Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

ASSOIMMOBILIARE

Benchmark di consumo energetico degli edifici per uffici in Italia

Rapporto Monografico

Maggio 2019

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

ASSOIMMOBILIARE

A cura di

Antonino De Pasquale

ENEA laboratorio DUEE-SPS-ESE (Domenico Santino, Fabrizio Martini, Silvia Ferrari)

Comitato Sostenibilità Assoimmobiliare

Sommario

Prefazione Assoimmobiliare 5
Prefazione ENEA 6
1 Executive summary 7
1.1 Descrizione del campione 7
1.2 Analisi degli usi finali 9
1.3 Indici di prestazione energetica 11
1.4 Foglio di calcolo per le diagnosi degli edifici per uffici 13
2 Metodo di analisi 15
2.1 Selezione dei dati 15
2.2 Estrazione dei dati di consumo 16
2.3 Definizione degli indici di prestazione energetica 16
3 Descrizione del campione 18
3.1 Analisi del campione per aree geografiche 18
3.2 Analisi del campione per zone climatiche 21
3.3 Analisi di superficie e consumi del campione 24
3.4 Analisi per fonte energetica 26
4 Ripartizione dei consumi tra gli usi finali 27
4.1 Quota fonte termica rispetto ai consumi complessivi 31
5 Indici di prestazione 33
5.1 Indice di prestazione per la climatizzazione 34
5.2 Correlazione tra consumo e superficie 36
5.3 Benchmark di consumo specifici (10^{-3} tep/m^2) 38
5.3.1 Indice di prestazione energetica - consumi totali – sud Italia (10^{-3} tep/m^2) 41
5.3.2 Indice di prestazione energetica - consumi totali – centro Italia (10^{-3} tep/m^2) 42
5.3.3 Indice di prestazione energetica - consumi totali – nord Italia (10^{-3} tep/m^2) 43
5.3.4 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica – sud Italia (kWh/m^2) 44
5.3.5 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica – centro Italia (kWh/m^2) 45
5.3.6 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica – nord Italia (kWh/m^2) 46
5.3.7 Indice di prestazione energetica - consumi fonti termiche – sud Italia (10^{-3}tep/m^2) 47

5.3.8 Indice di prestazione energetica - consumi fonti termiche – centro Italia (10^{-3}tep/m^2) 48

5.3.9 Indice di prestazione energetica - consumi fonti termiche – nord Italia (10^{-3}tep/m^2) 49

5.3.10 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva – sud Italia (kWh/m^2) 50

5.3.11 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva ed invernale – sud Italia (kWh/m^2) 51

5.3.12 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva– centro Italia (kWh/m^2) 52

5.3.13 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva e invernale – centro Italia (kWh/m^2) 53

5.3.14 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva – nord Italia (kWh/m^2) 54

5.3.15 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva e invernale – nord Italia (kWh/m^2) 55

5.3.16 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica illuminazione (kWh/m^2) 56

5.3.17 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica illuminazione (kWh/m^2) 57

6 Proposta di foglio di calcolo per edifici per uffici 58

6.1 Utenze elettriche proposte per i servizi ausiliari 60

6.2 Utenze elettriche proposte per i servizi generali 61

6.3 Utenze fonti termiche proposte per i servizi generali 61

6.4 Flotte auto e consumi autotrazione 62

7 Conclusioni 63

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

ASSOIMMOBILIARE

Prefazione Assoimmobiliare

Il Real Estate è impegnato ormai da anni nel migliorare la qualità degli immobili e l'attenzione ai consumi energetici è uno dei driver principali.

Il processo è iniziato nel 2007 con la certificazione energetica per gli edifici, ha avuto una spinta sostanziale grazie al decreto ministeriale 102/2014 che ha introdotto per le grandi imprese l'obbligo di diagnosi energetica e continua ancora oggi, incoraggiato dalle politiche comunitarie che prestano un'attenzione particolare al tema della sostenibilità ambientale.

La più recente disposizione normativa comunitaria, la direttiva 2018/844/UE richiede ai Paesi europei di elaborare una strategia a lungo termine per sostenere la ristrutturazione degli edifici per raggiungere l'ambizioso obiettivo di un parco immobiliare decarbonizzato e ad alta efficienza energetica entro il 2050, e si propone di facilitare la trasformazione degli edifici esistenti in edifici a energia quasi zero.

In questo contesto si pone l'iniziativa congiunta ENEA-ASSOIMMOBILIARE di realizzare questo studio per fornire agli operatori professionali del settore immobiliare una fotografia dei consumi energetici degli edifici per uffici in Italia.

Si tratta di uno studio rivolto a proprietari e locatari di immobili per uffici che consente un'autovalutazione dei propri consumi, confrontandoli con quelli di un campione di 118 edifici distribuiti su tutto il territorio nazionale.

Anche gli EGE Esperti in Gestione dell'Energia e le ESCO, potranno utilizzare gli indici di prestazione qui elaborati per un rapido confronto con le prestazioni degli edifici oggetto di diagnosi energetica ed avere un parametro per valutare interventi di riqualificazione e ristrutturazione anche integrale.

Da oggi i proprietari di edifici per uffici, i locatari, e tutti i professionisti che operano nel settore dell'efficienza energetica avranno un nuovo strumento di confronto per prendere decisioni che riguardano l'ottimizzazione energetica degli edifici italiani.

Ci auguriamo che questo studio possa fornire un piccolo, ma decisivo contributo per aumentare la consapevolezza energetica nel settore del Real Estate.

Francesco Arnesano

Comitato Sostenibilità Assoimmobiliare

Responsabile Operativo

Prefazione ENEA

Con la pubblicazione in Gazzetta ufficiale del D.Lgs. 102 del 4 luglio 2014, è stata recepita la Direttiva comunitaria UNI CEI 27 del 2012. Sono state in particolare fissate per ciascuno Stato dell'Unione Europea obiettivi vincolanti in termini di riduzione di emissioni di gas climalteranti e di efficienza energetica. La via del cambiamento negli usi finali per i differenti settori economici non può che passare attraverso la conoscenza dello stato di fatto e in quest'ambito l'obbligo di diagnosi energetica ogni 4 anni, istituito con l'art. 8 del D.Lgs. 102, non rappresenta un mero onere burocratico che grava sul mondo delle imprese, ma il primo passo per la progettazione razionale di interventi di natura gestionale, ma soprattutto strutturale, per ciascun comparto.

E' stato verificato in molteplici studi il peso che al settore civile è attribuito negli usi finali dell'energia, ma non viene evidenziato con sufficiente enfasi il costo che le inefficienze rappresentano per gli operatori professionali del settore del Real Estate. L'adozione di buone pratiche e l'implementazione di tecnologie e strategie di gestione devono tuttavia risultare economicamente sostenibili e perfettamente mirati al contesto particolare di ciascuna impresa. Lo strumento della diagnosi energetica, seguendo il percorso dei flussi dei vettori energetici in ingresso, si ripromette di ricostruirne fedelmente le trasformazioni e gli impieghi in un modello energetico che tiene conto delle differenti aree funzionali e, per queste, dei principali utilizzatori. Attraverso la definizione di metriche rappresentative ed il confronto con benchmark consolidati, la diagnosi consente l'individuazione di punti di debolezza e del loro impatto economico, con la valutazione gerarchica degli interventi da implementare attraverso una corretta analisi tecnico-finanziaria.

Fin dalla pubblicazione del Decreto l'ENEA ha avviato un fitto scambio di contributi con associazioni di categoria del settore primario, industriale e del terziario. La conoscenza delle problematiche specifiche comuni alle imprese del medesimo ambito, nonché la definizione di dettaglio di sottogruppi accomunati da medesima natura e destinazione d'uso hanno permesso di ottenere indicatori di prestazione energetica generali e specifici consistenti, risultando in uno strumento affidabile di riferimento, in grado di superare l'eccessiva generalità che ancora si riscontra in molti casi in letteratura. Il patrimonio di diagnosi energetiche pervenute ed esaminate a partire dal 2015 costituisce quindi la base per un lavoro di approfondimento, in grado allo stesso tempo di facilitare il compito della redazione delle diagnosi per il nuovo ciclo quadriennale e di supportare la competitività del tessuto economico del Paese.

1 Executive summary

Questo documento ha l'obiettivo di fornire agli operatori del settore immobiliare i benchmark di riferimento per valutare in maniera critica consumi degli edifici per uffici.

1.1 Descrizione del campione

Lo studio si basa sui consumi reali di 123 diagnosi energetiche di edifici per uffici ubicati su tutto il territorio nazionale con un consumo annuo complessivo di circa 40'000 tep, i dati utilizzati sono stati estratti da ENEA dal Portale Audit 102[1], che raccoglie i risultati delle diagnosi energetiche presentate dalle grandi imprese ed energivore, per assolvere agli obblighi dell'art. 8 del Decreto Legislativo 102/2014 a partire dal 2015, forniti, ai fini dello studio, in forma aggregata.

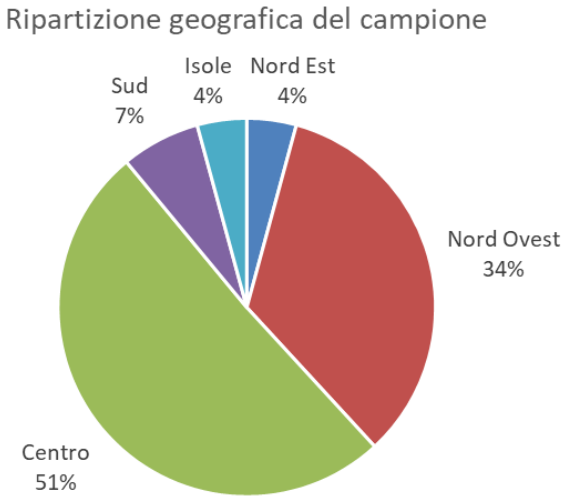


Figura 1 - Distribuzione del campione (numero edifici) per aree geografiche del territorio italiano

Gli edifici scelti rappresentano un campione rappresentativo e proporzionato, per quanto possibile, alle diagnosi pervenute ad Enea.

Risulta ampio il range in termini di superficie (da 90 a 95'000 m^2); sono inclusi perciò sia singole unità immobiliari, sia interi complessi direzionali composti da più edifici.

[1] http://www.efficienzaenergetica.enea.it/per-le-imprese/diagnosi-energetiche/portale-audit102

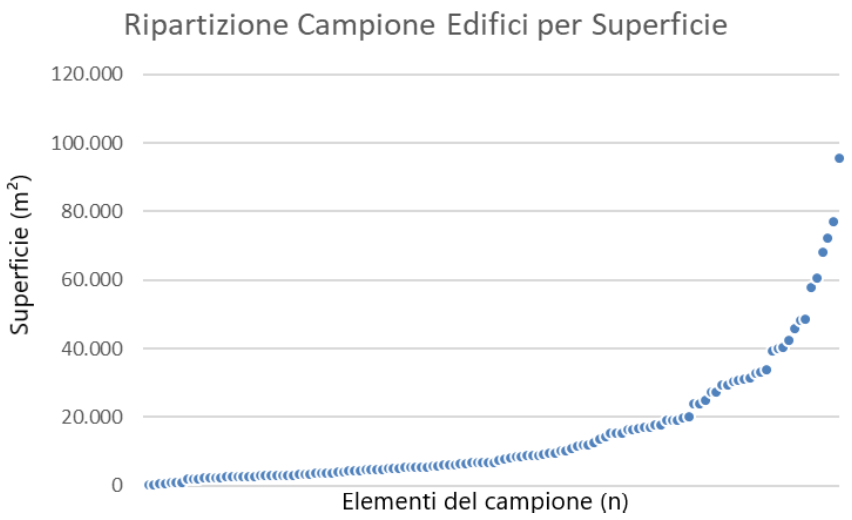


Figura 2 – Ripartizione del campione per superficie, disposta in ordine crescente.

Il campione abbraccia analogamente siti con consumi estremamente ridotti e siti con consumi molto elevati (10-6'600 tep).

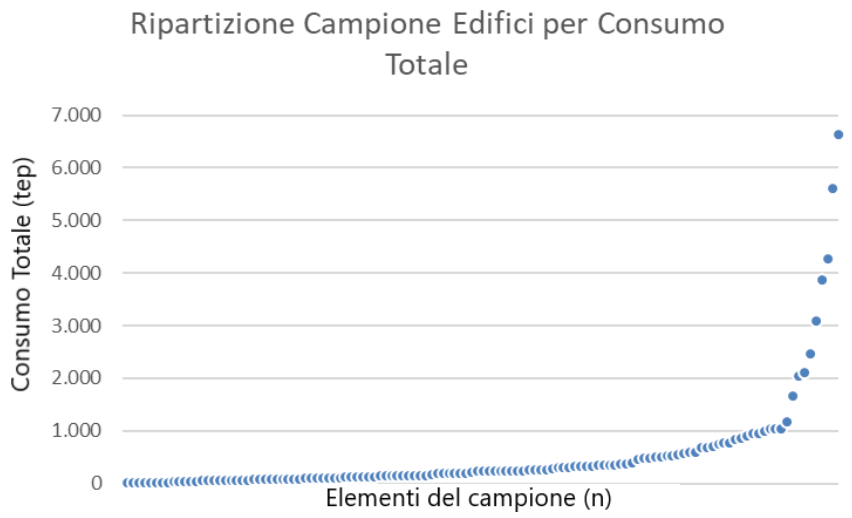


Figura 3 – Ripartizione del campione per consumo totale, disposta in ordine crescente.

Anche le fonti energetiche utilizzate dagli edifici rispecchiano le peculiarità nazionali: la maggior parte degli edifici è alimentata da energia elettrica e gas naturale (70%), seguiti da edifici alimentati da sola fonte elettrica (34%).

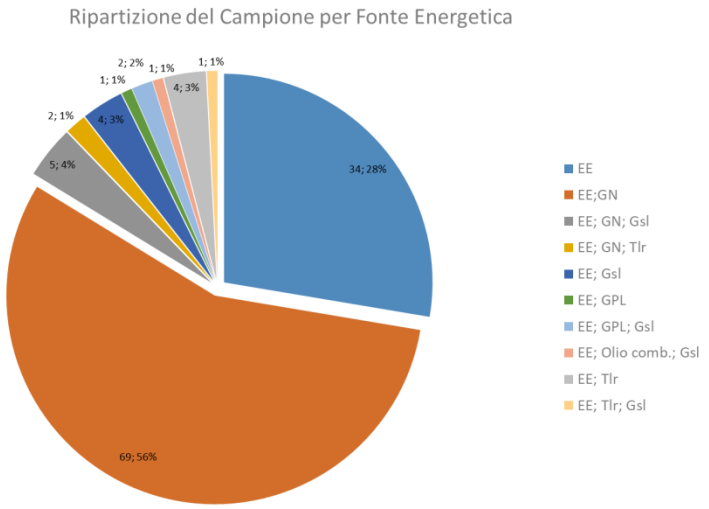


Figura 4 – Ripartizione del campione rispetto la tipologia di fonte energetica che alimenta l'edificio.

1.2 Analisi degli usi finali

Entrando nel merito dei singoli usi finali dell'energia all'interno di ciascun sito, è stato importante individuare usi energetici non presenti in tutti gli edifici (es. mense aziendali, server farm), per scorporarle e studiarle separatamente, mantenendo l'omogeneità dei dati analizzati.

Di particolare interesse è stata l'analisi delle server farm, presenti in 40 edifici, con un'incidenza sui consumi totali che oscilla tra il 60% e l'1%.

Considerando le sole utenze presenti in tutti gli edifici del campione, si nota che i consumi di climatizzazione sono prevalenti (57%), seguiti dai consumi degli apparecchi FEM (25%) e dall'illuminazione (17%). Queste proporzioni si mantengono pressoché invariate al variare delle dimensioni degli edifici.

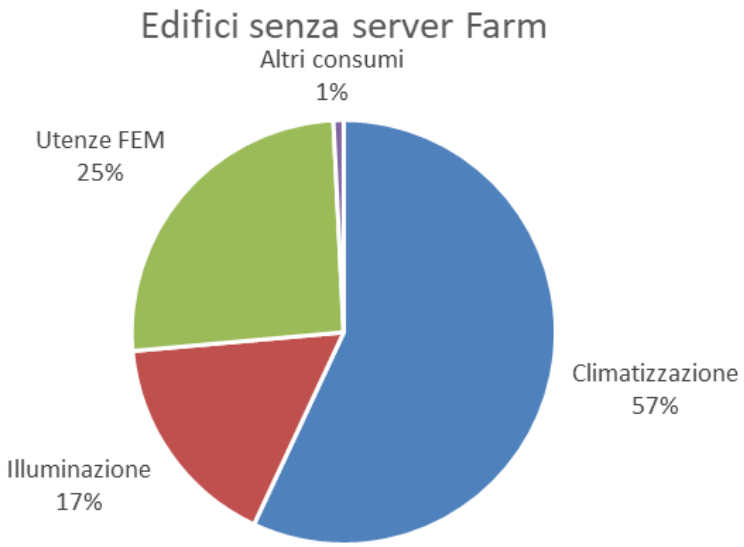


Figura 5 – Ripartizione dei consumi nel campione di edifici privi di Server Farm

Un'importante analisi critica è stata possibile analizzando le modalità di definizione degli usi energetici da parte dei tecnici che hanno redatto le diagnosi. In particolare le utenze FEM raggruppano, oltre ai consumi per gli apparecchi da ufficio, una serie variegata di apparecchi presenti ai piani.

La disomogeneità di approccio e le necessità di definire degli indicatori condivisi, ha indotto a proporre una personalizzazione del foglio Excel di accompagnamento alle future diagnosi energetiche per gli edifici per ufficio, in modo da fornire uno standard nella classificazione dei consumi, che segua le indicazioni già fornite da Assoimmobiliare nelle Linee guida per il monitoraggio degli edifici del terziario e che rispecchi in parte la classificazione dei consumi proposta negli attestati di prestazione energetica

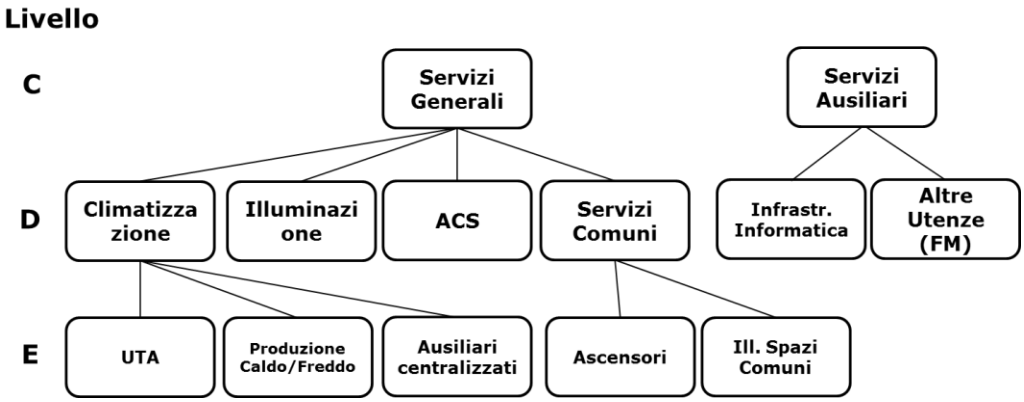


Figura 6 – Ripartizione del campione per consumo totale Schema usi finali elettrici tipici di un edificio per uffici

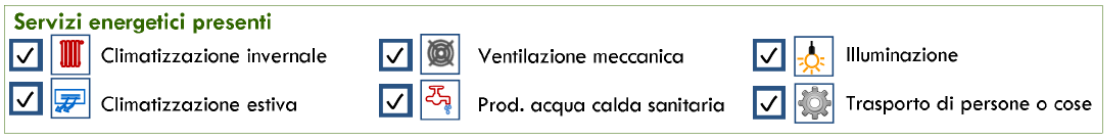


Figura 7 – Servizi energetici analizzati negli attestati di prestazione energetica

1.3 Indici di prestazione energetica

Gli indici di prestazione sono stati ottenuti dividendo i consumi per le superfici dichiarate.

