

# **POLITECNICO DI MILANO**

Facoltà di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica



## **Studio dei consumi energetici in ambito ospedaliero**

Relatore: Prof. Cesare Maria JOPPOLO

Co-relatori: Ing. Sergio LA MURA  
Ing. Franco BARETICH

Tesi di Laurea di:

Stefano CRIPPA  
Matr. 780873

Anno Accademico 2012 – 2013



## Ringraziamenti

Il primo ringraziamento va alla mia famiglia per avermi dato la possibilità di sostenere questo corso di studi, grazie per essermi sempre stati vicino e per aver appoggiato ogni mia scelta.

Un grazie va alla mia ragazza, Elisa, non so come ma sei riuscita a sopportarmi durante il periodo di tesi e non solo, grazie per avermi dato la forza di raggiungere questo traguardo.

Ringrazio il Politecnico di Milano e il mio relatore, il professor JOPPOLO, per avermi trasmesso la passione per il mondo della termotecnica.

Ringrazio i miei co-relatori, l'Ing. Sergio LA MURA e l'Ing. Franco BARETICH, grazie per avermi supportato e sopportato, soprattutto sopportato, in questo periodo di tesi e per i vostri preziosi consigli.

Ringrazio la società SIRAM S.p.a per avermi ospitato durante la stesura della tesi, un grazie particolare va all'Ing. Mirco FAÈ, grazie per tutti i consigli e per il tempo dedicato a correggere le varie bozze di tesi ( con errori ortografici annessi).

Un grazie va ad Antonio GNOCCHI per i dati riguardanti i gradi giorno.

Ringrazio la società PHILIPS S.p.a, grazie per il materiale fornitomi e per le competenze messe a disposizione.

Grazie all'Arch. Alessia ROSSIGNOLI e a Pasquale CAMPIONE di PHILIPS Healthcare per tutte le informazioni riguardanti le macchine elettromedicali.

Grazie all'Ing. Marco DIPILATO e a Giacomo LONGONI di PHILIPS Lighting per il tempo dedicatomi e per le preziose informazioni fornite.

Ringrazio il Dr. Emilio IMPARATO e l'ufficio tecnico degli Istituti Clinici Zucchi per la disponibilità dimostrata.

Ringrazio il Dr. Riccardo MANCA e l'ufficio tecnico dell'Istituto di Cura Città di Pavia per la disponibilità dimostrata.

Un grazie va a Tino TAVECCHIO per i suoi preziosi consigli elettrotecnici.

Ringrazio Pippo, Bort, Giuse, Fausto, Linda, Osva, Elvis, Mattia e tutti voi che avete reso la permanenza al POLI un'avventura che non scorderò mai.

Grazie a tutti i miei amici di Appiano Gentile e dintorni, grazie per i bellissimi momenti passati e per quelli che verranno in futuro



# INDICE

## Ringraziamenti

## Sommario

<b>1. Introduzione.....</b>	<b>1</b>
1.1 Cenni sui consumi elettrici nel terziario.....	1
1.2 Consumi energetici nel settore sanitario .....	3
1.3 Normative in campo ospedaliero .....	8
<b>2. La diagnosi energetica .....</b>	<b>17</b>
2.1 Definizione (UNI CEI/TR 11428) .....	18
2.2 Requisiti di una diagnosi energetica (UNI CEI/TR 11428).....	18
2.3 Fasi della diagnosi energetica (UNI CEI/TR 11428).....	19
2.3.1 Contatti preliminari .....	19
2.3.2 Incontro preliminare.....	19
2.3.3 Raccolta dati.....	20
2.3.4 Attività in campo.....	20
2.3.5 Analisi .....	21
2.4 La procedura nel dettaglio (UNI CEI/TR 11428) .....	22
2.5 Indici di prestazione energetica ospedali .....	24
2.6 Inventario energetico.....	25
2.6.1 Descrizione software POLIMess.....	27
2.7 Valutazione opportunità di risparmio energetico.....	31
2.8 Presentazione delle soluzioni di risparmio energetico (UNI CEI/TR 11428) .....	32
<b>3. Istituti Clinici Zucchi.....</b>	<b>33</b>
3.1 Descrizione storico-funzionale.....	33
3.2 Raccolta bollette (Punto 1 UNI CEI/TR 11428).....	35
3.3 Raccolta fattori di aggiustamento (Punto 2 UNI CEI/TR 11428) .....	38
3.3.1 Dati climatici.....	38
3.3.2 Dati dell'edificio .....	39
3.4 Calcolo indicatori prestazionali e confronto con valori di benchmark (Punto 3 e 9 UNI CEI/TR 11428).....	44
3.5 Analisi del processo (Punto 4 UNI CEI/TR 11428).....	54
3.5.1 HVAC .....	54
3.5.2 Illuminazione.....	61

3.5.3 Sollevamento.....	64
3.5.4 Elettromedicali .....	67
3.5.5 Ripartizione potenze installate in funzione .....	72
3.6 Inventario energetico (parte elettrica) (Punto 5 UNI CEI/TR 11428) .....	73
3.6.1 HVAC .....	77
3.6.2 Illuminazione.....	89
3.6.3 Sollevamento.....	94
3.6.4 Elettromedicali .....	98
3.6.5 Riepilogo inventario energetico (parte elettrica).....	103
3.7 Inventario energetico (parte termica) .....	107
3.7.1 Simulazione POLIMess Istituti Clinici Zucchi .....	107
3.8 Proposte interventi di risparmio energetico e valutazione costi/benefici (Punto 10 UNI CEI/TR 11428).....	121
3.8.1 Interventi sull' Edificio .....	121
3.8.2 HVAC .....	125
3.8.3 Illuminazione.....	137
3.8.3 Sollevamento.....	162
3.8.4 Elettromedicali .....	163
3.8.5 Riepilogo interventi risparmio energetico.....	165
<b>4. Istituto di Cura Città di Pavia .....</b>	<b>169</b>
4.1 Descrizione storico - funzionale.....	169
4.2 Raccolta bollette.....	170
4.3 Raccolta fattori di aggiustamento.....	173
4.3.1 Dati climatici.....	173
4.3.2 Dati edificio.....	174
4.4 Calcolo indicatori prestazionali.....	176
4.5 Analisi del processo .....	184
4.5.1 HVAC .....	184
4.5.2 Illuminazione.....	191
4.5.3 Sollevamento.....	192
4.5.4 Elettromedicali .....	193
4.5.5 Ripartizione potenze installate in funzione .....	196
4.6 inventario energetico (parte elettrica) .....	197
4.6.1 HVAC .....	197

4.6.2 Illuminazione.....	208
4.6.3 Sollevamento.....	210
4.6.4 Elettromedicali .....	212
4.6.5 Riepilogo inventario energetico (parte elettrica).....	216
4.7 Inventario energetico (parte termica) .....	220
4.7.1 Simulazione Istituto di Cura Città di Pavia.....	220
4.8 Proposte interventi di risparmio energetico e valutazione costi/benefici....	227
4.8.1 HVAC .....	227
4.8.2 Illuminazione.....	233
4.8.3 Sollevamento.....	233
4.8.4 Elettromedicali .....	234
4.8.5 Riepilogo interventi di risparmio energetico.....	236
<b>Conclusioni .....</b>	<b>239</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>243</b>

## Indice delle figure

Figura 1.1. Andamento consumi elettrici settore terziario (fonte Assoelettrica) . .	2
Figura 2.1. Procedura diagnosi energetica.....	22
Figura 2.2. Interfaccia iniziale POLIMess. ....	27
Figura 2.3. Interfaccia Building Simulator. ....	28
Figura 2.4. Interfaccia Chiller Simulator. ....	29
Figura 2.5. Esempio tabella di output HVAC System Simulator. ....	30
Figura 3.1. Istituti Clinici Zucchi (fonte Google maps).....	33
Figura 3.2. Consumo energia elettrica anno 2012 .....	36
Figura 3.3. Picchi e medie mensili potenza elettrica anno 2012.....	36
Figura 3.4. . Consumo gas naturale anno 2012. ....	37
Figura 3.5. Andamento temperature medie mensili Monza .....	38
Figura 3.6. Planimetria generale Istituti Clinici Zucchi.....	41
Figura 3.7. Confronto grafico indicatore kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> . ....	45
Figura 3.8. Confronto grafico indicatore kWh <sub>el</sub> /m <sup>3</sup> . ....	45
Figura 3.9. Confronto grafico indicatore kWh <sub>el</sub> /posto letto.....	46
Figura 3.10. Confronto grafico indicatori IEO e ICZ tenendo conto dell'intensità di cura.....	49
Figura 3.11. Confronto grafico indicatori IEO e ICZ tenendo conto dell'intensità di cura.....	49
Figura 3.12. Confronto grafico indicatore termico Sm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ICZ, IEO e S.G. ....	51

Figura 3.13. Confronto grafico indicatore termico $\text{Sm}^3/\text{m}^3$ ICZ, IEO e S.G. ....	51
Figura 3.14. Confronto grafico indicatore termico $\text{Sm}^3/\text{posto letto}$ ICZ, IEO e S.G. ....	52
Figura 3.15. UTA06 TAC/Risonanza. ....	57
Figura 3.16. UTA04 Palestra/Radiologia/Lab. Analisi. ....	57
Figura 3.17. G.F.1 Reparto TAC/Risonanza. ....	59
Figura 3.18. G.F.9 Biogenesi. ....	59
Figura 3.19. Range di impiego delle differenti tecnologie di sollevamento (fonte European Lift Association) ....	64
Figura 3.20. Ripartizione potenze installate in funzione $[\text{kW}_{\text{el}}]$ ....	72
Figura 3.21. Schema elettrico generale ICZ. ....	74
Figura 3.22. Potenze massime orarie 16 gennaio 2012 (da servizio di telelettura). ....	75
Figura 3.23. Potenze massime orarie 19 giugno 2012 (da servizio di telelettura). ....	76
Figura 3.24. Funzionamento regime invernale G.F.1. ....	83
Figura 3.25. Funzionamento mezze stagioni G.F.1. ....	84
Figura 3.26. Funzionamento estivo G.F.1. ....	84
Figura 3.27. Potenze assorbite picco di gennaio $[\text{kW}_{\text{el}}]$ . ....	103
Figura 3.28. Potenze assorbite picco di giugno $[\text{kW}_{\text{el}}]$ . ....	104
Figura 3.29. Ripartizione consumi elettrici $[\text{kWh}_{\text{el}}/\text{anno}]$ . ....	105
Figura 3.30. Confronto dati bolletta e risultato analisi. ....	106
Figura 3.31. Maschera input dati climatici software POLIMess. ....	107
Figura 3.32. Maschera input dati principali dell'involucro software POLIMess. ....	109
Figura 3.33. Maschera input dati gestione e carichi termici software POLIMess. ....	112
Figura 3.34. Maschera input dati tipologia impianto software POLIMess. ....	113
Figura 3.35. Maschera input dati rete distribuzione invernale software POLIMess. ....	114
Figura 3.36. Maschera input dati rete distribuzione estiva software POLIMess. ....	115
Figura 3.37. Maschera input dati relativi a produzione acqua calda sanitaria software POLIMess. ....	116
Figura 3.38. Maschera input dati centrale termica software POLIMess. ....	117
Figura 3.39. Confronto grafico dati tab. 3.95. ....	118
Figura 3.40. Andamento temperature medie Monza anno 2012 (fonte Siram). ....	119
Figura 3.41. Confronto grafico dati tab. 3.96. ....	120
Figura 3.42. Andamento grafico valore attuale netto con e senza incentivo. ..	124
Figura 3.43. Andamento grafico VAN. ....	127
Figura 3.44. Rete distribuzione acqua refrigerata. ....	130
Figura 3.45. Mandata ventilazione. ....	132
Figura 3.46. Sezione di ripresa. ....	134



Figura 3.47. Andamento grafico VAN.....	136
Figura 3.48. Modello Powerbalance .....	138
Figura 3.49. Modello Coreline.....	139
Figura 3.50. Output DIALux degenza.....	140
Figura 3.51. Output DIALux bagno.....	141
Figura 3.52. Output DIALux corridoio.....	142
Figura 3.53. Output DIALux ambulatorio 300 lux.....	142
Figura 3.54. Output DIALux ambulatorio 500 lux.....	143
Figura 3.55. Output DIALux ufficio.....	144
Figura 3.56. Output DIALux magazzino.....	145
Figura 3.57. Andamento grafico VAN.....	153
Figura 3.58. Andamento VAN.....	156
Figura 3.59. Modello LUMA 1.....	157
Figura 3.60. Disposizione apparati LUMA 1.....	158
Figura 3.61. Distribuzione illuminamento parcheggio A.....	159
Figura 3.62. Distribuzione illuminamento parcheggio B.....	159
Figura 3.63. Andamento grafico VAN.....	161
Figura 3.64. Analisi energetico-economica.....	166
Figura 4.1. Istituto di Cura Città di Pavia (fonte Google Maps).....	169
Figura 4.2. Consumo energia elettrica anno 2012.....	171
Figura 4.3. Picchi e medie mensili potenza elettrica anno 2012.....	171
Figura 4.4. Consumo mensile gas naturale anno 2012.....	172
Figura 4.5. Andamento temperature medie mensili Pavia.....	173
Figura 4.6. Confronto grafico indicatore kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .....	177
Figura 4.7. Confronto grafico indicatore kWh <sub>el</sub> /m <sup>3</sup> .....	177
Figura 4.8. Confronto grafico indicatore kWh <sub>el</sub> /posto letto.....	178
Figura 4.9. Confronto grafico indicatori riparametrizzati.....	180
Figura 4.10. Confronto grafico indicatori riparametrizzati.....	180
Figura 4.11. Confronto grafico indicatori Sm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .....	181
Figura 4.12. Confronto grafico indicatori Sm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .....	182
Figura 4.13. Confronto grafico indicatori Sm <sup>3</sup> /posto letto.....	182
Figura 4.14. UTA rooftop Lotto principale.....	188
Figura 4.15. UTA satellite.....	189
Figura 4.16. Gruppo frigorifero G.F 3.....	190
Figura 4.17. Ripartizione potenze installate in funzione.....	196
Figura 4.18. Regime di funzionamento durante le mezze stagioni.....	203
Figura 4.19. Regime di funzionamento estivo.....	203
Figura 4.20. Potenze assorbite picco gennaio [kW <sub>el</sub> ].....	217
Figura 4.21. Potenze assorbite picco luglio [kW <sub>el</sub> ].....	217
Figura 4.22. Ripartizione consumi elettrici.....	218
Figura 4.23. Confronto risultato analisi e dati bolletta.....	219
Figura 4.24. Andamento temperature medie Pavia anno 2012 (fonte Siram).....	225
Figura 4.25. Confronto grafico dati tab. 4.81.....	226

Figura 4.26. Andamento grafico VAN.....	229
Figura 4.27. Andamento grafico VAN.....	231
Figura 4.28. Andamento grafico VAN.....	232
Figura 4.29. Analisi energetico-economica. ....	237

## Indice delle tabelle

Tabella 1.1. Utilizzi di energia in ospedale.....	4
Tabella 1.2. Ricambi d'aria da Circolare 13011 del 22/11/1974. ....	8
Tabella 1.3. Requisiti minimi da DPR 14/01/97, n.p. significa che il DPR non prescrive nessun vincolo riguardo tale dato. ....	9
Tabella 1.4. Ventilazione minima prescritta dalla UNI 10339:1995. ....	10
Tabella 1.5. Coefficiente correttivo in funzione dell'altitudine sul livello medio del mare. ....	10
Tabella 1.6. Classi di filtri ed efficienza di filtrazione prescritte dalla UNI 10339:1995 (M: media efficienza, A: alta efficienza, AS: altissima efficienza). ....	10
Tabella 1.7. Velocità aria massime ammissibili da UNI 10339:1995.....	11
Tabella 1.8. Caratteristiche ambientali suggerite – è infatti una tabella riportata nell'appendice INFORMATIVA - per blocco operatorio da UNI 11425:2011. ....	11
Tabella 1.9. Condizioni di pressione prescritte dalla normativa ASHRAE 170-2013.....	12
Tabella 1.10. Prospetto E.1 UNI 9182:2014. Acqua calda: fabbisogno pro-capite. ....	12
Tabella 1.11. Prospetto 5.37 UNI EN 12464-1:2011. Locali di uso generale. ...	14
Tabella 1.12. Prospetto 5.38 UNI EN 12464-1:2011. Locali per il personale. ...	14
Tabella 1.13. Prospetto 5.39 UNI EN 12464-1:2011. Corsie, reparti maternità. ....	14
Tabella 1.14. Prospetto 5.40 UNI EN 12464-1:2011. Locali diagnostica (generale). T <sub>cp</sub> è la temperatura prossimale di colore. ....	15
Tabella 1.15. Prospetto 5.41 UNI EN 12464-1:2011. Locali per visite oculistiche. ....	15
Tabella 1.16. Prospetto 5.42 UNI EN 12464-1:2011. Locali per visite otorinolaringoiatriche. ....	15
Tabella 1.17. Prospetto 5.43 UNI EN 12464-1:2011. Locali analisi. ....	15
Tabella 1.18. Prospetto 5.44 UNI EN 12464-1:2011. Sale parto.....	15
Tabella 1.19. Prospetto 5.45 UNI EN 12464-1:2011. Locali di trattamento (generale).....	15
Tabella 1.20. Prospetto 5.46 UNI EN 12464-1:2011. Sale operatorie.....	16
Tabella 1.21. Prospetto 5.47 UNI EN 12464-1:2011. Rianimazione e cure intensive. ....	16
Tabella 1.22. Prospetto 5.48 UNI EN 12464-1:2011. Odontoiatria.....	16
Tabella 1.23. Prospetto 5.49 UNI EN 12464-1:2011. Laboratori e farmacie. ....	16

Tabella 1.24. Prospetto 5.50 UNI EN 12464-1:2011. Locali di decontaminazione.....	16
Tabella 3.1. Energia elettrica consumata e potenze di picco anno 2012.....	35
Tabella 3.2. Consumo Sm <sup>3</sup> gas metano 2012.....	37
Tabella 3.3. Dati climatici Monza.....	38
Tabella 3.4. Temperature medie mensili Monza [°C].....	38
Tabella 3.5. Dati edificio Istituti Clinici Zucchi. ....	39
Tabella 3.6. Calcolo indicatori elettrici Istituti Clinici Zucchi –ICZ- (Monza 2012). ....	44
Tabella 3.7. Indicatori elettrici di riferimento ricavati per Istituto Europeo di Oncologia-IEO- (Milano 2011) e Ospedale San Gerardo-S.G.- (Monza 2008). ....	44
Tabella 3.8. Media ospedali Piemonte, Lombardia e Liguria (2009). ....	45
Tabella 3.9. Calcolo superficie equivalente ICZ.....	48
Tabella 3.10. Indicatori elettrici calcolati in base all'intensità di cura. ....	48
Tabella 3.11. Dati necessari calcolo indicatori termici Istituti Clinici Zucchi (anno 2012). ....	50
Tabella 3.12. Dati indicatori termici Istituto Europeo di Oncologia (Milano 2011) e Ospedale San Gerardo (Monza 2008) . ....	50
Tabella 3.13. Indicatori termici in funzione dei gradi giorno. ....	52
Tabella 3.14. Stima Sm <sup>3</sup> di metano per produzione ACS. ....	53
Tabella 3.15. Indicatori termici al netto dell'ACS.....	53
Tabella 3.16. Caratteristiche generatore di calore.....	54
Tabella 3.17. Dati censimento ausiliari.....	55
Tabella 3.18. Dati impianto di ventilazione.....	56
Tabella 3.19. Dati gruppi frigoriferi.....	58
Tabella 3.20. Dati split e condizionatori portatili. ....	60
Tabella 3.21. Dati censimento fancoil.....	60
Tabella 3.22. Riepilogo potenze installate e in funzione HVAC.....	61
Tabella 3.23. Esempio tabella fattori di utilizzazione (fonte Philips Lighting)).	62
Tabella 3.24. Esempio risultati “metodo del flusso totale”.....	63
Tabella 3.25. Potenza installata corpi illuminanti.....	63
Tabella 3.26. Dati ascensori.....	66
Tabella 3.27. Elenco elettromedicali ICZ. ....	67
Tabella 3.28. Calore dissipato da risonanza magnetica [kW <sub>th</sub> ] (fonte Philips Healthcare). ....	68
Tabella 3.29. Caratteristiche tecniche ambientali richieste da macchina per risonanza magnetica (fonte Philips Healthcare).....	68
Tabella 3.30. Dati sistema di raffreddamento macchina risonanza magnetica (fonte Philips Healthcare). ....	69
Tabella 3.31. Caratteristiche ambientali richieste T.A.C (fonte Philips Healthcare). ....	69
Tabella 3.32. Calore dissipato da T.A.C [kW <sub>th</sub> ] (fonte Philips Healthcare). ....	70
Tabella 3.33. Risultato censimento elettromedicali. ....	70

Tabella 3.34. Riepilogo potenze installate. ....	72
Tabella 3.35. Misura 13/08/2013. ....	75
Tabella 3.36. Misura 23/09/2013. ....	75
Tabella 3.37. Analisi potenze assorbite gruppi frigoriferi. ....	77
Tabella 3.38. Analisi potenze assorbite UTA .....	78
Tabella 3.39. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari centrale idrica. ....	79
Tabella 3.40. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari sottocentrale termica 1. ....	79
Tabella 3.41. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari sottocentrale termica 2. ....	79
Tabella 3.42. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari sottocentrale termica 3. ....	80
Tabella 3.43. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari centrale termica .....	80
Tabella 3.44. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari centrale vuoto. ....	80
Tabella 3.45. Riepilogo potenze assorbite ausiliari. ....	80
Tabella 3.46. Analisi potenze elettriche split e climatizzatori portatili. ....	81
Tabella 3.47. Analisi potenze elettriche fancoil. ....	81
Tabella 3.48. Riepilogo potenze assorbite HVAC. ....	81
Tabella 3.49. Consumi elettrici gruppi frigoriferi .....	85
Tabella 3.50. Consumi elettrici UTA .....	86
Tabella 3.51. Consumi elettrici pompa centrale idrica. ....	86
Tabella 3.52. Consumi elettrici pompe sottocentrale termica 1. ....	86
Tabella 3.53. Consumi elettrici pompe sottocentrale termica 2. ....	87
Tabella 3.54. Consumi elettrici pompe sottocentrale termica 3. ....	87
Tabella 3.55. Consumi elettrici ausiliari centrale termica. ....	87
Tabella 3.56. Consumi elettrici pompe di vuoto. ....	87
Tabella 3.57. Riepilogo energie elettrica assorbita dagli ausiliari. ....	87
Tabella 3.58. Consumi elettrici split e climatizzatori portatili. ....	88
Tabella 3.59. Consumi elettrici fancoil. ....	88
Tabella 3.60. Riepilogo energie assorbite HVAC. ....	88
Tabella 3.61. Potenze assorbite illuminazione interna. ....	89
Tabella 3.62. Potenze assorbite illuminazione esterna. ....	90
Tabella 3.63. Riepilogo potenze assorbite illuminazione .....	90
Tabella 3.64. Ore luce Monza. ....	90
Tabella 3.65. Coefficienti di utilizzo luce artificiale. ....	91
Tabella 3.66. Ore di sera uffici, ambulatori e degenze. ....	92
Tabella 3.67. Consumi elettrici illuminazione interna a funzionamento non continuo. ....	93
Tabella 3.68. Consumi elettrici illuminazione esterna. ....	93
Tabella 3.69. Consumo corpi illuminanti a funzionamento continuo. ....	93
Tabella 3.70. Riepilogo consumi elettrici illuminazione. ....	94
Tabella 3.71. Potenze assorbite sollevamento. ....	94
Tabella 3.72. Fattore di carico medio del motore. ....	96

Tabella 3.73. Fattore media distanza percorsa. ....	96
Tabella 3.74. Fattore bilanciamento. ....	96
Tabella 3.75. Calcolo numero viaggi ascensori .....	97
Tabella 3.76. Consumi energia elettrica sollevamento. ....	97
Tabella 3.77. Potenza media assorbita elettromedicali. ....	98
Tabella 3.78. Potenze di stand-by elettromedicali .....	100
Tabella 3.79. Analisi consumi elettrici elettromedicali. ....	101
Tabella 3.80. Riepilogo potenze assorbite. ....	103
Tabella 3.81. Riepilogo consumi elettrici. ....	105
Tabella 3.82. Ore equivalenti di funzionamento alla massima potenza installata in funzione.....	106
Tabella 3.83. Dati edificio.....	108
Tabella 3.84. Infiltrazioni aria esterna (ambienti senza ventilazione meccanica). .....	109
Tabella 3.85. Portate aria di rinnovo (ambienti dotati di ventilazione meccanica) .....	110
Tabella 3.86. Caratteristiche termofisiche superfici. ....	110
Tabella 3.87. Dati termo-igrometrici di progetto invernali.....	110
Tabella 3.88. Dati termo-igrometrici di progetto estivi. ....	110
Tabella 3.89. Dati gestione a carichi termici.....	111
Tabella 3.90. Definizione tipo impianto. ....	113
Tabella 3.91. Caratteristiche rete distribuzione invernale.....	114
Tabella 3.92. Caratteristiche rete distribuzione estiva. ....	115
Tabella 3.93. Dati acqua calda sanitaria.....	115
Tabella 3.94. Dati centrale termica. ....	116
Tabella 3.95. Risultati simulazione.....	118
Tabella 3.96. Risultati seconda simulazione.....	119
Tabella 3.97. Valori spessori rivestimento e trasmittanza finale. ....	121
Tabella 3.98. Confronto consumi energia termica prima e dopo installazione cappotto. ....	122
Tabella 3.99. Calcolo valore attuale netto.....	122
Tabella 3.100. Calcolo valore attuale netto con incentivo.....	123
Tabella 3.101. Limiti di rendimento per motori a 50 Hz. ....	125
Tabella 3.102. Consumi elettrici dopo l'installazione di motori IE3. ....	126
Tabella 3.103. Costo motori classe IE3. ....	127
Tabella 3.104. Calcolo valore attuale netto.....	127
Tabella 3.105. Dati gruppo frigorifero.....	128
Tabella 3.106. Energia frigorifera richiesta. ....	128
Tabella 3.107. Energia elettrica assorbita gruppo frigorifero. ....	129
Tabella 3.108. Caratteristiche rete di distribuzione principale .....	131
Tabella 3.109. Caratteristiche pompa rete principale.....	131
Tabella 3.110. Dati progetto esempio degenza. ....	133
Tabella 3.111. Dati UTA7 e UTA8.....	133

