

Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”



Macroarea di Ingegneria Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Analisi statistica delle diagnosi energetiche condotte ai sensi del d.lgs. 102/2014: il caso della sanità privata

Relatore

Prof. Vito Introna

Candidato

Tiberio Pastura

Correlatore

Ing. Fabrizio Martini

Anno Accademico 2019/2020

- Il Decreto Legislativo 102/2014
- Le strutture sanitarie
- Il settore della sanità privata
- Definizione del database
- Metodologia proposta dall'ENEA
- Risultati delle analisi: indici di prestazione energetica di riferimento
- Applicazione della metodologia sviluppata dall'EPA
- Confronto metodologia ENEA - EPA
- Conclusioni

➡ Stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica.

Art. 8: l'obbligo di diagnosi energetica

obbligo per le grandi imprese e per le imprese a forte consumo di energia di eseguire una diagnosi energetica nei siti produttivi localizzati sul territorio nazionale, entro il 2015 e successivamente ogni 4 anni.



Grande impresa: dipendenti > 250 e
fatturato annuo > 50 milioni di € e/o
bilancio annuo > 43 milioni di €

Imprese a forte consumo di energia:
imprese iscritte nell'elenco annuale istituito presso la Cassa
per i servizi energetici e ambientali (CSEA)



La **diagnosi energetica** è una procedura sistematica finalizzata ad:

- ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di una struttura,
- individuare le opportunità di risparmio energetico e a quantificarle sotto il profilo costi-benefici.

➡ Stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica.



Art. 8: il ruolo dell'ENEA

- istituire e gestire una banca dati delle imprese soggette a diagnosi energetica, nella quale sono riportate l'anagrafica del soggetto obbligato e dell'auditor, la data di esecuzione della diagnosi e il rapporto di diagnosi;
- verificare la conformità delle diagnosi alle prescrizioni legislative;
- comunicare, ogni anno a partire dal 2016, al MiSE lo stato di attuazione dell'obbligo e pubblicare un rapporto sulle attività diagnostiche svolte e sui risultati conseguiti.

- Gli edifici a destinazione d'uso ospedaliera sono strutture complesse ed energivore, con consumi medi tre volte superiori rispetto a quelli del settore civile residenziale in analoghe condizioni climatiche.

Impieghi di energia di una struttura sanitaria:

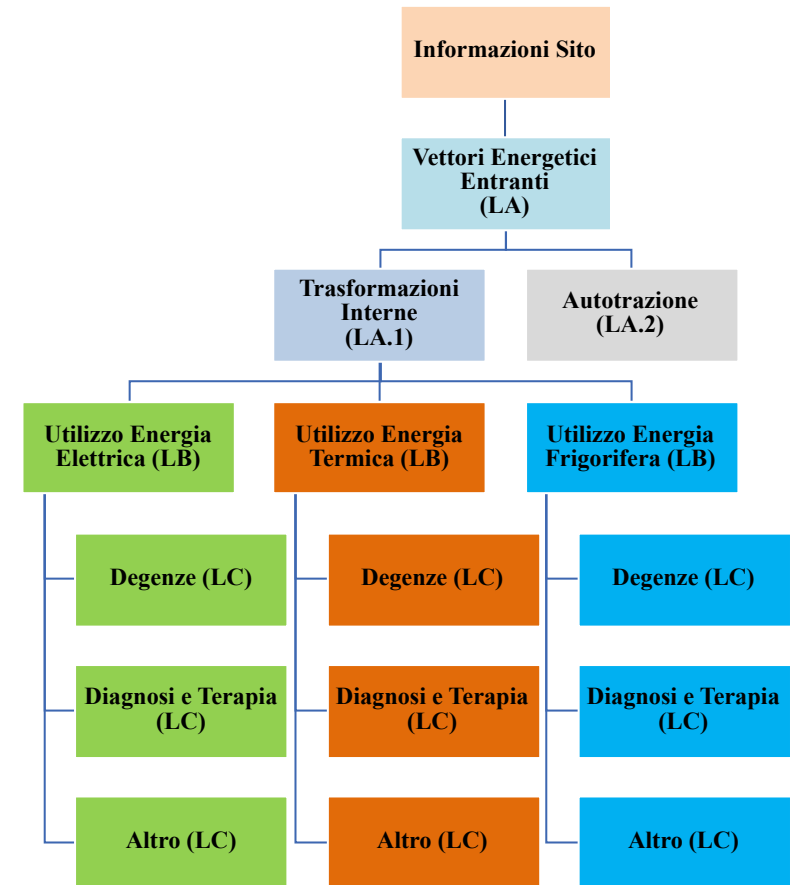
- **usi di tipo 'alberghiero'** al fine di garantire il benessere degli operatori sanitari e dei pazienti, tra cui l'illuminazione interna ed esterna, il condizionamento estivo ed invernale, gli ascensori, la preparazione dell'acqua calda sanitaria e i servizi di lavanderia.
- **usi dei dispositivi di intervento, trattamento e diagnosi**, ovvero apparecchiature diagnostico-medicali e strumenti per la sterilizzazione.