Dall'analisi dei risultati sono emerse interessanti considerazioni che si condividono qui brevemente.

Il confronto dei consumi delle tre utenze energetiche principali, climatizzazione, illuminazione e apparecchi, ha fornito dei risultati omogenei al centro sud, ma con variazioni significative (per tutti e tre i parametri) al nord.

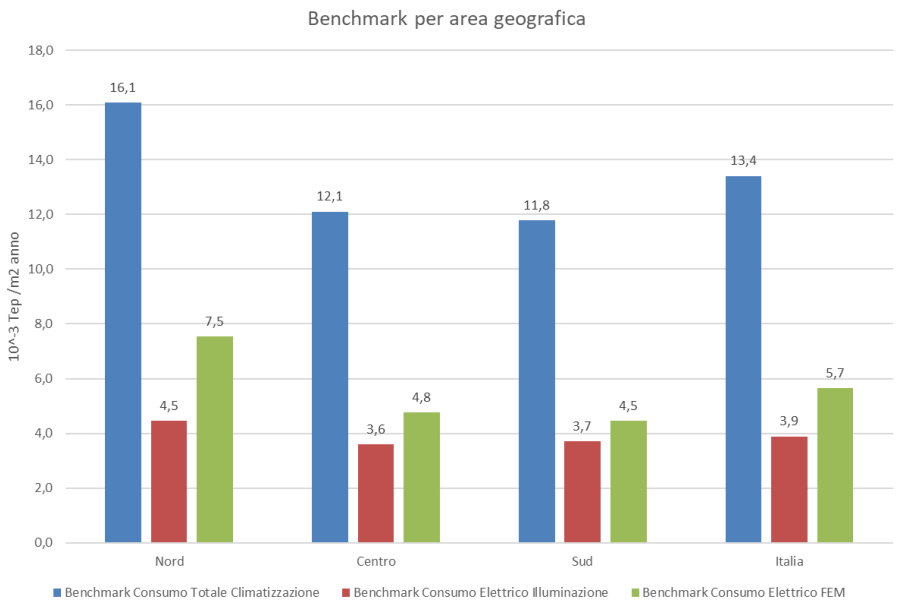


Figura 8 - Confronto grafico, tramite istogramma, tra i vari IPE delle utenze di: climatizzazione, illuminazione e forza motrice,. Il confronto si sviluppa tra le varie applicazioni delle utenze al sud, al centro e al nord Italia.

La climatizzazione è stata analizzata sfruttando le informazioni disponibili sulle fonti energetiche, è stato possibile quindi confrontare per esempio gli edifici la cui climatizzazione è interamente elettrica da edifici con climatizzazione ottenuta da fonte mista (termica ed elettrica).

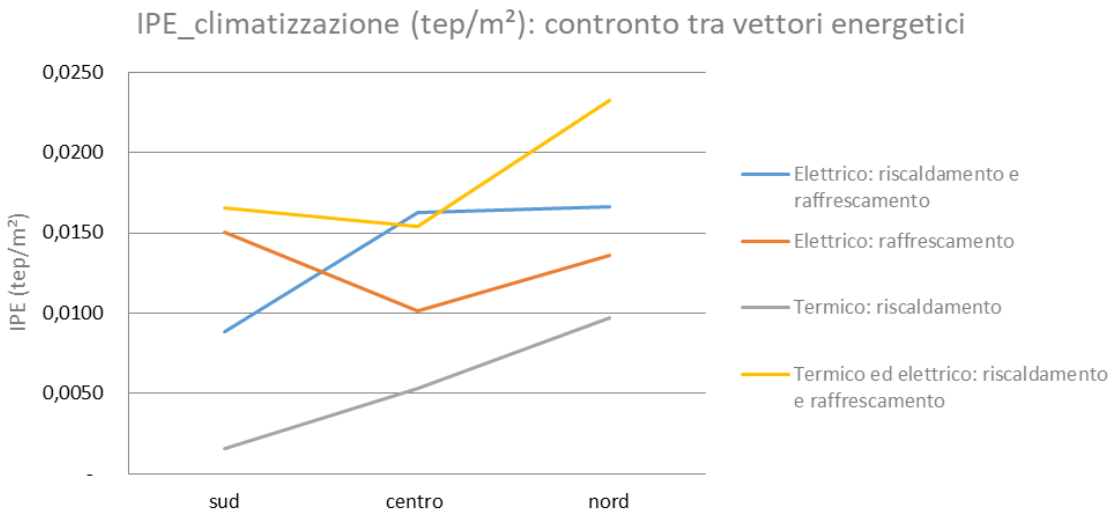


Figura 9 - Confronto grafico, tra gli IPE medi delle utenze di climatizzazione

Laddove significativo in termini di numerosità del campione e distribuzione dei dati si è preferito fornire dei benchmark specifici, modificando opportunamente la popolazione del campione con accorpamenti per aree geografiche omogenee.

I benchmark sono stati elaborati come media aritmetica degli indici di prestazione di ciascun edificio, espressi in tep/m^2 o kWh/m^2 a seconda della fonte o delle fonti energetiche considerate.

Per ogni popolazione è stata poi calcolata la deviazione standard che ha consentito di dare un giudizio qualitativo sulla correlazione del campione.

Per valutare l'affidabilità dell'indicatore "valore medio ± deviazione standard", sono stati i definiti i seguenti criteri:

A) Se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta minore del 20%, l'affidabilità dell'indicatore è ritenuta "ALTA"

B) Se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta compreso tra il 20% e il 60% l'affidabilità dell'indicatore è ritenuta "MEDIA"

C) Se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta maggiore del 60%, l'affidabilità dell'indicatore è ritenuta "BASSA"

TIPOLOGIA DI CONSUMO	CAMPO DI ESISTENZA SUPERFICIE		CAMPO DI VARIAZIONE INDICE		Grado di affidabilità
	MIN	MAX	Unità di misura	IPEmedio ± D.S.	
	m²	m²			
Energia generale Totale SUD ITALIA	2.900	20.100	10^{-3}tep/m²	22,6 ± 11,1	Medio
Energia generale Totale CENTRO ITALIA	800	95.700	10^{-3}tep/m²	24,9 ± 13,7	Medio
Energia generale Totale NORD ITALIA	500	60.700	10^{-3}tep/m²	38 ± 31	Basso
Energia Elettrica generale SUD ITALIA	2.900	20.100	kWh/m²	115,9 ± 56,2	Medio
Energia Elettrica generale CENTRO ITALIA	800	95.700	kWh/m²	108,7 ± 61,3	Medio
Energia Elettrica generale NORD ITALIA	500	60.700	kWh/m²	155,5 ± 142,1	Basso
Altri vettori energetici SUD ITALIA	2.900	20.100	10^{-3}tep/m²	1,6 ± 1,2	Basso
Altri vettori energetici CENTRO ITALIA	800	95.700	10^{-3}tep/m²	5,1 ± 4,0	Basso
Altri vettori energetici NORD ITALIA	500	60.700	10^{-3}tep/m²	8,8 ± 8,5	Basso
Energia Elettrica climatizzazione SUD ITALIA	2.900	20.100	kWh/m²	61,4 ± 26,9	Medio
Energia Elettrica climatizzazione CENTRO ITALIA	800	95.700	kWh/m²	55,5 ± 46,3	Basso
Energia Elettrica climatizzazione estiva NORD ITALIA	2.000	60.700	kWh/m²	54,0 ± 39,2	Basso
Energia Elettrica climatizzazione estiva e invernale NORD ITALIA	500	9.000	kWh/m²	67,4 ± 33,2	Medio
Energia Elettrica illuminazione ITALIA	500	95.700	kWh/m²	24,7 ± 16,5	Basso
Energia Elettrica per FEM ITALIA	500	95.700	kWh/m²	38,1 ± 35,2	Basso

Tabella 1 – Indici di prestazione tabella riassuntiva

1.4 Foglio di calcolo per le diagnosi degli edifici per uffici

A supporto degli EGE e Auditor Energetici che nei prossimi mesi si troveranno a redigere diagnosi per il rispetto degli obblighi del D. Lgs. 102/14, si propone e si allega al presente studio una versione del foglio di calcolo proposto da Enea, focalizzata sugli edifici per uffici, che consente di suddividere correttamente le utenze energetiche, definendo dei parametri di normalizzazione specifici, utili per il confronto.

La standardizzazione e la codifica delle utenze e dei parametri consentirà in futuro di avere informazioni più dettagliate e precise sugli usi energetici all'interno degli edifici per uffici.

Nel foglio di calcolo si propone ai professionisti di associare ai dati di consumo la data di costruzione o ristrutturazione importante dell'edificio e i dati dell'attestato di prestazione energetica (APE).

L'anno di costruzione/riqualificazione è un parametro fondamentale, perché consente confronti omogenei tra immobili appartenenti a epoche costruttive omogenee.

Si ritiene inoltre importante che i dati di fabbisogno energetico e classe energetica ottenuti dagli APE e i consumi effettivi, calcolati o misurati durante le diagnosi, benché abbiano finalità diverse, debbano essere sempre più vicendevolmente intelligibili e confrontabili, al fine di contribuire contestualmente alla conoscenza delle prestazioni energetiche dell'edificio e facilitarne le scelte in termini di opportunità di efficientamento.

A titolo di esempio si riporta la proposta di ripartizione dei consumi elettrici, rimandando al capitolo 6 per eventuali ulteriori approfondimenti.

LB		ENERGIA ELETTRICA	CONSUMO	TEP ING.	Ipg 1		VERIFICA			
			kWh	tep	tipo misura	kWh / m²	Consumi monitorati/ calcolati kWh	Altro kWh	% copertura	E' necessario dettagliare maggiormente la suddivisione dei consumi
	j=1	ENERGIA ELETTRICA	0,0	0,0			0	0		

LC	1.2	ENERGIA ELETTRICA	CONSUMO	TEP ING.	Ipg		D.s.			Ips	
		SERVIZI AUSILIARI	0,0	0,0	tipo misura	kWh / m²	valore	Unità di misura	tipo misura [campagna misura, a campione, permanente, calcolo, contatore fiscale]	valore	u.m. [kWh/D.s.]
LD	1.2.1	Apparati ICT					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.2.2	Altre utenze elettriche					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.2.3	Consumo complessivo Server Farm					0	kW	permanente		kWh / kW
	1.2.4										
	1.2.5										
LE	1.2.3.1	Server Farm: consumo apparati ICT					0,0	kWh			kWh / kWh
	1.2.3.2	Server farm: Climat., Illum, utenze e perdite									
	1.2.3.3	Server farm: altro	0,0		calcolo						

Figura 10 – Proposta di servizi ausiliari per l'energia elettrica

LC	1.3	ENERGIA ELETTRICA	CONSUMO	TEP ING.	Ipg		D.s.			Ips	
		SERVIZI GENERALI	0,0	0,0	tipo misura	kWh / m²	valore	Unità di misura	tipo misura [campagna misura, a campione, permanente, calcolo, contatore fiscale]	valore	u.m. [kWh/D.s.]
LD	1.3.1	Climatizzazione					0,0	m²	permanente		kWh / m2
	1.3.2	ACS					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.3	Illuminazione uffici					0,0	m²	permanente		kWh / m2
	1.3.4	Servizi comuni					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.5	Mensa/bar					0	coperti	permanente		kWh / coperti
	1.3.6										kWh /
	1.3.7										kWh /
LE	1.3.1.1	Climatizzazione: Produzione caldo/freddo					0,00	kwh	0		kWh / kwh
	1.3.1.2	Climatizzazione: UTA									kWh / kwh
	1.3.1.3	Climatizzazione: Ausiliari centralizzati									kWh / kwh
	1.3.1.4	Climatizzazione: Altro	0,0		Calcolo						kWh / kwh
	1.3.4.1	Servizi comuni: Ascensori					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.4.2	Servizi comuni: Illuminazione spazi comuni						m²	permanente		kWh / m²
	1.3.4.3	Servizi comuni: altro	0,0		Calcolo		0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.5.1	Mensa: consumi operativi					0	coperti	permanente		kWh / coperti
	1.3.5.2	Mensa: climatizzazione					0	m2	permanente		kWh / m2
	1.3.5.3	Mensa: ACS					0	coperti	permanente		kWh / coperti
	1.3.5.4	Mensa: Altro	0,0		Calcolo		0	coperti	permanente		kWh / coperti

Figura 11 – Proposta di servizi generali per l'energia elettrica

2 Metodo di analisi

Questo studio è partito dai dati disponibili nel database Enea sulle diagnosi energetiche, dal quale è stato estratto un campione di siti produttivi costituiti da edifici ad uso uffici. Da ciascuna diagnosi energetica del campione sono stati estratti e successivamente elaborati i dati più significativi che hanno costituito la base per la definizione dei benchmark di consumo energetico.

2.1 Selezione dei dati

La selezione dei dati ha richiesto l'analisi di numerosi siti produttivi, al fine di riuscire ad estrarre diagnosi energetiche che fossero sufficientemente rappresentative e complete. Sono state privilegiate le diagnosi dotate di foglio di calcolo in allegato, per rendere più agevole l'estrazione e l'interpretazione dei dati.

In Figura 12 viene riportato un esempio di foglio di calcolo del database ENEA, dove i dati di consumo significativi di un sito produttivo sono chiaramente identificabili e suddivisi per fonte energetica. A titolo di esempio, sempre in figura, possiamo individuare all'interno dei riquadri evidenziati in rosso, i dati numerici necessari allo svolgimento dell'analisi. Infatti, se osserviamo l'immagine notiamo come nel riquadro denominato LA sono riportati i consumi totali di ogni singolo vettore energetico e nel riquadro LB come questi si ripartiscono alle differenti aree dell'impresa cui afferiscono le utenze.

Il foglio di calcolo gioca pertanto un ruolo determinante per questo studio.

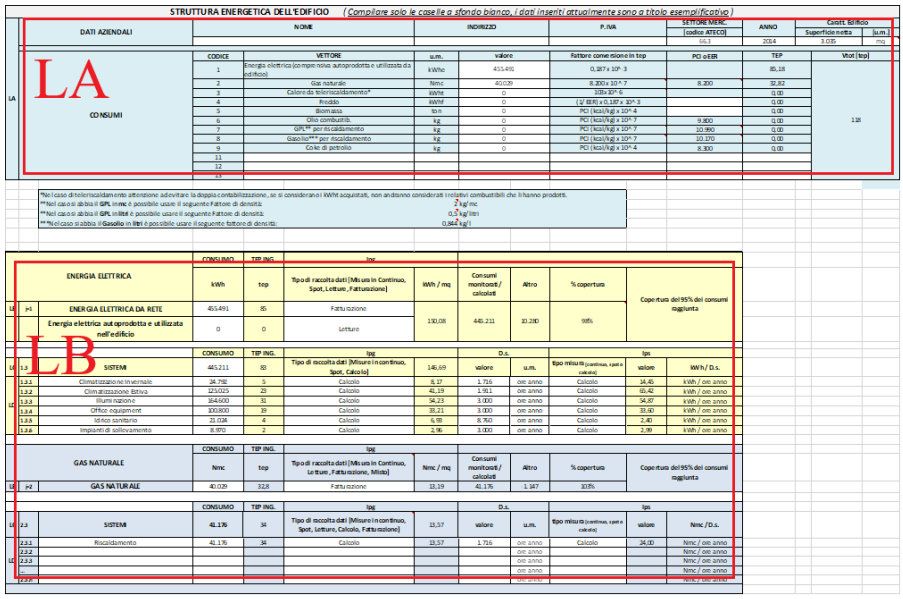


Figura 12 - Esempio di foglio di calcolo compilato per edificio per uffici su portale ENEA

Le caratteristiche salienti degli edifici che compongono il campione sono spiegate esaustivamente nel capitolo 3.

2.2 Estrazione dei dati di consumo

Dopo la selezione delle diagnosi dal database ENEA si è proceduto alla raccolta dei dati rappresentativi per ciascun sito. Si tratta di dati geografici e climatici del sito e in particolare:

- Regione
- Zona climatica
- Gradi giorno (DPR 412/93)

Dati caratterizzanti dell'edificio

- Superficie

Dati di consumo energetico, per i quali è stata effettuata una ripartizione in:

- Consumo totale (tep)
- Consumo di energia elettrica (tep)
- Fonte termica
- Consumo fonte termica (tep)
- Consumo energia elettrica per climatizzazione (kWh)
- Consumo fonte termica per climatizzazione (tep)
- Consumo energia elettrica per illuminazione (kWh)
- Consumo energia elettrica per FEM (kWh)
- Consumo energia elettrica per server farm (kWh)
- Consumo energia elettrica per bar e mense (kWh)
- Consumo energia elettrica per ACS (kWh)
- Altri consumi di energia elettrica (kWh)

2.3 Definizione degli indici di prestazione energetica

La parcellizzazione dei consumi energetici tra le utenze più significative ha consentito di operare confronti significativi tra campioni di dati omogenei, confrontando tutto il campione solo sulle tre utenze presenti in tutte le diagnosi: climatizzazione, illuminazione e apparecchi FEM.

Le server farm presenti in 40 edifici dei 118 del campione, hanno consentito valutazioni specifiche sulla porzione di immobili in cui erano presenti.

Il parametro climatico ha influenzato in maniera significativa i consumi per la climatizzazione e ha perciò richiesto la definizione di 3 benchmark di consumo per la climatizzazione, uno per ciascuna zona climatica/geografica.

Nell'analisi dell'energia elettrica per la climatizzazione è stato necessario distinguere il caso in cui l'energia elettrica fosse al solo servizio della climatizzazione estiva o il caso in cui fosse al servizio di climatizzazione estiva ed invernale.

Le forme di coerenza dei dati sopra descritte sono state opportunamente applicate agli indicatori di benchmark come indicato in Tabella 2.