Tabella 3.112. Tabella verifica scelta gruppo frigorifero. ....	135
Tabella 3.113. Costo investimento.....	135
Tabella 3.114. Calcolo VAN.....	135
Tabella 3.115. Dati tecnici Powerbalance.....	137
Tabella 3.116. Dati tecnici Coreline. ....	138
Tabella 3.117. Riepilogo potenze installate.....	146
Tabella 3.118. Riepilogo potenze assorbite .....	146
Tabella 3.119. Consumi illuminazione a funzionamento non continuato.....	146
Tabella 3.120. Consumo illuminazione a funzionamento continuo.....	147
Tabella 3.121. Consumo totale illuminazione interna. ....	147
Tabella 3.122. Costo investimento.....	147
Tabella 3.123. Calcolo tempo di ritorno dell'investimento. ....	148
Tabella 3.124. Riepilogo potenze installate.....	148
Tabella 3.125. Riepilogo potenze assorbite. ....	148
Tabella 3.126. Consumo illuminazione a funzionamento non continuo.....	148
Tabella 3.127. Consumo illuminazione a funzionamento continuo.....	149
Tabella 3.128. Riepilogo consumi illuminazione interna. ....	149
Tabella 3.129. Costo investimento.....	149
Tabella 3.130. Calcolo tempo di ritorno dell'investimento. ....	149
Tabella 3.131. Analisi zone critiche.....	150
Tabella 3.132. Riepilogo potenze installate.....	150
Tabella 3.133. Riepilogo potenze assorbite. ....	151
Tabella 3.134. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento non continuo.....	151
Tabella 3.135. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento continuo.....	151
Tabella 3.136. Riepilogo consumi totali illuminazione interna soluzione A <sub>bis</sub> . 152	
Tabella 3.137. Costo investimento.....	152
Tabella 3.138. Calcolo PBT semplice soluzione A <sub>bis</sub> . ....	152
Tabella 3.139. Analisi tempo di rientro investimento con valori attualizzati soluzione A <sub>bis</sub> . ....	153
Tabella 3.140. Riepilogo potenze installate.....	154
Tabella 3.141. Riepilogo potenze assorbite.....	154
Tabella 3.142. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento non continuo.....	154
Tabella 3.143. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento continuo.....	155
Tabella 3.144. Riepilogo consumi totali illuminazione interna soluzione B <sub>bis</sub> . 155	
Tabella 3.145. Calcolo investimento.....	155
Tabella 3.146. Calcolo PBT semplice soluzione B <sub>bis</sub> .....	155
Tabella 3.147. Calcolo VAN.....	155
Tabella 3.148 Dati tecnici LUMA 1. ....	157
Tabella 3.149. Prospetto 5.9 UNI EN 14464-2:2008. Aree di parcheggio. ....	157

Tabella 3.150. Potenze assorbite illuminazione esterna.....	160
Tabella 3.151. Consumo illuminazione esterna. ....	160
Tabella 3.152. Costo investimento.....	160
Tabella 3.153. Calcolo VAN.....	160
Tabella 3.154. Consumo impianti di sollevamento.....	162
Tabella 3.155. Spegnimento macchine nelle ore di non utilizzo. ....	163
Tabella 3.156. Riepilogo interventi in base al risparmio energetico. ....	165
Tabella 3.157. Riepilogo interventi in base al tempo di ritorno dell'investimento. .....	165
Tabella 4.1. Energia elettrica consumata e potenza di picco anno 2012.....	170
Tabella 4.2. Consumo gas naturale anno 2012. ....	172
Tabella 4.3. Dati climatici Pavia. ....	173
Tabella 4.4. Temperature medie mensili Pavia [°C].....	173
Tabella 4.5. Destinazione d'uso piani lotto centrale.....	174
Tabella 4.6. Destinazione d'uso piani satellite.....	174
Tabella 4.7. Calcolo indicatori elettrici Istituto di Cura Città di Pavia –Pavia- (Pavia 2012). ....	176
Tabella 4.8. Indicatori elettrici di riferimento per Istituto Europeo di Oncologia- IEO- (Milano 2011), Ospedale San Gerardo-S.G.- (Monza 2008) e Istituti Clinici Zucchi-ICZ- (Monza 2012).....	176
Tabella 4.9. Calcolo superficie equivalente Pavia. ....	179
Tabella 4.10. Indicatori elettrici calcolati in base all'intensità di cura. ....	179
Tabella 4.11. Indicatori termici istituto clinico Città di Pavia (Pavia 2012).....	181
Tabella 4.12. Indicatori termici ICZ, IEO e S.G. ....	181
Tabella 4.13. Indicatori termici in funzione dei gradi giorno. ....	183
Tabella 4.14. Consumo gas naturale produzione acqua calda sanitaria. ....	183
Tabella 4.15. Indicatori termici al netto dell'ACS. ....	183
Tabella 4.16. Caratteristiche generatore di calore.....	184
Tabella 4.17. Dati censimento ausiliari.....	184
Tabella 4.18. Ausiliari trasporto acqua refrigerata.....	185
Tabella 4.19. Ausiliari centrale idrica. ....	186
Tabella 4.20. Ausiliari antincendio. ....	186
Tabella 4.21. Umidificatori UTA.....	186
Tabella 4.22. Pompe di vuoto. ....	187
Tabella 4.23. Compressori. ....	187
Tabella 4.24. Riepilogo potenze ausiliari.....	187
Tabella 4.25. Dati UTA.....	188
Tabella 4.26. Caratteristiche gruppi frigoriferi. ....	189
Tabella 4.27. Riepilogo potenze installate HVAC.....	191
Tabella 4.28. Potenza installata illuminazione.....	191
Tabella 4.29. Elenco elettromedicali Istituto di Cura Città di Pavia.....	193
Tabella 4.30. Caratteristiche ambientali richieste per l'angiografo (fonte Philips Helathcare). ....	194

Tabella 4.31. Calore dissipato angiografo [kW <sub>th</sub> ] (fonte Philips Helathcare)...	194
Tabella 4.32. Potenze medie installate elettromedicali.....	194
Tabella 4.33. Riepilogo potenze installate in funzione.....	196
Tabella 4.34. Analisi potenze assorbite gruppi frigoriferi.....	198
Tabella 4.35. Analisi potenze assorbite UTA.....	198
Tabella 4.36. Ausiliari riscaldamento.....	199
Tabella 4.37. Ausiliari raffrescamento.....	200
Tabella 4.38. Ausiliari centrale idrica.....	200
Tabella 4.39. Umidificatori.....	200
Tabella 4.40. Pompe di vuoto.....	201
Tabella 4.41. Compressori.....	201
Tabella 4.42. Riepilogo potenze assorbite ausiliari.....	201
Tabella 4.43. Riepilogo potenze assorbite HVAC.....	202
Tabella 4.44. Consumi elettrici gruppi frigoriferi.....	204
Tabella 4.45. Consumi elettrici UTA.....	204
Tabella 4.46. Consumi elettrici ausiliari riscaldamento e ACS.....	205
Tabella 4.47. Consumi elettrici ausiliari centrale frigorifera.....	206
Tabella 4.48. Consumi elettrici ausiliari centrale idrica.....	206
Tabella 4.49. Consumi elettrici umidificatori.....	206
Tabella 4.50. Consumi elettrici pompe di vuoto.....	207
Tabella 4.51. Consumi elettrici compressori.....	207
Tabella 4.52. Riepilogo consumi ausiliari.....	207
Tabella 4.53. Riepilogo energie assorbite HVAC.....	207
Tabella 4.54. Potenza assorbita illuminazione interna.....	208
Tabella 4.55. Potenza assorbita illuminazione esterna.....	208
Tabella 4.56. Riepilogo potenze assorbite illuminazione.....	208
Tabella 4.57. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento non continuo.....	209
Tabella 4.58. Riepilogo consumi elettrici illuminazione esterna.....	209
Tabella 4.59. Riepilogo consumi elettrici illuminazione interna a funzionamento continuo.....	209
Tabella 4.60. Riepilogo energia assorbita illuminazione.....	210
Tabella 4.61. Dati ascensori.....	210
Tabella 4.62. Numero di corse anno.....	211
Tabella 4.63. Consumo energetico impianti di sollevamento.....	211
Tabella 4.64. Potenze medie assorbite elettromedicali.....	212
Tabella 4.65. Potenze di stand-by.....	213
Tabella 4.66. Consumi elettrici elettromedicali.....	215
Tabella 4.67. Riepilogo potenze assorbite.....	216
Tabella 4.68. Riepilogo consumi elettrici.....	218
Tabella 4.69. Ore equivalenti di funzionamento alla massima potenza installata in funzione.....	219
Tabella 4.70. Dati strutturali.....	221



Tabella 4.71. Portate aria rinnovo. ....	221
Tabella 4.72. Caratteristiche termofisiche. ....	222
Tabella 4.73. Dati termo-igrometrici invernali. ....	222
Tabella 4.74. Dati termo-igrometrici estivi. ....	222
Tabella 4.75. Dati di gestione e carichi termici. ....	222
Tabella 4.76. Tipologia impianto. ....	223
Tabella 4.77. Dati rete distribuzione invernale. ....	223
Tabella 4.78. Dati rete distribuzione estiva. ....	224
Tabella 4.79. Dati produzione acqua calda sanitaria. ....	224
Tabella 4.80. Caratteristiche Centrale Termica. ....	224
Tabella 4.81. Risultati simulazione. ....	225
Tabella 4.82. Risultati sostituzione motori classe IE2 con motori classe IE3. .	227
Tabella 4.83. Costo motori a seconda della taglia. ....	228
Tabella 4.84. Calcolo VAN. ....	228
Tabella 4.85. Dati macchina sostitutiva GF1 e GF2. ....	229
Tabella 4.86. Dati macchina sostitutiva GF3. ....	229
Tabella 4.87. Consumi energetici nuovi gruppi frigoriferi. ....	230
Tabella 4.88. Confronto consumi prima e dopo l'intervento. ....	231
Tabella 4.89. Calcolo VAN. ....	232
Tabella 4.90. Consumi energetici ascensori a fune. ....	233
Tabella 4.91. Spegnimento elettromedicali. ....	234
Tabella 4.92. Riepilogo interventi in base al risparmio di energia primaria. ....	236
Tabella 4.93. Riepilogo interventi in base al tempo di ritorno dell'investimento. ....	236



## Sommario

L'elaborato ha come tema principale l'analisi energetica di una determinata famiglia di edifici energivori facenti parte del settore terziario: gli ospedali.

Si tratta di strutture con elevato fabbisogno energetico, dovendo garantire agli occupanti comfort e funzionalità dei servizi 24 ore al giorno per 365 giorni l'anno.

L'ospedale è da considerarsi come un'organizzazione complessa sotto il profilo funzionale, tecnologico, economico-gestionale e procedurale per la complessità intrinseca delle funzioni che vengono svolte al suo interno.

Un'analisi approfondita dei consumi è possibile tramite la procedura di diagnosi energetica, alla quale è dedicato il secondo capitolo della tesi.

Come casi applicativi sono stati trattati due presidi ospedalieri del gruppo San Donato: Istituti Clinici Zucchi a Monza e Istituto di Cura Città di Pavia.

Tramite i dati forniti durante gli incontri preliminari sono stati calcolati indicatori energetici specifici, dal confronto di tali indicatori con valori di benchmark sono emersi consumi superiori alla media rendendo necessaria un'analisi dei sistemi energetici presenti.

Sono stati effettuati sopralluoghi in entrambe le cliniche al fine di raccogliere dati necessari per l'individuazione di eventuali inefficienze energetiche presenti nei vari impianti che le compongono.

La raccolta dei dati necessari alla costruzione di un inventario energetico ha richiesto un lungo periodo, soprattutto la campagna di misurazione effettuata sui quadri elettrici.

Una volta isolate le principali voci di consumo sono stati proposti interventi di risparmio energetico mirati.

Gli interventi proposti sono stati valutati utilizzando come indicatori economici il pay-back time semplice (più soluzioni riguardanti uno stesso intervento) e il valore attuale netto.



# 1. Introduzione

## 1.1 Cenni sui consumi elettrici nel terziario

La crisi economica ha causato un netto crollo dei consumi di energia elettrica, il settore maggiormente colpito in Italia, è senza dubbio l'industria, la quale nel 2008 consumava 151,4 TWh mentre nel 2009, a causa della crisi, tale valore si è ridotto fino a 130,5 TWh (il 13,8% in meno).

L'unico settore ad aver incrementato costantemente negli ultimi anni la sua domanda di energia elettrica è il terziario che, secondo dati di Assoelettrica, nel 2010 valeva 96,3 TWh (31% fabbisogno nazionale), mentre nel 2012 è stato responsabile del consumo di 101,1 TWh di energia elettrica (32,9% fabbisogno nazionale).

Sempre secondo le stime di Assoelettrica il settore terziario registrerà, nei prossimi 20 anni, un incremento di domanda di energia elettrica di circa 30 TWh.

Tale crescita deriverà soprattutto dall'utilizzo di apparecchiature elettroniche, informatiche ed il crescente impiego del raffrescamento negli ambienti di lavoro nei mesi estivi.

In fig. 1.1 è riportato l'andamento dei consumi elettrici nel terziario negli ultimi 20 anni.

I comparti del settore terziario che presentano maggiori consumi sono alberghi, ristoranti, comunicazioni, sanità e altri servizi sociali.

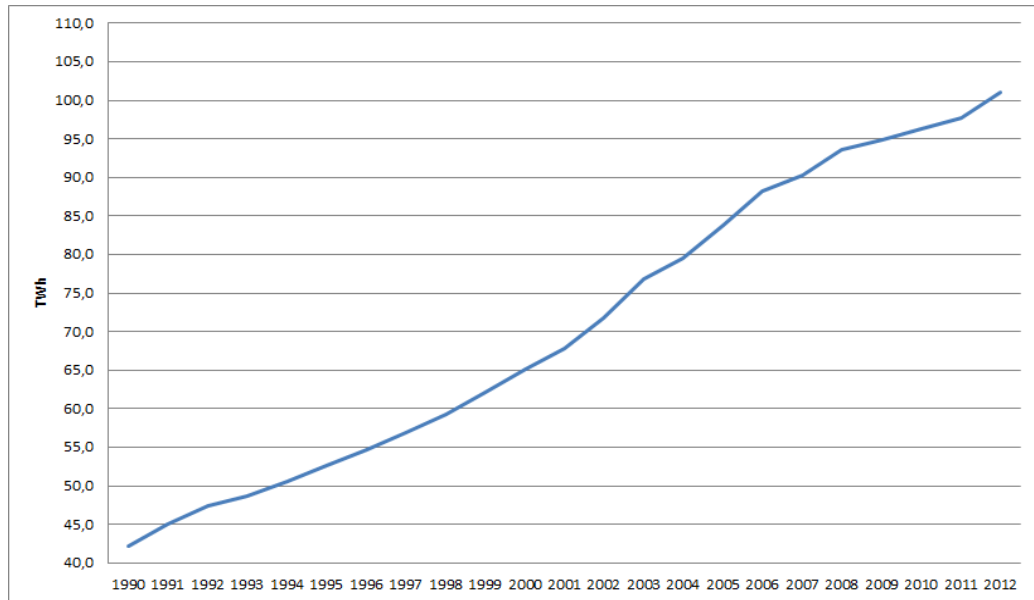
Una rilevante percentuale di domanda energetica del terziario è dovuta alla vetustà di impianti e strutture.

È spesso possibile migliorare il rendimento degli apparecchi di uso quotidiano in questi ambienti di lavoro con interventi di natura gestionale.

L'elaborato ha analizzato un particolare ramo del terziario: gli ospedali.

Generare salute comporta l'impiego di ingenti risorse per garantire processi di cura, condizioni di benessere per i pazienti, accoglienza ed ospitalità per i visitatori, operatività e comfort per chi lavora.

L'integrazione di questi bisogni rende l'ospedale una struttura che consuma energia 24/24 ore per 365 giorni all'anno.



**Figura 1.1. Andamento consumi elettrici settore terziario (fonte Assoelettrica).**

## **1.2 Consumi energetici nel settore sanitario**

Negli ospedali l'energia viene utilizzata nei diversi settori sotto forma di energia termica, frigorifera ed elettrica.

La complessità del sistema energetico di ogni struttura può essere diversa da ospedale a ospedale, oltre che al volume dei fabbricati, è infatti strettamente correlata a:

- le attività sanitarie che in essa si svolgono;
- la sua collocazione geografica;
- la tipologia strutturale e impiantistica adottata.

L'utilizzo di diverse fonti energetiche conduce inoltre all'impiego di opzioni tecnologiche diverse e con ciò a specifici costi di esercizio e livelli di emissioni differenti.

### **Consumi per produzione del calore**

I maggiori consumi energetici di una struttura ospedaliera sono imputabili al calore, spesso a bassa temperatura (<100°C), necessario per il riscaldamento di ambienti, per compensare le perdite di calore derivanti dalle necessità di ventilazione e per la produzione di acqua calda sanitaria.

Un altro settore che consuma calore, ma a entalpie più elevate è quello della disinfezione e sterilizzazione.

La necessità di garantire livelli di servizio elevati anche in caso di guasti improvvisi o di emergenze presuppone di dover disporre di fonti di produzione energetiche ridondanti.

Al fine di aumentare l'affidabilità frequentemente è presente un collegamento tra il sistema a vapore ed il circuito di riscaldamento, che però rappresenta un punto di dispersione energetica.

### **Consumi per refrigerazione**

L'acqua refrigerata prodotta è impiegata per il raffrescamento dei reparti degenza, del blocco operatorio e dei reparti speciali, è inoltre impiegata per il raffreddamento di macchinari speciali con particolare sviluppo di calore o aventi esigenze particolari.

La produzione di acqua refrigerata per il raffrescamento degli ambienti si ha principalmente nel periodo estivo, mentre la produzione dedicata al raffreddamento di apparati e al mantenimento di determinate condizioni termigrometriche nei locali critici è richiesta sia in estate che in inverno.

Le strutture ospedaliere sono per loro natura spesso soggette ad interventi di carattere strutturale/organizzativo e possono subire nel tempo modificazioni

della volumetria, delle destinazioni d'uso delle varie zone o delle condizioni termo-igrometriche richieste da adeguamenti normativi. Spesso l'impiantistica progettata per soddisfare i bisogni della struttura originale può risultare non più ottimale, in quanto non più corrispondente ai nuovi fabbisogni.

In genere per la produzione dell'acqua refrigerata vengono utilizzati gruppi frigoriferi a compressione di vapore, i quali, a causa del loro elevato fabbisogno elettrico, contribuiscono notevolmente al carico di punta dell'ospedale.

### **Consumi di energia elettrica**

Oltre alla climatizzazione, l'energia elettrica assicura il funzionamento di apparecchiature medicali e attrezzature.

Altri consumi elettrici derivano dall'illuminazione, gli ascensori, le cucine di reparto, le apparecchiature di sterilizzazione e disinfezione.

In tab.1.1<sup>1</sup> sono riportate le utenze presenti in un ospedale divise in base al tipo di energia richiesta.

**Tabella 1.1. Utilizzi di energia in ospedale**

ENERGIA	IMPIEGO IN OSPEDALE
Termica	Sterilizzazione Dispositivi medicali Riscaldamento Climatizzazione/ventilazione Produzione di acqua calda sanitaria Ristorazione Lavanderia
Elettrica	Ventilazione/condizionamento Illuminazione Conservazione Dispositivi elettromedicali Sicurezza Diagnostica Depurazione ICT Monitoraggio Trasporti
Elettrica per impieghi in cui si deve garantire la continuità di erogazione	Attività chirurgiche Rianimazione Attività di urgenza/emergenza Monitoraggio/sicurezza Sterilizzazione Conservazione Illuminazione (selettiva)

<sup>1</sup> "Energia in ospedale: le molteplici esigenze degli utenti e i requisiti da un punto di vista sanitario" (2009) – Leonardo LA PIETRA – Maurizio MAURI.



L'incremento della complessità delle apparecchiature impiegate e l'adeguamento delle normative in termini di condizioni termo-igrometriche e ricambi d'aria imposti porta inoltre ad ulteriori aumenti dei consumi e ad una maggiore difficoltà nella gestione degli impianti.

Per comprendere la natura dei consumi energetici di un ospedale è utile diversificarne gli ambienti in base alle loro necessità<sup>2</sup>, tale ripartizione distingue i locali in:

### **Zona 1 - ALTA INTENSITA' DI CURA**

Per zone ad alta intensità di cura si intendono le zone aventi alti fattori di ricambio oppure alti fattori di utilizzo. Del primo sottogruppo fanno parte i blocchi operatori (temperature 20-22°C, almeno 15 vol/h di aria esterna), l'anatomia patologica (temperature 18°C, 15 vol/h), il blocco parto (temperature 22-24°C, 6 vol/h). Il secondo sottogruppo ha minori (seppur alti rispetto alla media delle altre zone ospedaliere) esigenze di ricambi d'aria, ma il loro alto fattore di utilizzo ne giustifica il rilevante consumo energetico. Ne sono esempio le terapie intensive, operative 24/24 per 7/7 giorni.

Queste zone hanno i maggiori consumi energetici, i quali derivano dalle particolari condizioni ambientali richieste e da condizioni igieniche da rispettare. È in queste aree che è installato il maggior numero di impianti di trattamento con grandi portate.

### **Zona 2 - DIAGNOSTICHE LABORATORI**

A sua volta questo gruppo può essere diviso in due sottogruppi: Diagnostica per immagini e Diagnostica di laboratorio.

La prima è strutturata per ambienti dotati di apparecchiature biomediche di media e alta tecnologia, fanno parte della zona anche sale di refertazione e studi medici.

La forte incidenza di apparecchiature biomediche costituisce una delle maggiori cause di consumo energetico sia elettrico che di raffrescamento continuo, dovuto quest'ultimo alla rilevante dissipazione termica e alla necessità di mantenere l'ambiente in cui esse sono installate ad una temperatura massima di 22-24°C per la durata dell'attività di funzionamento del servizio. Queste zone ospedaliere in condizioni ambulatoriali vengono normalmente impiegate 10/24 ore 5/7 giorni, mentre nel caso di servizi di emergenza 24/24 ore 7/7 giorni.

---

<sup>2</sup> "I consumi energetici negli ospedali parametrati sui volumi: valutazione di alcune realtà in Piemonte, Lombardia e Liguria" (2009) - Marco MASOERO - Santo VITTO - Susanna AZZINI - Massimo BACCI.

Anche la seconda tipologia di diagnostiche è caratterizzata dalla presenza di analizzatori automatici, i quali richiedono energia elettrica e termica (raffrescamento continuo).

Queste zone possono essere strutturate in open space o per singoli ambienti.

### **Zona 3 - DEGENZE**

Sono le aree caratterizzate da ambienti destinati alla permanenza continua di pazienti e personale sanitario, durante il periodo di riscaldamento devono essere mantenute temperature di 22°C per 24/24 ore e 7/7 giorni; i ricambi d'aria richiesti sono almeno di 2 vol/h (da circolare 13011) ottenibili tramite sistema di ventilazione meccanica, è richiesta la presenza di condizionamento estivo per garantire il comfort di chi si trova all'interno di tali ambienti, anche se nelle realtà ospedaliere meno recenti non è sempre presente né un controllo delle condizioni termo-igrometriche durante la stagione estiva né un impianto di ventilazione.

Le degenze sono dotate di impiantistica dedicata: gas medicali, chiamata infermieri, rete trasmissione dati, illuminazione visita, illuminazione di sicurezza, alimentazione FM e TV.

Non presentano una particolare dotazione di apparecchiature biomediche.

Un consumo importante di energia elettrica è dovuto all'illuminazione.

### **Zona 4 - AMBULATORI**

Sono spesso porzioni omogenee di fabbricati o interi edifici destinati ad un uso diurno, in tali ambienti deve essere garantita una temperatura in regime di riscaldamento di 20-22°C per 12/24 ore 5/7 giorni.

Sono destinate a studi medici, sale visita, locali di terapia riabilitativa (comprensivo di zone come palestre, piscine), caratterizzate dalla presenza di pazienti prevalentemente non degenti e da personale sanitario.