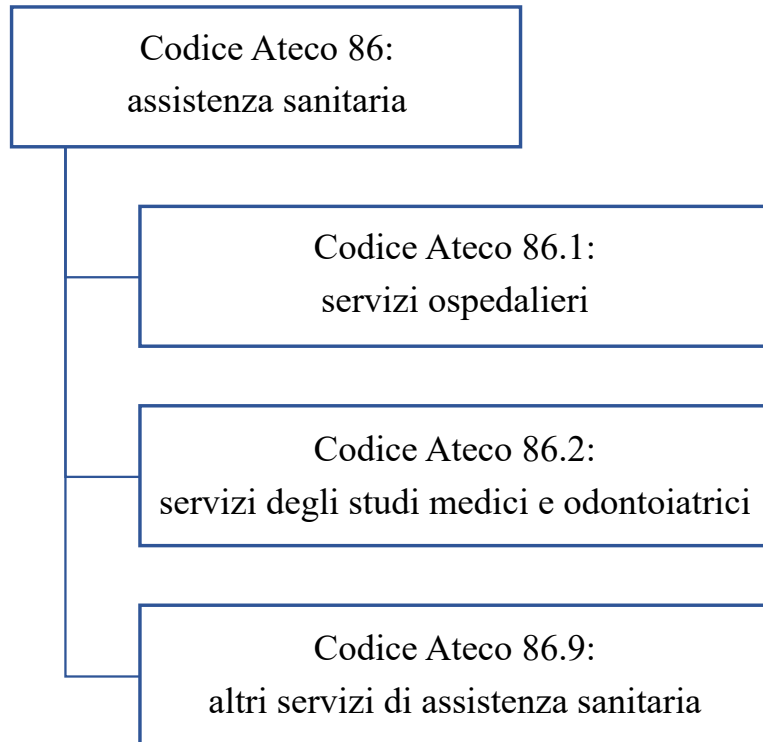
I consumi energetici degli ospedali possono presentare una notevole variabilità da struttura a struttura, in quanto influenzati da una serie di fattori, tra cui:

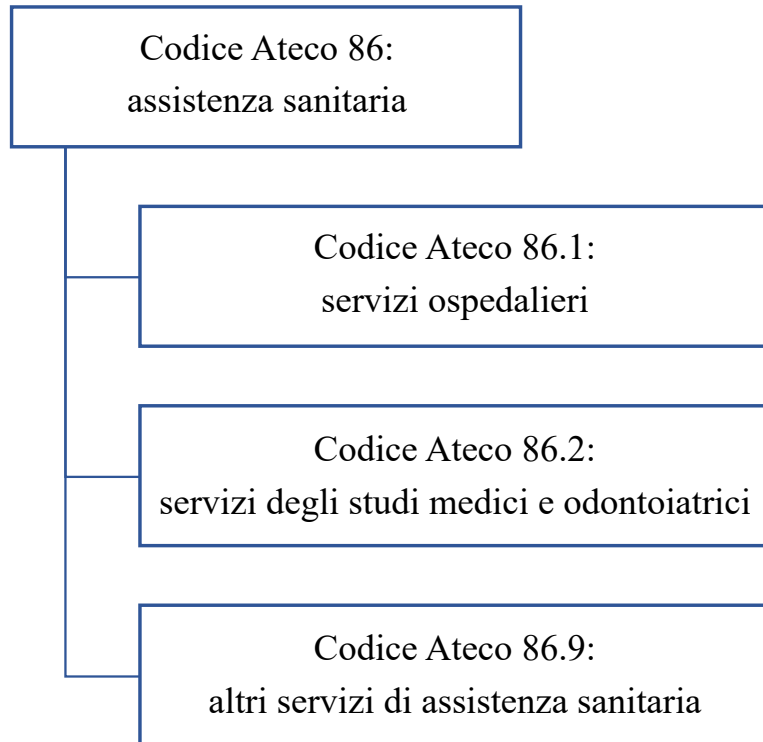
- la dimensione dell'ospedale;
- il numero di posti letto;
- il numero di addetti sanitari;
- le condizioni climatiche;
- le specializzazioni mediche.