TIPOLOGIA DI CONSUMO	**FORME DI COERENZA**
Consumo totale di energia	- Consumi vettore energia elettrica, determinati al netto dei consumi relativi all'impianto CED - Suddivisione per aree geografiche delle famiglie di consumo
Consumo totale di energia elettrica	- Consumi vettore energia elettrica, determinati al netto dei consumi relativi all'impianto CED - Suddivisione per aree geografiche delle famiglie di consumo
Consumo totale di energia termica	- Consumi vettore energia termica, determinati al netto dei consumi relativi all'autotrazione - Suddivisione per aree geografiche delle famiglie di consumo
Consumo totale di energia elettrica destinata alla climatizzazione degli edifici del sud Italia	- E' stata fatta distinzione tra le imprese che utilizzano il vettore energia elettrica sia per raffrescare che riscaldare l'edificio, dalle imprese che utilizzano energia elettrica solo per il raffreddamento
Consumo totale di energia elettrica destinata alla climatizzazione degli edifici del centro Italia	- E' stata fatta distinzione tra le imprese che utilizzano il vettore energia elettrica sia per raffrescare che riscaldare l'edificio, dalle imprese che utilizzano energia elettrica solo per il raffreddamento
Consumo totale di energia elettrica destinata alla climatizzazione degli edifici del nord Italia	- E' stata fatta distinzione tra le imprese che utilizzano il vettore energia elettrica sia per raffrescare che riscaldare l'edificio, dalle imprese che utilizzano energia elettrica solo per il raffreddamento
Consumo totale di energia elettrica destinata all'illuminazione	- Non è risultato applicabile alcuna forma di coerenza dei dati
Consumo totale di energia elettrica destinata alla forza motrice	- Non è risultato applicabile alcuna forma di coerenza dei dati

Tabella 2 – Forme di coerenza applicate ai benchmark

3 Descrizione del campione

Lo studio si basa sui consumi reali di edifici per uffici, ubicati su tutto il territorio nazionale. Tali consumi sono stati estratti dal Portale Audit 102 di ENEA, che raccoglie i risultati delle diagnosi energetiche presentate dalle grandi imprese ed energivore, per assolvere agli obblighi dell'art. 8 del Decreto Legislativo 102/2014 a partire dal 2015.

Il campione di edifici è stato selezionato in modo da essere rappresentativo di tutto il territorio nazionale. Attraverso una distribuzione il più possibile omogenea, esso racchiude tutte le caratteristiche climatiche del Paese, le quali influenzano i consumi per climatizzazione estiva ed invernale.

Tutti i rapporti di diagnosi e tutti i fogli di calcolo, utilizzati per l'analisi, sono stati resi disponibili da ENEA in forma anonimizzata.

3.1 Analisi del campione per aree geografiche

La ripartizione geografica del campione rispecchia la densità di edifici per uffici nella disponibilità delle grandi imprese italiane.

Il campione si articola geograficamente (Figura 13) in:

- 51% di edifici dell'Italia Centrale
- 34% di edifici del Nord Ovest
- 4% nel Nord Est
- 7% al Sud
- 4% sulle isole maggiori (Sicilia e Sardegna)

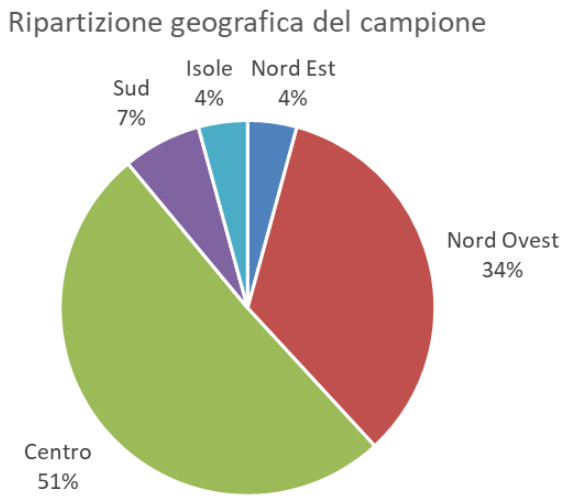


Figura 13 - Distribuzione del campione (numero edifici) per aree geografiche del territorio italiano

La Figura 14 mostra la ripartizione tra regioni, dalla quale è evidente la prevalenza di edifici nel Lazio e nella Lombardia, seguite da Toscana ed Emilia-Romagna.

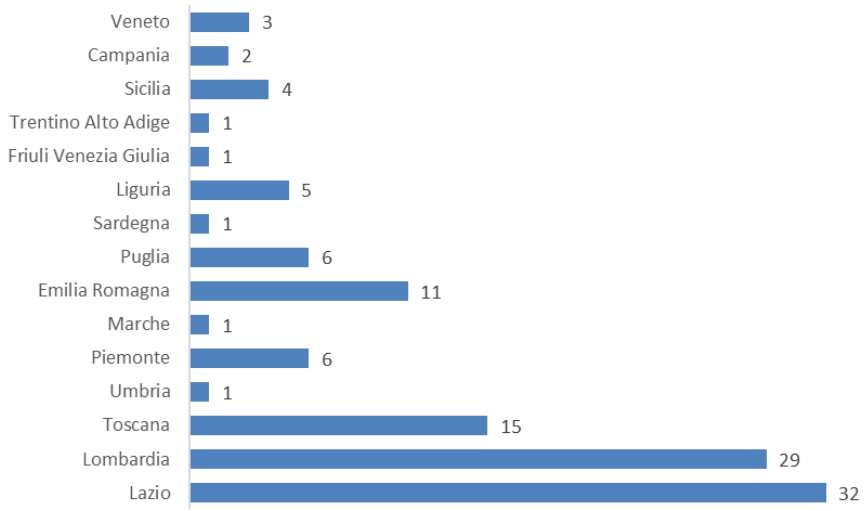


Figura 14 – Distribuzione degli edifici tra le regioni

Altri parametri significativi per la classificazione del campione sono la superficie e i consumi.

In Figura 15 è riportata la superficie totale degli edifici per ciascuna area geografica, si nota (confrontando Figura 13 e Figura 15) che gli immobili del nord est d'Italia hanno una superficie media maggiore rispetto a quella delle altre zone geografiche.

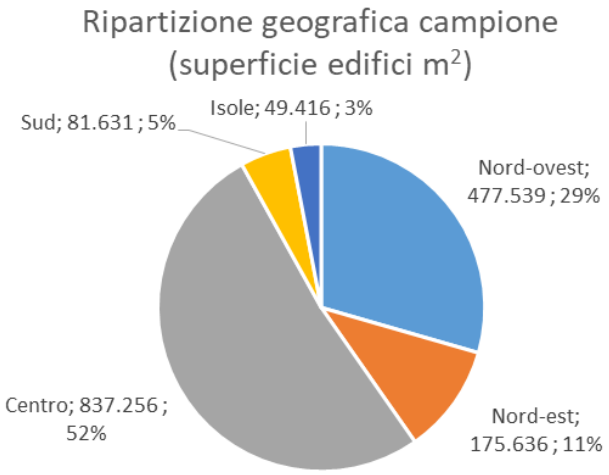


Figura 15 - Distribuzione del campione (superficie) per aree geografiche del territorio italiano

La ripartizione dei consumi energetici per area geografica (Figura 16) mostra che gli edifici Nord-est e il Nord-ovest hanno consumi mediamente maggiori rispetto a quello delle altre regioni italiane.

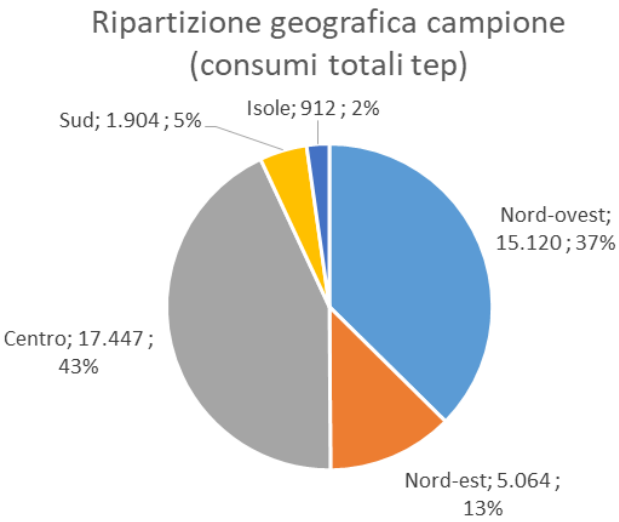


Figura 16 - Distribuzione del campione (consumi) per aree geografiche del territorio italiano

3.2 Analisi del campione per zone climatiche

La suddivisione degli edifici per zone climatiche adotta la classificazione da DPR 412/93, riportata in Figura 17. Dall'immagine si nota che le zone maggiormente significative e rappresentative del Paese sono la C, la D e la E, le zone A e B sono presenti solo in limitate aree della Sicilia, della Sardegna e della Calabria, mentre la zona F è limitata ad aree montuose dell'arco alpino e dell'appennino.

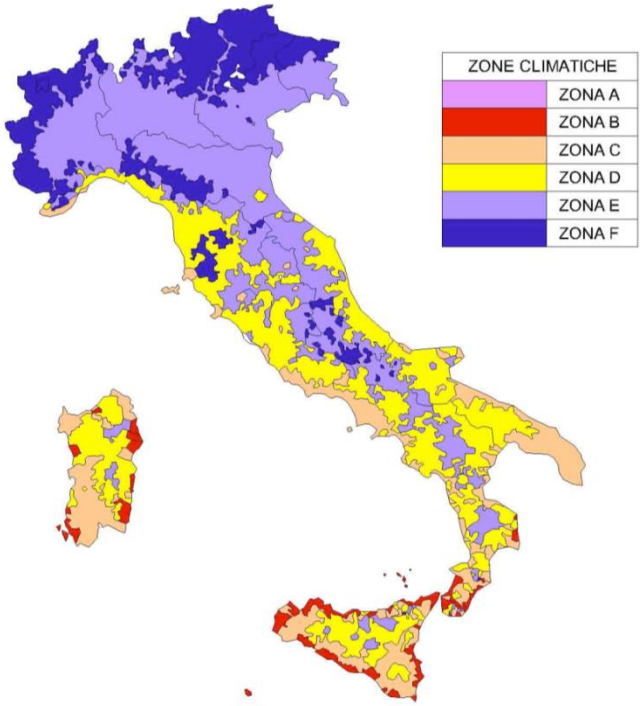


Figura 17 – Zone climatiche DPR 412/93 – ripartizione geografica

Osservando la Figura 18, il risultato che emerge, rispecchia la ripartizione geografica del campione vista nel paragrafo precedente, con una quota significativa degli immobili (88%) che si spartisce equamente tra zona D e zona E, mentre un numero molto limitato di edifici del campione risulta nelle zone climatiche B e C.

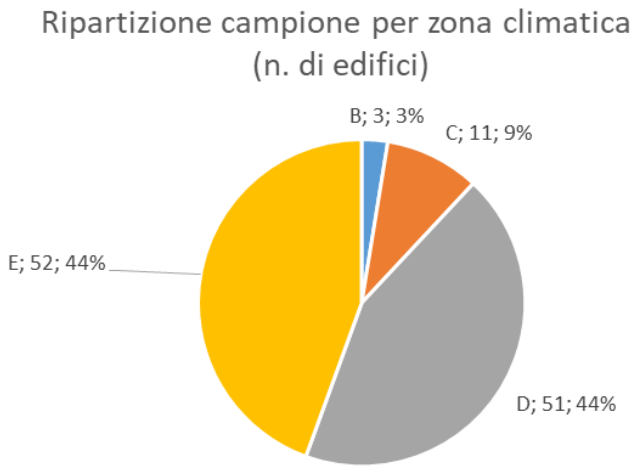


Figura 18 - Ripartizione del campione per zone climatiche

Fascia	DA (GG)	A (GG)	Ore giornaliere	Data inizio	Data fine	Numero comuni italiani
A	0	600	6	1 dicembre	15 marzo	2
B	601	900	8	1 dicembre	31 marzo	157
C	901	1400	10	15 novembre	31 marzo	985
D	1401	2100	12	1 novembre	15 aprile	1575
E	2101	3000	14	15 ottobre	15 aprile	4222
F	3001	+∞	Nessuna limitazione	Tutto l'anno	Tutto l'anno	1048

Tabella 3 – Caratteristiche salienti zone climatiche (DPR 412/93)

Riportando i gradi giorno di ciascun edificio, in ordine crescente all'interno del grafico in Figura 19 , è evidente che la maggioranza degli edifici ha Gradi Giorno invernali attorno ai 1400 e ai 2400.

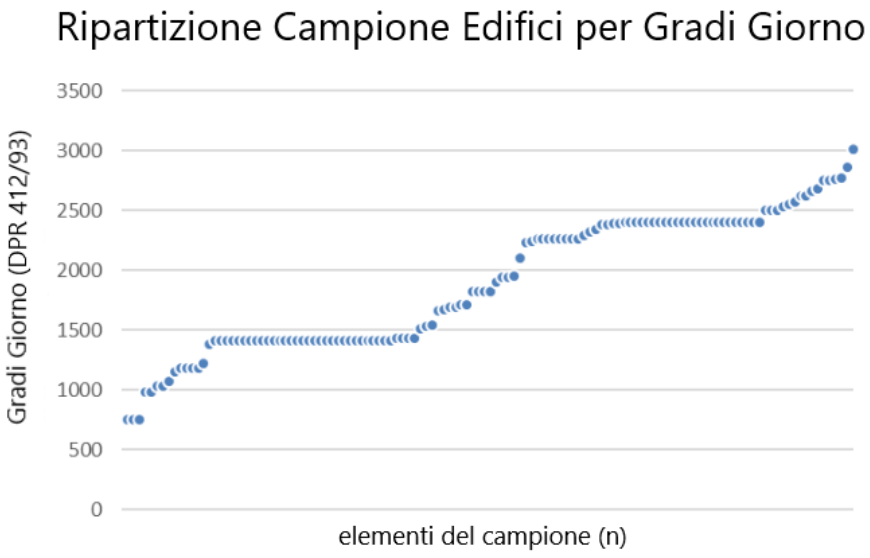


Figura 19 – Ripartizione campione di edifici per gradi giorno in ordine crescente

Se invece le superfici totali degli edifici vengono ripartite per zona climatica, si può notare come la superfice maggiore si concentra all'interno della zona climatica D (Figura 20).

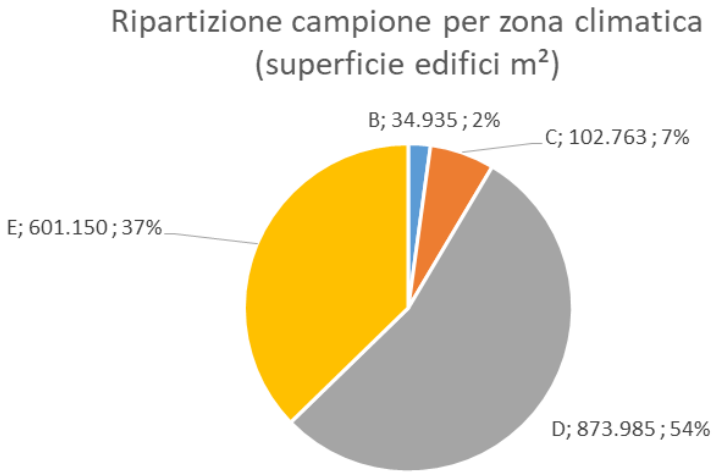


Figura 20 – Ripartizione campione di edifici per gradi giorno (superficie)

La maggior parte dei consumi si hanno nelle zone climatiche D (50%) ed E (43%)

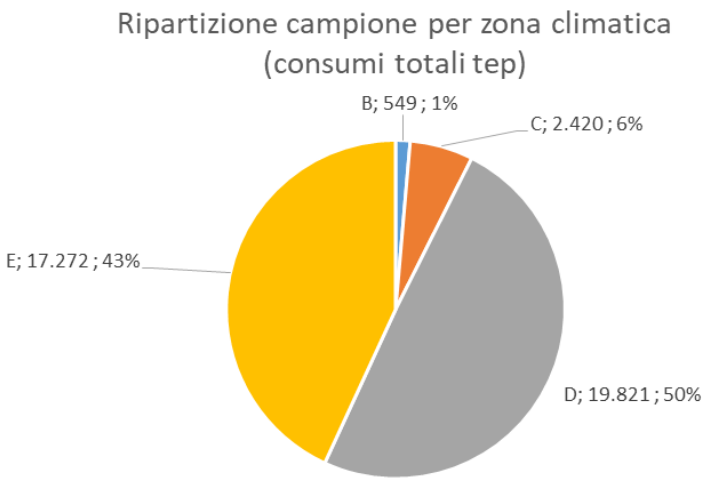


Figura 21 – Ripartizione campione di edifici per gradi giorno (consumi totali)

3.3 Analisi di superficie e consumi del campione

Il parametro superficie scelto nella maggior parte delle diagnosi analizzate non è chiaro o omogeneo, nel settore immobiliare esistono molte definizioni di superficie (superficie commerciale, superficie netta, superficie climatizzata, etc). Questa disomogeneità ha introdotto un errore intrinseco nella valutazione degli indici, non facilmente individuabile ed eliminabile.

Per consentire in futuro una più omogenea scelta dei parametri e definizione sia del benchmark generale che dei benchmark specifici, si propone e si allega al presente studio un Foglio di Calcolo personalizzato per edifici per uffici (cfr. Capitolo 6).

Gli immobili che compongono il campione hanno superfici e consumi variegati.

Il campione è composto sia da unità immobiliari di piccole dimensioni (87 m^2), sia grandi edifici e complessi immobiliari (95'000 m^2). Il campione presenta una distribuzione sufficientemente omogenea tra lo 0 e i 50'000 m^2, come viene evidenziato dal grafico di Figura 22.

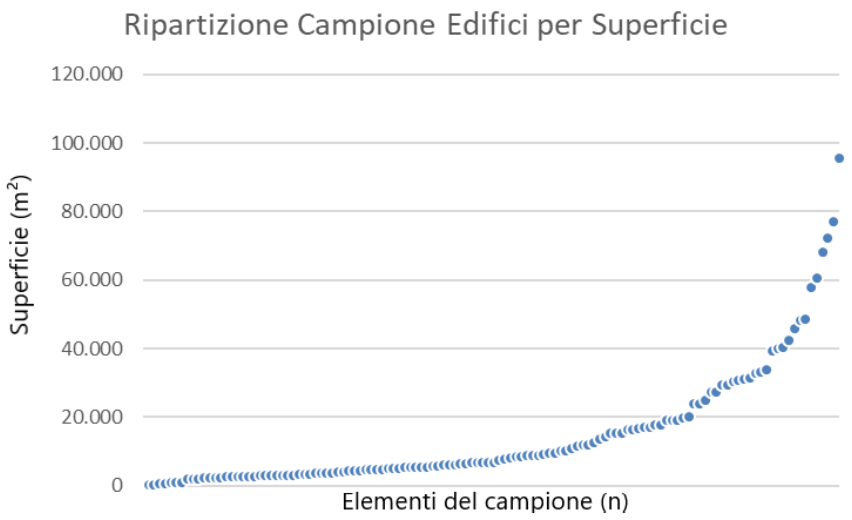


Figura 22 – Ripartizione del campione per superficie, disposta in ordine crescente.

Analizzando invece i consumi totali espressi in tep, si riscontra una distribuzione omogenea fino al valore di circa 1.000 tep. Superando i 1000 tep invece, sono disponibili solo 13 edifici con consumi che oscillano dai 1.000 ai 6.600 tep. che rappresentano poco meno del 10% del campione (Figura 23).