È presente una dotazione di apparecchiature terapeutiche e diagnostiche, anche se non di rilevante impatto per numero, per assorbimento elettrico e per dissipazione termica.

### **Zona 5 - SERVIZI**

Vengono qui compresi gli ambienti con temperatura in regime invernale di 18-20°C da garantire per 8/24 ore 5/7 giorni.

Sono aree destinate ad uffici, aule didattiche, biblioteche, sale mensa, magazzini, depositi, archivi, officine, caratterizzate da presenza di personale non sanitario in maniera discontinua e assenza di pazienti e visitatori.

A parte devono essere considerati e valutati i consumi, legati al processo produttivo, di centrali di sterilizzazione, cucine, lavanderie.

Secondo un rapporto del Ministero della Salute, nel 2010 le Aziende Sanitarie Locali distribuite sul territorio nazionale erano in tutto 146.

Nel 2010 l'assistenza ospedaliera si è avvalsa di 1.165 istituti di cura, di cui il 54% pubblici ed il rimanente 46% privati accreditati.

Il 68% delle strutture pubbliche era costituito da ospedali direttamente gestiti dalle Aziende sanitarie locali, il 10% da Aziende Ospedaliere, ed il restante 22% dalle altre tipologie di ospedali pubblici.

Il S.S.N. disponeva di poco più di 215.000 posti letto per degenza ordinaria, di cui il 21% nelle strutture private accreditate, 21.761 posti per day hospital, quasi totalmente pubblici (91%) e di 8.230 posti per day surgery in grande prevalenza pubblici (80%).

L'edilizia ospedaliera è particolarmente variegata, con fabbricati di epoche differenti e destinazioni sanitarie diversificate.

Secondo uno studio ENEA – non recentissimo ma significativo - del 2009 si aveva a che fare con una spesa per l'energia bassa in senso relativo, ma decisamente significativa in senso assoluto per il Paese poiché corrispondeva a quasi 2 miliardi di euro annui.

Tutti i soggetti consumatori di energia pubblici e privati, persone fisiche e giuridiche, enti e associazioni operanti nel settore industriale, terziario, civile e dei trasporti sono obbligati a nominare un Energy Manager nel caso abbiano consumato più di:

- 10.000 tep/anno nel settore industriale;
- 1.000 tep/anno nel settore civile.

La nomina dell'Energy Manager è obbligatoria per tutte le aziende ospedaliere pubbliche o private che superino 1.000 tep annue di consumo energetico, equivalenti a 11.625 MWh di energia primaria.

Ipotizzando un consumo medio di energia elettrica pari alla media di Lombardia, Liguria e Piemonte (19 MWh<sub>el</sub>/posto letto anno) e un consumo medio di gas naturale pari alla media di alcuni ospedali del nord Italia (1.846 Sm<sup>3</sup>/posto letto anno) occorrerà nominare un energy manager nel caso si disponesse di più di 200 posti letto.

## 1.3 Normative in campo ospedaliero

### Norme riguardanti caratteristiche termo-igrometriche e ventilazione

La normativa italiana vigente in materia di requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere (proprietà termo-igrometriche, ventilazione e illuminazione) si basa principalmente su due testi di riferimento (non nuovissimi ma tutt'ora cogenti): la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 22/11/1974, n. 13011 "Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione" e il DPR 14/01/1997 "Requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private".

La Circolare 13011 prescrive che siano rispettati i seguenti punti:

- Temperatura degli ambienti di 20°C +/- 2°C in tutti i reparti ospedalieri, compresi i servizi, garantita durante il periodo invernale mediante impianto di riscaldamento;
- Nelle camere di degenza, nei locali ad uso collettivo e nei disimpegni durante il periodo invernale deve essere garantito un valore di umidità relativa del 40% +/- 5%;
- I valori di ricambio d'aria devono essere quelli riassunti in tab. 1.2 e garantiti da un impianto di ventilazione forzata in cui l'aria venga opportunamente filtrata e successivamente immessa negli ambienti a velocità non superiori a 0,15 m/s;

**Tabella 1.2. Ricambi d'aria da Circolare 13011 del 22/11/1974.**

<b>Zona</b>	<b>Ricambi d'aria</b>
Degenze	2 vol/ora
Degenze bambini	3 vol/ora
Reparti diagnostica	6 vol/ora
Reparti speciali	6 vol/ora
Isolamento	12 vol/ora
Servizi igienici	10 vol/ora
Soggiorno	30 m3/ora per persona (minimo)

- Nei blocchi operatori, sale travaglio, rianimazione, parti prematuri, lattanti, terapia intensiva, centro dialisi, settore sterile e laboratori d'analisi deve esserci un impianto di condizionamento che garantisca sia in estate sia in inverno il rispetto degli obblighi sopra esposti.

Il DPR 14/01/97 definisce i requisiti minimi che devono essere rispettati ed applicati da parte di una struttura sanitaria, in termini di politica, obiettivi ed attività, di struttura organizzativa, di gestione delle risorse umane e tecnologiche, di valutazione e miglioramento della qualità, di sistema informativo.

Il complesso sanitario viene suddiviso in 13 ambienti funzionali.

In tab.1.3 sono riportati i principali requisiti termo-igrometrici e di ventilazione, divisi per zone come specificati dal DPR 14/01/97.

**Tabella 1.3. Requisiti minimi da DPR 14/01/97, n.p. significa che il DPR non prescrive nessun vincolo riguardo tale dato.**

Area	Temperatura [°C] (inverno-estate)	Umidità relativa [%] (inverno-estate)	Ricambi aria esterna [Vol/h]
Pronto soccorso	n.p.	n.p.	n.p.
Area degenza	n.p.	n.p.	n.p.
Reparto operatorio	20-24	40-60	15
Blocco parto	20-24	30-60	6
Rianimazione/terapia intensiva	20-24	40-60	6
Medicina nucleare	n.p.	n.p.	n.p.
Radioterapia	n.p.	n.p.	n.p.
Day Hospital	n.p.	n.p.	n.p.
Day Surgery	n.p.	n.p.	n.p.
Gestione farmaci	20-26	50±5	2
Servizio sterilizzazione	20-27	40-60	15
Servizio disinfezione	20-27	40-60	15
Servizio mortuario	18	60±5	15

Vi sono inoltre specifiche normative tecniche che disciplinano i vari settori: le principali di nostro interesse sono la UNI 10339:1995 "Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura" (di prossima revisione prevista nel 2014), la UNI 11425:2011 "Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata per il blocco operatorio" e la UNI 9182:2014 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Progettazione, installazione e collaudo".

La UNI 10339:1995 fornisce dati tecnici in merito alla ventilazione e ai dispositivi per garantire una buona qualità dell'aria.

Riportiamo in tab. 1.4 i ricambi d'aria, in tab. 1.6 l'efficienza filtri e in tab. 1.7 le velocità massime ammissibili richiesti dalla UNI 10339:1995.

**Tabella 1.4. Ventilazione minima prescritta dalla UNI 10339:1995.**

<b>Zona</b>	<b>Portata aria esterna minima</b>
Degenze	11 litri/s per persona
Corsie	11 litri/s per persona
Camere sterili	11 litri/s per persona
Camere per infettivi	Specificata in base alle esigenze
Sale mediche/soggiorni	8,5 litri/s per persona
Terapie fisiche	11 litri/s per persona
Sale operatorie/sale parto	Specificata in base alle esigenze
Servizi igienici	Estrazione di 8 vol/ora

Le portate riportate in tab. 1.4 devono essere corrette in funzione dell'altitudine, applicando uno specifico coefficiente correttivo a seconda dell'altezza sul livello del mare (tab. 1.5).

**Tabella 1.5. Coefficiente correttivo in funzione dell'altitudine sul livello medio del mare.**

<b>Altitudine H m s.l.m.</b>	<b>Coefficiente correttivo</b>
0	1
500	1,06
1000	1,12
1500	1,18
2000	1,25
2500	1,31
3000	1,38

Interessanti sono le indicazioni sulla filtrazione (NB non ci sono prescrizioni sui filtri G)

**Tabella 1.6. Classi di filtri ed efficienza di filtrazione prescritte dalla UNI 10339:1995 (M: media efficienza, A: alta efficienza, AS: altissima efficienza).**

<b>Zona</b>	<b>Classe filtri (min-max)</b>	<b>Catena di filtrazione</b>
Degenze	F6-F8	M+A
Corsie	F6-F8	M+A
Camere sterili e infettivi	H10-H11	M+A+AS
Maternità, anestesia e radiazioni	H10-H11	M+A+AS
Prematuri e sale operatorie	H11-H12	M+A+AS
Visite mediche	F6-F8	M+A
Soggiorni e terapie fisiche	F6-F8	M+A

**Tabella 1.7. Velocità aria massime ammissibili da UNI 10339:1995**

Zona	Riscaldamento [m/s]	Raffrescamento [m/s]
Degenze, camere sterili, corsie, infettivi, visite mediche e soggiorni	0,05-0,1	0,05-0,15
Maternità, anestesia, radiazioni, prematuri e sale operatorie	0,05-0,1	0,05-0,15
Terapie fisiche	0,1-0,2	0,15-0,25

La UNI 11425:2011 definisce i requisiti richiesti all'impianto VCCC (Ventilazione Climatizzazione Controllo Contaminanti) asservito al blocco operatorio, suggerisce inoltre le condizioni ambientali per i locali costituenti tale blocco (vedi tab. 1.8).

L'impiego di aria di ricircolo nelle singole sale operatorie è consentito a patto che tale aria venga estratta ed immessa nella stessa sala operatoria, senza venire a contatto con flussi d'aria provenienti dalle altre.

**Tabella 1.8. Caratteristiche ambientali suggerite – è infatti una tabella riportata nell'appendice INFORMATIVA - per blocco operatorio da UNI 11425:2011.**

Ambienti	Temperatura [°C]		Umidità relativa [%]		Sovrapressione rispetto all'esterno [Pa]	Aria esterna [vol/h]	Aria di ricircolo [-]	Classi di pulizia secondo UNI EN ISO 14644-1	Livello di filtrazione finale	Livello di pressione sonora [dB(A)]				
	Inverno	Estate	Inverno	Estate										
Sale operatorie a elevatissima qualità dell'aria	≥ 20	≤ 24	≥ 40	≤ 60	15 <sup>1)</sup>	15	Si <sup>2)</sup>	ISO 5	H 14	45 <sup>3)</sup>				
Sale operatorie a elevata qualità dell'aria					15 <sup>1)</sup>	15	Si <sup>2)</sup>	ISO 7	H 14	45 <sup>3)</sup>				
Sale operatorie a qualità dell'aria standard					15 <sup>1)</sup>	15	- <sup>4)</sup>	ISO 8	H 14	45 <sup>3)</sup>				
Depositi sterili	≥ 22	≤ 26	≥ 40	≤ 60	15	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	H 14	45				
Preparazione operandi					10	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ H12	-				
Preparazione personale					10	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ H12	-				
Risveglio operati					10	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ H12	-				
Corridoio pulito/sterile					10	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ H12	-				
Spazi filtro operandi					5	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ F9	-				
Spazi filtro personale					5	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ F9	-				
Substerilizzazione					10	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ H12	-				
Depositi pulito					≥ 18	≤ 26	≥ 40	≤ 60	10	≥ 2 <sup>5)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	≥ H12	-
Depositi sporchi									5	≥ 2 <sup>5)</sup>	NO	-	≥ F9	-

Note:

- 1) Le sale operatorie ad uso di pazienti infetti, sono in depressione rispetto ai locali limitrofi.
- 2) Si faccia riferimento agli esempi proposti in appendice D.
- 3) Nel caso di ristrutturazioni in cui sia necessario realizzare sale operatorie in classe ISO 5 utilizzando sistemi di ricircolo in ambiente, si può al massimo raggiungere i 48 db(A); tale scelta deve essere motivata nel documento di progetto
- 4) Secondo la necessità di pulizia dell'aria nonché dal controllo.
- 5) Valore minimo da assumere in assenza di altri valori che stabiliti in funzione delle esigenze specifiche di affollamento, delle sorgenti di contaminanti e basata sull'analisi del rischio.

Valori imposti dalla legislazione vigente (Decreto del Presidente della Repubblica del 14/1/1997)

Ad integrazione delle normative italiane è consuetudine fare riferimento anche alle più importanti normative estere, in particolare la tedesca DIN 1946-4 “Ventilation and air conditioning - Part 4: VAC systems in buildings and rooms used in the health care sector” e la statunitense ASHRAE 170-2013 “Ventilation of Health Care Facilities”.

Le condizioni di pressione prescritte da quest’ultima per i vari locali, al fine di evitare possibili contaminazioni e fughe di flussi batterici, vengono normalmente impiegate anche in Italia (vedi tab. 1.9).

**Tabella 1.9. Condizioni di pressione prescritte dalla normativa ASHRAE 170-2013.**

<b>Zona</b>	<b>Condizioni di pressione rispetto all’ambiente circostante</b>
Sale operatorie, traumatologia, parto, nursery e terapia intensiva	Sovrapressione
Camere di degenza normale	Controllo non necessario
Servizi igienici	Depressione
Reparti d’isolamento per infettivi	Depressione
Reparti d’isolamento per immunodepressi	Sovrapressione
Laboratori	Specificate in base alle esigenze
Visite mediche	Controllo non necessario
Locali medicazione	Sovrapressione
Sterilizzazione e lavanderia	Depressione

Per quanto riguarda la richiesta di acqua calda sanitaria risultano interessanti le ultime (feb. 2014) indicazioni suggerite dalla norma UNI 9182:2014 (tab. 1.10).

**Tabella 1.10. Prospetto E.1 UNI 9182:2014. Acqua calda: fabbisogno pro-capite.**

Utenza	l/persona-giorno
Case di abitazioni <sup>*)</sup>	
- di tipo popolare	Da 40 a 50
- di tipo medio	Da 70 a 80
- di tipo di lusso	Da 150 a 200
Alberghi e pensioni	
- camere con servizi dotati di vasca	Da 180 a 200
- camere con servizi dotati di doccia	130
- camere con lavabo e bidet	60
Uffici	Da 15 a 200
Ospedali e cliniche	Da 130 a 150
Centri sportivi	Da 50 a 60
Spogliatoi di stabilimenti	Da 30 a 50
*) I valori indicati devono essere moltiplicati per i fattori correttivi riportati nei prospetti seguenti per tenere conto del numero degli alloggi, delle dimensioni di ogni alloggio e del tenore di vita dell’utente.	



### **Normative riguardanti i livelli di illuminazione naturale ed artificiale**

Un ulteriore aspetto da considerare è l'illuminazione di locali a destinazione d'uso sanitaria, disciplinata dalla Circolare 13011 del 22/11/1974, dal DPR 14/01/97 e dalla UNI EN 12464-1:2011 "Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni". I valori minimi dei livelli di illuminazione naturale ed artificiale indicati dalla Circolare 13011 del sono:

- 300 lux sul piano di osservazione medica (escluso il piano operatorio);
- 200 lux sul piano di lavoro negli spazi per lettura, nei laboratori e negli uffici;
- 100 lux su piano ideale posto a 0,6 m dal pavimento negli spazi per riunioni e per ginnastica;
- 80 lux su piano ideale posto a 1 m dal pavimento nei corridoi, nelle scale, nei servizi igienici, negli atrii e negli spogliatoi

Queste condizioni di illuminamento devono essere assicurate in qualsiasi situazione di cielo e in ogni punto dei piani di utilizzazione considerati, mediante uno stretto rapporto di integrazione dell'illuminazione naturale con quella artificiale.

Particolare cura deve essere posta per evitare fenomeni di abbagliamento, facendo in modo che nel campo visuale delle persone non compaiano oggetti la cui luminanza sia 20 volte superiore ai valori medi.

Allo scopo di assicurare l'economica realizzazione dei livelli di illuminazione prescritti e di rispondere contemporaneamente alle esigenze derivanti dalla protezione dall'irraggiamento solare, è opportuno che il fattore medio luce diurna risulti uguale ai seguenti valori:

- Ambienti di degenza, diagnostica, laboratori: 0,03;
- Palestre, refettori: 0,02;
- Uffici, spazi per la distribuzione, scale: 0,01.

Il DPR 14/01/97 si limita invece a indicare come requisito minimo impiantistico la presenza di illuminazione d'emergenza nel reparto operatorio, nel punto nascita, in rianimazione e terapia intensiva, al pronto soccorso, negli ambulatori, nelle degenze, negli spazi per la sterilizzazione, disinfezione e servizio mortuario.

La UNI EN 12464-1:2011 specifica i requisiti illuminotecnici per posti di lavoro in interni, che corrispondono alle esigenze di comfort visivo e di prestazione visiva delle persone aventi normale capacità oftalmica. Sono considerati tutti i compiti visivi abituali, inclusi quelli che comportano l'utilizzo di attrezzature munite di videotermini.

La norma fornisce, per varie attività, i valori raccomandati di illuminamento medio ( $E_m$ ), i limiti massimi dell'indice di abbagliamento unificato (UGR), l'uniformità minima di illuminamento ( $U_0$ ) e gli indici minimi di resa dei colori ( $R_a$ ).

Nelle seguenti tabelle (da tab. 1.11 a tab. 1.24) sono riportati i prospetti contenenti i valori dei parametri sopra citati nel caso di locali per la cura della salute.

**Tabella 1.11. Prospetto 5.37 UNI EN 12464-1:2011. Locali di uso generale.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_0$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
						Si devono evitare luminanze troppo elevate nel campo visivo dei pazienti.
5.37.1	Sale attesa	200	22	0,40	80	
5.37.2	Corridoi: durante il giorno	100	22	0,40	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.3	Corridoi: pulizia	100	22	0,40	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.4	Corridoi: durante la notte	50	22	0,40	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.5	Corridoi polivalenti	200	22	0,60	80	Illuminamento a livello compito/attività.
5.37.6	Sale giorno	200	22	0,60	80	
5.37.7	Ascensori, montacarichi per persone e visitatori	100	22	0,60	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.37.8	Montacarichi di servizio	200	22	0,60	80	Illuminamento a livello pavimento.

**Tabella 1.12. Prospetto 5.38 UNI EN 12464-1:2011. Locali per il personale.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_0$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
5.38.1	Ufficio per il personale	500	19	0,60	80	
5.38.2	Stanze per il personale	300	19	0,60	80	

**Tabella 1.13. Prospetto 5.39 UNI EN 12464-1:2011. Corsie, reparti maternità.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_0$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
						Si devono evitare luminanze troppo elevate nel campo visivo dei pazienti.
5.39.1	Illuminazione generale	100	19	0,40	80	Illuminamento a livello pavimento.
5.39.2	Illuminazione di lettura	300	19	0,70	80	
5.39.3	Visita semplice	300	19	0,60	80	
5.39.4	Visita e trattamento	1 000	19	0,70	90	
5.39.5	Luce notturna, luce di sorveglianza	5	-	-	80	
5.39.6	Bagni, toilette per pazienti	200	22	0,40	80	

**Tabella 1.14. Prospetto 5.40 UNI EN 12464-1:2011. Locali diagnostica (generale). T<sub>cp</sub> è la temperatura prossimale di colore.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	U <sub>o</sub> -	R <sub>a</sub> -	Requisiti specifici
5.40.1	Illuminazione generale	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 5 000 K
5.40.2	Visita e trattamento	1 000	19	0,70	90	

**Tabella 1.15. Prospetto 5.41 UNI EN 12464-1:2011. Locali per visite oculistiche.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	U <sub>o</sub> -	R <sub>a</sub> -	Requisiti specifici
5.41.1	Illuminazione generale	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 5 000 K
5.41.2	Visita dell'occhio esterna	1 000	-	-	90	
5.41.3	Prove di lettura e visione dei colori su optotipi	500	16	0,70	90	

**Tabella 1.16. Prospetto 5.42 UNI EN 12464-1:2011. Locali per visite otorinolaringoiatriche.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	U <sub>o</sub> -	R <sub>a</sub> -	Requisiti specifici
5.42.1	Illuminazione generale	500	19	0,60	90	
5.42.2	Visita orecchio	1 000	-	-	90	

**Tabella 1.17. Prospetto 5.43 UNI EN 12464-1:2011. Locali analisi.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	U <sub>o</sub> -	R <sub>a</sub> -	Requisiti specifici
5.43.1	Illuminazione generale	300	19	0,60	80	
5.43.2	Analisi con amplificatori di immagini e sistemi televisivi	50	19	-	80	Per lavoro con attrezzature munite di videoterminale (DSE) vedere punto 4.9.

**Tabella 1.18. Prospetto 5.44 UNI EN 12464-1:2011. Sale parto.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	U <sub>o</sub> -	R <sub>a</sub> -	Requisiti specifici
5.44.1	Illuminazione generale	300	19	0,60	80	
5.44.2	Visita e trattamento	1 000	19	0,70	80	

**Tabella 1.19. Prospetto 5.45 UNI EN 12464-1:2011. Locali di trattamento (generale).**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	U <sub>o</sub> -	R <sub>a</sub> -	Requisiti specifici
5.45.1	Dialisi	500	19	0,60	80	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile.
5.45.2	Dermatologia	500	19	0,60	90	
5.45.3	Endoscopia	300	19	0,60	80	
5.45.4	Ingessatura	500	19	0,60	80	
5.45.5	Bagni medicali	300	19	0,60	80	
5.45.6	Massaggio e radioterapia	300	19	0,60	80	

**Tabella 1.20. Prospetto 5.46 UNI EN 12464-1:2011. Sale operatorie.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_o$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
5.46.1	Locale pre-operatorio e risveglio	500	19	0,60	90	
5.46.2	Sala operatoria	1 000	19	0,60	90	
5.46.3	Zona operatoria			-		$\bar{E}_m$ : da 10 000 lx a 100 000 lx

**Tabella 1.21. Prospetto 5.47 UNI EN 12464-1:2011. Rianimazione e cure intensive.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_o$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
5.47.1	Illuminazione generale	100	19	0,60	90	Illuminamento a livello pavimento.
5.47.2	Visita semplice	300	19	0,60	90	Illuminamento a livello del letto.
5.47.3	Visita e trattamento	1 000	19	0,70	90	Illuminamento a livello del letto.
5.47.4	Sorveglianza notturna	20	19	-	90	

**Tabella 1.22. Prospetto 5.48 UNI EN 12464-1:2011. Odontoiatria.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_o$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
5.48.1	Illuminazione generale	500	19	0,60	90	L'illuminamento sul paziente dovrebbe essere esente da abbagliamento.
5.48.2	Sul paziente	1 000	-	0,70	90	
5.48.3	Zona operatoria	-	-	-	-	I requisiti specifici sono forniti nella EN ISO 9680.
5.48.4	Allineamento al colore dei denti	-	-	-	-	I requisiti specifici sono forniti nella EN ISO 9680.

**Tabella 1.23. Prospetto 5.49 UNI EN 12464-1:2011. Laboratori e farmacie.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_o$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
5.49.1	Illuminazione generale	500	19	0,60	80	
5.49.2	Controllo dei colori	1 000	19	0,70	90	$6\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$

**Tabella 1.24. Prospetto 5.50 UNI EN 12464-1:2011. Locali di decontaminazione.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$UGR_L$ -	$U_o$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
5.50.1	Locali di sterilizzazione	300	22	0,60	80	
5.50.2	Locali di disinfezione	300	22	0,60	80	

## 2. La diagnosi energetica

Negli ultimi anni il tema dell'efficienza energetica ha acquisito sempre più importanza, soprattutto in previsione degli obiettivi europei in materia di riduzione dei consumi energetici posti per il 2020 e il 2030.

Risulta quindi importante individuare i sistemi energetici meno efficienti e intervenire su di essi; lo strumento grazie al quale è possibile l'accurata analisi del sistema è la diagnosi energetica.

Il grande pubblico tende a confondere la diagnosi energetica con la certificazione energetica.

La diagnosi energetica si differenzia dalla certificazione energetica in quanto:

- la certificazione energetica fornisce in forma più semplice possibile una qualità energetica del sistema edificio/impianto riferita a condizioni standard;
- la diagnosi energetica fornisce informazioni riguardanti eventuali inefficienze energetiche di un sistema nelle sue attuali condizioni di esercizio, identificando soluzioni ad hoc convenienti sia sotto il profilo energetico che economico.

La norma UNI CEI EN ISO 50001:2011 dal titolo “Sistemi di gestione dell'energia. Requisiti e linee guida per l'uso” identifica l'analisi energetica (diagnosi energetica) come procedura di valutazione dell'uso dell'energia, attraverso la quale il soggetto interessato è in grado di ricavare informazioni riguardo le aree di uso significativo dell'energia e riguardo i possibili interventi di efficientamento.

Fino a poco tempo fa l'unico documento a cui fare riferimento per definire caratteristiche e procedura della diagnosi energetica è stata la UNI CEI/TR<sup>3</sup> 11428:2011 dal titolo “Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche. Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica”, tale rapporto tecnico fornisce suggerimenti riguardo i dati necessari alla diagnosi, le operazioni da eseguire e la presentazione degli interventi di risparmio energetico.

Nel 2012 è stata rilasciata la UNI CEI EN 16247-1 dal titolo “Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali”, sono in fase di redazione le successive parti (16247-2,-3,-4,-5) fra cui quella riguardante gli edifici che completeranno il quadro generale.