Le strutture sanitarie: struttura energetica aziendale

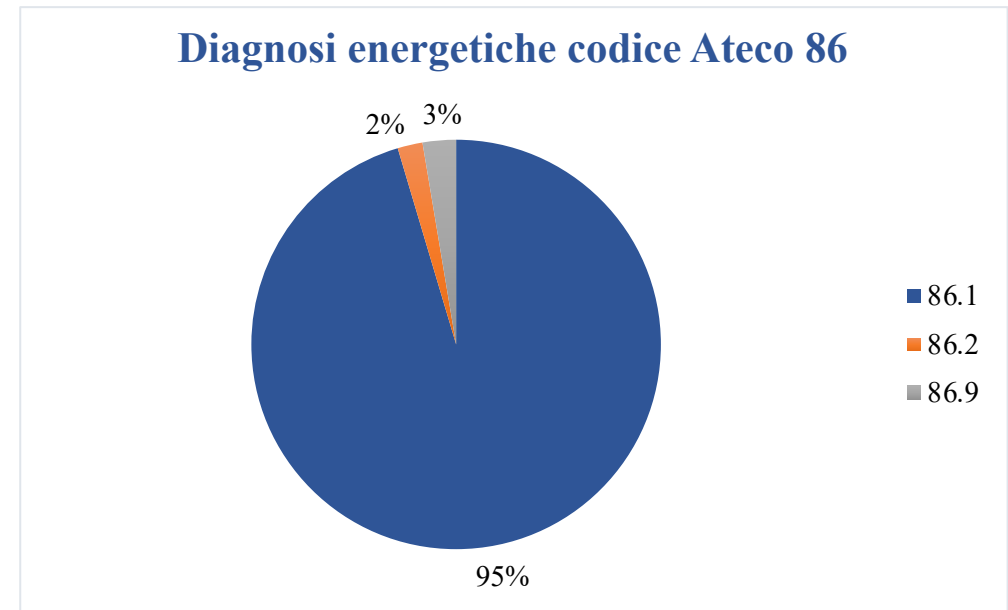
I ‘Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese’ del MiSE e le ‘Linee guida’ dell’ENEA prevedono per l’esecuzione della diagnosi energetica la definizione della *struttura energetica aziendale*, distinta per ogni vettore energetico e che consente, attraverso un percorso strutturato a più livelli, di avere quadro dettagliato dell’impresa.







➤ **152** diagnosi energetiche relative al codice Ateco 86 pervenute all'ENEA nel 2019



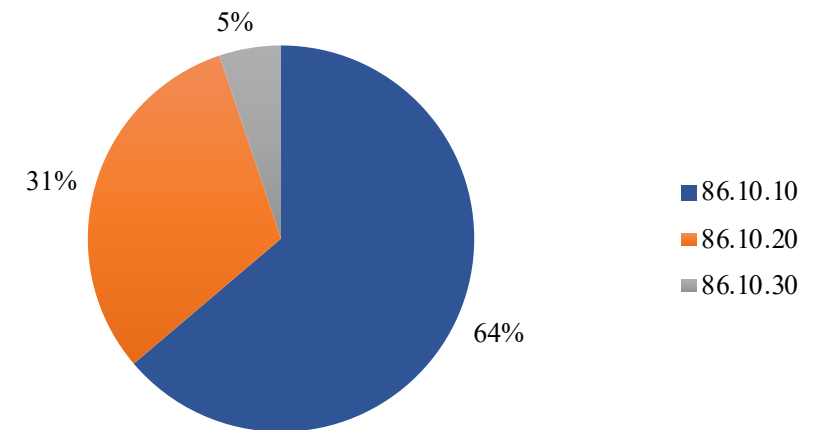
Definizione del database

- **58** strutture sanitarie presenti nel database

Dati principali a disposizione per ciascuna struttura:

- Consumi energetici;
- Superficie coperta, addetti sanitari, posti letto;
- Degenze: consumi energetici, numero di giornate di degenza, superficie;
- Diagnosi e terapia: consumi energetici, numero di prestazioni erogate, superficie.