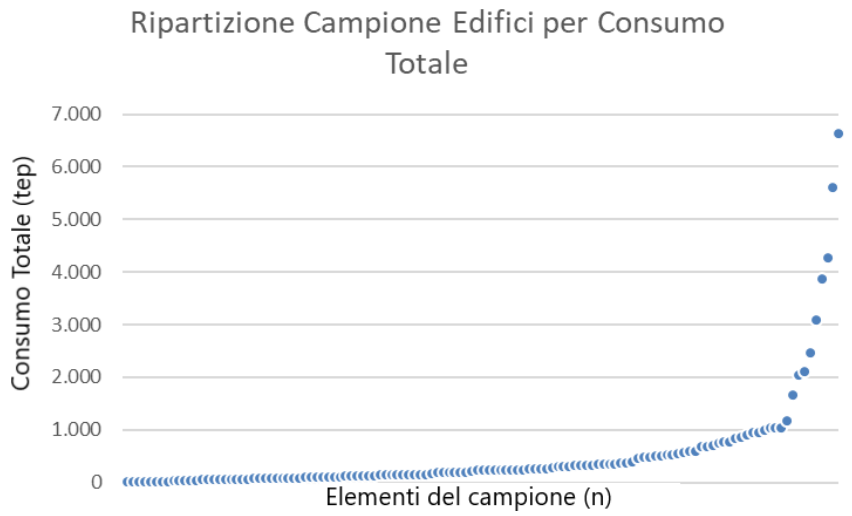


Figura 23 – Ripartizione del campione per consumo totale, disposta in ordine crescente.

3.4 Analisi per fonte energetica

Il 34% degli edifici che compongono il campione è alimentato da sola energia elettrica, la restante parte ha una o due fonti energetiche integrative (combustibili o teleriscaldamento). La maggior parte degli edifici, circa il 70% è servita da energia elettrica e gas naturale.

In Figura 24 è riportata la ripartizione percentuale del campione tra i vettori energetici.

La legenda è di seguito dettagliata:

- EE: energia elettrica
- GN: gas naturale
- Gsl: gasolio
- Tlr: Teleriscaldamento
- Olio comb.: olio combustibile

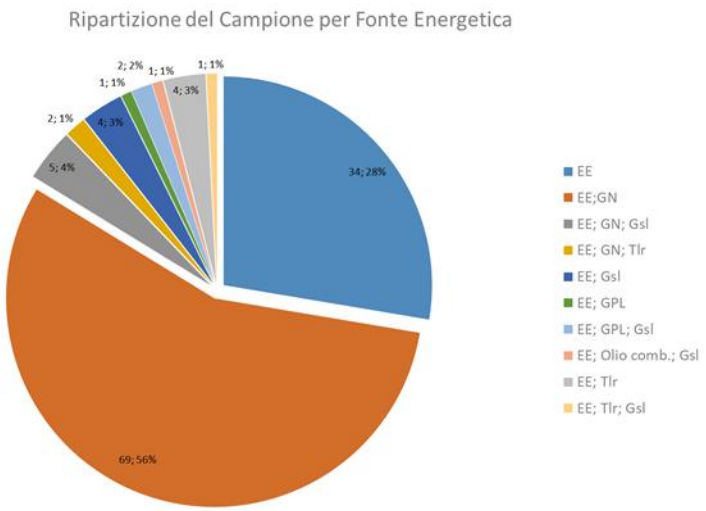


Figura 24 – Ripartizione del campione rispetto la tipologia di fonte energetica che alimenta l'edificio.

4 Ripartizione dei consumi tra gli usi finali

L'analisi dei consumi degli edifici presuppone la classificazione dei consumi tra i numerosi usi finali di energia. Gli apparecchi che utilizzano l'energia termica ed elettrica possono essere aggregati in funzione della loro posizione nell'edificio e dell'impianto a cui afferiscono. Gli impianti sempre presenti all'interno di un edificio possono essere distinti in Servizi generali e servizi ausiliari:

Tra i **servizi generali** vi sono:

- Impianto di illuminazione
- Impianto di climatizzazione
- Impianti di sollevamento (ascensori, montacarichi, scale mobili)
- Impianto di acqua calda sanitaria

Tra i **servizi ausiliari** invece rientrano:

- Utenze ITC (infrastruttura informatica), ovvero pc, stampati e altri apparecchi funzionali alle attività d'ufficio
- Altre utenze elettriche collaterali rispetto alle attività d'ufficio (macchinette del caffè e altri apparecchi nelle sale ristoro, etc.)

I servizi generali come sopra riportati corrispondono ai servizi degli Attestati di Prestazione Energetica (nei quali la climatizzazione è separata in invernale, estiva e ventilazione).

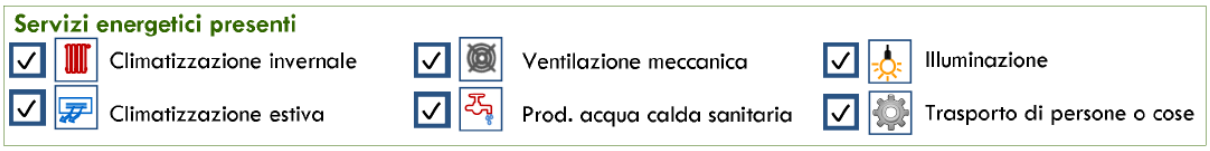


Figura 25 – Servizi energetici analizzati negli attestati di prestazione energetica

Come riportato nella proposta di foglio di calcolo dettagliata nel capitolo 6, oltre alle utenze sopra menzionate, all'interno di siti maggiormente complessi è frequente che ci siano, a servizio delle persone che svolgono l'attività terziaria, ulteriori servizi generali:

- Mensa
- Bar
- Autorimesse
- Illuminazione esterna

Ulteriori servizi ausiliari:

- Server farm

Si riporta in Figura 26 la classificazione delle utenze elettriche quasi sempre presenti, suddivise tra servizi ausiliari e servizi generali

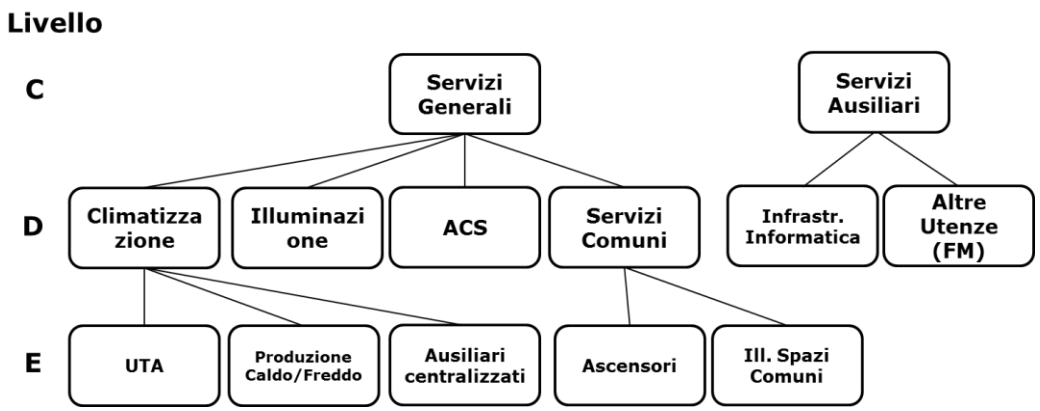


Figura 26 – Ripartizione del campione per consumo totale Schema usi finali elettrici tipici di un edificio per uffici

I consumi termici prevalenti - riportati in Figura 27 - sono la climatizzazione e produzione di acqua calda sanitaria, oltre alle quali può aggiungersi l'acqua calda sanitaria e i servizi di climatizzazione forniti a mensa, bar e altre utenze che ne necessitano.

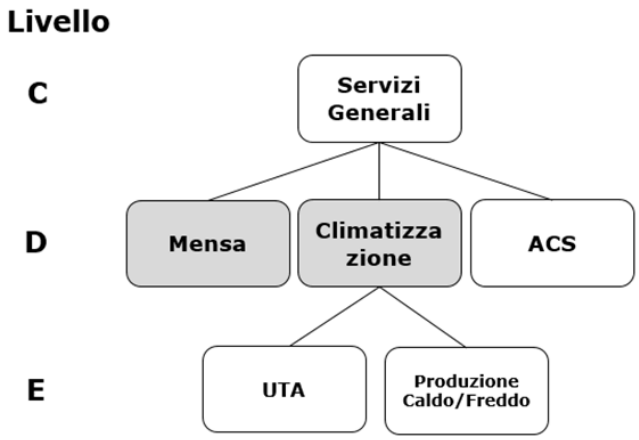


Figura 27 – Schema usi finali termici tipici di un edificio per uffici.

Dal campione analizzato è stato possibile definire una ripartizione percentuale dei consumi per le tre utenze principali, riportate in tutte le diagnosi analizzate:

- Climatizzazione
- Illuminazione
- Utenze FEM (prevalentemente ITC, ma vengono incluse spesso altre utenze di servizio di piano di sala ristoro, boiler elettrici etc)

L'acqua calda sanitaria, in gran parte inclusa nella climatizzazione (se fornita da utenze termiche) o nelle cosiddette utenze FEM se boiler elettrici.

È bene osservare che le diagnosi e gli allegati foglio di calcolo inviati ad Enea e analizzati nel presente studio non entrano spesso nel dettaglio dei servizi accessori o "altri consumi termici", le informazioni disponibili non sono sufficienti a definire ulteriori indici di performance energetica oltre a illuminazione, climatizzazione, utenze di forza motrice e server farm; anche per questo motivo nel capitolo 6 si descrive la proposta di personalizzazione del foglio di calcolo presentato da Enea, per lo specifico caso degli edifici per uffici e complessi direzionali.

Le utenze di consumo per le quali sono stati definiti dei benchmark di consumo sono:

- Illuminazione
- Climatizzazione
- Infrastruttura informatica da ufficio (include pc, stampanti, le sale server e/o router, poste ai piani, ma esclude le server farm)

Mediamente le server farm rappresentano il 18 % dei consumi complessivi, maanalizzando singolarmente gli edifici dotati di server farm, si nota che il loro consumo può variare da 1% a 60% dei consumi complessivi dell'edificio. Ciò rende evidente la grande varietà di impianti che sono accomunati sotto tale voce. Si va dal semplice rack di piano o server dell'ufficio a vere e proprie sale server.

Un altro punto cruciale riscontrato è la mancata separazione dei consumi di climatizzazione da quelli della server farm o da quelli della climatizzazione degli uffici. Poter distinguere i consumi della climatizzazione della server farm consente il calcolo del PUE o di altri indicatori di prestazione specifici, utili a comprendere l'efficienza energetica della sala o delle sale server.

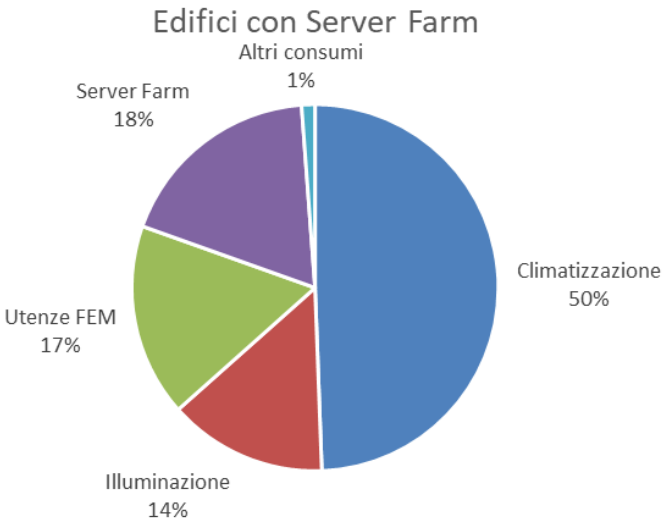


Figura 28 – Ripartizione dei consumi nel campione di edifici dotati di Server Farm

Per gli edifici privi di server farm i consumi si ripartiscono con 57% climatizzazione, 17% illuminazione, 25% utenze FEM.

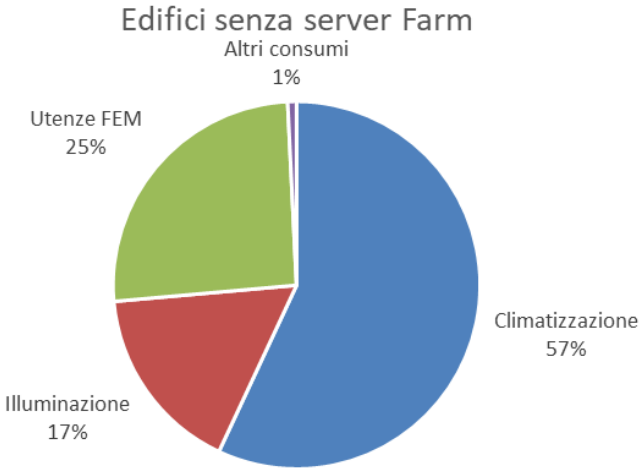


Figura 29 – Ripartizione dei consumi nel campione di edifici privi di Server Farm

Escludendo completamente i consumi delle server farm e di altre utenze accessorie presenti solo in alcuni edifici, è stato valutato se il peso relativo delle tre classi di consumo principali varia al variare della superficie dell'edificio. Dai grafici in Figura 32 è evidente che le tre categorie di consumi mantengono le medesime proporzioni al variare della taglia dell'edificio.

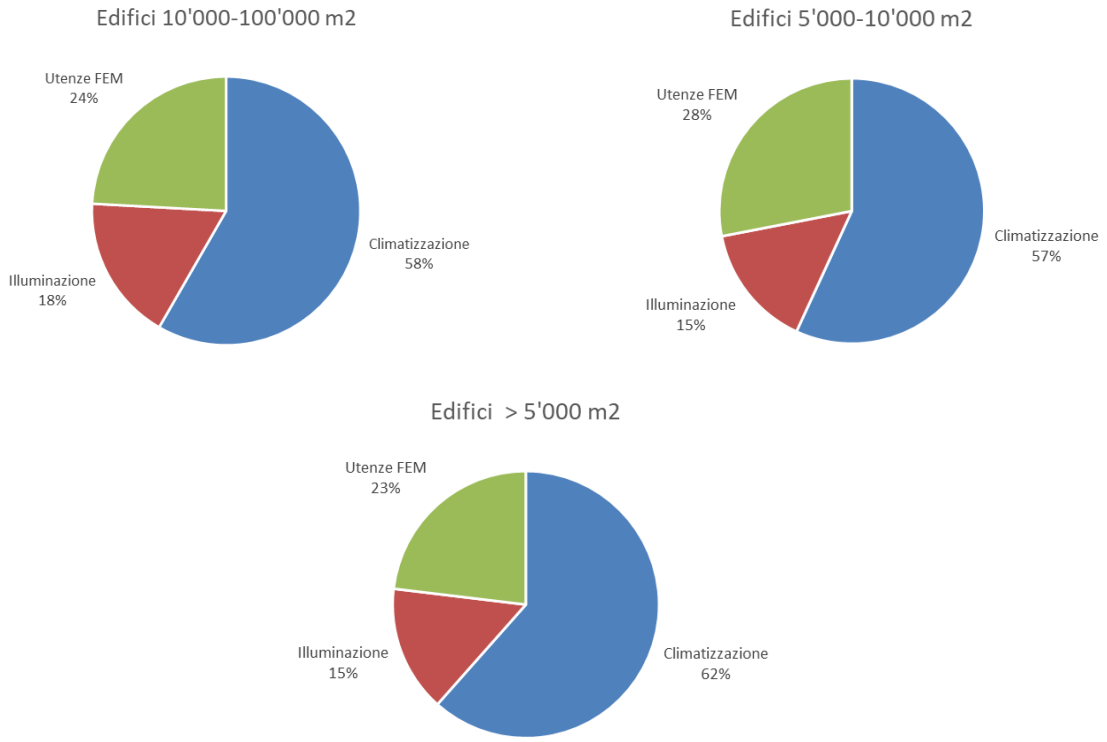
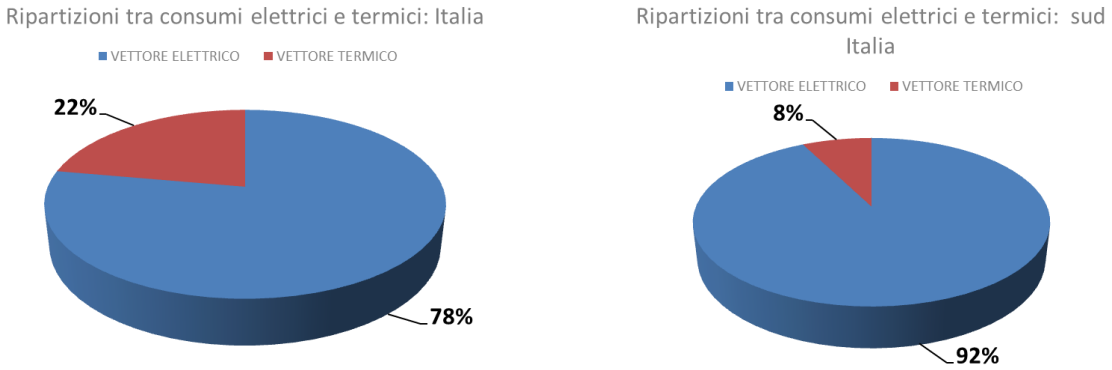
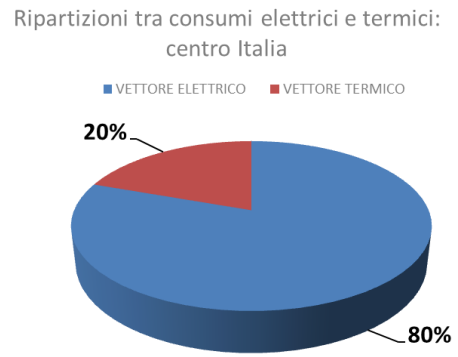


Figura 30 – Ripartizione dei consumi nel campione di edifici privi di Server Farm

4.1 Quota fonte termica rispetto ai consumi complessivi

Come già visto in Figura 24, il 79% degli edifici presenti nel campione è dotato di alimentazione sia termica che elettrica. È possibile analizzare come si ripartiscono i consumi tra le due fonti per ciascuna area geografica.





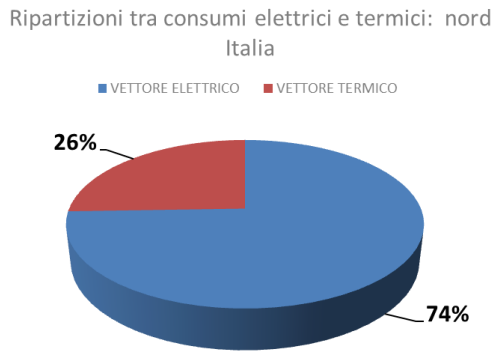


Figura 31 - Confronto grafico, tramite areogramma, della ripartizione tra vettore elettrico e termico in Italia e nelle tre zone sud, centro e nord Italia.

Si può osservare dai diagrammi in Figura 31 come l'incidenza dei consumi termici aumenti da sud a nord. Naturalmente il parametro geografico non è l'unica discriminante nella valutazione dell'incidenza delle fonti termiche; altri aspetti significativi, che non sono stati presi in considerazione per incompletezza nei dati, sono l'epoca costruttiva dell'edificio ed eventuali riqualificazioni importanti su involucro e impianti. Una quota non marginale di edifici (34%) del campione è dotata di pompe di calore per la climatizzazione invernale ed estiva e sfrutta solo la fonte elettrica.