Il seguente elaborato di tesi ha trattato l'argomento diagnosi energetica basandosi sul metodo suggerito dalla UNI CEI/TR 11428, di seguito sono riportate caratteristiche e procedure, riprese dal rapporto tecnico, da seguire per la buona riuscita della diagnosi.

---

<sup>3</sup> La dicitura TR indica che il documento non impone vincoli o obblighi di alcun genere, si tratta di un rapporto tecnico avente funzione informativa.

## 2.1 Definizione (UNI CEI/TR 11428)

Procedura sistematica volta a:

- fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività e/o impianto industriale o di servizi pubblici o privati;
- ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici;
- riferire in merito ai risultati

## 2.2 Requisiti di una diagnosi energetica (UNI CEI/TR 11428)

La diagnosi energetica è intrapresa nell'intento di rendere disponibile una descrizione del sistema energetico, definendo i possibili interventi di miglioramento dell'efficienza e quantificandone i conseguenti risparmi.

*La diagnosi energetica deve tenere in adeguato conto le attese, le necessità e i limiti indicati dal committente così da decidere concordemente ambito, modalità esecutive, obiettivo e scopo della diagnosi.*

La diagnosi energetica deve possedere i seguenti requisiti:

- **Completezza:** definizione del sistema energetico comprensivo degli aspetti energetici significativi;
- **Attendibilità:** acquisizione di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico e sopralluogo della struttura sotto diagnosi, il responsabile della diagnosi deve comunque verificare che il consumo energetico sia coerente con i dati di fatturazione dei consumi energetici o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura;
- **Tracciabilità:** identificazione e utilizzo di un inventario energetico, documentazione dell'origine dei dati e dell'eventuale modalità di elaborazione a supporto dei risultati delle diagnosi energetica, includendo le ipotesi di lavoro eventualmente assunte;
- **Utilità:** identificazione e valutazione sotto il profilo costi/benefici degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica. Gli interventi devono essere espressi attraverso documentazione adeguata, differenziata in funzione del settore, delle finalità e dell'ambito di applicazione;
- **Verificabilità:** identificazione degli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dalla applicazione degli interventi proposti.

La norma UNI CEI/TR 11428 suggerisce che:

- *la diagnosi energetica debba essere eseguita da una persona fisica o giuridica che possieda competenze, capacità e strumenti commisurati al tipo di diagnosi intrapresa nonché allo scopo e obiettivo concordati con il committente;*
- *si devono considerare come riservate e confidenziali tutte le informazioni ottenute o acquisite durante la procedura di diagnosi;*
- *si deve considerare preminente l'interesse del committente agendo in maniera imparziale.*

## **2.3 Fasi della diagnosi energetica (UNI CEI/TR 11428)**

### **2.3.1 Contatti preliminari**

Il responsabile della diagnosi deve concordare con il committente:

- obiettivi, bisogni ed aspettative riguardanti la diagnosi energetica;
- scopo, limiti e grado di accuratezza della diagnosi;
- criteri per la valutazione delle misure di risparmio;
- impegno di tempo, di risorse, di informazioni e organizzativo richiesto al committente;
- programmi strategici, sistemi di gestione o altre situazioni che possano avere rilevanza sulla diagnosi energetica e sulle sue conclusioni;
- opinioni e vincoli relativi a potenziali misure di risparmio energetico.

Il responsabile della diagnosi deve inoltre chiedere al committente di:

- nominare membri del personale con cui rapportarsi;
- informare il personale coinvolto e le altre parti interessate sulla diagnosi proposta e su ogni esigenza a loro carico possa derivare da questa;
- assicurare la cooperazione tra le parti impegnate nella diagnosi.

### **2.3.2 Incontro preliminare**

Lo scopo dell'incontro preliminare è quello di ragguagliare tutte le parti interessate in merito agli obiettivi, ambito, confini e grado di dettaglio della diagnosi e di concordare tutte le modalità operative di esecuzione della diagnosi energetica.

Nel corso dell'incontro preliminare il responsabile della diagnosi deve concordare con l'organizzazione:

- le modalità per l'accesso alla struttura;
- norme di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro interessati dalla diagnosi;
- le risorse ed i dati, anche riservati e confidenziali, che devono essere forniti;

Il responsabile della diagnosi deve descrivere le procedure e le modalità con cui la diagnosi energetica sarà pianificata ed eseguita, e deve inoltre specificare ed argomentare l'eventuale necessità di strumenti di misurazione addizionali.

Occorre inoltre ottenere dal committente:

- informazioni dettagliate sulle caratteristiche degli oggetti della diagnosi comprensive degli eventuali fattori in grado di influenzare i consumi;
- informazioni riguardo eventi passati che potrebbero aver influenzato il consumo energetico nel periodo coperto dai dati raccolti;
- informazioni riguardo condizioni di funzionamento insolite, opere di manutenzione od altre attività concomitanti alla diagnosi energetica che ne potrebbero influenzare lo svolgimento.

### **2.3.3 Raccolta dati**

Il responsabile della diagnosi deve raccogliere con il committente informazioni al fine di acquisire:

- dati storici (bollette, fattori di aggiustamento, conduzione e manutenzione ecc.)
- documenti di progetto;

### **2.3.4 Attività in campo**

Occorre ispezionare il sistema energetico per:

- valutare gli aspetti energetici significativi;
- identificare le modalità operative, i comportamenti degli utenti e la loro influenza sui consumi energetici e l'efficienza energetica;
- elencare le aree ed i processi che necessitano di ulteriori dati quantitativi a supporto della successiva analisi;
- generare raccomandazioni per la riduzione dei consumi energetici.



*Il responsabile della diagnosi deve:*

- *assicurarsi che misure e rilievi siano effettuati in maniera affidabile e in condizioni rappresentative delle ordinarie condizioni di esercizio e in condizioni ambientali corrette;*
- *la prescrizione precedente non esclude l'esercizio di rilievi al di fuori degli orari lavorativi, nei periodi di inattività o quando non è previsto alcun carico climatico;*
- *informare tempestivamente il committente su ogni difficoltà incontrata nell'attività in campo.*

*Occorre chiedere al committente di:*

- *predisporre l'accesso libero ed in sicurezza a tutti gli impianti che devono essere ispezionati;*
- *nominare uno o più persone che facciano da guida ed assistenza durante l'attività in situ. Queste persone devono avere le competenze, le capacità e l'autorità necessarie a svolgere eventuali interventi su processi ed apparecchiature, qualora richiesto;*
- *consentire l'accesso a disegni, manuali ed altra documentazione tecnica significativa degli impianti oggetto di diagnosi energetica insieme con i risultati di eventuali prove e misure eseguite alla messa in servizio.*

### **2.3.5 Analisi**

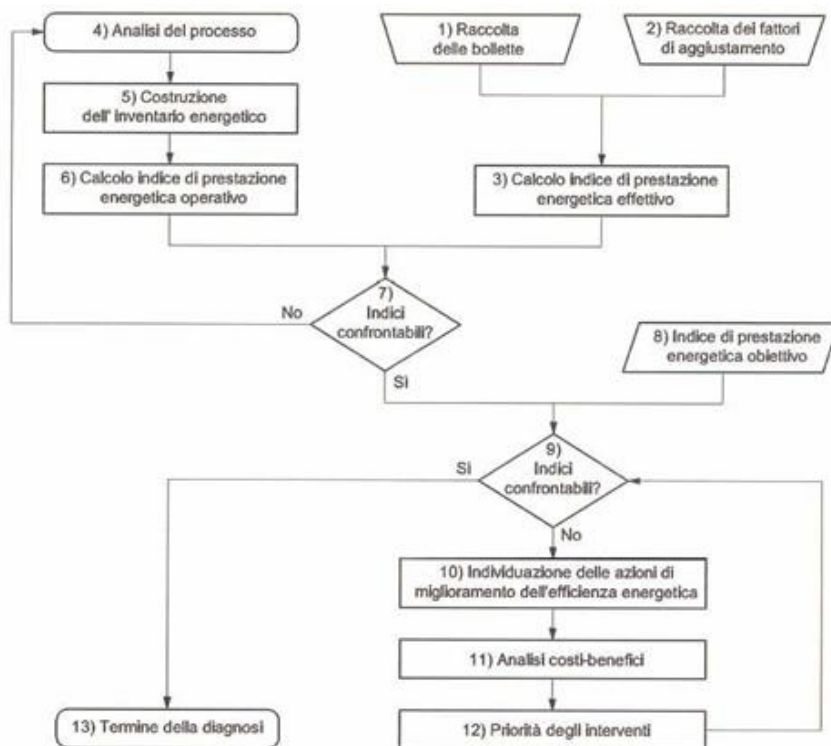
Occorre esaminare in dettaglio l'insieme dei dati e delle informazioni raccolte al fine di individuare opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica.

Per mezzo di tale analisi il responsabile della diagnosi deve ricavare ulteriori dati ed informazioni che devono consistere almeno di:

- un bilancio ed un diagramma dei flussi energetici suddivisi per l'utilizzo e per modalità di approvvigionamento;
- relazione fra i consumi ed i fattori che ne influenzano le variazioni;
- indicatori di prestazione energetica effettivi e di riferimento;
- evidenza di qualsiasi cambiamento delle prestazioni occorso nel tempo;
- diagramma temporale della domanda di energia;
- determinazione e quantificazione dei potenziali risparmi energetici e analisi costi/benefici per tali interventi.

## 2.4 La procedura nel dettaglio (UNI CEI/TR 11428)

In fig. 2.1, è riassunta in maniera sintetica la procedura di diagnosi energetica.



**Figura 2.1. Procedura diagnosi energetica.**

La diagnosi energetica deve prevedere almeno le seguenti azioni, come illustrato in fig. 2.1:

1. raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili per uno o più anni;
2. identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici;
3. identificazione e calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento;
4. raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi;
5. costruzione degli inventari energetici relativi all'oggetto della diagnosi;

6. calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo;
7. confronto tra l'indice di prestazione energetica operativo e quello effettivo. Se gli indici tendono a convergere si prosegue l'analisi passando al passo successivo, altrimenti si ritorna al passo 4 e si affina l'analisi del processo produttivo e degli inventari energetici individuando le cause della mancata convergenza;
8. individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo;
9. se i valori espressi dagli indicatori sono tra loro comparabili la diagnosi può considerarsi conclusa in quanto l'obiettivo è stato raggiunto;
10. se esiste uno scarto significativo tra l'indice di prestazione operativo ottenuto nel punto 6 e l'indice di prestazione obiettivo si individuano le misure di miglioramento dell'efficienza che consentono il loro riallineamento;
11. per tali misure devono essere confrontate le rispettive misure di fattibilità tecnico-economiche;
12. le misure individuate, singole e/o integrate, sono ordinate in funzione degli indici concordati tra il responsabile della diagnosi e il committente. Al termine di tale operazione eseguire nuovamente il punto 9;
13. una volta attuati i passi di cui sopra, la diagnosi si considera conclusa.

## 2.5 Indici di prestazione energetica ospedali

Attraverso la documentazione raccolta durante l'incontro preliminare è possibile ricavare indici di prestazione energetica effettivi della struttura in esame, tali indici possono essere confrontati con quelli di strutture simili (indici obiettivo). La criticità di questa operazione sta nel trovare indicatori energetici significativi e dei benchmark di confronto.

È fondamentale valutare tutti gli elementi in grado di influenzare i consumi della struttura, in modo da impiegare opportuni fattori di aggiustamento capaci di rendere confrontabili i valori degli indicatori di strutture dello stesso settore.

Tali elementi per un ospedale possono essere:

- caratteristiche climatiche (zona climatica, gradi giorno ecc.);
- morfologia dell'edificio (volumetrie, dati involucro, piani ecc.);
- destinazione d'uso dell'edificio (posti letto, intensità di cura ecc.).

Di seguito sono riportati alcuni indicatori impiegati in ambito ospedaliero:

- **MWh/Posto letto:** permette il confronto tra strutture situate nella stessa fascia climatica e con tecnologizzazione simile, fornisce il consumo pro capite di energia riferito al numero di degenze.  
Tale indice è fortemente influenzato dal clima e dall'organizzazione interna dell'ospedale;
- **kWh/m<sup>2</sup> e kWh/m<sup>3</sup>:** se utilizzati per edifici con caratteristiche simili permettono di confrontare strutture dimensionalmente molto diverse, possono risultare inadeguati se non si considerano le destinazioni d'uso degli ambienti in esame.

## **2.6 Inventario energetico**

L'inventario energetico è la base per una diagnosi energetica affidabile, le informazioni per la strutturazione dell'inventario vengono raccolte durante l'incontro preliminare e durante i sopralluoghi.

È opportuno identificare le utenze responsabili del consumo di energia elettrica e termica, sulla base di un'analisi documentale, in funzione delle relazioni e degli elaborati grafici, e dal campo, visitando le aree di cui è composto l'ospedale e richiedendo la loro modalità di uso e gestione.

Ogni singola utenza dovrebbe contenere tutte le seguenti informazioni:

- Nome, Descrizione, Posizione
- Potenza installata e potenza assorbita

La potenza assorbita è un'informazione raramente disponibile pur essendo il dato essenziale per una corretta diagnosi energetica, per ottenerla si ricorre a misure dirette. La campagna di misure sulle macchine o sui quadri elettrici è di fondamentale importanza per l'elaborazione di un modello affidabile.

Per facilitare l'operazione si è soliti suddividere le utenze finali in quattro macrofamiglie:

- HVAC (Heating, Ventilating, Air Conditioning);
- Illuminazione;
- Sollevamento;
- Elettromedicali.

### **HVAC**

Sotto questa voce ricadono tutti i sistemi tecnologici dedicati alla climatizzazione della struttura.

Comprende unità di trattamento aria, gruppi frigoriferi, generatori di calore, generatori di vapore, terminali di erogazione e tutti gli ausiliari (pompe, circolatori, ventilatori ecc) presenti in centrale termica o in altre zone dell'ospedale.

Questa voce genera solitamente elevati consumi elettrici in un ospedale, in quanto si tratta di macchine in funzione per molte ore al giorno, alcune delle quali con potenze non indifferenti.

L'incidenza di questa famiglia di macchine sui consumi risulta molto marcata in estate essendo il raffrescamento affidato interamente a gruppi frigoriferi a compressione di vapore.

### **Illuminazione**

Questa voce comprende tutti i corpi illuminanti presenti nella struttura, è importante distinguere le zone, in cui essi sono posti, in base alla gestione. Occorre sapere la durata dell'intervallo dell'illuminazione nelle aree servite in termini di ore/giorno e giorni/anno.

### **Sollevamento**

Questa voce comprende montacarichi, ascensori, scale mobili. I consumi dipendono sostanzialmente dal tipo di impianto di sollevamento, dai piani serviti e dal numero di corse effettuate. Negli ultimi tempi la percentuale di energia assorbita da questa famiglia di macchine, rispetto ai consumi totali dell'edificio, è andata crescendo, ciò è dovuto a un aumento di efficienza delle altre famiglie (illuminazione e HVAC).

### **Elettromedicali**

La voce elettromedicali risulta indubbiamente la più vasta per quanto riguarda il numero di apparecchiature, poiché si ha a che fare con centinaia di utenze caratterizzate da tecnologie molto differenti e consumi distribuiti diversamente nel tempo. Nonostante le grandi potenze installate, le potenze di picco vengono mantenute per brevissimo tempo, quindi la potenza media assorbita potrà risultare molto inferiore rispetto al dato di picco.

Le apparecchiature possono essere ripartite dal punto di vista energetico in:

- Apparecchiature ad assorbimento continuo con o senza picco pulsato;
- Apparecchiature ad assorbimento intermittente;
- Apparecchiature ad assorbimento "on demand".

Per la composizione dell'inventario energetico riguardante i consumi di energia termica dell'impianto HVAC è stato utilizzato il software POLIMess.

### 2.6.1 Descrizione software POLIMess

Il software POLIMess è stato sviluppato dal Politecnico di Milano sulla base di un contratto di ricerca stipulato con Siram, con lo scopo di essere uno strumento semplificato per la stima dei consumi di energia termica e primaria tramite simulazione del sistema edificio-impianto.

Il programma permette di determinare i fabbisogni energetici tramite l'inserimento di dati riguardanti caratteristiche strutturali, climatiche, impiantistiche e gestionali.

L'interfaccia iniziale si compone di 4 voci (fig. 2.2):

- **POLIMess Edificio:** viene simulato il comportamento dell'involucro edilizio al fine di determinare i carichi termici sensibili e latenti su base oraria;
- **POLIMess heat pump:** viene simulato il comportamento di pompe di calore acqua-acqua e acqua-aria;
- **POLIMess chiller:** viene simulato il comportamento di macchine frigorifere acqua-acqua e acqua-aria;
- **POLIMess impianto:** viene simulato il comportamento dell'impianto di climatizzazione estivo ed invernale.

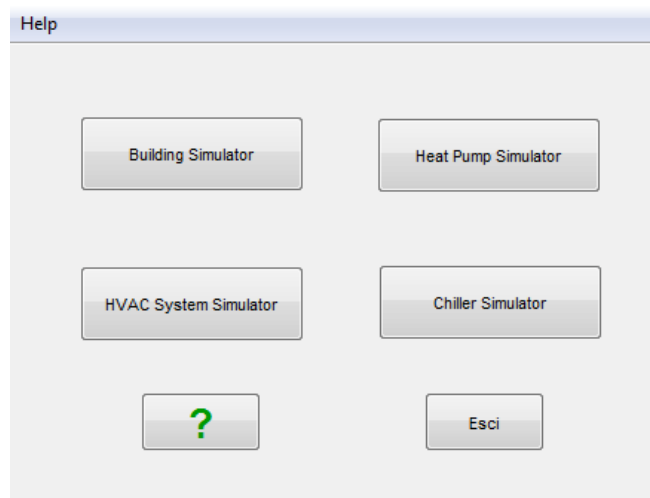


Figura 2.2. Interfaccia iniziale POLIMess.

## POLIMess Edificio (Building Simulator)

The screenshot shows a software window titled 'POLIMess Edificio (Building Simulator)'. The menu bar includes 'File', 'Input', 'Run', 'Output', and 'Help'. The main area is divided into four sections:

- Progetto:** Fields for 'Descrizione:', 'Località:', and 'Referente:'.
- Superficie disperdente:** Fields for 'Totale (mq):', 'Opaca (mq):', 'Vetrata (mq):', and 'Volume (mc):'.
- Ponti termici ed infiltrazioni aria:** Fields for 'Maggiorazione dispersioni per ponti termici (-):' and 'Infiltrazioni aria esterna (V/h):'.
- Fabbisogno annuale di energia termica e frigorifera:** Fields for 'Energia termica (kWh):' and 'Energia Frigorifera (kWh):'.

A 'Ctrl C' button is located at the bottom left of the window.

Figura 2.3. Interfaccia Building Simulator.

In questa sezione vengono definiti le caratteristiche climatiche, strutturali e gestionali che caratterizzano l'edificio.

I dati climatici vengono caricati automaticamente una volta scelta la località più vicina a quella in cui è situata la struttura, è possibile modificare i gradi giorno proposti dal programma (da D.P.R. 412/93) inserendo quelli relativi all'anno in esame (il programma li suddividerà automaticamente nel periodo di riscaldamento impostato).

Una volta inseriti i dati climatici sono necessarie le caratteristiche dell'involucro edilizio ( stratigrafia superfici disperdenti, % di superficie trasparente rispetto a quella opaca, orientamento) e le volumetrie.

L'ultime informazioni richieste per caratterizzare la struttura (BUILDING) riguardano la sua gestione, occorre specificare i parametri da tenere controllati (temperatura e/o umidità relativa), impostare gli orari e i giorni durante i quali tali parametri devono essere mantenuti e inserire il valore dei carichi interni.

La simulazione restituisce il fabbisogno energetico della zona termica descritta. È opportuno suddividere l'edificio in più zone termiche con caratteristiche ambientali simili.



Prima di procedere con la parte impianto occorre definire le caratteristiche del chiller. (Heat Pump non presente)

### POLIMess chiller (Chiller Simulator)

Figura 2.4. Interfaccia Chiller Simulator.

In questa sezione vengono richiesti i dati di targa del gruppo frigorifero (refrigerante, regolazione, potenza frigorifera ecc.) ricavati a determinate condizioni di riferimento.

Dall'analisi dei dati di targa il programma è in grado di fornire i valori di EER, potenza frigorifera e potenza elettrica assorbita per caratteristiche di funzionamento differenti da quelle di progetto.

Dopo aver definito le caratteristiche del chiller nelle condizioni volute è possibile definire le caratteristiche dell'impianto.

### POLIMess impianto (HVAC System Simulator)

In questa sezione vengono inserite le caratteristiche riguardanti gli impianti HVAC asserviti all'edificio, a ogni impianto è possibile assegnare fino a 4 zone termiche (generate attraverso Building Simulator).

Per ogni impianto occorre definirne il tipo e le sue caratteristiche principali, ad esempio nel caso di un impianto tutt'aria occorre inserire la portata d'aria elaborata e i dati riguardanti le UTA.

Deve essere specificato il tipo di regolazione, le caratteristiche dei generatori di calore e quali terminali essi alimentino.

Sono richiesti infine i dati riguardanti le reti di distribuzione invernale ed estiva e sulla produzione di acqua calda sanitaria.

Se presente occorre caricare il file Chiller (generato da Chiller Simulator).

Una volta inseriti tutti i dati necessari è possibile avviare la simulazione, il risultato ottenuto per l'impianto descritto viene riportato in tabelle di output (fig. 2.5).

The screenshot displays the following data tables:

#### Consumi di energia primaria

Descrizione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Energia primaria caldaia [kWh]	186428	151913	109668	39458	0	18188	19712	30893	23997	31943	90073	156568	8588
Energia primaria pompa di calore [kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia primaria chiller [kWh]	0	0	0	0	90	31287	52705	59218	35088	227	0	0	1786
Energia primaria pompe e ventilatori [kWh]	35582	32491	30677	14067	2549	14731	25354	25109	17551	16637	27672	33413	2758
Energia primaria ACS [kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### Consumi di energia elettrica

Descrizione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Energia elettrica pompa di calore [kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia elettrica chiller [kWh]	0	0	0	0	42	14392	24244	27240	16140	104	0	0	821
Energia elettrica pompe e ventilatori [kWh]	16368	14946	14111	6471	1172	6776	11663	11550	8074	7653	12729	15370	1268
Energia elettrica ACS (ett.) [kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### Costo per l'acquisto di energia elettrica e combustibile

Descrizione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Energia elettrica [€]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas naturale o gasolio [€]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### Emissioni di CO2

Descrizione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
CO2 - Energia elettrica [t]	8	7	7	3	1	11	18	19	12	4	6	8	1
CO2 - Gas naturale o gasolio [t]	38	31	22	8	0	4	4	6	5	6	18	32	1

Figura 2.5. Esempio tabella di output HVAC System Simulator.

Il software POLIMess permette quindi di ricavare i fabbisogni energetici per ogni genere di sistema edificio-impianto, in quanto è possibile modellare parte climatica, parte strutturale e parte impiantistica .

Di seguito è riportato l'inventario energetico (parte termica) sviluppato utilizzando POLIMess, sono illustrati passo per passo i dati inseriti nelle finestre di dialogo del software e gli affinamenti effettuati per raggiungere il livello di precisione richiesto.

## **2.7 Valutazione opportunità di risparmio energetico**

Compito principale della diagnosi energetica è fornire suggerimenti riguardo possibili opportunità di risparmio energetico sulla base di indici prestazionali calcolati in precedenza.

I possibili interventi possono essere effettuati:

- Sull'involucro (isolamento strutture opache orizzontali e/o verticali, adozione di serramenti con taglio termico e vetrocamere doppie o triple);
- Sull'impianto (generatori più efficienti, motori ad alta efficienza e/o abbinati a inverter, illuminazione più efficiente ecc.) ;
- Sulla modalità di gestione (controllo centralizzato e regolazione localizzata, controllo dell'illuminazione tramite regolatori ecc.).

Verranno tenuti in considerazione solo interventi economicamente convenienti, tali interventi saranno ordinati in funzione del rapporto costi/benefici.

Esistono molti indicatori economici sui quali basarsi per una valutazione riguardo costi e benefici (VAN, IP, TIR, PBT ecc)

Gli indicatori economici impiegati nell'elaborato per le valutazioni economiche riguardo le opportunità di risparmio energetico sono:

- Valore attuale netto (VAN);
- Pay-back time (PBT).

## **2.8 Presentazione delle soluzioni di risparmio energetico (UNI CEI/TR 11428)**

Al fine di facilitare la scelta da effettuare tra le soluzioni studiate, esse sono prima presentate separatamente e quindi globalmente.

### *1. Singole azioni*

*Per ogni possibile azione che sia stata studiata in precedenza durante la fase di analisi (2.3.5), il responsabile della diagnosi traccia un sommario che include:*

- il suo posizionamento in una delle possibili categorie di miglioramento;*
- una descrizione dettagliata;*
- l'investimento della soluzione proposta;*
- i possibili risparmi su base annua;*
- i possibili miglioramenti dell'efficienza energetica secondo gli indicatori significativi concordati;*
- il possibile costo di investimento, in questo caso il sommario menziona il metodo di valutazione utilizzato;*
- gli effetti sui costi di operazione e di manutenzione, ivi compresa i contratti di fornitura energetica;*
- il possibile effetto sotto altri criteri di miglioramento;*
- le ipotesi di simulazione;*
- vincoli di implementazione;*
- compatibilità, possibili impatti ed eventuale interdipendenza con altre azioni.*

Spetterà al committente valutare quale intervento risulti più conveniente dal suo punto di vista, avendo a disposizione tutte le informazioni sopra citate.