Database: siti suddivisi per codice Ateco

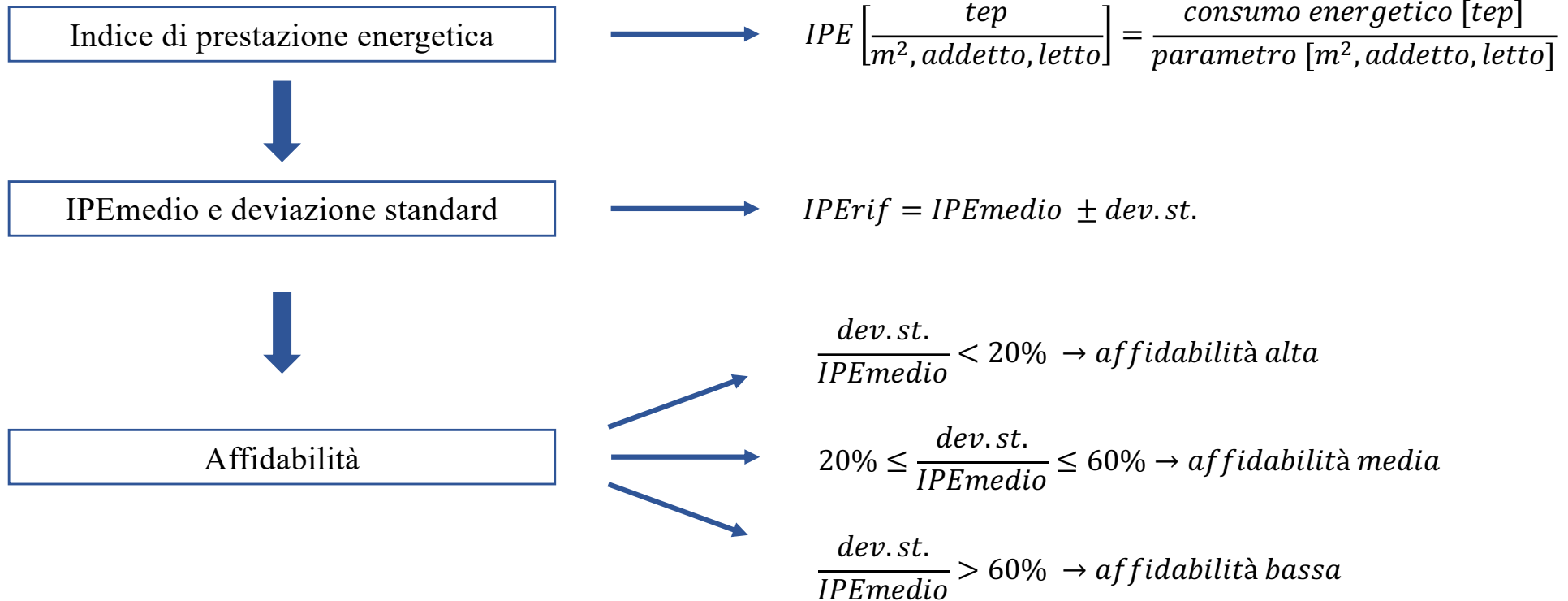


86.10.10: Ospedali e case di cura generici

86.10.20: Ospedali e case di cura specialistici

86.10.30: Istituti, cliniche e policlinici universitari

Obiettivo: individuare degli indici di prestazione energetica di riferimento del settore della sanità privata



Risultati delle analisi: indici di prestazione energetica di riferimento

IPE definiti

$$IPE_{-s} \left[\frac{tep}{m^2} \right] = \frac{\text{consumo energetico [tep]}}{\text{superficie coperta [m}^2\text{]}}$$

$$IPE_{-as} \left[\frac{tep}{addetto} \right] = \frac{\text{consumo energetico [tep]}}{\text{addetti sanitari [addetto]}}$$

$$IPE_{-pl} \left[\frac{tep}{letto} \right] = \frac{\text{consumo energetico [tep]}}{\text{posti letto [letto]}}$$

Campione siti	IPEriferimento	IPEmedio ± dev.st.	Affidabilità
Siti codice Ateco 86.10.10 34 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,052 ± 0,023	media
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	2,101 ± 0,950	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	4,275 ± 2,593	bassa
Siti codice Ateco 86.10.20 16 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,050 ± 0,031	bassa
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	2,278 ± 0,875	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	7,268 ± 7,453	bassa
Siti codice Ateco 86.10.10 accreditati al SSN 29 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,049 ± 0,023	media
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	1,959 ± 0,902	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	3,738 ± 2,010	media
Siti codice Ateco 86.10.20 accreditati al SSN 13 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,057 ± 0,030	media
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	2,426 ± 0,867	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	8,546 ± 7,711	bassa