5 Indici di prestazione

L'analisi delle utenze energetiche, svolta nel paragrafo precedente, consente di omogeneizzare il campione, escludendo le utenze presenti solo in specifici siti (server farm, mense, etc).

Gli indici di prestazione presentati in questo paragrafo saranno quindi solo:

- CLIMATIZZAZIONE, per la quale si sommano i consumi da fonte elettrica e termica (teleriscaldameno o combustibili), come dalla definizione classica di climatizzazione rientra l'energia necessaria per il raffrescamento, il riscaldamento e il trattamento dell'aria utilizzata dagli impianti per mantenere l'edificio nelle condizioni termo-igrometriche di comfort.
- ILLUMINAZIONE, per la quale si assume l'energia elettrica utilizzata per illuminare le aree ufficio e spazi di transito (corridoi, vani scale, sbarchi ascensori).
- FORZA MOTRICE, questa terza voce di consumo, presente nelle diagnosi, si ritiene utilizzabile in questo lavoro, non essendo disponibile un dato maggiormente significativo. In genere include i consumi di energia elettrica per il funzionamento di apparati ICT e di altri apparecchi per attività da ufficio (stampanti, schermi, proiettori) e attività non direttamente connesse all'attività d'ufficio (boiler servizi, distributori di caffè e vivande, altri apparecchi di sala ristoro). Come riportato nel capitolo 6, nella proposta di foglio di calcolo, si propone per esempio di separare gli apparecchi della sala ristoro, dalla produzione di acqua calda sanitaria. Come richiamato all'inizio di questo paragrafo, consumi significativi sono stati esclusi per evitare di contaminare il campione con edifici con peculiarità specifiche.

Ai fini del presente lavoro il parametro di riferimento rimane la superficie dichiarata da ciascun estensore delle diagnosi presentate.

In questo modo è stato possibile confrontare in modo omogeneo e quindi significativo, i consumi specifici delle varie aree geografiche, così da ottenere un confronto reale tra il peso che assumono le varie utenze all'interno dei consumi di un edificio.

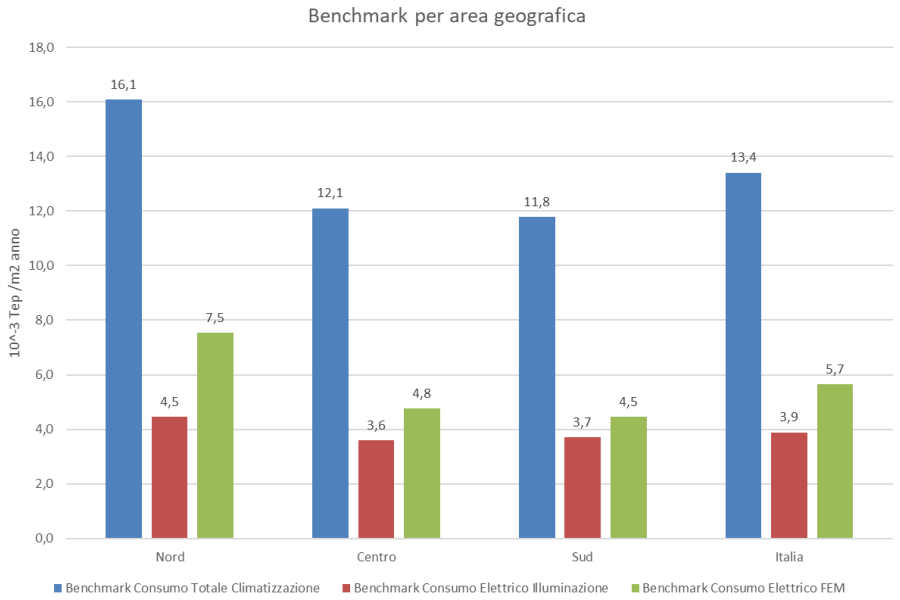


Figura 32 - Confronto grafico, tramite istogramma, tra i vari IPE delle utenze di: climatizzazione, illuminazione e forza motrice,. Il confronto si sviluppa tra le varie applicazioni delle utenze al sud, al centro e al nord Italia.

Il grafico di Figura 32 evidenzia quanto la climatizzazione abbia un peso predominante sui consumi di energia, seguita dalle utenze elettriche (FEM) e poi dall'illuminazione, come già evidenziato in Figura 30 nella ripartizione percentuale per cluster di superficie.

I maggiori consumi per la climatizzazione (+20% rispetto alla media) che si riscontrano nel nord possono essere legati alla maggior rigidità del clima invernale e dai maggiori carichi termici generati dagli apparecchi installati (illuminazione e FEM) nella stagione estiva.

Per quanto riguarda l'illuminazione, il benchmark risulta uniforme al centro e al sud, con valori decisamente più alti (+15% rispetto alla media) nel nord.

Le differenze maggiori si riscontrano in termini di forza motrice, in questo caso il nord presenta un valore che supera del 30% la media nazionale, probabilmente legato alla maggiore densità d'uso degli spazi, con maggior diffusione di open space rispetto agli uffici singoli. Questa interpretazione giustificherebbe anche il maggior consumo energetico per illuminazione.

5.1 Indice di prestazione per la climatizzazione

Per comprendere meglio l'impatto della climatizzazione estiva ed invernale il campione è stato suddiviso per area geografica e differenziato per tipologia di vettore energetico utilizzato.

In particolare grazie alla Figura 33 è possibile affermare che:

- gli edifici dotati di sola alimentazione elettrica, la climatizzazione sia estiva che invernale utilizza la medesima fonte, in questo caso gli edifici del sud Italia presentano un consumo specifico per la climatizzazione inferiore (9 tep/1'000m^2) rispetto al centro-nord (16 tep/1'000 m^2)
- gli edifici dotati sia di alimentazione termica (combustibile o teleriscaldamento) sia elettrica, il consumo rispetto agli edifici con la sola alimentazione elettrica risulta più alto sia al sud (16 tep/1'000 m^2), sia al nord (23 tep/1'000m^2) e leggermente inferiore al centro (15 tep/1'000m^2)
- la climatizzazione invernale, in presenza di fonte di alimentazione termica, è chiaramente crescente dalla zona climatica più calda a quella più rigida (da 2 tep/1'000m^2 a 10 tep/1'000m^2)
- la climatizzazione estiva è più elevata nella zona più calda (15 tep/1'000m^2), si riduce al centro (10 tep/1'000m^2) e torna a crescere al nord (14 tep/1'000m^2). La crescita al nord può essere imputata ai maggiori carichi termici dovuti agli apparecchi, individuati in Figura 32.

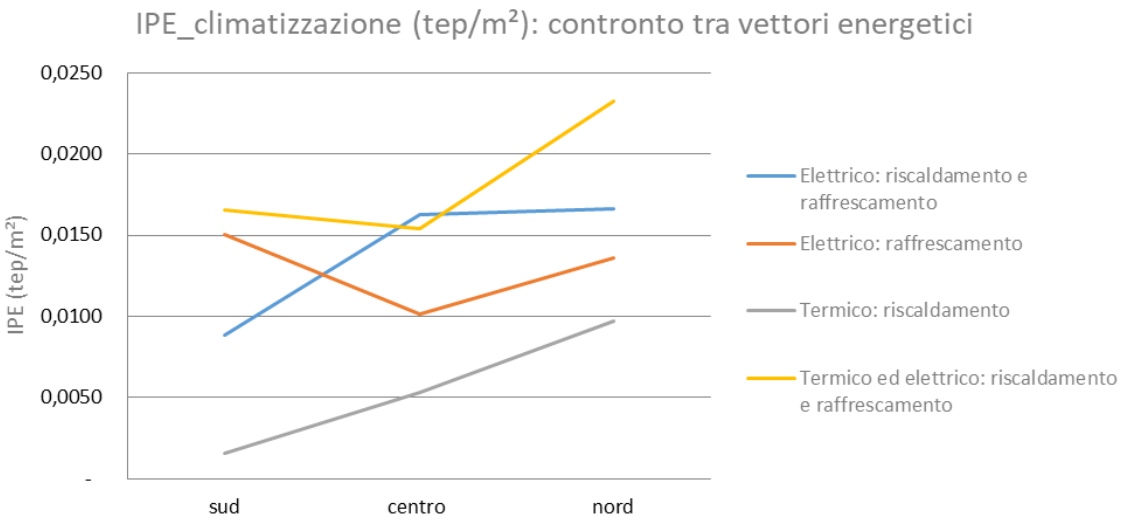


Figura 33 - Confronto grafico, tra gli IPE medi delle utenze di climatizzazione

Dall'osservazione della linea blu (raffrescamento e riscaldamento elettrico) e dal suo confronto con la linea gialla (riscaldamento e raffrescamento termico ed elettrico) è evidente la maggior efficienza e i minori consumi laddove si utilizzino pompe di calore (solo fonte elettrica) piuttosto che laddove si utilizzino caldaie e gruppi frigo (fonte mista termica ed elettrica).

In Figura 34 sono rappresentati il numero di edifici del campione alimentati da sola fonte elettrica e da fonte termica ed elettrica. Si noti che il numero di edifici dotati anche di combustibile/teleriscaldamento è superiore al centro e al nord Italia.

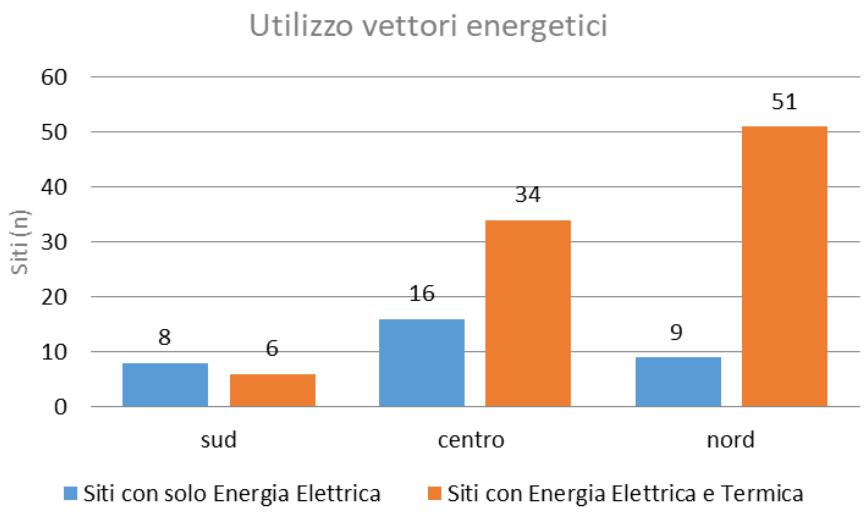


Figura 34 – Tipologie di fonti energetiche utilizzate all'interno degli edifici sui quali vengono definiti i benchmark

5.2 Correlazione tra consumo e superficie

Confrontando i consumi (espressi in tep) con la superficie di ciascun edificio oggetto di analisi è possibile verificare se esista o meno una correlazione significativa tra i due parametri.

I consumi selezionati sono esclusivamente quelli per climatizzazione, illuminazione e utenze di forza motrice, sono escluse dall'analisi eventuali altre utenze presenti solo in alcuni edifici per uffici (server farm, mense, etc.).

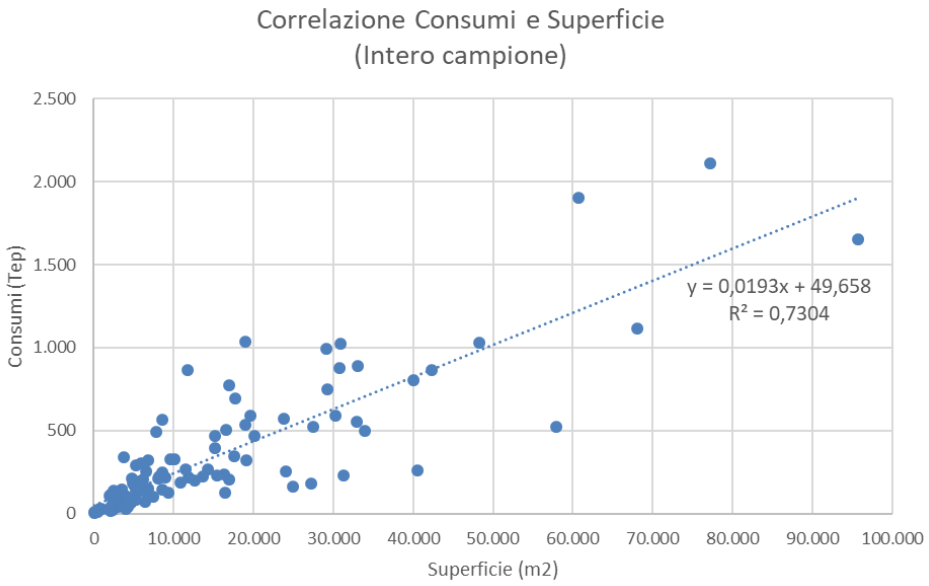


Figura 35 – Correlazione consumo – superficie per tutti gli edifici che formano il campione.

Il grafico in Figura 35 mostra una correlazione ad un medio livello di affidabilità tra consumo e superficie. Purtroppo i dati disponibili e la limitatezza del campione non consentono l'utilizzo di un'analisi multivariabile, che avrebbe reso possibile indentificare la correlazione tra consumo e superficie per cluster omogenei di edifici basati sull'anno di riqualificazione, la classe energetica, etc.

In Figura 36 sono riportati la media e la mediana dei consumi specifici del campione per i soli consumi presenti in tutti gli edifici (climatizzazione, illuminazione, apparecchi (FEM)). Si nota che la distribuzione risulta essere abbastanza omogenea, ma la maggior parte dei valori (61%) si presentano al di sotto del valore medio pari a 27,2 tep/1'000 m^2. Gli immobili presentano indici di prestazione molto variabili che vanno da 6,4 a 90,5 tep/1'000 m^2.

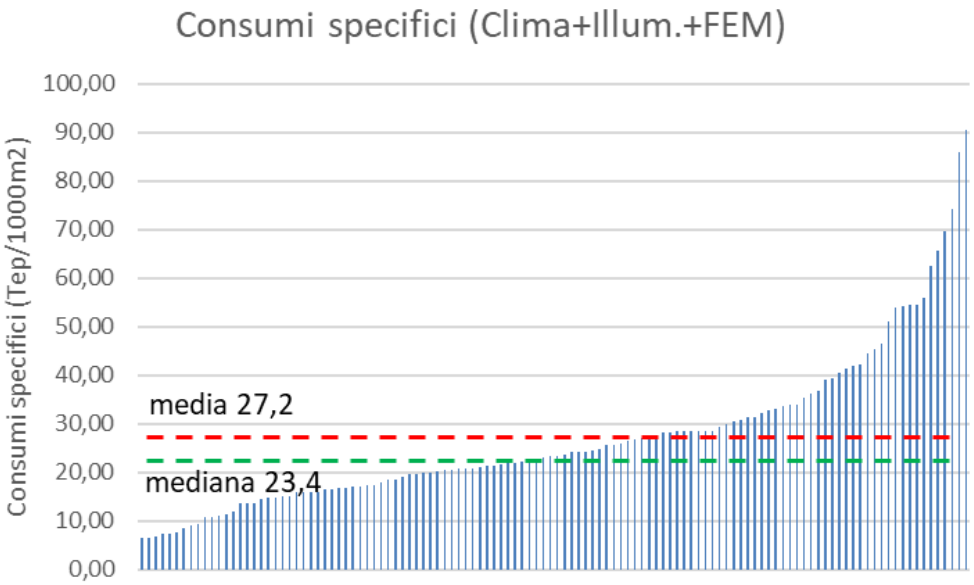


Figura 36 – Media e mediana dei consumi specifici

5.3 Benchmark di consumo specifici (10^{-3} tep/m^2)

In questo paragrafo vengono riportati gli Indici di Prestazione Energetica (IPE) costruiti a partire dai dati di consumo delle diagnosi energetiche del campione analizzato.

L'analisi di ciascun valore di benchmark riporta il valor medio e la deviazione standard del campione o della porzione di campione selezionata.

Il metodo adottato nella definizione degli IPE è stato dettagliato nel capitolo 2: Metodo di analisi.

In molti casi gli indici di prestazione presentano una variabilità elevata, causata in alcuni casi dall'eterogeneità del campione. Le cause di eterogeneità individuate sono state espresse a commento dello specifico indice.

Dal calcolo dei benchmark sono esclusi i consumi delle eventuali server farm, ciò ha consentito di comparare in maniera più corretta e significativa i consumi degli edifici.

Uno dei parametri più significativi nel corso dell'analisi è stata la correlazione tra zona climatica e consumo di climatizzazione, per tale ragione si è ritenuto opportuno presentare i *benchmark* per area geografica che coincide per il nostro campione alla suddivisione per zona climatica (vedi Tabella 4).

Area geografica	Zona climatica
Sud-Isole	B – C
Centro	D
Nord	E

Tabella 4 – Correlazione area geografica - zona climatica

L'indice di prestazione energetica rappresenta un parametro oggettivo di riferimento per confrontare le *performance*, in questo caso rappresenta un parametro di riferimento per confrontare i consumi energetici di un edificio.
Per costruire gli indicatori di riferimento si è ricorsi alla seguente formula:

Indicatore = Valore Medio ± Deviazione Standard

- Il valore medio viene rappresentato dal coefficiente di Indice di Prestazione Energetica medio (IPEmedio) ossia, la media degli Indici di prestazione energetica ottenuti da ogni singolo rapporto di diagnosi contenuto all'interno del campione. Sostanzialmente il parametro "IPE" rappresenta il rapporto tra il consumo di energia (dato indicato in kWh o tep), elettrica o termica a seconda dalle tipologie di consumo, e il parametro rappresentativo di consumo, che in questo studio è rappresentato dalla superficie climatizzata (dato indicato in m²).

IPE = Consumo (kWh o tep) / superficie riscaldata (m²)

- La deviazione standard stima della variabilità dei dati ed esprime la dispersione dei dati intorno ad una media aritmetica, in questo caso specifico l'IPEmedio.

Pertanto l'indice di *benchmark* all'interno di tale analisi è stato determinato nel seguente modo:

Indice di *benchmark* = IPEmedio ± Deviazione Standard

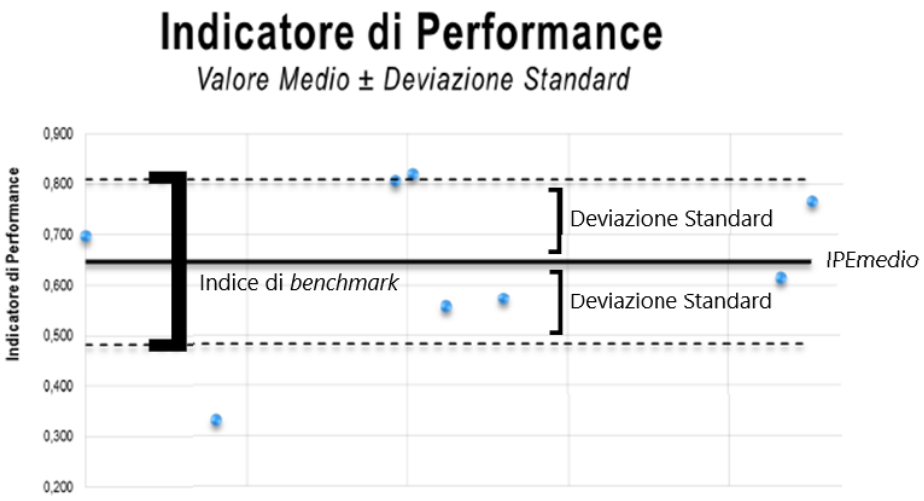


Figura 37 - Rappresentazione grafica Indice di prestazione energetica

Per valutare l'affidabilità dell'indicatore "valore medio ± deviazione standard", sono stati i definiti i seguenti criteri:

A) Se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta minore del 20%, l'affidabilità dell'indicatore è ritenuta "ALTA"

B) Se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta compreso tra il 20% e il 60% l'affidabilità dell'indicatore è ritenuta "MEDIA"

C) Se il rapporto tra la deviazione standard e il valore medio risulta maggiore del 60%, l'affidabilità dell'indicatore è ritenuta "BASSA"

5.3.1 Indice di prestazione energetica - consumi totali – sud Italia (10^{-3} tep/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi escluse le server farm. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO.