### *2. Misure combinate*

*È opportuno che si provveda allo studio di azioni combinate se:*

- varie singole azioni sono compatibili l'una con l'altra;*
- varie azioni interferiscono tra loro, particolarmente nel caso di un impatto negativo di alcune misure sulle altre.*

## 3. Istituti Clinici Zucchi

### 3.1 Descrizione storico-funzionale



Figura 3.1. Istituti Clinici Zucchi (fonte Google maps).

Il complesso degli edifici più antichi su cui è stata fondata la Clinica Zucchi risale al 1630.

Il 2 maggio 1913 venne costituita la Società Anonima Casa di Salute per Signore di Monza, con filiale a Carate Brianza.

Da quel momento l'attività di cura inizia ad estendersi a diverse specialità e negli edifici, tra il 1949 ed il 1963, vengono effettuati importanti lavori di modifica per adeguarli alle nuove esigenze. Nel 1954 la struttura si amplia con la costruzione di una moderna ala riservata alla chirurgia ed all'ostetricia.

Nel 1972 assume la denominazione di Clinica Zucchi – Casa di Cura Privata.

Dal 2004 assume la denominazione di Istituti Clinici Zucchi.

Il presidio di Monza dispone di 229 posti letto accreditati con il Servizio Sanitario Nazionale, distribuiti in varie specialità mediche, chirurgiche e riabilitative, oltre ad un ambulatorio polispecialistico dotato delle più moderne attrezzature diagnostiche e si avvale della collaborazione di circa 120 medici.

Nel 2002 la Clinica Zucchi è entrata a far parte del Gruppo San Donato.

La struttura dispone di laboratori analisi ed unità operative suddivise in varie branche, tra le quali:

- Biogenesi;
- Ortopedia;
- Odontoiatria.

Sono presenti 4 sale operatorie specializzate in :

- Ortopedia;
- Chirurgia generale
- Oculistica
- Ginecologia

Oltre a molteplici ambulatori specializzati il poliambulatorio ospita il reparto di radiologia, nel quale sono situate le principali macchine elettromedicali radiodiagnostiche (T.A.C, RM, mammografi ecc.)

Come premesso al capitolo 2, per effettuare la diagnosi energetica del sistema edificio/impianto sono state seguite le indicazioni della UNI CEI/TR 11428. Di seguito sono riportate le fasi di diagnosi con riferimento ai punti procedurali della norma.

### 3.2 Raccolta bollette (Punto 1 UNI CEI/TR 11428)

Punto di partenza è stato la ricerca ed analisi dei dati storici, grazie alla collaborazione con l'Azienda Sanitaria è stato possibile ottenerli visionando le bollette.

Dalla raccolta delle bollette di gas ed energia elettrica sono state ricavate le curve rappresentative del consumo di metano, dei picchi di potenza elettrica assorbita e del consumo di energia elettrica.

In fig. 3.2, fig. 3.3 e fig. 3.4 sono riportati i grafici riferiti all'anno 2012, mentre in tab. 3.1 e tab. 3.2 sono riportati i totali del medesimo anno.

La struttura è dotata di sistema di telelettura oraria delle massime potenze assorbite e dell'energia richiesta.

#### Consumi elettrici

**Tabella 3.1. Energia elettrica consumata e potenze di picco anno 2012.**

Mese	kWh <sub>el</sub>	kW <sub>el</sub>
Gennaio	183.784	397
Febbraio	172.718	396
Marzo	184.376	395
Aprile	178.767	402
Maggio	191.490	445
Giugno	229.788	544
Luglio	253.000	536
Agosto	230.934	481
Settembre	195.759	451
Ottobre	192.136	399
Novembre	180.082	395
Dicembre	181.192	387
<b>TOTALE</b>	<b>2.374.026</b>	

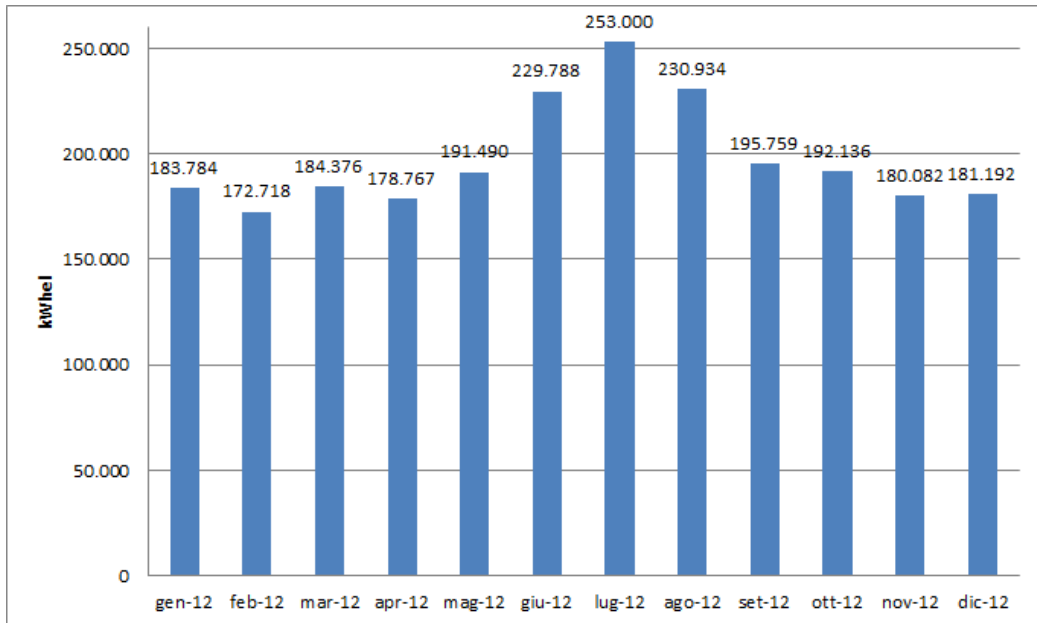


Figura 3.2. Consumo energia elettrica anno 2012 .

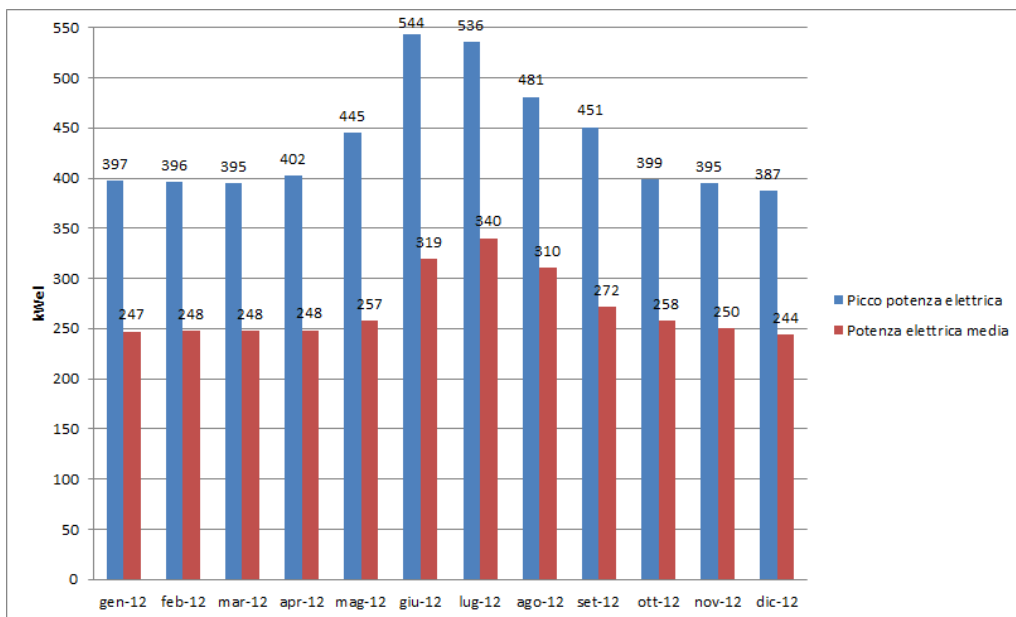


Figura 3.3. Picchi e medie mensili potenza elettrica anno 2012.



## Consumi termici

Tabella 3.2. Consumo Sm<sup>3</sup> gas metano 2012.

Mese	Sm <sup>3</sup> metano
Gennaio	44.484
Febbraio	47.486
Marzo	29.380
Aprile	25.811
Maggio	11.839
Giugno	11.244
Luglio	10.175
Agosto	8.914
Settembre	10.612
Ottobre	20.423
Novembre	29.842
Dicembre	52.867
<b>TOTALE</b>	<b>303.080</b>

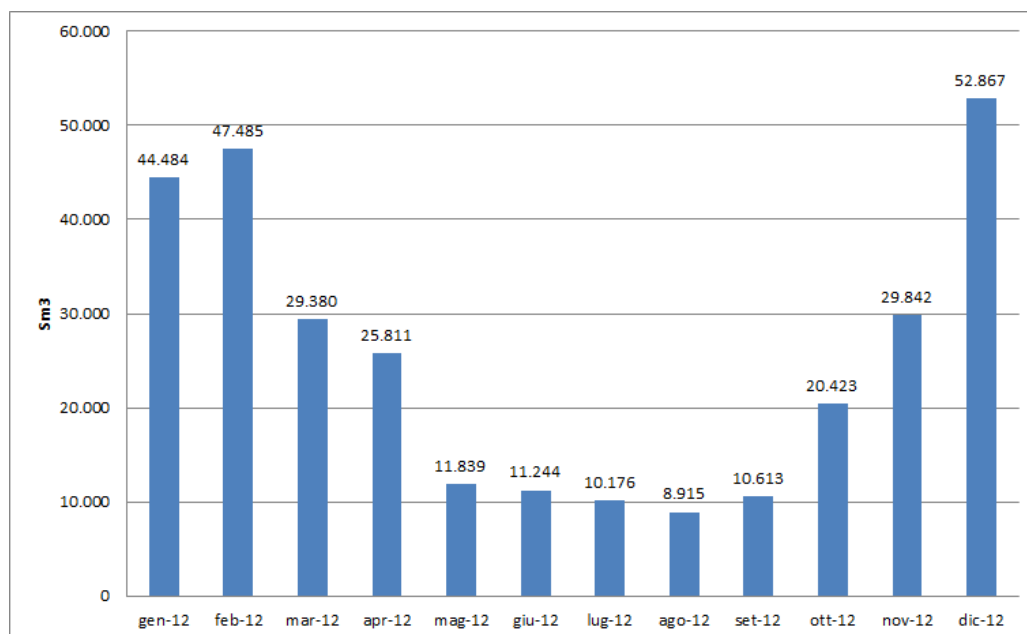


Figura 3.4. . Consumo gas naturale anno 2012.

Il consumo complessivo di energia primaria per l'anno 2012 risulta essere **684,5 tep**, la clinica non è obbligata a nominare un Energy Manager.

### 3.3 Raccolta fattori di aggiustamento (Punto 2 UNI CEI/TR 11428)

#### 3.3.1 Dati climatici

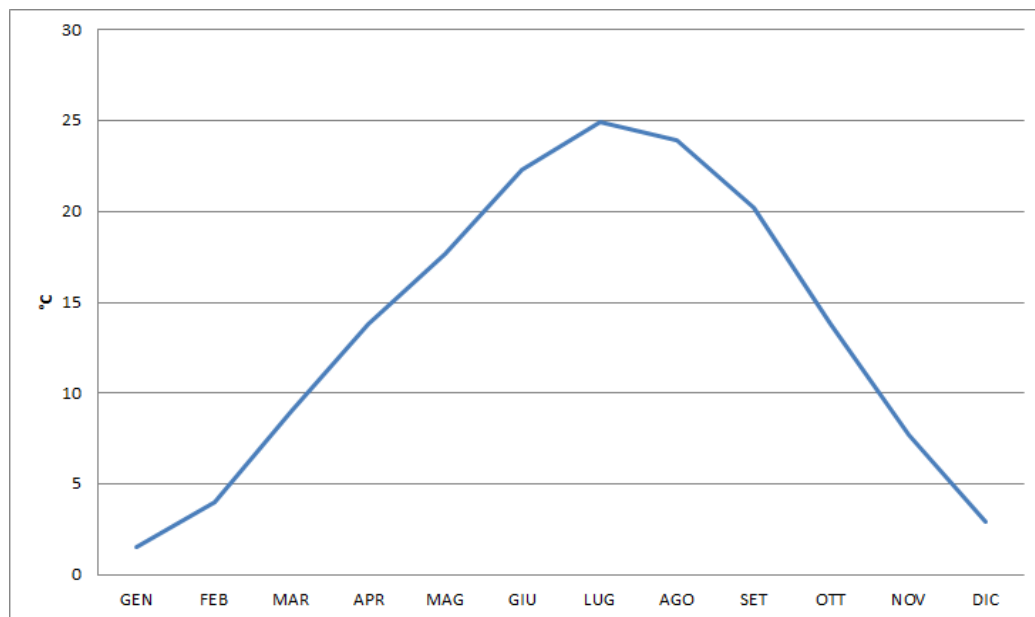
I dati climatici sono stati raccolti tramite letteratura, il complesso in esame è situato nella città di Monza, i dati caratteristici del sito sono riportati in tab. 3.3 e tab. 3.4 mentre in fig. 3.5 è mostrato l'andamento delle temperature medie mensili.

**Tabella 3.3. Dati climatici Monza.**

Comune	MONZA
Provincia	MB
Altitudine	162 m slm
Latitudine Nord	45° 35'
Longitudine Est	9° 16'
Gradi giorno (da D.P.R. 412/93)	2404
Zona climatica	E

**Tabella 3.4. Temperature medie mensili Monza [°C]**

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1,5	4	9	13,8	17,7	22,3	24,9	23,9	20,2	13,8	7,7	2,9



**Figura 3.5. Andamento temperature medie mensili Monza .**

### 3.3.2 Dati dell'edificio

Il presidio dispone attualmente di 180 posti letto (il valore 229 è riferito ad un aggiornamento precedente del sito ufficiale), distribuiti in varie specialità mediche, chirurgiche e riabilitative, oltre ad un ambulatorio polispecialistico.

Il complesso ha una superficie calpestabile pari a 15.189 m<sup>2</sup> e un volume di 62.210 m<sup>3</sup>, è costituito da più edifici, descritti in tab. 3.5.

Cortili e giardini occupano una superficie di 10.053 m<sup>2</sup>.

Le caratteristiche dell'edificio sono state reperite attraverso le raccolte documentali fornite dall'ufficio tecnico della struttura e dall'ispezione dell'edificio durante i sopralluoghi.

Sono state individuate le stratigrafie delle strutture opache orizzontali e verticali, le caratteristiche geometriche e strutturali delle finestre e i ponti termici.

**Tabella 3.5. Dati edificio Istituti Clinici Zucchi.**

<b>Edificio</b>	<b>Sup. coperta [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Sup. totale [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Volum e [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Ubicazione</b>	<b>Utilizzo</b>
Palazzina Uffici	262	637	2.627	Sud della proprietà.	Uffici contabilità, personale, direzione sanitaria e generale.
Clinica1	1.322	4.953	2.4695	Centro est della proprietà.	Studi medici, ambulatori e reparti.
Clinica2	1.317	3.985	1.4901	Centro Ovest della proprietà.	Blocco operatorio, accettazione reparti e reparti.
Poliambulatorio	0	2.797	9.957	Piano interrato di Clinica1 e Clinica2.	Poliambulatorio.
S. Filippo Neri	355	1.404	4.835	Nord Est della proprietà.	Mensa, studi medici e reparti.
Farmacia	320	942	3.666	Centro della proprietà.	Centrale idrica, farmacia, magazzino e ufficio acquisti.
Officina	226	419	1.365	Nord Ovest della proprietà.	Officina, centrale termica, centrale tecnologica e ufficio tecnico
Camere mortuarie	52	52	165	Nord della proprietà.	Camere mortuarie.
<b>TOTALE</b>	<b>3.854</b>	<b>15.189</b>	<b>62.210</b>		

Da una prima analisi delle planimetrie si nota che :

- la superficie in pianta e il volume effettivamente sfruttati (utili) valgono 11.362 m<sup>2</sup> e 46.471 m<sup>3</sup>, in quanto nello stabile Clinical solo il piano terra e il primo sfruttano tutta la superficie disponibile, mentre più della metà degli altri piani è chiusa e considerata cantiere perenne.
- il 33,4% della superficie utile è occupata da degenze;
- il 42,4% della superficie utile è occupata da ambulatori, studi medici e sale operatorie;
- il 9,4% della superficie utile è occupata da uffici;
- il 14,8% della superficie utile è occupata da servizi (cappella, mensa ecc);
- il rapporto tra superficie utile e posti letto vale 63 m<sup>2</sup>/posto letto.

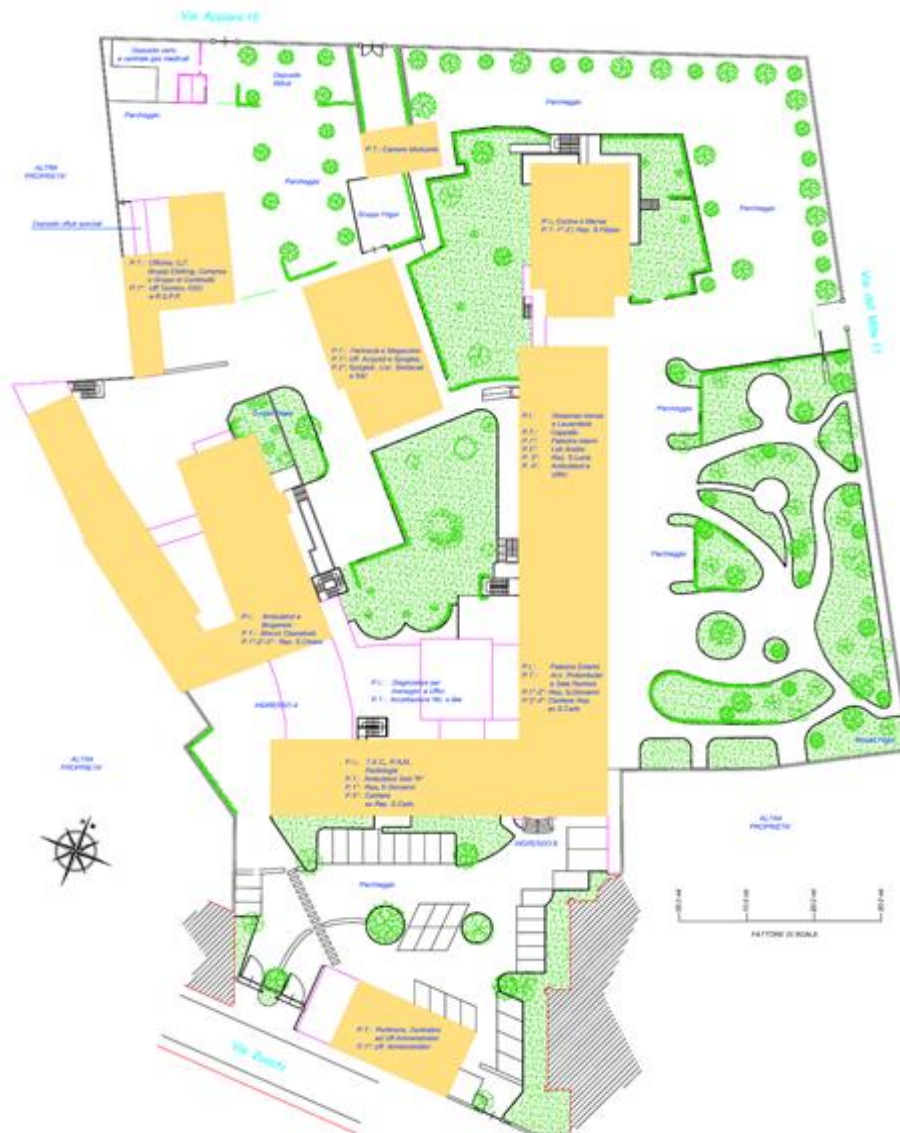


Figura 3.6. Planimetria generale Istituti Clinici Zucchi.

### Palazzina Uffici

La palazzina è composta da 3 piani di cui uno interrato.

La palazzina uffici ospita per la maggior parte personale amministrativo nella fascia oraria dalle 8 alle 20.

I consumi elettrici sono dovuti a ICT (PC, monitor, stampanti ecc..) e dall'illuminazione; in estate il consumo è incrementato dal raffrescamento con split e climatizzatori portatili.

### **Clinica1**

La clinica si sviluppa su 5 piani, 2 dei quali ammezzati.

In questo edificio è presente personale medico, amministrativo e pazienti nella fascia oraria dalle 7 alle 20, dal lunedì al venerdì.

I carichi elettrici sono dovuti all'illuminazione, agli ascensori e alla presenza di macchine elettromedicali negli ambulatori.

### **Clinica2**

La struttura si sviluppa su 4 piani.

Al piano terra della clinica è situato il blocco operatorio dotato di quattro sale operatorie, dove è presente solo personale medico e pazienti nella fascia oraria dalle 8 alle 20, dal lunedì al venerdì.

I carichi elettrici sono elevati a causa di macchine elettromedicali particolari e alla presenza di gruppi frigoriferi e UTA dedicati, in grado di trattare una grande quantità d'aria.

Gli altri piani sono occupati dalle degenze e vi è la presenza sia di personale medico che di pazienti per 24 ore al giorno 7 giorni su 7.

I carichi elettrici sono dovuti all'illuminazione, agli ascensori e alle poche macchine elettromedicali presenti. La potenza richiesta dai condizionatori portatili per il raffrescamento estivo non è trascurabile.

### **Poliambulatorio**

Il poliambulatorio è posto al piano interrato delle strutture Clinica1 e Clinica2, al suo interno è presente personale medico, amministrativo e pazienti nella fascia oraria dalle 8 alle 20, dal lunedì al venerdì.

Al suo interno si possono distinguere 5 reparti: Biogenesi, T.A.C., Radiologia, Terapie fisiche ed Endoscopia.

I carichi elettrici sono elevati a causa di macchine elettromedicali di grande potenza e di impianti di climatizzazione dedicati ad abbattere gli elevati carichi termici e a garantire gli adeguati ricambi d'aria.

### **S. Filippo Neri**

La palazzina è composta da 4 piani di cui uno seminterrato, dove sono situate mensa e lavanderia.

Il piano rialzato contiene ambulatori mentre i piani restanti ospitano le degenze. In mensa c'è presenza sia di personale sanitario e amministrativo nella fascia oraria dei pasti.

Il primo piano è frequentato, da lunedì a venerdì, da personale medico e pazienti nella fascia oraria dalle 8 alle 20, mentre le degenze sono occupate 24 ore su 24, 7 giorni su 7.

Non sono presenti macchine elettromedicali particolarmente potenti, la maggior parte dei consumi energetici è dovuta a mensa e lavanderia.

### **Farmacia**

La palazzina si sviluppa su 3 piani e contiene il deposito farmaci, il magazzino, la centrale idrica (al piano interrato) e l'ufficio acquisti.

Vi è presenza di personale amministrativo e sanitario nella fascia oraria dalle 8 alle 20, dal lunedì al venerdì.

I consumi elettrici sono dovuti principalmente ad illuminazione, ICT, frigoriferi biologici e alla pompa situata in centrale idrica.

### **Officina**

La palazzina si sviluppa su 2 piani.

Al piano terra sono presenti la centrale termica, centrali tecnologiche e officina, mentre al primo piano troviamo ufficio tecnico e sala server.

Vi è presenza di personale amministrativo dalle 8 alle 20, da lunedì a venerdì.

I consumi elettrici sono dovuti principalmente a server, illuminazione e ausiliari delle centrali.

### **Camere mortuarie**

La struttura è composta da un unico piano.

Al suo interno sono presenti celle per la conservazione delle salme e bagni.

### 3.4 Calcolo indicatori prestazionali e confronto con valori di benchmark (Punto 3 e 9 UNI CEI/TR 11428)

Utilizzando i dati raccolti, descritti nei paragrafi precedenti, si è in grado di calcolare gli indici di prestazione energetica per il complesso in esame.

#### Indicatori elettrici

Gli indicatori elettrici presi in considerazione sono  $kWh_{el}/m^2$ ,  $kWh_{el}/m^3$  e  $MWh_{el}/$  posto letto disponibile.

In tab. 3.6 sono trascritti i valori degli indicatori riguardanti gli Istituti Clinici Zucchi e i dati necessari al loro calcolo.

Gli indicatori sono stati ricavati utilizzando i valori di volume e superficie utili cioè al netto delle zone chiuse per cantiere.

Tabella 3.6. Calcolo indicatori elettrici Istituti Clinici Zucchi –ICZ- (Monza 2012).