Risultati delle analisi: indici di prestazione energetica di riferimento

IPE definiti

$$IPE_{-s} \left[\frac{tep}{m^2} \right] = \frac{\text{consumo energetico [tep]}}{\text{superficie coperta [m}^2\text{]}}$$

$$IPE_{-as} \left[\frac{tep}{addetto} \right] = \frac{\text{consumo energetico [tep]}}{\text{addetti sanitari [addetto]}}$$

$$IPE_{-pl} \left[\frac{tep}{letto} \right] = \frac{\text{consumo energetico [tep]}}{\text{posti letto [letto]}}$$

Campione siti	IPEriferimento	IPEmedio ± dev.st.	Affidabilità
Siti codice Ateco 86.10.10 34 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,052 ± 0,023	media
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	2,101 ± 0,950	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	4,275 ± 2,593	bassa
Siti codice Ateco 86.10.20 16 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,050 ± 0,031	bassa
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	2,278 ± 0,875	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	7,268 ± 7,453	bassa
Siti codice Ateco 86.10.10 accreditati al SSN 29 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,049 ± 0,023	media
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	1,959 ± 0,902	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	3,738 ± 2,010	media
Siti codice Ateco 86.10.20 accreditati al SSN 13 siti	<i>IPErif_s</i> [tep/m ²]	0,057 ± 0,030	media
	<i>IPErif_as</i> [tep/addetto]	2,426 ± 0,867	media
	<i>IPErif_pl</i> [tep/letto]	8,546 ± 7,711	bassa

Risultati delle analisi: indici di prestazione energetica di riferimento

IPE definiti - Degenze

$$IPE_{gd_reparto} \left[\frac{tep}{gd} \right] = \frac{\text{consumo energetico } [tep]}{\text{giornate degenza reparto} [gd]}$$

$$IPE_{s_reparto} \left[\frac{tep}{m^2} \right] = \frac{\text{consumo energetico } [tep]}{\text{superficie reparto} [m^2]}$$