Energia generale Totale SUD ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		tep	
	IPE		10^{-3} tep/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	10^{-3} tep/m²	10^{-3} tep/m²	10^{-3} tep/m²
2.900	20.100	22,6 ± 11,1	11,4	33,8

Tabella 5 – Indice di prestazione consumi totali sud Italia

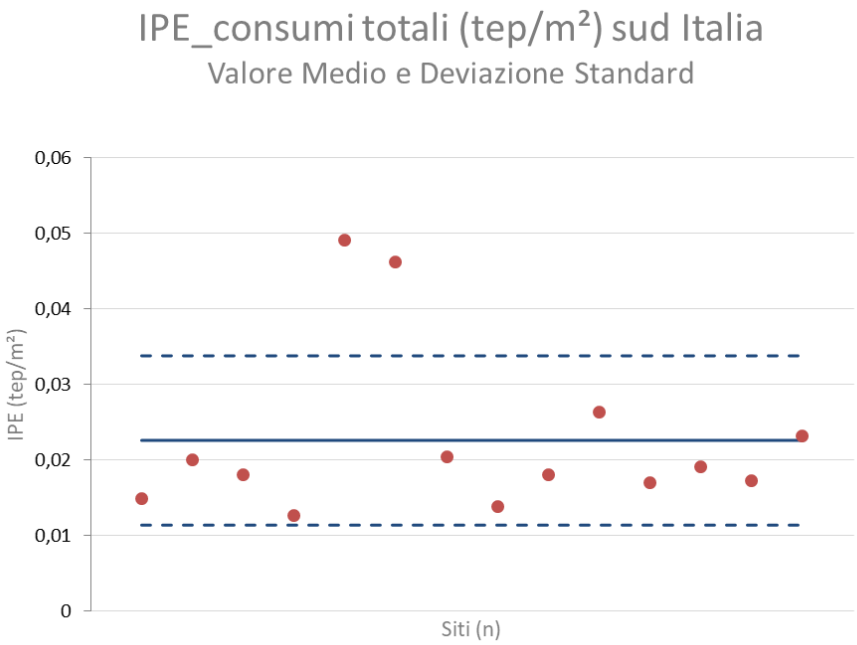


Figura 38 – Distribuzione IPE consumi totali sud Italia

5.3.2 Indice di prestazione energetica - consumi totali – centro Italia (10^{-3} tep/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi escluse le server farm. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO, poiché la varietà delle tipologie di edifici presenti al centro Italia , che si differenziano tra loro per struttura architettonica e modalità di riscaldamento invernale, rende i dati del campione disomogenei tra loro.

Energia generale Totale CENTRO ITALIA				
Unità misura utilizzate	**Superficie**		**m²**	
	Energia		**tep**	
	IPE		**10^{-3} tep/m²**	
Campo variazione produzione		**IPE**	**Campo di variazione indice**	
Min	**Max**		**Min**	**Max**
m²	**m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**
800	95.700	24,9 ± 13,7	11,1	38,6

Tabella 6 – Indice di prestazione consumi totali centro Italia

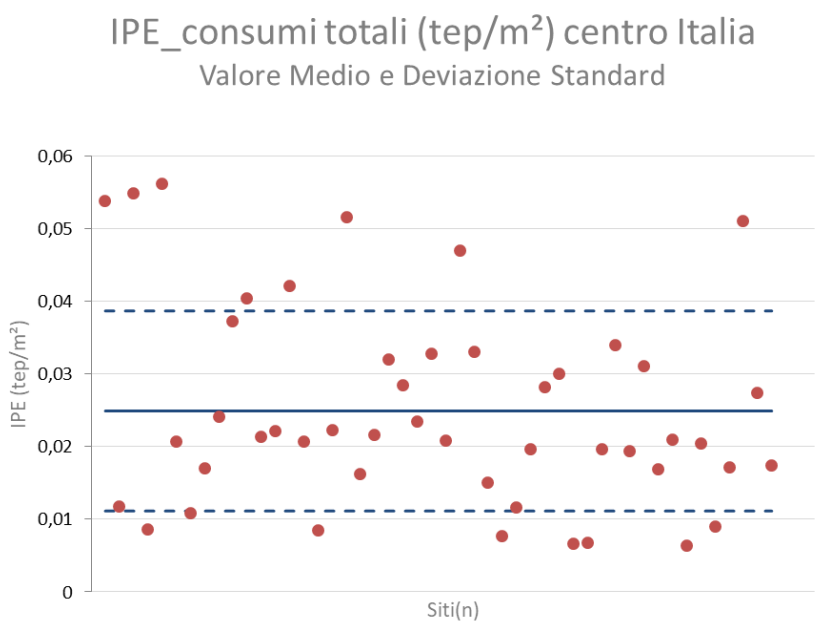


Figura 39 – Distribuzione IPE consumi totali centro Italia

5.3.3 Indice di prestazione energetica - consumi totali – nord Italia (10^{-3} tep/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi escluse le server farm. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO, poiché la varietà delle tipologie di edifici presenti al centro Italia che si differenziano tra loro per struttura architettonica e modalità di riscaldamento invernale, rende i dati del campione disomogenei tra loro.

Energia generale Totale NORD ITALIA				
Unità misura utilizzate	**Superficie**		**m²**	
	Energia		**tep**	
	IPE		**10^{-3} tep/m²**	
Campo variazione produzione		**IPE**	**Campo di variazione indice**	
Min	**Max**		**Min**	**Max**
m²	**m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**
500	60.700	37,8 ± 31,0	6,8	68,8

Tabella 7 – Indice di prestazione consumi totali nord Italia

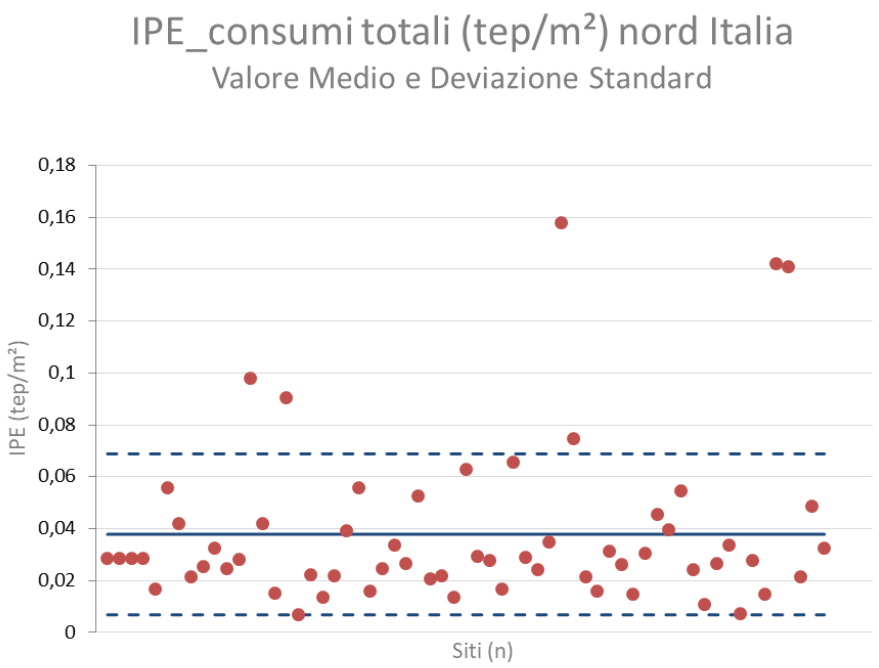


Figura 40 – Distribuzione IPE consumi totali nord Italia

5.3.4 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica – sud Italia (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica escluse le server farm, senza distinzione della tipologia di climatizzazione. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO.

Energia Elettrica generale SUD ITALIA				
Unità misura utilizzate	**Superficie**		**m²**	
	Energia		**kWh**	
	IPE		**kWh/m²**	
Campo variazione produzione		**IPE**	**Campo di variazione indice**	
Min	**Max**		**Min**	**Max**
m²	**m²**	**kWh/m²**	**kWh/m²**	**kWh/m²**
2.900	20.100	115,89 ± 56,20	59,68	172,09

Tabella 8 – Indice di prestazione consumi energia elettrica sud Italia

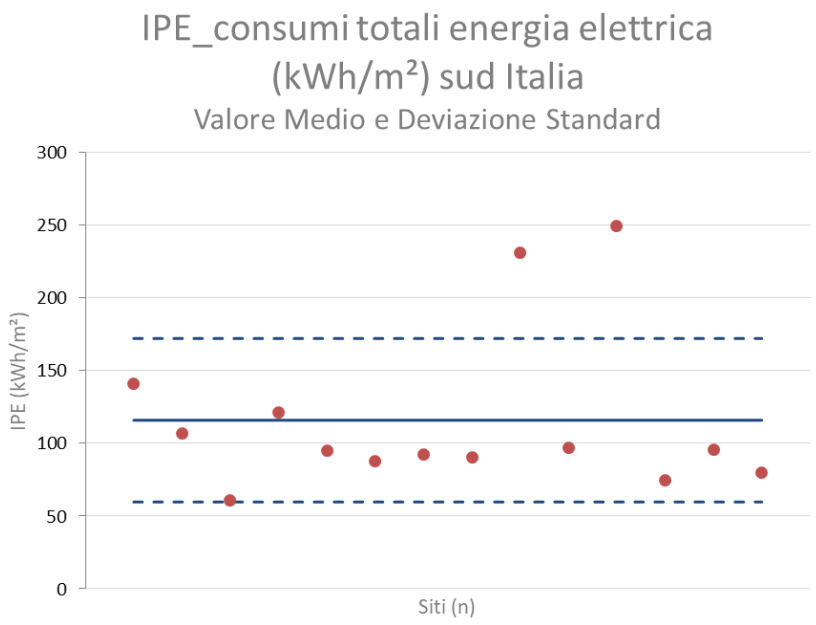


Figura 41 – Distribuzione IPE consumi energia elettrica totale sud Italia

5.3.5 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica – centro Italia (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica escluse le server farm, senza distinzione della tipologia di climatizzazione. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO.

Energia Elettrica CENTRO ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
800	95.700	108,76 ± 61,30	47,45	170,06

Tabella 9 – Indice di prestazione consumi energia elettrica centro Italia

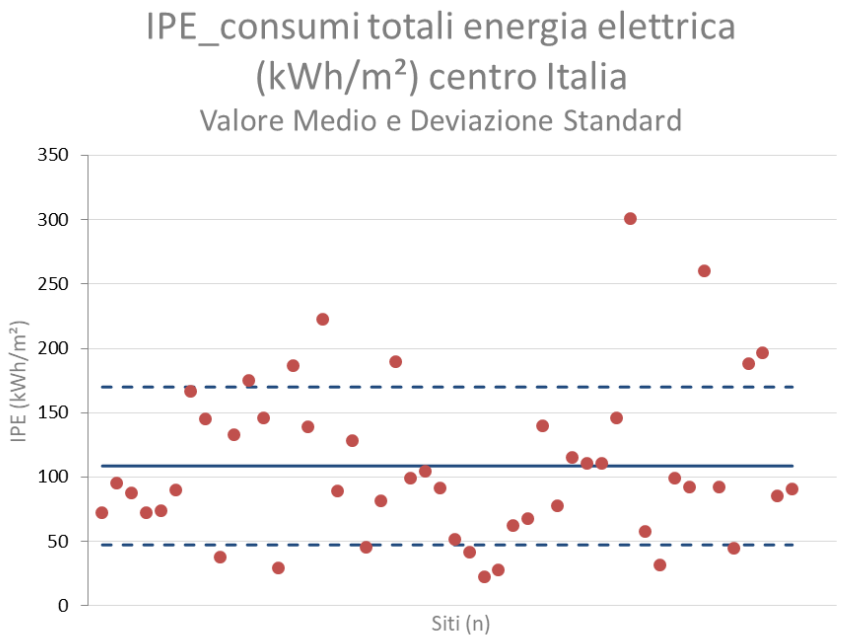


Figura 42 - Distribuzione IPE consumi energia elettrica al centro Italia

5.3.6 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica – nord Italia (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica escluse le server farm, senza distinzione della tipologia di climatizzazione. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO.

Energia Elettrica NORD ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
500	60.700	155,51 ± 142,13	13,37	297,64

Tabella 10 – Indice di prestazione consumi energia elettrica nord Italia

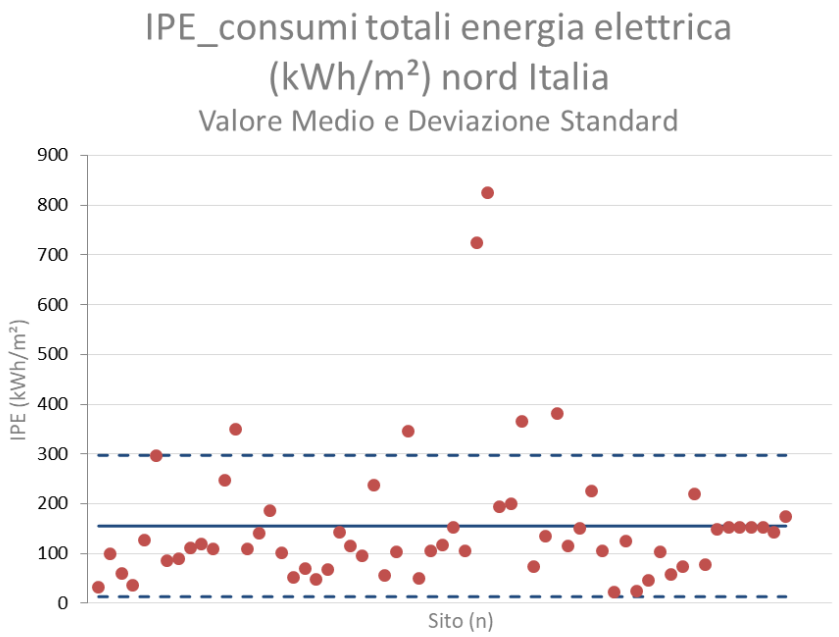


Figura 43– Distribuzione IPE consumi energia elettrica al nord Italia

5.3.7 Indice di prestazione energetica - consumi fonti termiche – sud Italia (10^{-3}tep/m^2)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi da vettori termici (teleriscaldamento o combustibili). L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO.

Altri vettori energetici SUD ITALIA				
Unità misura utilizzate	**Superficie**		**m²**	
	Energia		**tep**	
	IPE		**10^{-3} tep/m²**	
Campo variazione produzione		**IPE**	**Campo di variazione indice**	
Min	**Max**		**Min**	**Max**
m²	**m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**
6.400	20.100	1,6 ± 1,2	0,4	2,8

Tabella 11 – Indice di prestazione consumi altre fonti energetiche sud Italia

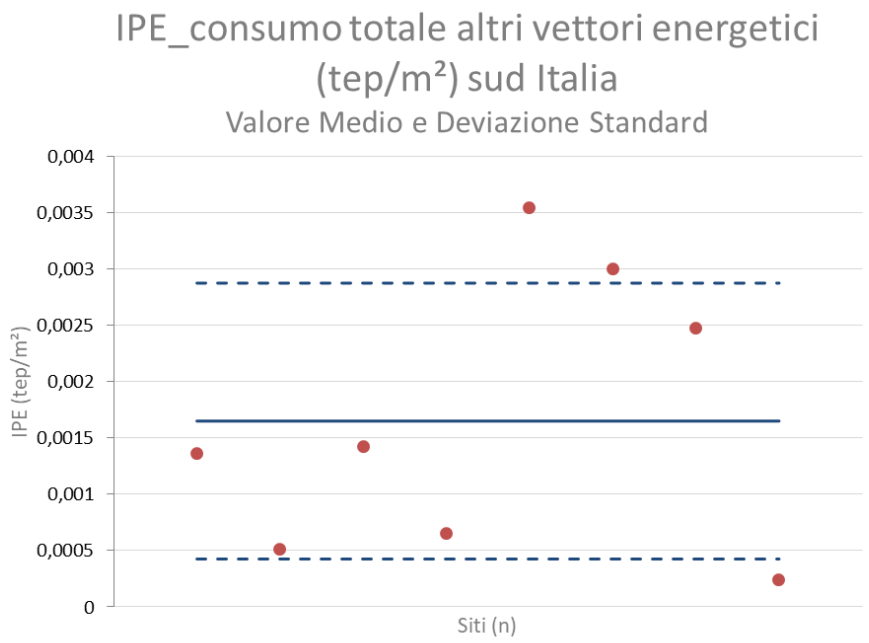


Figura 44 – Grafico inerente al consumo di altri vettori energetici (Gas Naturale, GPL, Teleriscaldamento, ecc…) nel sud Italia.

5.3.8 Indice di prestazione energetica - consumi fonti termiche – centro Italia (10^{-3}tep/m^2)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi da vettori termici (teleriscaldamento o combustibili). L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO.

Altri vettori energetici CENTRO ITALIA				
Unità misura utilizzate	**Superficie**		**m²**	
	Energia		**tep**	
	IPE		**10^{-3} tep/m²**	
Campo variazione produzione		**IPE**	**Campo di variazione indice**	
Min	**Max**		**Min**	**Max**
m²	**m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**
2.000	95.700	5,1 ± 4,0	1,1	9,1

Tabella 12 – Indice di prestazione consumi altre fonti energetiche centroItalia

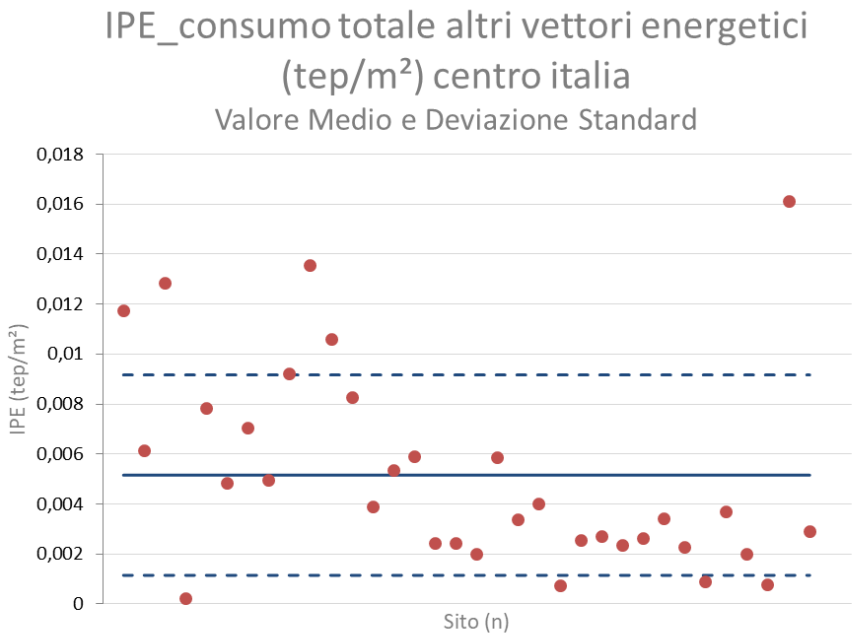


Figura 45 – Grafico inerente al consumo di altri vettori energetici (Gas Naturale, GPL, Teleriscaldamento, ecc…) nel centro Italia.