	Energia elettrica da bolletta [ $kWh_{el}$ ]	Superficie [ $m^2$ ]	Volume [ $m^3$ ]	Posti letto	$kWh_{el}/m^2$	$kWh_{el}/m^3$	$MWh_{el}/$ posto letto
<b>ICZ</b>	2.374.026	11.362	46.471	180	<b>209</b>	<b>51</b>	<b>13</b>

In tab 3.7 sono riportati dati impiegati per il calcolo di indicatori riguardanti strutture ospedaliere già oggetto di una puntuale analisi<sup>4</sup>.

Tabella 3.7. Indicatori elettrici di riferimento ricavati per Istituto Europeo di Oncologia-IEO- (Milano 2011) e Ospedale San Gerardo-S.G.- (Monza 2008).

	Energia elettrica da bolletta [ $kWh_{el}$ ]	Superficie [ $m^2$ ]	Volume [ $m^3$ ]	Posti letto	$kWh_{el}/m^2$	$kWh_{el}/m^3$	$MWh_{el}/$ posto letto
<b>IEO</b>	12.751.463	28.240	82.720	264	<b>452</b>	<b>151</b>	<b>48</b>
<b>S.G.</b>	25.210.136	132.839	554.387	1.105	<b>190</b>	<b>45,5</b>	<b>23</b>

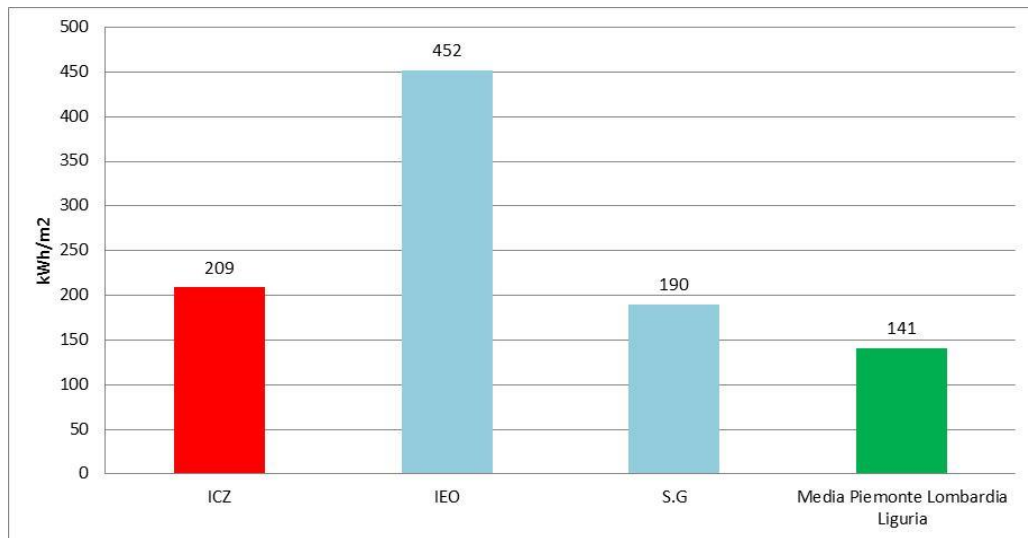
Da letteratura è stato possibile reperire valori di indicatori rappresentativi della media ospedali di Piemonte, Lombardia e Liguria per l'anno 2009 (tab. 3.8).

<sup>4</sup> Dati reperiti da elaborati di tesi seguiti dal Prof. Cesare Maria JOPPOLO e dall'Ing. Sergio LA MURA.

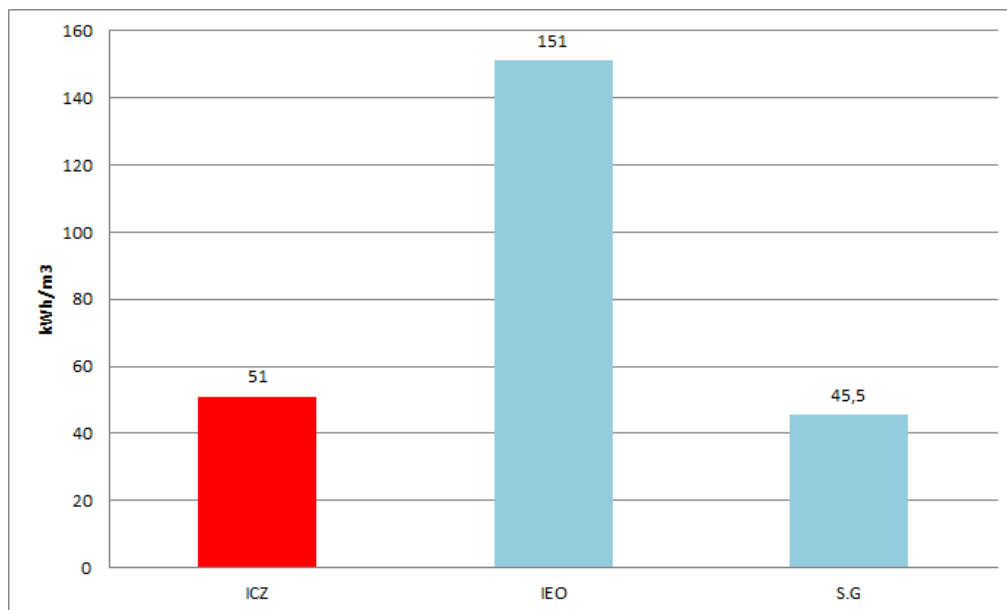


**Tabella 3.8. Media ospedali Piemonte, Lombardia e Liguria (2009).**

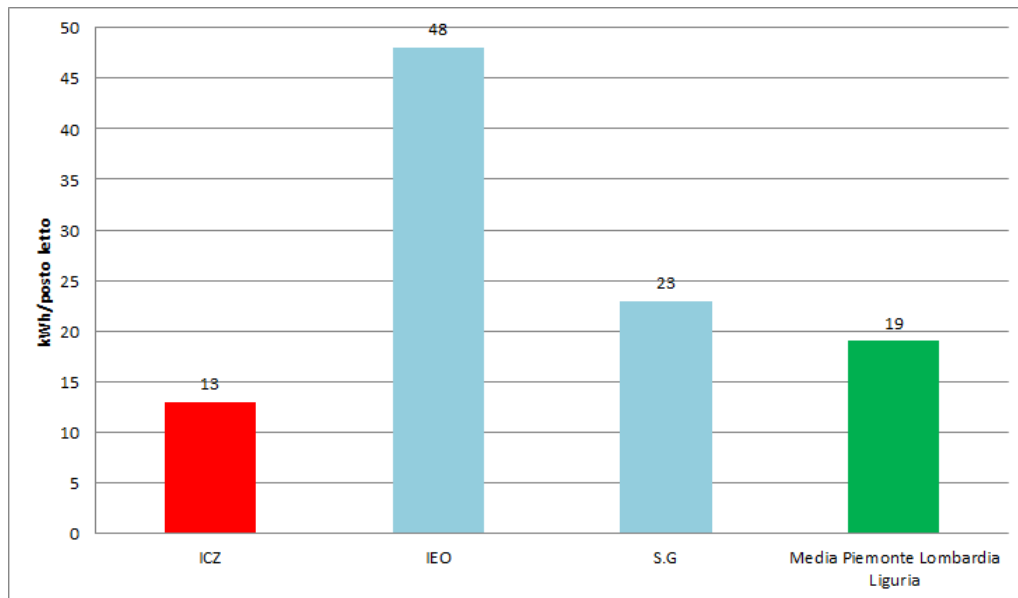
Indicatore	Media ospedali Piemonte, Lombardia e Liguria (2009)
$\text{kWh}_{el}/\text{m}^2$	141
$\text{kWh}_{el}/\text{m}^3$	n.d
$\text{MWh}_{el}/\text{posto letto}$	19



**Figura 3.7. Confronto grafico indicatore  $\text{kWh}_{el}/\text{m}^2$ .**



**Figura 3.8. Confronto grafico indicatore  $\text{kWh}_{el}/\text{m}^3$ .**



**Figura 3.9. Confronto grafico indicatore kWh<sub>el</sub>/posto letto.**

Dal confronto emerge che l'indicatore kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup> riferito agli Istituti Clinici Zucchi risulta superiore rispetto a quello relativo all'Ospedale San Gerardo e alla media di Piemonte, Lombardia e Liguria, mentre risulta inferiore rispetto a quello relativo all'IEO.

L'indicatore MWh<sub>el</sub>/posto letto per gli Istituti Clinici Zucchi risulta inferiore rispetto agli altri valori proposti.

Siccome i consumi elettrici sono strettamente legati alla percentuale del volume dotato di climatizzazione ambientale, il basso valore dell'indice MWh<sub>el</sub>/posto letto potrebbe essere dovuto allo scarso impiego di sistemi di climatizzazione (solo 13,68% del volume utile).

Il basso valore di un indicatore quindi non è indice di elevata efficienza in quanto i consumi dipendono fortemente dalle ore di utilizzo e dal grado di tecnologizzazione dell'edificio.

Il valore dell'indice kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup> potrebbe essere dovuto all'impiego di macchine poco efficienti o ad una non ottimale modalità di gestione.

Gli alti consumi dell'Istituto Europeo di Oncologia sono derivanti dall'elevata intensità di cura e livello di tecnologizzazione, tali fattori sono stati tenuti in considerazione in un precedente elaborato<sup>5</sup> definendo superfici e volumi equivalenti in funzione della destinazione d'uso.

Il metodo di analisi si basa su una serie di coefficienti attribuiti ai vari locali in base alle funzioni in essi svolte.

<sup>5</sup> I consumi energetici negli ospedali parametrati sui volumi: valutazione di alcune realtà in Piemonte, Lombardia e Liguria” (2009) - Marco MASOERO - Santo VITTO - Susanna AZZINI - Massimo BACCI.

Tali coefficienti sono:

- $\mu_1 = 3$  Area elevata tecnologia ed elevata sterilità ( $\geq 15$  vol/h);
- $\mu_2 = 1,5$  Area diagnostica per immagini – Laboratori ( $\geq 6$  vol/h);
- $\mu_0 = 1$  Degenze (riferimento);
- $\mu_3 = 0,65$  Ambulatori (condizioni migliori alle degenze ma per metà tempo);
- $\mu_4 = 0,5$  Uffici, Servizi (stesse condizioni degenze per metà tempo).

Il “Fattore di umanizzazione” interviene nella valutazione dei consumi in quanto distingue i locali in base al livello di comfort termo-igrometrico; ad esempio un locale climatizzato anche in estate porta sia un maggior consumo di energia sia un miglioramento del comfort rispetto a locali privi di climatizzazione.

I valori scelti per tale fattore sono:

$\delta = 2$  macroaree con presenza di ventilazione meccanica e climatizzazione estiva;

$\delta = 1$  macroaree non servite da impianti di ventilazione meccanica.

Gli indicatori sono stati calcolati tramite l’eq. 3.1:

$$kWh/m^3 = \frac{\sum \text{Consumi elettrici}}{v_0^* + v_1^* + v_2^* + v_3^* + v_4^*} \quad (\text{eq 3.1})$$

Con  $v_n^* = \delta_n \mu_{n0} v_n$

$\sum$ Consumi elettrici: sommatoria dei consumi elettrici del complesso ospedaliero;

$\delta_n$ : fattore di umanizzazione;

$\mu_n$ : fattore di zona;

$v_n$ : volume macroarea omogenea;

$v_n^*$ : volume equivalente;

Per il calcolo dei kWh/m<sup>2</sup> vengono inserite le superfici (S) al posto dei volumi (u).

Il dati riguardanti il calcolo di superficie e volume equivalente è riportato in tab. 3.9.

**Tabella 3.9. Calcolo superficie equivalente ICZ.**

Locali	S [m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\delta$	Seq [m <sup>2</sup> ]
Uffici	1.065	0,5	1	533
Degenze	3.800	1	1	3.800
Sale operatorie	227	3	2	1.364
Diagnostica-laboratori	487	1,5	2	1.462
Ambulatori	4.107	0,65	2	5.340
Servizi	1.682	0,5	1	841
				<b>13.339</b>

Il volume equivalente risulta pari a **54.558 m<sup>3</sup>**.

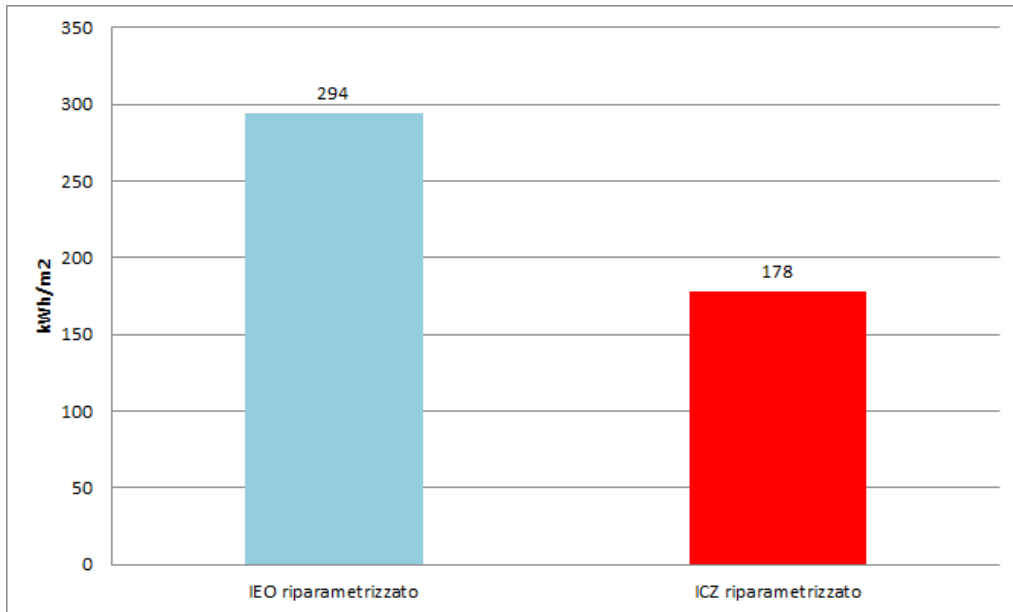
Gli indicatori a cui è stato applicato il fattore di riparametrizzazione derivante dall'intensità di cura sono kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup> e kWh<sub>el</sub>/m<sup>3</sup>, agendo solamente su superficie e volume il valore dell'indicatore MWh<sub>el</sub>/posto letto risulta inalterato (tab.3.10).

**Tabella 3.10. Indicatori elettrici calcolati in base all'intensità di cura.**

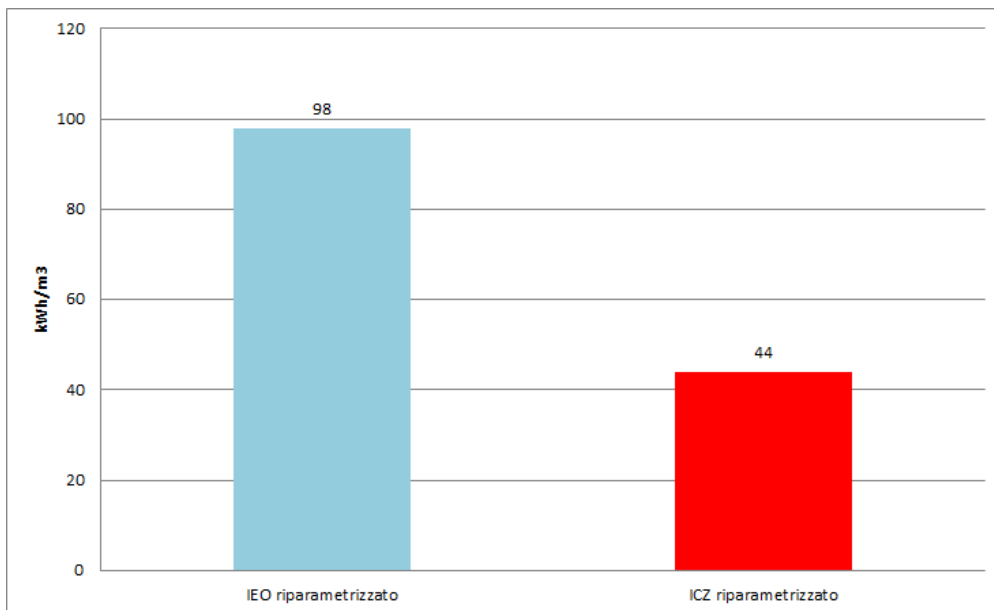
	Energia elettrica da bolletta [kWh <sub>el</sub> ]	Superficie eq [m <sup>2</sup> ]	Volume eq [m <sup>3</sup> ]	Posti letto	kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup>	kWh <sub>el</sub> /m <sup>3</sup>	MWh <sub>el</sub> /posto letto
<b>ICZ</b>	2.374.026	13.339	54.558	180	<b>178</b>	<b>44</b>	<b>13</b>
<b>IEO</b>	12.751.463	43.441	130.322	264	<b>294</b>	<b>98</b>	<b>48</b>

I divari tra gli indicatori delle due cliniche si sono evidentemente assottigliati, ciò dimostra come l'intensità di cura sia un fattore assolutamente rilevante per il calcolo di indicatori energetici rappresentativi della realtà di un ospedale.

I coefficienti utilizzati nella riparametrizzazione purtroppo non tengono particolarmente conto delle ore effettive di utilizzo delle macchine elettromedicali o la tipologia di macchine presente nei vari reparti, occorrerebbe quindi rielaborare nuovi coefficienti specifici per ogni edificio in modo da poter effettuare un confronto tra i valori riparametrizzati.



**Figura 3.10. Confronto grafico indicatori IEO e ICZ tenendo conto dell'intensità di cura**



**Figura 3.11. Confronto grafico indicatori IEO e ICZ tenendo conto dell'intensità di cura**

### Indicatori termici

Gli indicatori termici selezionati sono  $\text{Sm}^3_{\text{metano}}/\text{m}^2$ ,  $\text{Sm}^3_{\text{metano}}/\text{m}^3$  e  $\text{Sm}^3_{\text{metano}}/\text{posto letto}$ .

Il procedimento è lo stesso impiegato per il calcolo degli indicatori elettrici, in tab. 3.11 sono trascritti i valori riguardanti gli Istituti Clinici Zucchi.

**Tabella 3.11. Dati necessari calcolo indicatori termici Istituti Clinici Zucchi (anno 2012).**

	Gas naturale da bolletta [ $\text{Sm}^3$ ]	Superficie [ $\text{m}^2$ ]	Volume [ $\text{m}^3$ ]	Posti letto	$\text{Sm}^3/\text{m}^2$	$\text{Sm}^3/\text{m}^3$	$\text{Sm}^3/\text{posto letto}$
<b>ICZ</b>	303.080	11.362	46.471	180	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>1.684</b>

Gli stessi indicatori termici sono stati calcolati per l'Istituto Europeo di Oncologia (Milano 2011) e per l'Ospedale San Gerardo<sup>6</sup> (Monza 2008) (vedi tab. 3.12).

**Tabella 3.12. Dati indicatori termici Istituto Europeo di Oncologia (Milano 2011) e Ospedale San Gerardo (Monza 2008).**

	Gas naturale da bolletta [ $\text{Sm}^3$ ]	Superficie [ $\text{m}^2$ ]	Volume [ $\text{m}^3$ ]	Posti letto	$\text{Sm}^3/\text{m}^2$	$\text{Sm}^3/\text{m}^3$	$\text{Sm}^3/\text{posto letto}$
<b>IEO</b>	769.072	28.240	82.720	264	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>2.913</b>
<b>S.G.</b>	3.664.150	132.839	554.387	1.105	<b>27,7</b>	<b>6,6</b>	<b>3.316</b>

---

<sup>6</sup> I dati riguardanti i consumi di gas naturale dell'Ospedale San Gerardo sono in parte consumi stimati, in quanto per 2 mesi dell'anno 2008 il contatore era guasto.

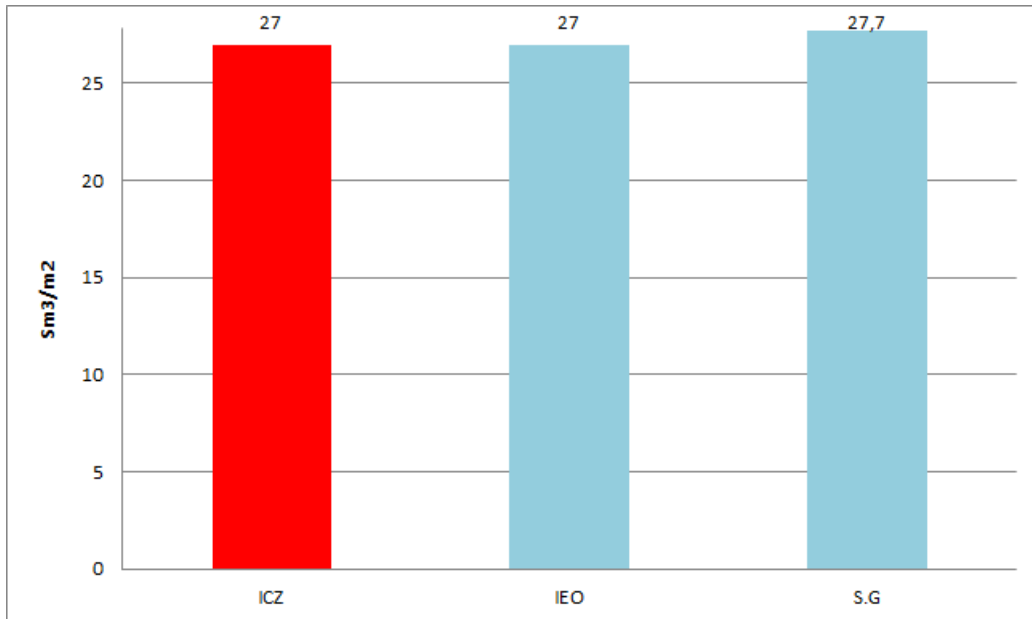


Figura 3.12. Confronto grafico indicatore termico  $Sm^3/m^2$  ICZ, IEO e S.G.

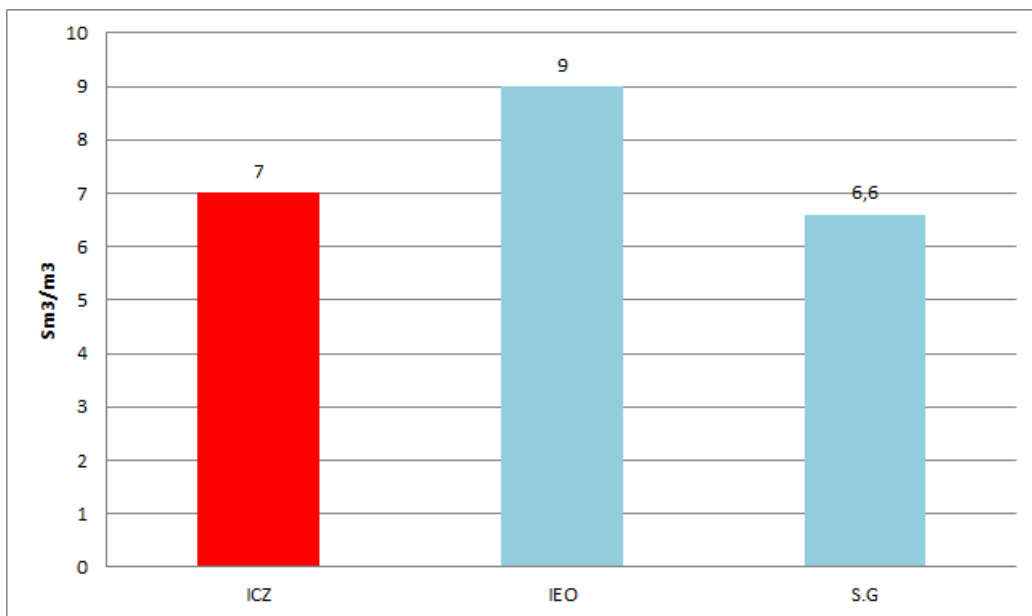
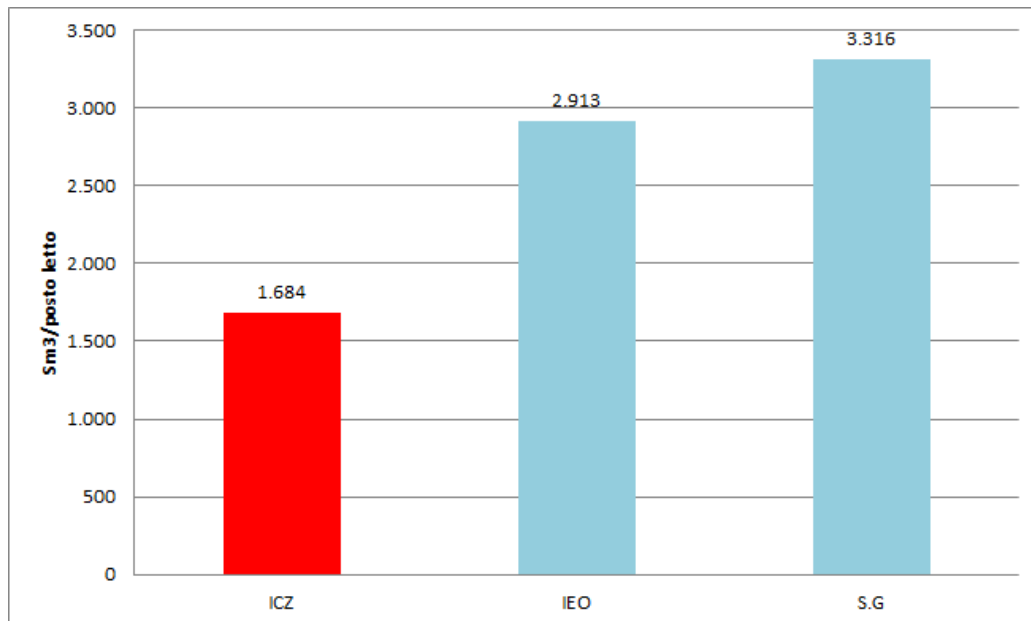


Figura 3.13. Confronto grafico indicatore termico  $Sm^3/m^3$  ICZ, IEO e S.G.