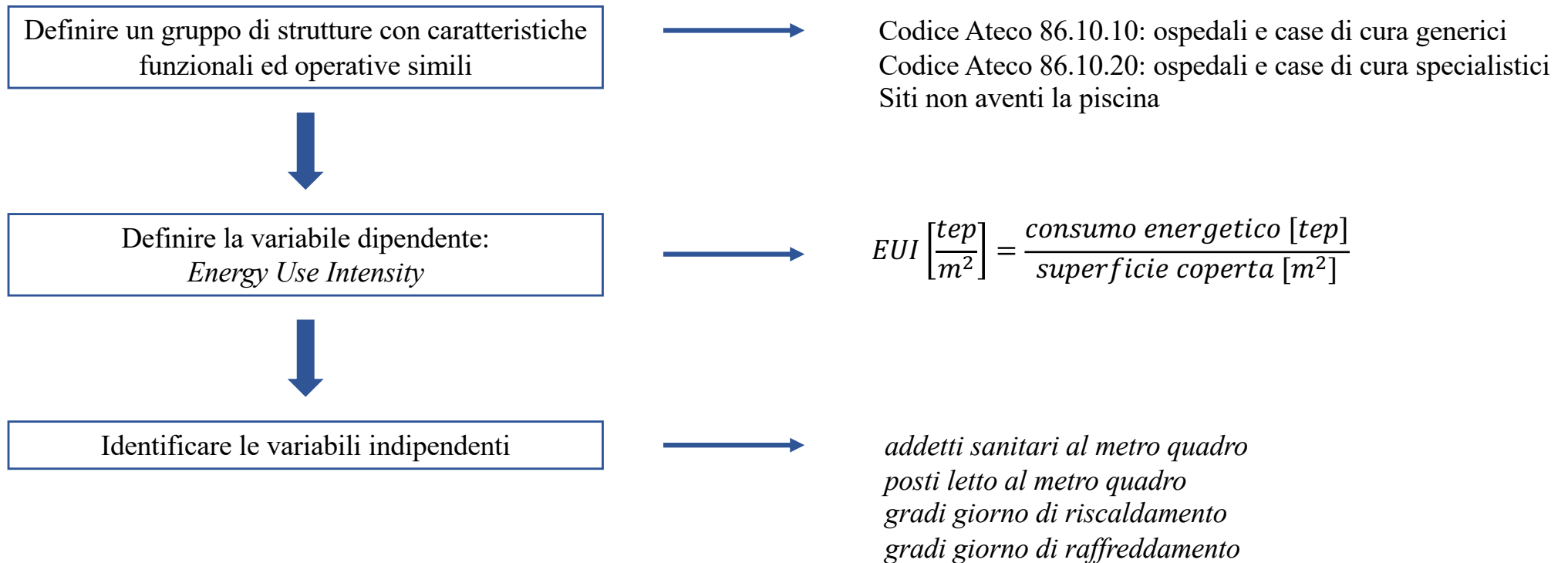
IPE definiti - Diagnosi e terapia

$$IPE_{np_attività} \left[\frac{tep}{np} \right] = \frac{\text{consumo energetico } [tep]}{\text{numero prestazioni attività } [np]}$$

$$IPE_{s_attività} \left[\frac{tep}{m^2} \right] = \frac{\text{consumo energetico } [tep]}{\text{superficie attività } [m^2]}$$

	Reparti	Affidabilità IPErif_gd	Affidabilità IPErif_s
Degenze	Aree complessive degenza [reparto presente in 24 siti]	bassa	media IPErif_s [tep/m ²]=0,042 ±0,021
	Terapia intensiva [reparto presente in 12 siti]	bassa	bassa
	Day surgery [reparto presente in 10 siti]	bassa	media IPErif_s [tep/m ²]=0,051±0,021
	Dialisi [reparto presente in 2 siti]	-	-
	Palestre e riabilitazione [reparto presente in 12 siti]	bassa	bassa
	Attività	Affidabilità IPErif_np	Affidabilità IPErif_s
Diagnosi e terapia	Blocco operatorio [attività erogata da 23 siti]	bassa	bassa
	Sterilizzazione [attività erogata da 12 siti]	bassa	bassa
	Radiologia e diagnostica per immagine [attività erogata da 27 siti]	bassa	bassa
	Pronto soccorso [attività erogata da 10 siti]	bassa	bassa
	Esami funzionali ed endoscopici [attività erogata da 25 siti]	bassa	bassa
	Centro trasfusionale [attività erogata da 4 siti]	-	-
	Diagnostica di laboratorio [attività erogata da 19 siti]	bassa	bassa

Obiettivo: definire un indice di efficienza energetica per la valutazione delle prestazioni di un ospedale



Applicazione della metodologia sviluppata dall'EPA

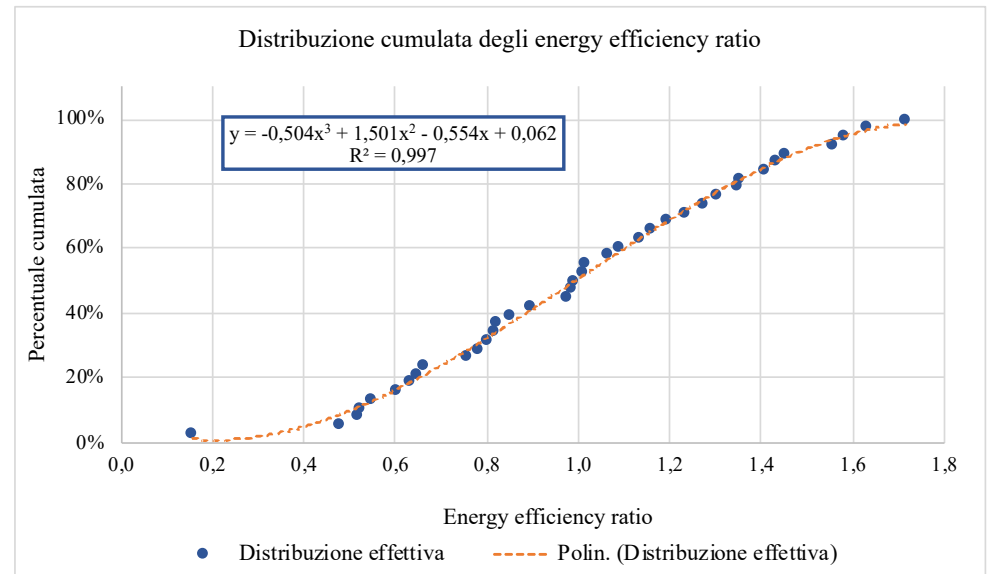
Determinare il modello matematico



Definire l'*Energy Efficiency Ratio*

$$EER = \frac{EUI \text{ effettiva } \left[\frac{tep}{m^2} \right]}{EUI \text{ prevista } \left[\frac{tep}{m^2} \right]}$$