5.3.9 Indice di prestazione energetica - consumi fonti termiche – nord Italia (10^{-3}tep/m^2)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi da vettori termici (teleriscaldamento o combustibili). L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO.

Altri vettori energetici NORD ITALIA				
Unità misura utilizzate	**Superficie**		**m²**	
	Energia		**tep**	
	IPE		**10^{-3} tep/m²**	
Campo variazione produzione		**IPE**	**Campo di variazione indice**	
Min	**Max**		**Min**	**Max**
m²	**m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**	**10^{-3} tep/m²**
2.100	60.700	8,8 ± 8,5	0,2	17,4

Tabella 13 – Indice di prestazione consumi altre fonti energetiche nord Italia

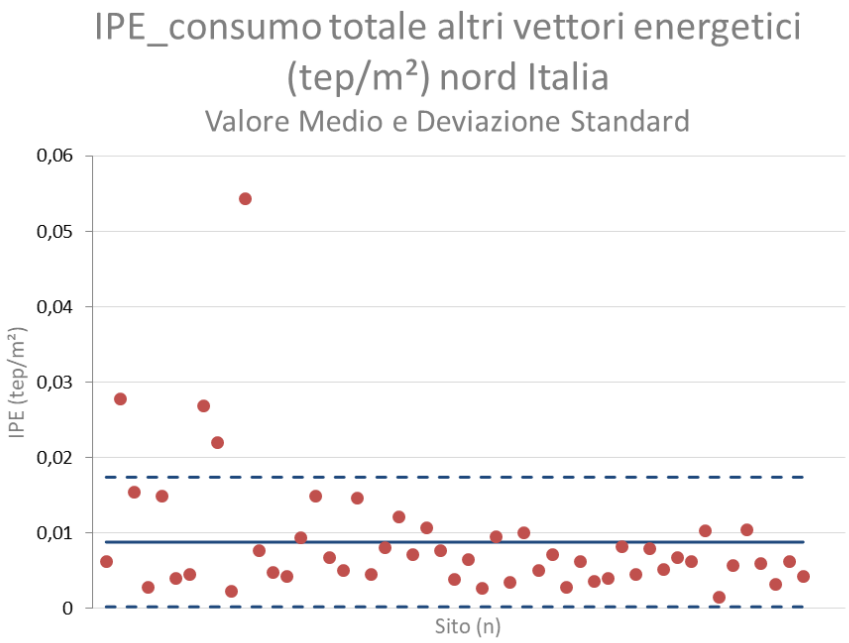


Figura 46 - Grafico inerente al consumo di altri vettori energetici (Gas Naturale, GPL, Teleriscaldamento, ecc…) nel nord Italia.

5.3.10 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva – sud Italia (kWh/m^2)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica per la climatizzazione. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO.

Energia Elettrica per la climatizzazione estiva SUD ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
2.900	11.500	48,41 ± 13,49	34,91	61,90

Tabella 14 – Indice di prestazione consumi energia elettrica per climatizzazione sud Italia

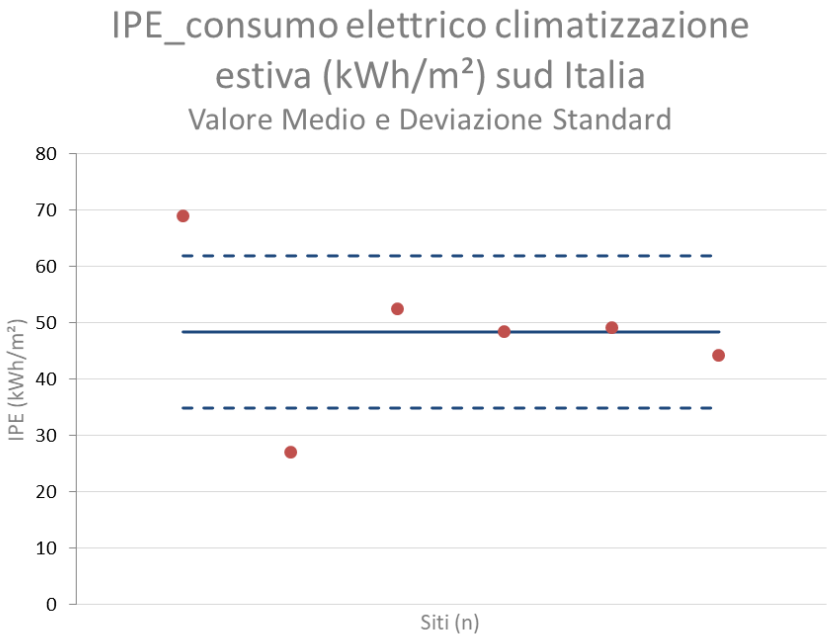


Figura 47 –Grafico inerente al consumo di energia elettrica per la climatizzazione nel sud Italia, degli edifici senza impianto termico.

5.3.11 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva ed invernale – sud Italia (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica per la climatizzazione estiva ed invernale. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO.

Energia Elettrica per la climatizzazione estiva ed invernale SUD ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
4.500	20.100	71,21 ± 31,01	40,20	102,21

Tabella 15 – Indice di prestazione consumi energia elettrica per climatizzazione sud Italia

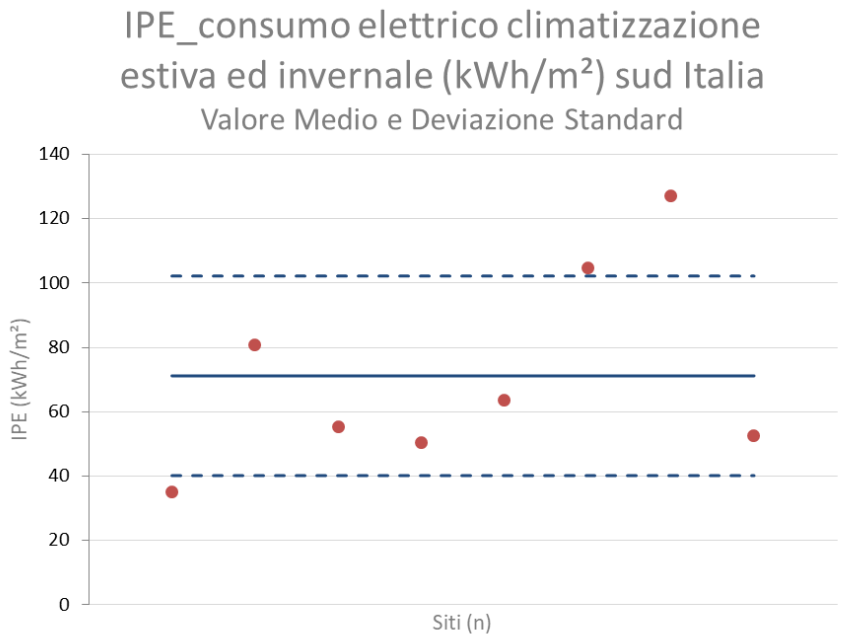


Figura 48 –Grafico inerente al consumo di energia elettrica per la climatizzazione nel sud Italia, degli edifici con impianto termico.

5.3.12 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva– centro Italia (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica per la climatizzazione. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO.

Energia Elettrica per la climatizzazione estiva CENTRO ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
87	77.000	93,07 ± 81,88	11,19	174,95

Tabella 16 – Indice di prestazione consumi energia elettrica per climatizzazione centro Italia

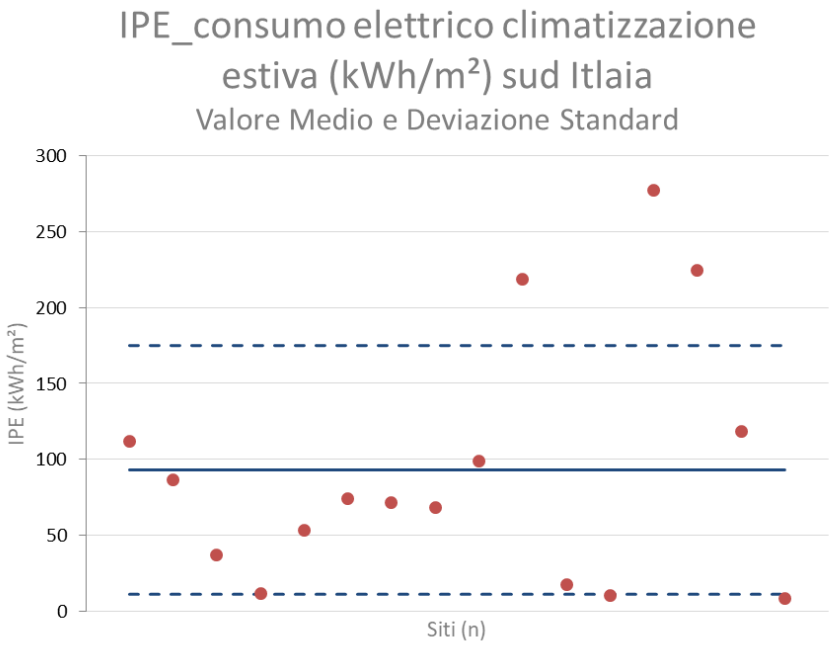


Figura 49 – Grafico inerente al consumo di energia elettrica per la climatizzazione nel centro Italia, degli edifici senza impianto termico.

5.3.13 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva e invernale – centro Italia (kWh/m²)

Energia Elettrica per la climatizzazione estiva ed invernale CENTRO ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
2.000	95.000	51,22 ± 41,42	9,81	92,64

Tabella 17 – Indice di prestazione consumi energia elettrica per climatizzazione centro Italia

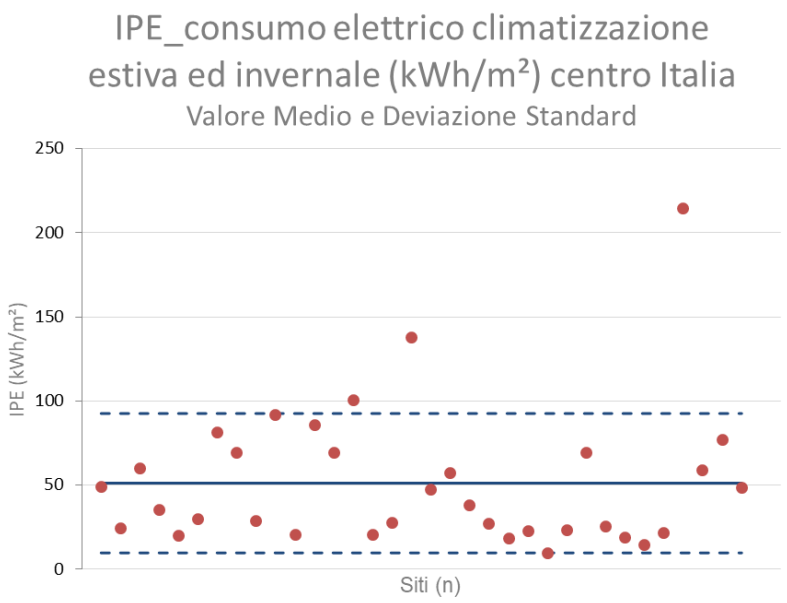


Figura 50 –Grafico inerente al consumo di energia elettrica per la climatizzazione nel centro Italia, degli edifici con impianto termico.

5.3.14 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva – nord Italia (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica per la climatizzazione estiva. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO.

Energia Elettrica per la climatizzazione estiva NORD ITALIA				
Unità misura utilizzate	**Superficie**		**m²**	
	Energia		**kWh**	
	IPE		**kWh/m²**	
Campo variazione produzione		**IPE**	**Campo di variazione indice**	
Min	**Max**		**Min**	**Max**
m²	**m²**	**kWh/m²**	**kWh/m²**	**kWh/m²**
500	10.000	67,41 ± 33,21	34,20	100,62

Tabella 18 –Indice di prestazione consumi energia elettrica per climatizzazione estiva nord Italia.

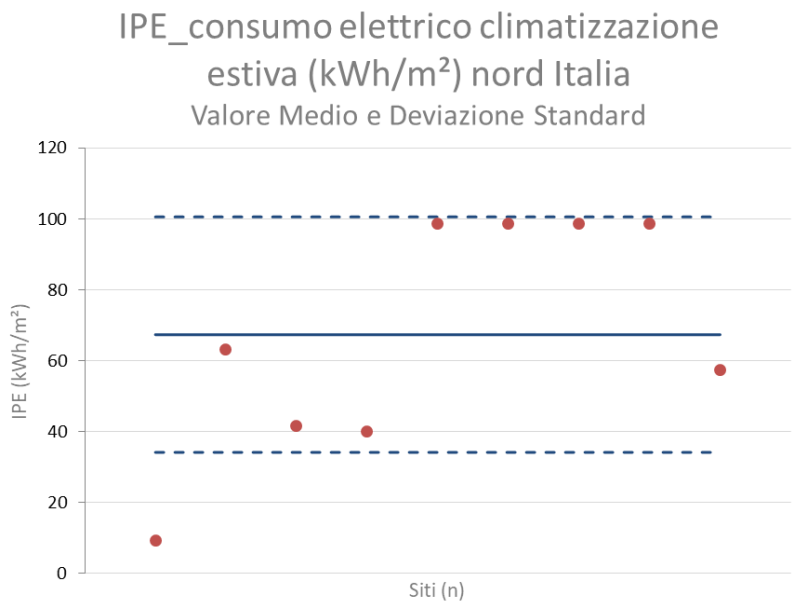


Figura 51 – Grafico inerente al consumo di energia elettrica per la climatizzazione nel nord Italia, degli edifici senza impianto termico.

5.3.15 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica climatizzazione estiva e invernale – nord Italia (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica per la climatizzazione estiva e invernale. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO.

Energia Elettrica per la climatizzazione estiva ed invernale NORD ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
500	9.000	64,04 ± 39,19	14,86	93,23

Tabella 19 – Indice di prestazione consumi energia elettrica per climatizzazione estiva e invernale nord Italia

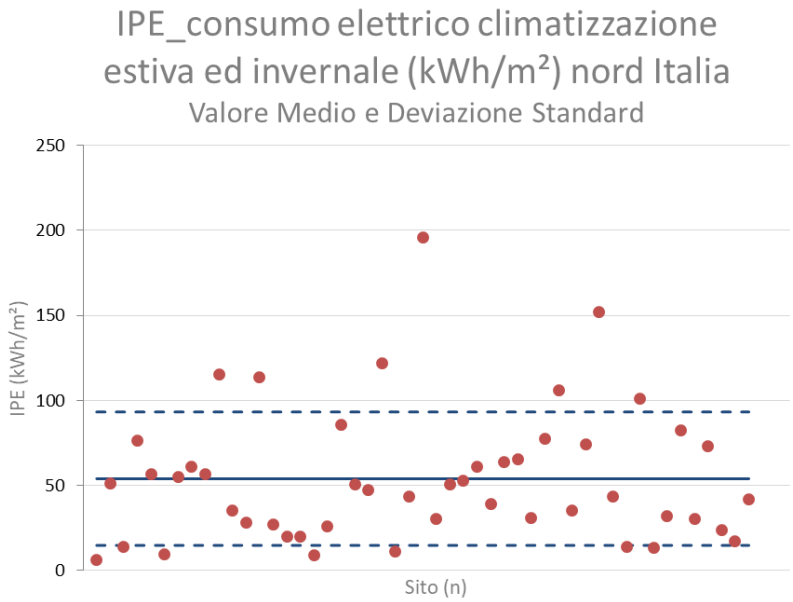


Figura 52 – Grafico inerente al consumo di energia elettrica per la climatizzazione nel nord Italia, degli edifici con impianto termico.

5.3.16 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica illuminazione (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica per l'illuminazione. In questo caso si è ritenuto non significativo distinguere questo indicatore per aree geografiche. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado MEDIO.

Energia Elettrica per l'illuminazione ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
500	95.700	24,66 ± 16,49	8,17	41,16

Tabella 20 – Indice di prestazione consumi energia elettrica per illuminazione

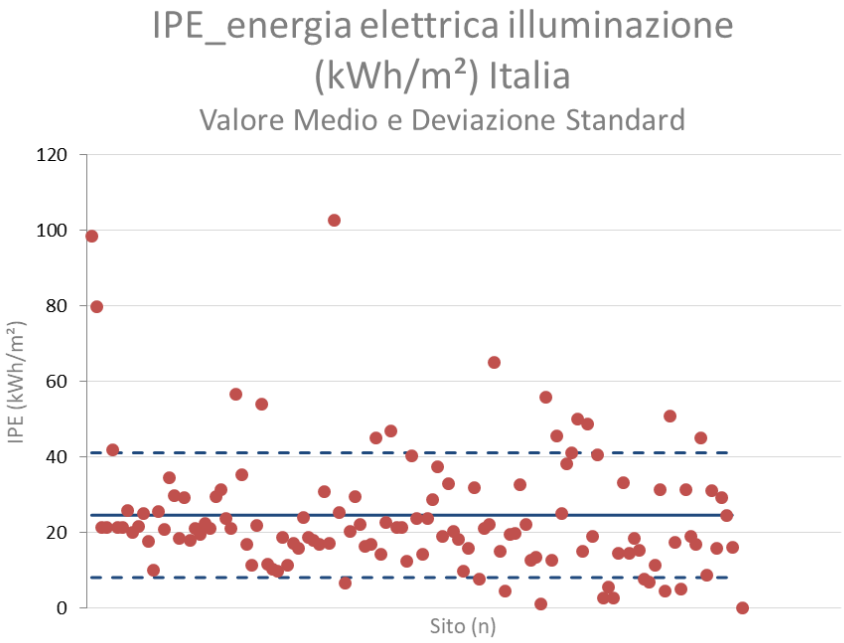


Figura 53 – Grafico inerente al consumo di energia elettrica per l'illuminazione in Italia

5.3.17 Indice di prestazione energetica - consumi energia elettrica illuminazione (kWh/m²)

Per la determinazione dell'IPE sono stati considerati tutti i consumi di energia elettrica che alimentano le utenze di forza motrice dell'edificio, comprendono quindi apparecchi da ufficio, aree ristoro, ascensori etc. In questo caso si è ritenuto non significativo distinguere questo indicatore per aree geografiche. L'affidabilità dell'indicatore, è di grado BASSO.