**Figura 3.14. Confronto grafico indicatore termico Sm<sup>3</sup>/posto letto ICZ, IEO e S.G.**

Gli indicatori termici calcolati sono influenzati dalle condizioni climatiche a cui sono soggetti, per uniformarli il più possibile sono stati ricercati valori di gradi giorno di riscaldamento riguardanti l'anno dei dati di bolletta utilizzati e la città in cui le cliniche hanno sede.

I gradi giorno sono stati reperiti dall'archivio dati di Siram.

In tab. 3.13 sono riportati valori degli indicatori termici in funzione dei gradi giorno calcolati.

**Tabella 3.13. Indicatori termici in funzione dei gradi giorno.**

Ospedale	Zona/anno	GG	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(posto letto*GG)
ICZ	Monza/2012	2.262,5	<b>0,0119</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,7443</b>
IEO	Milano/2011	1.943,4	<b>0,0139</b>	<b>0,0046</b>	<b>1,4989</b>
S.G.	Monza/2008	2.346,1	<b>0,0118</b>	<b>0,0028</b>	<b>1,4134</b>

Dai valori di tabella si osserva un evidente cambiamento del rapporto tra indicatori di strutture diverse, ad esempio l'indicatore Sm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> risultava identico per IEO e ICZ, mentre l'indicatore Sm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>\*GG) mostra come, a parità di gradi giorno, l'IEO risulti avere un consumo maggiore, probabilmente a causa della produzione di acqua calda sanitaria derivante dal maggior numero di posti letto. L'analisi può essere approfondita stimando i metri cubi di metano necessari alla produzione di acqua calda sanitaria ed escludendoli durante il calcolo degli indicatori.



Per il calcolo dell'acqua calda sanitaria è stato ipotizzato un consumo giornaliero di 200 l/posto letto, in tab. 3.14 sono riportati gli Sm<sup>3</sup> di metano necessari.

**Tabella 3.14. Stima Sm<sup>3</sup> di metano per produzione ACS.**

ospedale	l/posto letto	posti letto	Portata [l]	deltaT [°C]	cp [kJ/kgK]	Q [kWh <sub>th</sub> /giorno]	Q <sub>tot</sub> [kWh <sub>th</sub> ]	Sm <sup>3</sup> metano
ICZ	200	180	36.000	38	4,186	1.575	574.792	59.937
IEO	200	264	52.800	38	4,186	2.310	843.029	87.907
S.G.	200	1.105	221.000	38	4,186	9.667	3.528.586	367.944

Per il calcolo è stato impiegato un valore di densità dell'acqua pari a 990 kg/m<sup>3</sup> e temperatura dell'acqua in ingresso 12°C.

I valori degli indicatori ricalcolati senza considerare gli Sm<sup>3</sup> dovuti alla produzione di acqua calda sanitaria sono riportati in tab. 3.15.

**Tabella 3.15. Indicatori termici al netto dell'ACS.**

Ospedale	Zona/anno	GG	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(posto letto*GG)
ICZ	Monza/2012	2.262,5	<b>0,0095</b>	<b>0,0023</b>	<b>0,5970</b>
IEO	Milano/2011	1.943,4	<b>0,0124</b>	<b>0,0042</b>	<b>1,3277</b>
S.G.	Monza/2008	2.346,1	<b>0,0106</b>	<b>0,0025</b>	<b>1,2715</b>

La differenza tra gli indicatori è probabilmente dovuta alla quota parte di metano impiegata per le batterie di post-riscaldamento delle UTA, tale valore varia a seconda del volume climatizzato.

Dal calcolo degli indicatori caratteristici di Istituti Clinici Zucchi risulta evidente un consumo per unità di superficie superiore alla media degli ospedali di Piemonte, Lombardia e Liguria, si è resa quindi necessaria un'indagine approfondita del sistema energetico al fine di giustificare tali consumi.

Nei paragrafi seguenti sono riportati i passi effettuati durante l'indagine (analisi del processo ed inventario energetico).

### 3.5 Analisi del processo (Punto 4 UNI CEI/TR 11428)

L'analisi del processo consiste nella raccolta di tutte le informazioni necessarie alla creazione degli inventari energetici (elettrico e termico), tali informazioni sono state ricavate attraverso sopralluoghi della struttura e colloqui con il personale tecnico.

L'analisi del processo è risultata essere la parte più lunga della procedura di diagnosi in quanto l'accesso al sistema energetico richiede la coordinazione di molteplici soggetti con impegni e disponibilità differenti.

È importante censire tutti i componenti di impianto e ricevere dati riguardanti la loro modalità di gestione.

Planimetrie, forniture energetiche e caratteristiche dell'edificio sono riportate nei paragrafi precedenti, mentre nelle pagine seguenti sono riportate le informazioni riguardanti gli impianti di conversione dell'energia.

#### 3.5.1 HVAC

##### Centrale termica

La clinica è riscaldata da 3 caldaie a gas a condensazione identiche, due in funzione e una di riserva, poste in centrale termica. L'acqua viene inviata a tre sotto centrali e qui viene distribuita alla rete di radiatori, ventilconvettori, batterie di preriscaldamento e postriscaldamento delle UTA.

In tab. 3.16 sono riportate le caratteristiche del singolo generatore.

**Tabella 3.16. Caratteristiche generatore di calore.**

Nome	Ravasio TRM 800
Potenza termica utile (80/60 °C)	930 kW <sub>th</sub>
Potenza termica utile (50/30 °C)	995 kW <sub>th</sub>
Rendimento 100% (80/60 °C)	98,2%
Rendimento 100% (50/30 °C)	105%
Rendimento 30% (50/30 °C)	108%
Pot elettrica assorbita ausiliari	1,6 kW <sub>el</sub>

## Ausiliari

I dati riguardanti il censimento di tali ausiliari sono riportati in tab. 3.17.

**Tabella 3.17. Dati censimento ausiliari.**

Ausiliare	Funzione	Quantità	Riserva	In funzione	POT singolo elemento [kW <sub>el</sub> ]	POT totale installata [kW <sub>el</sub> ]	POT installata in uso [kW <sub>el</sub> ]
P2	Pompe riscaldamento	2	1	1	1,1	2,2	1,1
P3	Pompe ricircolo ACS	2	1	1	0,2	0,4	0,2
P4	Pompe riscaldamento	2	1	1	0,7	1,4	0,7
P5	Pompe riscaldamento	2	1	1	2,2	4,4	2,2
P6	Pompe ricircolo ACS	2	1	1	0,15	0,3	0,15
P7	Pompe riscaldamento	2	1	1	0,45	0,9	0,45
P8	Pompe riscaldamento	2	1	1	0,9	1,8	0,9
P9	Pompe acqua refrigerata	2	1	1	1,35	2,7	1,35
P1	Pompa centrale idrica	2	1	1	7,5	15	7,5
Br1	Bruciatore caldaia	1	1	0	1,6	1,6	0
Br2	Bruciatore caldaia	1	0	1	1,6	1,6	1,6
Br3	Bruciatore caldaia	1	0	1	1,6	1,6	1,6
P10	Pompa caldaia solo risc	2	0	2	3	6	6
P11	Pompa caldaia risc+ acs	1	0	1	3	3	3
PV	Pompe vuoto	3	1	2	7	21	14
					<b>TOTALE</b>	<b>63,5</b>	<b>41</b>

## UTA

Le UTA presenti sono adibite alla climatizzazione dei reparti del poliambulatorio e del blocco operatorio, in tab. 3.18 sono riportate le caratteristiche delle UTA e le zone da esse servite.

In fig. 3.15 e fig. 3.16 sono riportate due unità di trattamento aria presenti nella struttura.

**Tabella 3.18. Dati impianto di ventilazione**

UTA	Zona servita	Volume zona [m <sup>3</sup> ]	Portata [m <sup>3</sup> /h]	Vol/h	Pot. installata [kW <sub>el</sub> ]
UTA 01	Blocco operatorio vecchio	398	6.400	16,1	8,5
UTA 02	Blocco operatorio nuovo	717	9.200	19,7	16,8
UTA 03	Endoscopia	170	2.000	11,8	1,5
UTA 04	Palestra/Radiologia/Lab Analisi	1.246	7.000	5,6	2,2
UTA 05	Biogenesi	812	16.424	20,2	7,5
UTA 06	TAC/Risonanza	605	5.000	8,3	3
<b>TOTALE</b>		<b>3.948</b>	<b>46.024</b>		<b>39</b>



**Figura 3.15. UTA06 TAC/Risonanza.**



**Figura 3.16. UTA04 Palestra/Radiologia/Lab. Analisi.**

### Gruppi frigoriferi

La produzione di acqua refrigerata per il raffrescamento estivo è affidata a 12 gruppi frigoriferi, ognuno dei quali serve una specifica UTA, come riportato in tab. 3.19.

L'acqua refrigerata prodotta da G.F. 1 e G.F. 2 è inviata alla sottocentrale 3, la quale alimenta sia l'unità di trattamento aria sia i fancoil anche nel periodo invernale.

In fig. 3.17 e fig. 3.18 sono riportati due gruppi frigoriferi presenti nella struttura.

**Tabella 3.19. Dati gruppi frigoriferi.**

Gruppo frigorifero	Zona UTA servita	Numero compressori	Pot. frigorifera [kW]	Pot. elettrica assorbita [kW <sub>e</sub> ]	EER
G.F. 1	Reparto tac/ risonanza	2	44	18	2,44
G.F. 2	Sala Esami risonanza	1	22,7	8	2,84
G.F. 3	Sale operatorie vecchie	2	84,5	35	2,41
G.F. 4	Poliambulatorio e sala operatoria nuova	4	80	29	2,76
G.F. 5	Sale operatorie vecchie	4	80	29	2,76
G.F. 6	Sala operatoria nuova	2	85	32	2,66
G.F. 7	Endoscopia	1	22,9	9	2,69
G.F. 8	Palestra/seminterrati /Lab Analisi	2	56,1	23	2,33
G.F. 9	Biogenesi	2	79,4	27	2,94
G.F. 10	Biogenesi	2	79,4	27	2,94
G.F. 11	Palestra/seminterrati /Lab Analisi	2	56,1	23	2,33
G.F. 12	Palestra/seminterrati /Lab Analisi	2	56,1	23	2,33
<b>TOTALE</b>			<b>764</b>	<b>289</b>	



Figura 3.17. G.F.1 Reparto TAC/Risonanza



Figura 3.18. G.F.9 Biogenesi.

### Split e climatizzatori portatili -CDZ-

Il raffrescamento delle zone non servite da UTA e fancoil (degenze, uffici ecc.) è affidato a sistemi split ed a climatizzatori portatili.

I dati riguardanti tali unità sono riportati in tab. 3.20.

**Tabella 3.20. Dati split e condizionatori portatili.**

CDZ	Quantità	Pot frigo singolo elemento [kW]	Pot singolo elemento [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	EER
Split	63	2,72	0,91	57	2,98
Climatizzatori portatili	40	2,35	0,9	36	2,61
<b>TOTALE</b>				<b>93</b>	

### Fancoil

Alcune zone della clinica sono servite da fancoil, i dati riguardanti il censimento di tali macchine sono riportati in tab. 3.21.

**Tabella 3.21. Dati censimento fancoil.**

FANCOIL	Quantità	POT singolo elemento [kW <sub>el</sub> ]	POT totale installata [kW <sub>el</sub> ]
Fancoil	74	0,09	6,7
<b>TOTALE</b>			<b>6,7</b>

### Dati utilizzo impianto

I dati di utilizzo variano in base alla zona servita dall'impianto a causa dell'eterogeneità dei locali presenti nella struttura ospedaliera.

Alcuni reparti sono assimilabili ad uffici e sfruttano l'impianto per 8 ore al giorno da lunedì a venerdì, mentre altri hanno un periodo di utilizzo di 24 ore su 24 e 7 giorni su 7.

All'impianto di riscaldamento è richiesto di mantenere una temperatura compresa tra 18 e 21°C, in base all'esigenza del locale, durante l'arco del periodo di riscaldamento.

L'impianto di raffrescamento deve far fronte a carichi interni variabili durante l'arco della giornata, generati da persone ed apparecchiature elettriche (elettromedicali ed illuminazione), per mantenere una temperatura compresa tra 24 e 27 gradi a seconda della destinazione d'uso della zona servita.

Le zone servite da UTA e fancoil sono costantemente monitorate in termini di temperatura, umidità e ricambi orari, mentre le zone servite da split e climatizzatori portatili vengono attivate a discrezione dell'utente che occupa il locale.



Per il calcolo della produzione giornaliera di acqua calda sanitaria è stato ipotizzato un consumo di 200 l/posto letto, ricavando una produzione di ACS pari a 36.000 l/giorno.

I gruppi frigoriferi G.F 1 e G.F 2 producono acqua refrigerata anche durante il periodo invernale per far fronte agli elevati carichi termici generati dalla T.A.C e dalla risonanza magnetica.

In tab. 3.22 è riportato il riepilogo riguardante le potenze installate totali e quelle in funzione degli impianti HVAC.

**Tabella 3.22. Riepilogo potenze installate e in funzione HVAC.**

<b>HVAC</b>	<b>POT totale instalata [kW<sub>el</sub>]</b>	<b>POT installata in funzione [kW<sub>el</sub>]</b>
Gruppi frigoriferi	283	283
CDZ	96	96
UTA	39	39
Ausiliari	63,5	41
Fancoil	6,7	6,7
<b>TOTALE</b>	<b>488</b>	<b>465</b>

### 3.5.2 Illuminazione

Il censimento degli apparati illuminanti è stato svolto visitando zone campione, scelte a seconda della destinazione d'uso.

Dopo aver verificato potenza effettivamente installata e superficie è stato possibile ricavare un indicatore (W/m<sup>2</sup>) per ogni locale campione, tali indicatori sono stati impiegati per il calcolo delle potenze installate nelle zone non oggetto di sopralluogo.

Si riporta come esempio un locale campione ad uso ufficio in cui erano installate 6 lampade da 36 W e avente superficie di circa 20 m<sup>2</sup>, l'indicatore ricavato da tale locale è stato 10,8 W/m<sup>2</sup>, si è proceduto con lo stesso metodo anche per gli altri locali campione.

I risultati ottenuti sono :

- Uffici 11 W/m<sup>2</sup>;
- Ambulatori 10 W/m<sup>2</sup>;
- Corridoi 9 W/m<sup>2</sup>;
- Depositi 9 W/m<sup>2</sup>;
- Bagni 7 W/m<sup>2</sup>;
- Degenze 9 W/m<sup>2</sup>;
- Illuminazione esterna 4 W/m<sup>2</sup>.

Dai sopralluoghi si è osservato che la maggior parte dei corpi luminosi impiegati per l'illuminazione interna consiste in lampade a fluorescenza avente efficienza luminosa di circa 80 lm/W.

Applicando i valori di illuminamento medio richiesti dalla norma UNI EN 12464-1:2011 è stato possibile ricavare il flusso luminoso e di conseguenza la potenza delle lampade a fluorescenza necessaria a generare tale flusso.

Il calcolo del flusso luminoso necessario a rispettare i valori di norma è stato realizzato attraverso il “metodo del flusso totale” (eq 3.2).

$$\varphi = \frac{(E_m * A) * D}{u} \quad (\text{eq. 3.2})$$

$\varphi$  = flusso luminoso [lm]

$E_m$  = illuminamento medio [lux];

A = area piano di lavoro [m<sup>2</sup>];

D = fattore di deprezzamento (decadimento prestazioni apparati luminosi);

u = coefficiente di utilizzazione.

Il fattore di deprezzamento (D) è stato assunto pari a 1,25, mentre il valore del coefficiente di utilizzazione (u) dipende dalla struttura in cui è installato il corpo illuminante e dalle caratteristiche del locale ed è stato ricavato da apposite tabelle (tab. 3.23).

**Tabella 3.23. Esempio tabella fattori di utilizzazione (fonte Philips Lighting).**

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.31	0.29	0.31	0.30	0.29	0.26	0.26	0.24	0.26	0.24	0.23
0.80	0.36	0.34	0.36	0.35	0.34	0.31	0.30	0.28	0.30	0.28	0.27
1.00	0.41	0.38	0.40	0.39	0.37	0.35	0.34	0.32	0.34	0.32	0.31
1.25	0.45	0.41	0.44	0.42	0.41	0.38	0.37	0.36	0.37	0.35	0.34
1.50	0.48	0.43	0.47	0.45	0.43	0.40	0.40	0.38	0.39	0.38	0.37
2.00	0.52	0.46	0.51	0.48	0.46	0.44	0.43	0.42	0.43	0.42	0.40
2.50	0.55	0.48	0.53	0.50	0.48	0.46	0.45	0.44	0.45	0.44	0.43
3.00	0.57	0.50	0.55	0.52	0.49	0.48	0.47	0.46	0.46	0.45	0.44
4.00	0.59	0.51	0.57	0.54	0.50	0.49	0.48	0.48	0.48	0.47	0.46
5.00	0.60	0.52	0.58	0.55	0.51	0.50	0.49	0.49	0.49	0.48	0.47

k : indice locale (eq. 3.3)

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)} \quad (\text{eq. 3.3})$$

a : lunghezza stanza [m];

b : larghezza stanza [m];

h: nel caso di illuminazione diretta indica l'altezza di montaggio, rispetto al piano di lavoro, dei corpi illuminanti; nel caso di illuminazione indiretta indica l'altezza del soffitto dal piano di lavoro [m].

Il valore di riflessione del soffitto è stato scelto pari a 0,70 mentre quello delle pareti è stato scelto pari a 0,50. In tab. 3.24 sono riportati calcoli effettuati per alcune zone al fine di verificare i dati ricavati in precedenza.

**Tabella 3.24. Esempio risultati “metodo del flusso totale”.**

Locale	a [m]	b [m]	h [m]	k	u	E <sub>m</sub> [lux]	φ[lumen]	W/m <sup>2</sup>
Ufficio	2,95	3,56	2	0,8	0,57	400	9.212	10,9
Ambulatorio	4,8	4,9	2	1,2	0,51	400	18.824	10
Corridoio	16	1,6	3	0,5	0,24	100	13.333	6,1
Degenza	4,7	3,2	2	1	0,35	200	10.743	8,4
Deposito	1,85	1,35	2	0,4	0,35	200	1.784	8,4
Bagno	1,8	2	2	0,5	0,35	200	2.571	8,4

Per uffici, ambulatori e degenze sono stati impiegati valori mediati di E<sub>m</sub> poiché il valore minimo richiesto dalla norma è riferito all'area di lavoro e le aree adiacenti a tale area hanno livelli di illuminamento medio inferiori.

Verificati i valori proposti si è passato al calcolo della potenza installata nell'ospedale (tab. 3.25).

**Tabella 3.25. Potenza installata corpi illuminanti.**

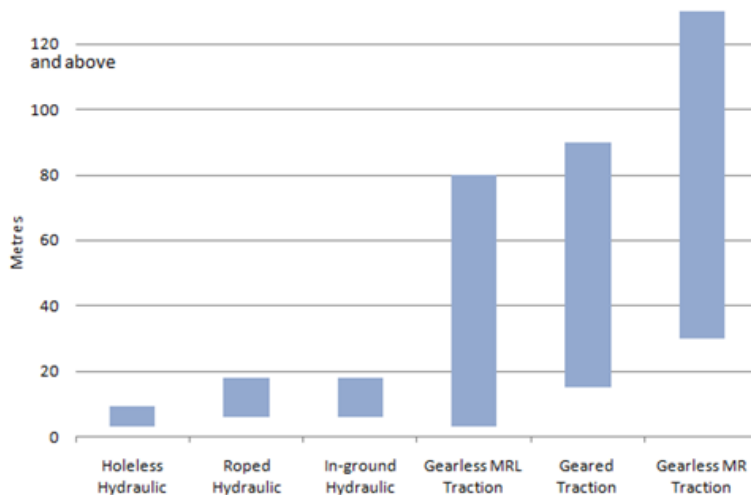
Zone	Superfici [m2]	Potenza/supercficie [W/m2]	Pot [kWel]
Uffici	966	11	10,6
Ambulatori	2.319	10	23,2
Corridoi	4.890	9	44,0
Degenze	1.668	9	15,0
Depositi/magazzini	671	9	6,0
Bagni	780	7	5,5
Esterno	10.053	4	40
<b>TOTALE</b>	<b>21.347</b>		<b>145</b>

### 3.5.3 Sollevamento

#### Tipologie di ascensori

Prima di procedere con l'analisi energetica delle utenze appartenenti alla famiglia del sollevamento è opportuno introdurre le varie tecnologie con rispettivi limiti di applicazione.

In fig. 3.19 sono riportati i range di utilizzo in base al tipo di ascensore.



**Figura 3.19. Range di impiego delle differenti tecnologie di sollevamento (fonte European Lift Association)**

Esistono principalmente due tipi di ascensori: idraulici e a fune.

**A fune:** gli ascensori a fune possono essere impiegati in qualsiasi struttura senza eccessive limitazioni riguardo l'altezza massima, la velocità e il carico.

Il range di velocità va da 0,25 m/s a 17 m/s.

Negli ascensori elettrici a trazione la cabina è agganciata a funi di acciaio avvolte attorno a una puleggia azionata da un motore elettrico.

Il peso della cabina è bilanciato da un contrappeso avente massa pari alla massa della cabina più il 45% - 50% del carico nominale.

Lo scopo del contrappeso è di realizzare una tensione nel sistema di sospensione tale da garantire una adeguata trazione e ridurre la potenza del motore elettrico.

Grazie all'uso degli inverter i motori elettrici a corrente continua sono stati sostituiti da motori a induzione a corrente alternata, i quali offrono un controllo delle accelerazioni e decelerazioni migliore rispetto i predecessori.

È possibile distinguere due tipi di ascensore a fune a seconda della presenza o meno di dispositivo di controllo della velocità (gear):

- **Geared:** range di applicazione 7-20 piani, range di velocità 0,1 m/s - 2,5 m/s. Il sistema di riduzione della velocità permette l'uso di motori più piccoli e meno costosi.
- **Gearless:** impiegati in edifici con elevato numero di piani, range di velocità tra 2,5 m/s e 10 m/s.

**Idraulici:** gli ascensori idraulici operano in genere al di sotto di 1 m/s e vengono utilizzati per altezze inferiori a 20 m.

Una pompa ad ingranaggi ad alta portata trasmette il moto alla cabina tramite un pistone ad olio.

La discesa della cabina avviene per gravità ed è controllata da valvole di regolazione del flusso di fluido nel percorso di ritorno al serbatoio.

Gli ascensori idraulici presentano alcuni punti di forza rispetto a quelli a fune:

- Installazione facile e veloce.
- Lo spazio occupato dai componenti è ridotto.
- Assenza di contrappeso con conseguente riduzione dei carichi sulla struttura.
- Carico scaricato sul terreno e non sull'edificio.
- Procedure di emergenza relativamente semplici.

Alcuni svantaggi degli ascensori idraulici sono:

- Elevato consumo energetico.
- Elevata potenza richiesta per la fase di salita.
- Numero di partenze per ora limitato.
- Il riscaldamento/raffreddamento dell'olio influenza la qualità del funzionamento.

### Censimento impianti sollevamento

La clinica è dotata di 12 ascensori, 10 a fune e 2 oleodinamici, in tab. 3.26 sono riportati i dati riguardanti tali impianti.

**Tabella 3.26. Dati ascensori**

<b>Zona</b>	<b>Tipo</b>	<b>Piani serviti</b>	<b>Portata[kg]</b>	<b>Potenza installata [kWel]</b>
S.Chiara1	Fune	5	750	6,5
S.Chiara2	Fune	4	450	3,9
Blocco operatorio vecchio	Fune	5	630	5,5
Blocco operatorio nuovo	Fune	5	630	5,5
S.Giovanni	Fune	4	630	5,5
S.Lucia	Fune	6	900	7,9
TAC	Oleodinamico	2	800	7
S.Filippo	Fune	4	800	7
S.Lucia	Fune	7	600	5,2
Montacarichi mensa	Oleodinamico	2	420	3,7
				<b>58</b>

### 3.5.4 Elettromedicali

Per comprendere meglio questa categoria è stata richiesta la consulenza di Philips Healthcare. Il materiale fornitoci ha chiarito alcuni dubbi riguardanti le principali macchine elettromedicali radiodiagnostiche. L'ufficio tecnico della clinica ha fornito l'elenco delle apparecchiature presenti nella struttura, circa 1012 elementi (tab. 3.27).