Variabile dipendente	<i>Energy use intensity</i>	
Osservazioni	38	
R ² corretto	0,5108	
R ² - Energy Use	0,8350	
	Coefficienti	Valore di significatività
Intercetta	0,06965	0,00004
Addetti sanitari al metro quadro	1,47221	0,00000
Posti letto al metro quadro	-2,70713	0,00409
Gradi giorno di raffreddamento	-0,00015	0,02352



Applicazione della metodologia sviluppata dall'EPA

Determinare il modello matematico

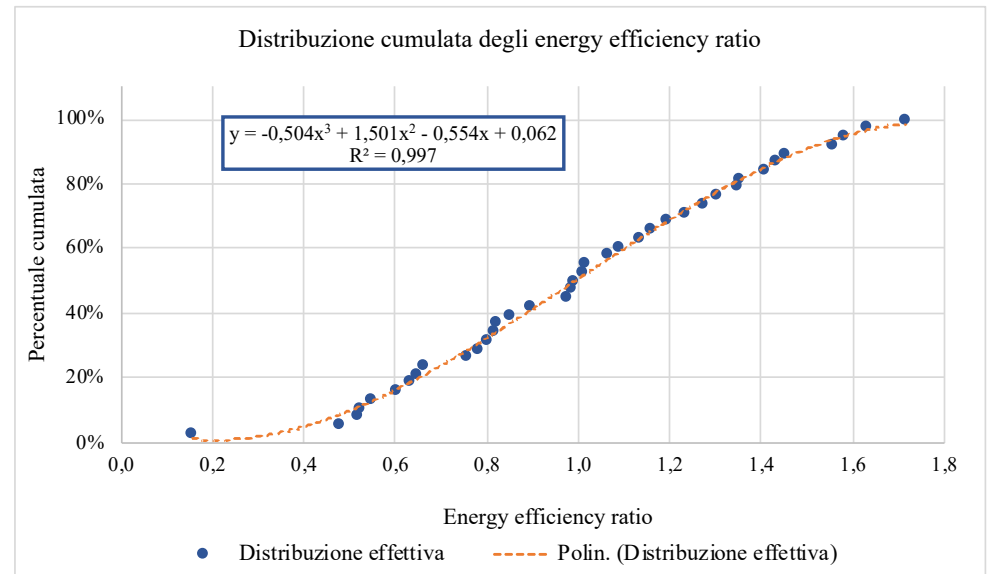


Definire l'Energy Efficiency Ratio

$$EER = \frac{EUI \text{ effettiva } \left[\frac{tep}{m^2} \right]}{EUI \text{ prevista } \left[\frac{tep}{m^2} \right]}$$

$< 1 \rightarrow$ maggiore efficienza
 $> 1 \rightarrow$ minore efficienza

Variabile dipendente	Energy use intensity	
Osservazioni	38	
R ² corretto	0,5108	
R ² - Energy Use	0,8350	
	Coefficienti	Valore di significatività
Intercetta	0,06965	0,00004
Addetti sanitari al metro quadro	1,47221	0,00000
Posti letto al metro quadro	-2,70713	0,00409
Gradi giorno di raffreddamento	-0,00015	0,02352



