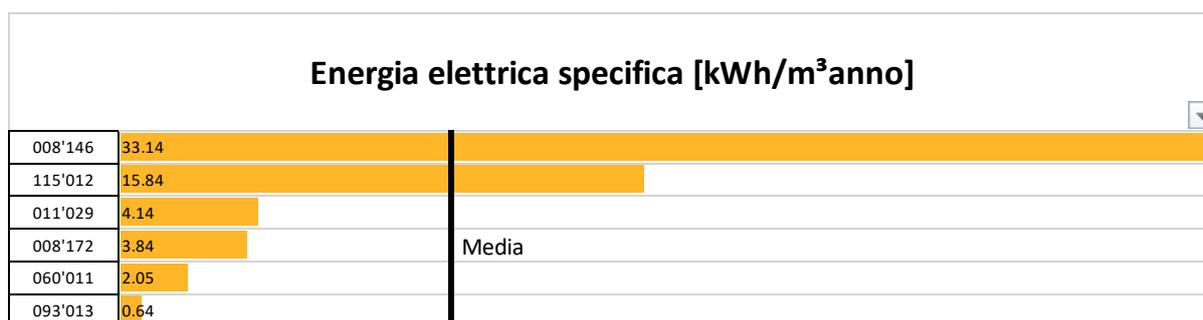


Figura 44: Consumo medio di energia elettrica specifica per gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

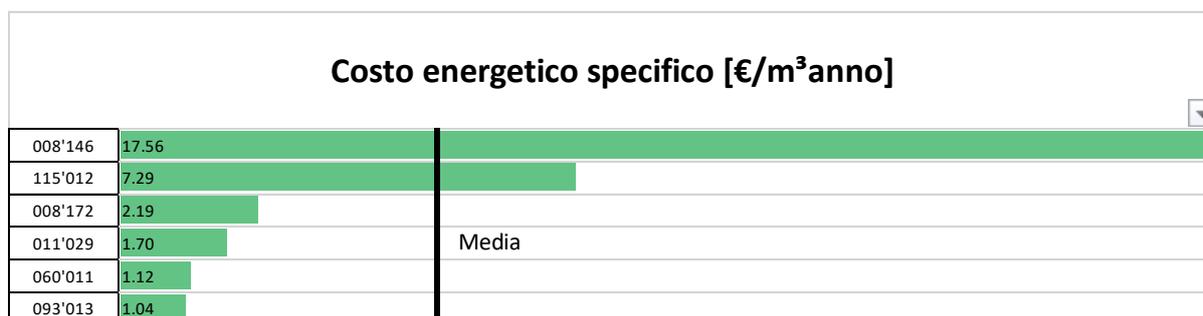


Figura 45: Costo medio per l'approvvigionamento energetico specifico per gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020

Gli impianti sportivi della Provincia Autonoma di Bolzano per gli anni 2017-2020 hanno consumato in media 38.21 kWh/m³anno di energia termica, 9.94 kWh/m³anno di energia elettrica con un costo energetico medio di 5.15 €/m³anno.