Energia Elettrica per la forza motrice ITALIA				
Unità misura utilizzate	Superficie		m²	
	Energia		kWh	
	IPE		kWh/m²	
Campo variazione produzione		IPE	Campo di variazione indice	
Min	Max		Min	Max
m²	m²	kWh/m²	kWh/m²	kWh/m²
500	95.700	38,06 ± 35,21	2,85	73,28

Tabella 21 – Indice di prestazione consumi energia elettrica per apparecchi (FEM)

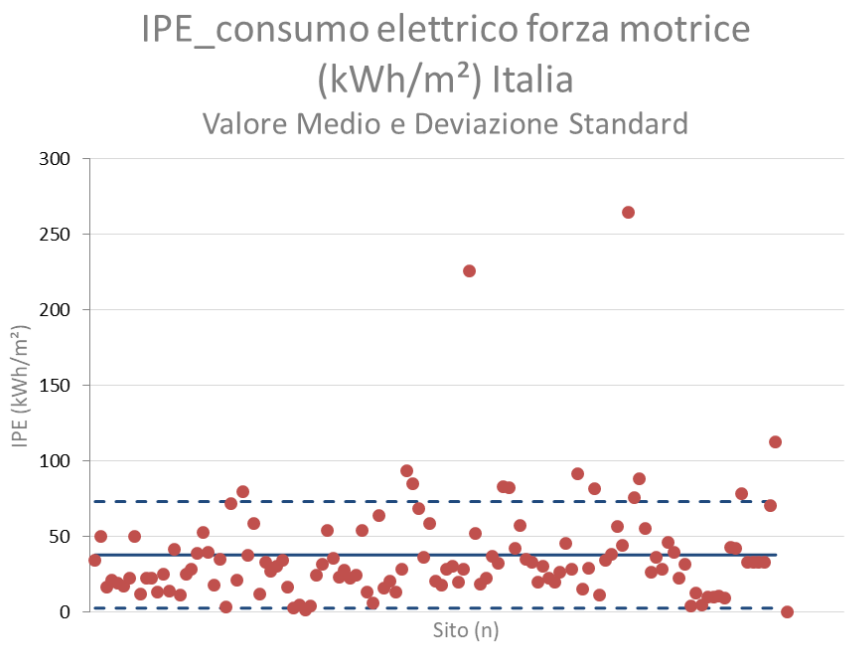


Figura 54 – Grafico inerente al consumo di energia elettrica per la forza motrice in Italia

6 Proposta di foglio di calcolo per edifici per uffici

Questo studio ha consentito di analizzare in maniera critica l'uso fatto dagli auditor energetici del foglio di calcolo proposto da ENEA per la raccolta delle informazioni principali delle diagnosi energetiche.

Si propone in questo paragrafo una variante del foglio di calcolo originale, ottimizzata per gli edifici ed i complessi immobiliari ad uso uffici.

Gli scopi che ci si pone con questo foglio di calcolo sono i seguenti:

- Omogeneizzare l'approccio alla diagnosi, fornendo una chiave di lettura condivisa della classificazione dei consumi
- Consentire una chiara e condivisa definizione dei benchmark energetici di riferimento
- Consentire la valutazione quantitativa della correlazione tra proprietà dell'edificio (classe energetica, data riqualificazione, superficie, etc.) e consumi energetici

Si dettagliano di seguito le proposte di personalizzazione, allegando il modello di foglio di calcolo al presente studio.

Gli edifici per uffici, considerati unico sito produttivo ai fini delle diagnosi energetiche, possono essere dotati di una serie di spazi adibiti ad attività ausiliarie e complementari all'attività terziaria svolta.

Si tratta di bar e mense aziendali, autorimesse di pertinenza, server farm, magazzini e locali tecnici di supporto. L'inclusione o l'esclusione delle superfici di queste aree può comportare una variazione anche molto significativa dei consumi specifici del sito produttivo, rendendo non confrontabili gli edifici tra loro.

Per omogeneizzare i benchmark di riferimento e avere un quadro chiaro delle tipologie di servizi a supporto dell'attività terziaria principale, si propone, per le future diagnosi:

- Di indicare come **superficie di riferimento per il sito produttivo la sola superficie lorda degli spazi adibiti ad uffici, comprensivi degli spazi comuni di piano** (rack, corridoi, locali ristoro, aree comuni, sbarco ascensori), escludendo porzioni di edificio adibite ad usi specifici (mense aziendali, bar, autorimesse, locali tecnici e magazzini, server farm etc.)

STRUTTURA ENERGETICA AZIENDALE *(Compilare solo le caselle a sfondo bianco)*

	DATI AZIENDALI	NOME	INDIRIZZO	P.IVA	SETTORE MERC. [codice ATECO]	ANNO	SUPERFICIE [valore]	SUPERFICIE [u.m.]
								m2

		CODICE	VETTORE	u.m.	valore	Fattore conversione in tep	PCI o EER	TEP	Vtot [tep]
LA	CONSUMI	1	Energia elettrica	kWh		0,187 x 10^-3		0	0
		2	Gas naturale	Sm3		8.250 x 10 ^-7	8.250	0	
		3	Calore	kWh		860/0,9 x 10^-7		0	
		4	Freddo	kWh		(1/ EER) x 0,187 x 10^-3		0	
		5	Biomassa	t		PCI (kcal/kg) x 10^-4		0	
		6	Olio combustib.	t		PCI (kcal/kg) x 10^-4	9.800	0	
		7	GPL	t		PCI (kcal/kg) x 10^-4	11.000	0	
		8	Gasolio	t		PCI (kcal/kg) x 10^-4	10.200	0	
		9	Coke di petrolio	t		PCI (kcal/kg) x 10^-4	8.300	0	
		11							
		12							
		13							

Figura 55 – Superficie di riferimento nella tabella della struttura energetica aziendale

- Indicare le **superfici lorde degli altri servizi (mensa, server farm, parcheggio) in una tabella integrativa**, e utilizzare tali superfici per i benchmark afferenti tali attività (che rappresentano servizi generali per l'edificio)
- Indicare il numero di utenti giornaliero dell'edificio (espressi in full time equivalent, equivalenti a tempo pieno), comprensivo anche dei visitatori
- Indicare le date di costruzione e di ultima ristrutturazione importante
- Indicare il numero di piani dell'edificio

	CODICE	VARIABILE		u.m.	Valore
GENERALITA' STRUTTURA	1	Superficie Uffici		m²	
	2	Superficie Autorimessa		m²	
	3	Superficie Magazzini		m²	
	4	Utenti		numero	
	5	Anno di costruzione		-	
	6	Tipologia ediliza		-	
	7	Anno ultima ristrutturazione importante[1]		-	
	8	Numero Piani		numero	
	9	Server farm	Presente	kW	
	10	mensa/bar	Climatizzazione Autonoma	coperti	
				superficie [m²]	

[1] Per la definizione di ristrutturazione importante si faccia riferimento a DM 26/06/2015 (Requisiti Minimi)

Figura 56 – Parametri utili per la determinazione di benchmark specifici

L'attestato di prestazione energetica (e il suo predecessore, attestato di certificazione energetica) sono uno strumento di riferimento nel settore immobiliare per confrontare rapidamente la "qualità energetica" tra più edifici. La possibilità di correlare le classi energetiche con i consumi reali è sicuramente un dato importante sia per il tecnico che redige la diagnosi, sia per i proprietari e gli occupanti degli immobili, che possono avere le idee più chiare della correlazione tra due parametri che nascono con finalità diverse (classe energetica e consumi energetici specifici), ma che sono entrambi utili ad avere una maggiore consapevolezza dello stato di fatto e facilitare le scelte in termini di efficienza energetica.

E' presente un attestato di prestazione energetica (APE)?			Sì
Se è disponibile Attestato di Prestazione o Certificazione Energetica	VARIABILE	u.m.	Valore
	Superficie utile climatizzata	m²	
	Volume lordo climatizzato	m³	
	Superficie lorda disperdente	m²	
	S/V	m^{-1}	0,000
	Indice di Prestazione Energetica[2]		
	Classe Energetica	-	
	Data emissione APE	-	

[2] Riportare l'indice associato alla classe energetica

Figura 57 – Dati estratti dall'attestato di prestazione energetica

Un'ulteriore personalizzazione al foglio di calcolo è stato l'allineamento del tipo di misura con le tre tipologie di misura previste nelle "Linee Guida per il Monitoraggio energetico degli edifici per le diagnosi energetiche ex art. 8 del d.lgs. 102/2014" di ottobre 2017, pubblicato da Assoimmobiliare e disponibile sul portale efficienza energetica di Enea[2].

Si riassumono brevemente in questa sede le tipologie di misura previste:

a. **Campagne di misura**: la durata della campagna di misura dovrà essere scelta in modo rappresentativo (in termini di significatività, riproducibilità e validità temporale) rispetto alla tipologia di sito, agli utilizzatori considerati e alla stagionalità. La durata minima della campagna dovrà essere "giustificata" dal redattore della diagnosi. Occorrerà inoltre rilevare i dati significativi che possono influenzare i consumi delle utenze rilevate (orari di apertura, dati climatici, superficie di occupazione, etc.)

b. **Misure a campione**: nel caso di apparecchi uguali tra loro (es. apparecchi di illuminazione) con potenza assorbita costante e con i medesimi orari di funzionamento e accensione e spegnimento contemporanei, si può misurare il consumo di un apparecchio per poi estendere i risultati della misura campione al resto degli apparecchi dello stesso tipo di utenza.

c. **Monitoraggio permanente**: consiste nell'installazione di strumenti di misura e nell'acquisizione dei loro dati per un periodo sufficientemente significativo, se possibile pari ad un anno.

Rispetto a queste forme di misura sono concesse all'estensore della diagnosi due alternative:

- **calcolare** il valore di consumo sulla base di un **modello numerico**
- estrarre il dato di consumo direttamente da **contatore fiscale** nel caso in cui la fornitura sia a servizio di una specifica utenza (ad esempio una fornitura elettrica al solo servizio dell'autorimessa o una fornitura di gas naturale a solo servizio della climatizzazione)

6.1 Utenze elettriche proposte per i servizi ausiliari

Per i consumi di energia elettrica, tra i servizi ausiliari s

i riportano le utenze direttamente correlate all'attività terziaria:

- Apparati ICT (computer, stampanti ed altri apparecchi per ufficio)
- Server farm, i cui consumi si propone di suddividere in consumi server e consumi per climatizzazione e illuminazione
- Apparecchi che non rientrano nelle due voci precedenti sono riassunti in un quarto indicatore "altre utenze elettriche" che può includere ad esempio gli apparecchi delle sale ristoro

[2] http://www.efficienzaenergetica.enea.it/per-le-imprese/documenti-1/diagnosi-energetica/WorkingpaperAssoimmobiliare_LineeGuidaMonitoraggioEnergetico_rev01.pdf

LB		ENERGIA ELETTRICA	CONSUMO	TEP ING.	Ipg 1		VERIFICA			
			kWh	tep	tipo misura	kWh / m²	Consumi monitorati/ calcolati kWh	Altro kWh	% copertura	E' necessario dettagliare maggiormente la suddivisione dei consumi
	j=1	ENERGIA ELETTRICA	0,0	0,0			0	0		

LC	1.2	ENERGIA ELETTRICA	CONSUMO	TEP ING.	Ipg		D.s.			Ips	
		SERVIZI AUSILIARI	0,0	0,0	tipo misura	kWh / m²	valore	Unità di misura	tipo misura [campagna misura, a campione, permanente, calcolo, contatore fiscale]	valore	u.m. [kWh/D.s.]
LD	1.2.1	Apparati ICT					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.2.2	Altre utenze elettriche					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.2.3	Consumo complessivo Server Farm					0	kW	permanente		kWh / kW
	1.2.4										
	1.2.5										
LE	1.2.3.1	Server Farm: consumo apparati ICT					0,0	kWh			kWh / kWh
	1.2.3.2	Server farm: Climat., Illum, utenze e perdite									
	1.2.3.3	Server farm: altro	0,0		calcolo						

Figura 58 – Proposta di servizi ausiliari per l'energia elettrica

6.2 Utenze elettriche proposte per i servizi generali

Le altre utenze elettriche rientrano tra i servizi generali, in particolare:

- Climatizzazione degli uffici
- Acqua calda sanitaria
- Illuminazione degli uffici
- Ascensori
- Bar
- Mensa aziendale
- Autorimessa
- Magazzini, archivi e locali tecnici

LC	1.3	ENERGIA ELETTRICA	CONSUMO	TEP ING.	Ipg		D.s.			Ips	
		SERVIZI GENERALI	0,0	0,0	tipo misura	kWh / m²	valore	Unità di misura	tipo misura [campagna misura, a campione, permanente, calcolo, contatore fiscale]	valore	u.m. [kWh/D.s.]
LD	1.3.1	Climatizzazione					0,0	m²	permanente		kWh / m2
	1.3.2	ACS					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.3	Illuminazione uffici					0,0	m²	permanente		kWh / m2
	1.3.4	Servizi comuni					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.5	Mensa/bar					0	coperti	permanente		kWh / coperti
	1.3.6										kWh /
	1.3.7										kWh /
LE	1.3.1.1	Climatizzazione: Produzione caldo/freddo					0,00	kwh	0		kWh / kwh
	1.3.1.2	Climatizzazione: UTA									kWh / kwh
	1.3.1.3	Climatizzazione: Ausiliari centralizzati									kWh / kwh
	1.3.1.4	Climatizzazione: Altro	0,0		Calcolo						kWh / kwh
	1.3.4.1	Servizi comuni: Ascensori					0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.4.2	Servizi comuni: Illuminazione spazi comuni						m²	permanente		kWh / m²
	1.3.4.3	Servizi comuni: altro	0,0		Calcolo		0	utenti (FTE)	permanente		kWh / utenti (FTE)
	1.3.5.1	Mensa: consumi operativi					0	coperti	permanente		kWh / coperti
	1.3.5.2	Mensa: climatizzazione					0	m2	permanente		kWh / m2
	1.3.5.3	Mensa: ACS					0	coperti	permanente		kWh / coperti
	1.3.5.4	Mensa: Altro	0,0		Calcolo		0	coperti	permanente		kWh / coperti

Figura 59 – Proposta di servizi generali per l'energia elettrica

Per ciascun servizio è associato un parametro di normalizzazione che possa essere significativo e correlabile ai consumi.

6.3 Utenze fonti termiche proposte per i servizi generali

Le fonti "termiche", intese come combustibili o teleriscaldamento, sono associate ai servizi generali. Le quattro tipologie di utenze individuate sono:

- Climatizzazione
- Acqua calda sanitaria
- Bar
- Mensa

LB	GAS NATURALE		CONSUMO	TEP ING.	Ipg 1		VERIFICA			
			Sm3	tep	tipo misura	Sm3 / m²	Consumi monitorati/ calcolati kWh	Altro kWh	% copertura	E' necessario dettagliare maggiormente la suddivisione dei consumi
	j=2	GAS NATURALE		0,0			0	0		

LC	2.3	GAS NATURALE	CONSUMO	TEP ING.	Ipg		D.s.			Ips	
		SERVIZI GENERALI	0,0	0,0	tipo misura	Sm3 / m²	valore	Unità di misura	tipo misura [campagna misura, a campione, permanente, calcolo, contatore fiscale]	valore	Sm3 / D.S.
LD	2.3.1	Climatizzazione					0,0	m²	permanente		Sm3 / m2
	2.3.2	ACS					0	utenti (FTE)	permanente		Sm3 / utenti (FTE)
	2.3.3	Mensa/Bar					0,0	m²	permanente		Sm3 / m2
	2.3.4										Sm3 /
	2.3.5										Sm3 /
LE	2.3.3.1	Mensa/Bar: climatizzazione					0,00	kwh	0		Sm3 / kwh
	2.3.3.2	Mensa/Bar: ACS									Sm3 / kwh

Figura 60 – Proposta di servizi generali per fonti "termiche"

6.4 Flotte auto e consumi autotrazione

Qualora siano presenti, all'interno del foglio Excel è possibile inserire i consumi inerenti all'autotrazione. In tal caso le utenze sono identificate con le flotte di autoveicoli, le quali si differenziano tra loro per la tipologia di alimentazione:

- Auto elettrica
- Auto GNC
- Auto GPL
- Auto Diesel
- Auto benzina

LA.2	CONSUMI AUTOTRAZIONE	CODICE	VETTORE	u.m.	valore	Fattore conversione in tep	tep	Vtot [tep]
		A.1	Energia elettrica	kWh	0,0	0,187 x 10^-3	0,0	326,8
		A.2	Gas naturale compresso	kg	0,0	1,225 x 10 ^-3	0,0	
		A.3	GPL	l	0,0	0,616 x 10^-3	0,0	
		A.4	Gasolio/diesel	l	380.000,0	0,860 x 10^-3	326,8	
		A.5	Benzina	l	0,0	0,765 x 10^-3	0,0	

LB	j=A	CONSUMI AUTOTRAZIONE	consumo			Ipg			IPS	
		Energia totale	u.m	[tep]	tipologia misura	Distanza percorsa [km]	tipologia misura	[tep/km]	Numero Auto	[tep/n.auto]
			tep	326,8		0			0	

LD	A	FLOTTA	Consumo				Ipg				Ips		
			u.m.	consumo	tep	tipologia misura	Distanza percorsa [km]	tipologia misura	Indice	u.m/100km	numero auto	Indice	u.m/n.auto
	A.4.1	Flotta auto Diesel	litri	230.000,0	197,8					litri/100km			litri/n.auto
	A.4.2	Flotta auto Diesel	litri	150.000,0	129,0					litri/100km			litri/n.auto

Figura 61 – Proposta di consumi per autotrazione per flotte auto

7 Conclusioni

Questo studio ha definito gli indicatori di prestazione energetica maggiormente significativi per gli edifici per uffici italiani.

Tali indicatori forniranno un utile strumento di confronto per gli operatori del settore dell'efficienza energetica, per valutare le performance degli edifici di loro interesse e a promuovere e verificare l'efficacia di interventi di efficientamento.

Una serie di fattori contribuiranno a rendere, nel tempo, sempre più facilmente confrontabili i dati di consumo energetico:

- L'indicazione ministeriale della necessità di basare le diagnosi su consumi monitorati[3]
- Le linee guida per i monitoraggi energetici promosse e diffuse da ENEA[4]
- Le linee guida Assoimmobiliare[5] per i monitoraggi degli edifici del terziario
- La variante del foglio di calcolo pubblicata in allegato al presente studio, che si propone di allegare alle future diagnosi presentate sul portale 102 di ENEA

La cooperazione iniziata nel 2014 tra ENEA e le associazioni di Confindustria, compresa Assoimmobiliare, ha consentito una più efficace applicazione e interpretazione della legislazione sull'efficienza energetica, finalizzata ad aumentare la consapevolezza delle imprese sulle opportunità offerte dall'efficienza energetica, e consentire una declinazione della legislazione corrente affinché si raggiungesse il miglior equilibrio tra interesse pubblico ed esigenze del mercato nel quale le imprese italiane operano.

[3] Circolare Ministero Sviluppo Economico "Chiarimenti in materia di diagnosi energetiche" di novembre 2016
[4] http://www.efficienzaenergetica.enea.it/per-le-imprese/diagnosi-energetiche/normativa-casi-di-applicazione
[5] http://www.efficienzaenergetica.enea.it/per-le-imprese/documenti-1/diagnosi-energetica/WorkingpaperAssoimmobiliare_LineeGuidaMonitoraggioEnergetico_rev01.pdf