Applicazione della metodologia sviluppata dall'EPA

Determinare il modello matematico

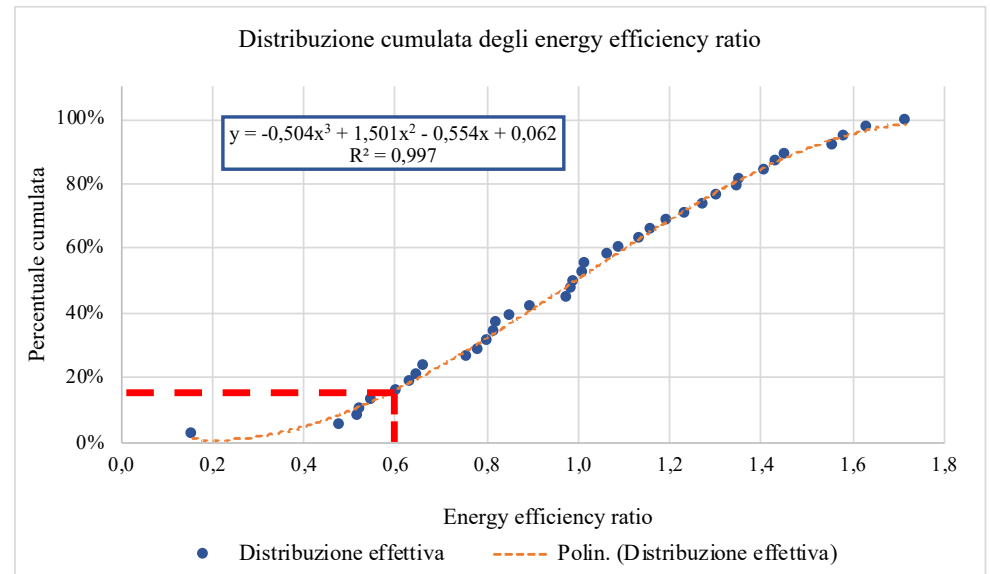


Definire l'*Energy Efficiency Ratio*

$$EER = \frac{EUI \text{ effettiva } \left[\frac{tep}{m^2} \right]}{EUI \text{ prevista } \left[\frac{tep}{m^2} \right]}$$

$< 1 \rightarrow$ maggiore efficienza
 $> 1 \rightarrow$ minore efficienza

Variabile dipendente	<i>Energy use intensity</i>	
Osservazioni	38	
R ² corretto	0,5108	
R ² - Energy Use	0,8350	
	Coefficienti	Valore di significatività
Intercetta	0,06965	0,00004
Addetti sanitari al metro quadro	1,47221	0,00000
Posti letto al metro quadro	-2,70713	0,00409
Gradi giorno di raffreddamento	-0,00015	0,02352



Confronto metodologia ENEA - EPA

Struttura sanitaria A - codice Ateco 86.10.10 accreditata al SSN

Metodologia ENEA	
Risultati metodologia ENEA	Risultati struttura A
$IPerif_s$ [tep/m ²] = 0,049 ± 0,023	IPE_s [tep/m ²] = 0,042
$IPerif_as$ [tep/addetto] = 1,959 ± 0,902	IPE_as [tep/addetto] = 1,396
$IPerif_pl$ [tep/letto] = 3,738 ± 2,010	IPE_pl [tep/letto] = 5,641

Metodologia EPA	
Risultati metodologia EPA	Risultati struttura A
EUI prevista [tep/m ²] = 0,065	EUI effettiva [tep/m ²] = 0,042
EER = 0,63	
% cumulata = 18%	

Struttura sanitaria B - codice Ateco 86.10.20 accreditata al SSN

Metodologia ENEA	
Risultati metodologia ENEA	Risultati struttura B
$IPerif_s$ [tep/m ²] = 0,057 ± 0,030	IPE_s [tep/m ²] = 0,063
$IPerif_as$ [tep/addetto] = 2,426 ± 0,867	IPE_as [tep/addetto] = 3,231
$IPerif_pl$ [tep/letto] = 8,546 ± 7,711	IPE_pl [tep/letto] = 4,951

Metodologia EPA	
Risultati metodologia EPA	Risultati struttura B
EUI prevista [tep/m ²] = 0,051	EUI effettiva [tep/m ²] = 0,063
EER = 1,24	
% cumulata = 72%	

Le analisi svolte nel presente lavoro hanno permesso di:

- determinare degli indici di prestazione energetica di riferimento del settore della sanità privata;
- definire un indice di efficienza energetica per la valutazione delle performance di una struttura ospedaliera;
- evidenziare delle criticità del foglio di riepilogo, riguardanti le sezioni delle degenze e delle diagnosi e terapie.

Le analisi svolte nel presente lavoro hanno permesso di:

- determinare degli indici di prestazione energetica di riferimento del settore della sanità privata;
- definire un indice di efficienza energetica per la valutazione delle performance di una struttura ospedaliera;
- evidenziare delle criticità del foglio di riepilogo, riguardanti le sezioni delle degenze e delle diagnosi e terapie.

Si propone di:

- effettuare una revisione del foglio di riepilogo, al fine di fornire dei chiarimenti per la rendicontazione dei parametri relativi al numero di giornate di degenza e al numero di prestazioni erogate;
- ampliare le analisi effettuate al settore della sanità pubblica al fine di condurre dei confronti tra la sanità pubblica e quella privata.

Grazie per l'attenzione