**Tabella 3.27. Elenco elettromedicali ICZ.**

Elettromedicale	Quantità
AEROSOL, APPARECCHIO PER	3
AGITATORE DA LABORATORIO	3
AMMONIEMIA, APPARECCHIO PER	1
ANALISI DENSITOMETRO OSSEO	1
ANALISI DENTALE A LUCE FREDDA, APPARECCHIO PER	3
ANALIZZ DERMOR	1
ANALIZZ DIAFAN	1
ANALIZZ OTTICA	49
ANALIZZ DIATER	1
ANALIZZ ECOOF	1
ANALIZZ ECOTOI	1
ANALIZZ ECOTOI	23
ANESTESI ELABOF	2
ANTIBIOT ELABOF	1
APPARE ELETTR	3
APPARE ELETTR	1
APPARE ELETTR	1
ARTROS ELETTR	1
ASPIRAT ELETTR	1
ASPIRAT ELETTR	1
AUDIOM EMOGA	1
AUTOCL FACOE	9
AUTOCL FLUOR	9
AUTOTR FONTE	1
BAGNO FONTE	1
FOTOC FONTE	1
FRIGOE REGIS	1
FRIGOR REGIS	1
FRIGOR RETTC	5
FRONTI RIPRC	1
GRUPPI RIPRC	1
IMPEDE RISCA	5
INCUBA RIUNI	1
RIVEL CONS	4
SCALE CONS	1
SEGA CRIOC	1
DEFIB CRIOS	3
DEFIB VITRECTOMO	3
<b>Totale ITEMS</b>	<b>1012</b>

Molti elettromedicali hanno potenze irrilevanti per questo tipo di analisi e il loro utilizzo è limitato a pochissime ore al giorno.

Le macchine radiodiagnostiche sono gli elettromedicali con la maggior potenza di targa.

Allo scopo di comprendere meglio gli assorbimenti elettrici di tale famiglia di elettromedicali sono di seguito riportate le descrizioni di Risonanza Magnetica e T.A.C.

### Risonanza magnetica

La risonanza magnetica nucleare è una tecnica diagnostica che permette di ottenere immagini dettagliate di qualsiasi sezione del corpo umano.

Il magnete principale ed i circuiti ad esso connesso devono rimanere sempre accesi.

In tab. 3.29 e tab 3.30 sono riportati dati riguardanti la macchina per risonanza magnetica.

Grazie a questi dati è stato possibile ricostruire l'andamento dei consumi di una macchina per risonanza magnetica, tale apparecchio ha un assorbimento costante, proporzionato alla taglia, mentre durante le fasi di acquisizione delle immagini arriva ad assorbimenti di 400 A, tali fasi hanno durata pari a 5 millisecondi.

Il sistema di raffreddamento del magnete incide in maniera sostanziale sul fabbisogno di energia e sulla potenza elettrica richiesta, si passa da 7 kWel in fase di stand-by a 40 kWel in fase di acquisizione.

Sia in fase di acquisizione che durante lo stand-by il calore dissipato non è trascurabile, tanto da richiedere un'impianto di climatizzazione dedicato (vedi tab. 3.28).

**Tabella 3.28. Calore dissipato da risonanza magnetica [kW<sub>th</sub>] (fonte Philips Healthcare).**

	Sala esame	Locale tecnico	Sala comandi
<b>ACQUISIZIONE</b>	2	8	0,5
<b>STAND-BY</b>	2	2	0,5

**Tabella 3.29. Caratteristiche tecniche ambientali richieste da macchina per risonanza magnetica (fonte Philips Healthcare).**

Caratteristiche tecniche ambientali richieste	Sala esame (Nb1)	Sala controllo (Nb2)	Sala tecnica (Nb1)
Temperatura	Da 20 a 24° ideale 21° C	Da 18 a 24° confortevole per operatori	da 15 a 24° C
Sbalzo termico massimo	5°C / 10 minuti	5°C / 10 minuti	5°C / 10 minuti
Umidità relativa (senza condensazione) (* limiti per apparecchiatura)	Dal 40 al 60% (* 40 / 70%)	Dal 30 al 70%	Dal 30 al 70%
Illuminazione	200 / 500 Lux	10 - 100 / 500 Lux	500 Lux
Nb1. L'impianto di condizionamento deve soddisfare le normative vigenti ed i requisiti minimi descritti: · Compreso fra 6 e 10 ricambi aria / h (di cui minimo 800 mc / h per il raffreddamento del sistema RM) in condizioni normali e 20 ricambi / h in caso di emergenza (Quench) · Dovrà essere garantita una leggera sovrappressione in sala esame e nella sala tecnica (in condizioni normali) per evitare l'ingresso della polvere ed una leggera depressione in sala esame in caso di emergenza (Quench) · I filtri dell'aria devono avere un'efficienza del 90 % per particelle di dimensioni inferiori a 10 Micron e dell' 80 % per particelle di dimensioni inferiori a 5 Micron · Dovrà essere previsto un sistema rivelatore % ossigeno con centralina posta in sala controllo · Dovrà essere prevista un'Illuminazione di emergenza Nb2. Per la sala controllo usare materiali fonoassorbenti			



**Tabella 3.30. Dati sistema di raffreddamento macchina risonanza magnetica (fonte Philips Healthcare).**

Caratteristiche acqua per armadio raffreddamento magnete N.b. Necessarie 24 h per 7 gg settimana		
Qualità:	Potabile	
PH:	da 6 a 8	
Materiale in sospensione:	< 10 mg / litro, dimensione < di 100 micron	
CaCO <sub>3</sub> :	< 250 ppm	
CLORO:	< 200 ppm	
Temperatura all'ingresso:	da 6° C a 15° C (12° C preferita)	
Stabilità temperatura all'ingresso:	+/- 2° C per 10 minuti (entro i valori delle temperature indicate)	
Massima pressione all'ingresso:	600 kPa	
Max flusso per evitare instabilità nel circuito secondario:	5400 litri / h	
Flusso acqua:	100% Acqua	da 2500 a 3800 litri / ora dipendente dalla temperatura all'ingresso
	60% Acqua / 40% Glicol	da 3000 a 4200 litri / ora dipendente dalla temperatura all'ingresso
Capacità di raffreddamento:	7 - 40 kW Il minimo (7kW) 24 h 7 gg / sett per garantire la minor perdita di Elio Il massimo durante l'esame (acquisizione)	
% Glicolo di etilene:	Minimo 0% - Massimo 40%	
Attacchi, diametro:	Mandata 1 - 1/2 BSP maschio Ritorno 1 1/2 BSP femmina	

### T.A.C

La tomografia computerizzata si avvale di raggi X per rappresentare sezioni del corpo.

Il tubo radiogeno produce un fascio collimato di raggi X i quali attraversando il corpo del paziente vengono attenuati, un sistema di rilevatori misura tale attenuazione per differenti posizioni angolari.

L'intensità di corrente assorbita in fase di stand-by risulta circa 4 A, mentre durante le fasi di acquisizione raggiunge un valore di 150 A per circa 10 secondi.

Per ottenere una qualità dell'immagine omogenea occorre :

- mantenere accesi i rivelatori anche nei periodi di non utilizzo;
- riscaldare il tubo radiogeno almeno una volta al giorno;
- eseguire una volta al giorno la “calibrazione rapida” del tubo radiogeno.

In sono riportati in tab. 3.31 i requisiti ambientali richiesti da tale macchina, mentre in tab. 3.32 le potenze termiche dissipate.

**Tabella 3.31. Caratteristiche ambientali richieste T.A.C (fonte Philips Healthcare).**

	Sala esame	Locale tecnico	Sala comandi
Temperatura [°C]	18-24	15-28	15-24
Massimo sbalzo di temperatura [°C/h]	4	5	5
Umidità [%]	35-70	20-80	35-70

**Tabella 3.32. Calore dissipato da T.A.C [kWth] (fonte Philips Healthcare).**

	Sala esame	Locale tecnico	Sala comandi
<b>ACQUISIZIONE</b>	5,27	0,65	1,6
<b>STAND-BY</b>	1,5	-	-

Conoscere la modalità di funzionamento delle macchine elettromedicali permette di includerle nell'inventario energetico attribuendo loro il giusto peso in termini di potenza media assorbita e di consumo energetico.

### **Risultato censimento elettromedicali**

Sulla base del censimento di dettaglio, si è focalizzata l'analisi sulle apparecchiature con le maggiori potenze di targa e quelle a funzionamento continuato.

In tab. 3.33 è riportato il risultato dell'analisi.

**Tabella 3.33. Risultato censimento elettromedicali.**

Macchina	Quantità	Pot singolo el. [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale [kW <sub>el</sub> ]
TOMOGRFO COMPUTERIZZATO	1	100	100
TOMOGRFO A RISONANZA MAGNETICA	1	70	70
TOMOGRFO A COERENZA OTTICA	1	50	50
AUTOCLAVE	3	30	90
TERMOSALDATRICE	4	11	44
ANALIZZATORE MULTIPARAMETRICO SELETTIVO	1	10	10
AUTOCLAVE PER PICCOLI CARICHI	2	10	20
CENTRIFUGA REFRIGERATA	1	10	10
LAVATRICE PER ENDOSCOPI	3	10	30
LITOTRITORE ENDOSCOPICO	1	10	10
MAMMOGRFO	1	10	10
MAMMOGRFO OTTICO	1	10	10
LAVAGGIO E DISINFEZIONE	1	9	9
LASER CHIRURGICO	4	7,5	30
TAVOLO PER PAZIENTE PER APPARECCHIO RADIOLOGICO	1	6,8	6,8
LAVAGGIO DEI MANIPOLI	1	6,3	6,3
PIASTRA RISCALDANTE	2	6	12
LAMPADA RAGGI ULTRAVIOLETTI	1	5,5	5,5
CARRELLO ELETTRIFICATO	14	3,31	46,4
COAGULOMETRO	1	3,3	3,3

RIPRODUTTORE LASER PER BIOIMMAGINI	4	3,25	13
ANALIZZATORE AUTOMATICO PER IMMUNOCHEMICA	2	3	6
ANALIZZATORE EMATOLOGICO	1	3	3
ANALIZZATORE IDROGENO	1	3	3
ANALIZZATORE URINE	1	3	3
ANALIZZATORE VISIONE PERIFERICA	1	3	3
LAVAGGIO AD ULTRASUONI	1	2,4	2,4
BAGNO TERMOSTATICO	3	1,3	3,9
LAVAGGIO AD ULTRASUONI	2	1,2	2,4
FRIGOEMOTECA	1	1	1
FRIGORIFERO BIOLOGICO	24	1	24
INCUBATORE AD ANIDRIDE CARBONICA	21	1	21
CONGELATORE DA LABORATORIO	3	0,9	2,7
INCUBATORE	10	0,8	8
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	1	0,7	0,7
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	1	0,7	0,7
CAPPA ASPIRANTE	1	0,65	0,7
ASPIRATORE FUMI CHIRURGICI	4	0,47	1,9
ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	14	0,47	6,6
CAPPA BIOLOGICA	3	0,47	1,4
CAPPA STERILE	4	0,47	1,9
CENTRIFUGA	7	0,325	2,3
ELETTROFORESI	1	0,3	0,3
FONTE LUMINOSA GENERICA	22	0,3	6,6
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA	6	0,3	1,8
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA E CHIRURGIA MININVASIVA	12	0,3	3,6
FRIGORIFERO DOMESTICO	1	0,2	0,2
LAMPADA SCIALITICA	16	0,15	2,4
AGITATORE DA LABORATORIO	3	0,07	0,2
		<b>TOTALE</b>	<b>701</b>

Il valore di potenza installata totale non tiene conto di eventuali elettromedicali tenuti in riserva , per tale motivo è stato introdotto un coefficiente di riserva pari a 0,9.

Risulta quindi una potenza installata in uso di **631 kW<sub>el</sub>**.

### 3.5.5 Ripartizione potenze installate in funzione

In fig. 3.20 è riportata la ripartizione delle potenze installate in funzione.

Risulta evidente il contributo delle macchine elettromedicali, tale dato potrebbe portare a pensare che proprio da tali macchine derivino i consumi maggiori.

La conoscenza delle modalità di funzionamento è fondamentale per comporre un inventario energetico affine con la realtà, questa considerazione deve estesa a tutte le categorie di macchine censite.

Nel capitolo successivo è evidente come l'applicazione dei dati di funzionamento raccolti vada a modificare la ripartizione delle potenze effettivamente assorbite e soprattutto quella dei consumi finali.

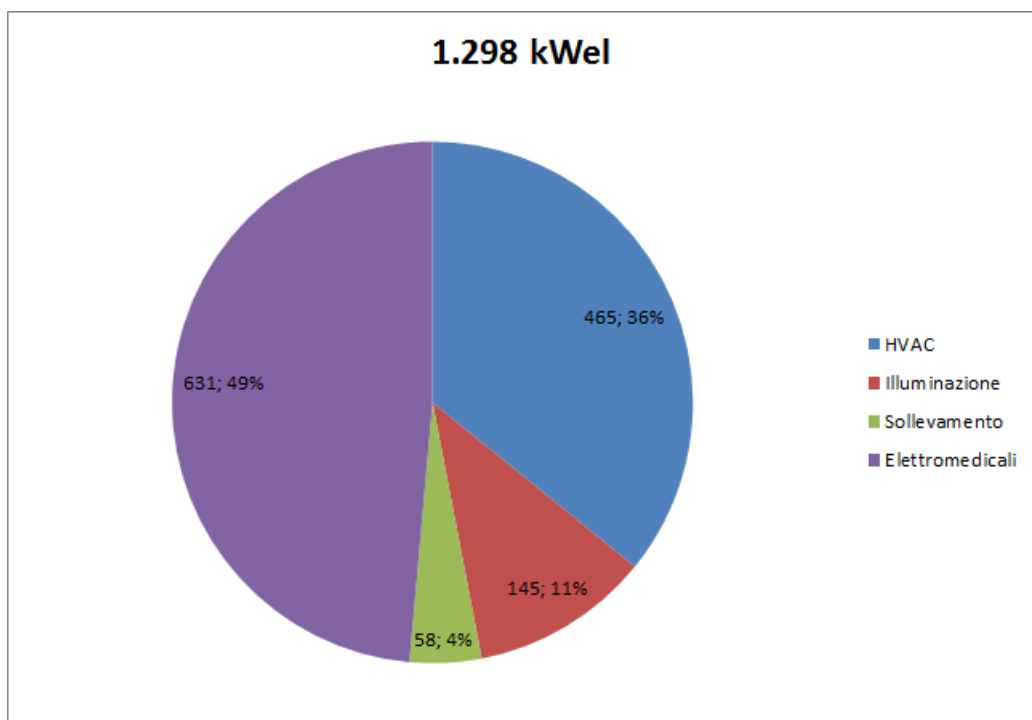


Figura 3.20. Ripartizione potenze installate in funzione [kW<sub>el</sub>]

Tabella 3.34. Riepilogo potenze installate.

	POT. installata in uso [kW <sub>el</sub> ]
HVAC	465
Illuminazione	145
Sollevamento	58
Elettromedicali	631
<b>TOTALE</b>	<b>1.298</b>

### **3.6 Inventario energetico (parte elettrica) (Punto 5 UNI CEI/TR 11428)**

Durante la fase di inventario energetico tutti i dati raccolti riguardanti le modalità di utilizzo sono stati impiegati per ricavare un quadro di funzionamento dei vari impianti, passando da potenze installate a potenze effettivamente assorbite e quindi al consumo energetico.

Più le informazioni in nostro possesso sono dettagliate più l'inventario energetico rispecchierà la realtà di funzionamento.

#### **Analisi dati bolletta e campagna di misure sui quadri elettrici**

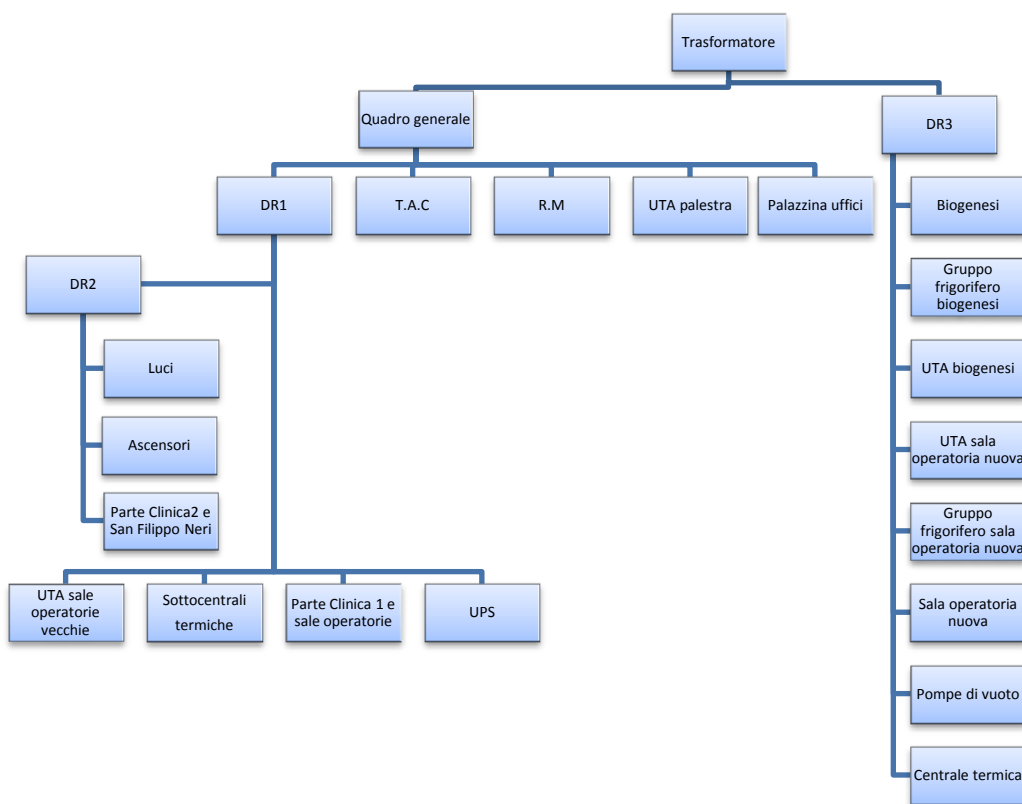
Da una prima analisi è stato possibile notare che i picchi di potenza elettrica assorbiti nei mesi estivi anno 2012 differiscono di circa 150 kW<sub>el</sub> da quelli invernali, l'incremento di potenza è probabilmente imputabile all'impiego di gruppi frigoriferi, split e climatizzatori portatili.

Occorre precisare che dalla potenza massima invernale andrebbero sottratti i contributi delle utenze che trovano impiego solamente durante il periodo di riscaldamento, di conseguenza il contributo delle utenze per la climatizzazione estiva aumenta.

Da questi dati è stato possibile intuire che la potenza massima di split, gruppi frigoriferi e climatizzatori portatili non venga mai sfruttata completamente, poiché per la maggior parte del tempo, le unità in grado di farlo, lavorano a carichi parziali.

Per approfondire l'analisi è stata effettuata una campagna di misure sui quadri elettrici della clinica, è stato necessario reperire strumentazione e richiedere l'assegnazione di personale abilitato a lavorare con apparecchi in tensione.

Il primo passo è stato ricavare uno schema elettrico generale partendo da quanto osservato durante il primo giorno di misure in modo da capire quali macchine fossero alimentate dai vari quadri. (fig. 3.21)



**Figura 3.21. Schema elettrico generale ICZ.**

Purtroppo vista la complessità dell'impianto elettrico dovuta all'installazione di nuove linee non è stato possibile generare uno schema elettrico più dettagliato.

La maggior parte della struttura è servita da 3 quadri principali DR1, DR2 e DR3, i primi 2 sono alimentati dal quadro generale a sua volta collegato al trasformatore, mentre il quadro DR3 è collegato direttamente al trasformatore, DR2 è in parte alimentato anche dal DR1.

La nostra campagna di misure ha sempre seguito la stessa procedura, per primo è stato sempre misurato il quadro generale posto sotto la palazzina uffici, dopo il quadro generale venivano controllati il DR1 (il quadro con più partizioni) e il DR2 entrambi posti nel poliambulatorio.

L'ultimo quadro ispezionato è sempre stato il DR3 posto in officina.

Dove possibile è stata misurata direttamente sulla macchina la potenza elettrica attiva assorbita.

Durante la campagna di misure sui quadri elettrici l'ipotesi di lavoro a carico ridotto ha trovato conferma in quanto i dati raccolti riguardo tre unità frigorifere si sono rivelati compatibili con i loro gradi di parzializzazione.

In tab. 3.35 e tab. 3.36 sono riportati i risultati di due misurazioni.

**Tabella 3.35. Misura 13/08/2013.**

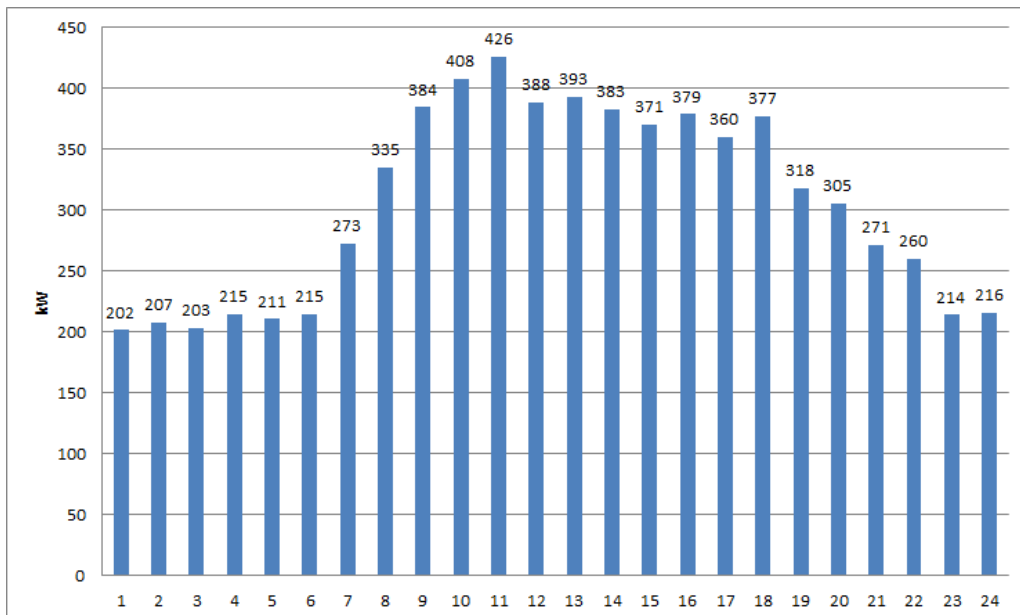
T [°C]	32		
U.R [%]	73		
G.F	G.F 4	G.F 6	G.F 9
P targa [kWel]	29	32	27
P misurata [kWel]	25,5	17,4	18
Livelli di parzializzazione	0-0,25-0,5-0,75-1	0-0,5-1	0-0,5-1

**Tabella 3.36. Misura 23/09/2013.**

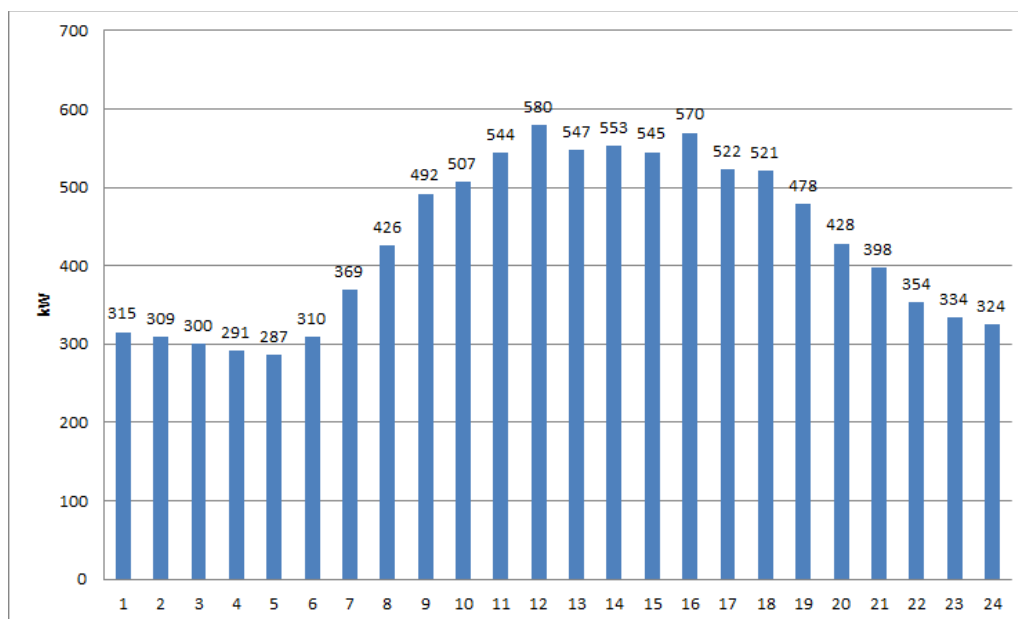
T [°C]	25		
U.R [%]	77		
G.F	G.F 4	G.F 6	G.F 9
P targa [kWel]	29	32	27
P misurata [kWel]	12,2	14,7	4
Livelli di parzializzazione	0-0,25-0,5-0,75-1	0-0,5-1	0-0,5-1

**Analisi dati servizio di telelettura**

Per comprendere in maniera più dettagliata la richiesta di potenza elettrica durante l'arco della giornata sono stati studiati due giorni campione rappresentativi del periodo invernale e di quello estivo (i dati sono stati reperiti dal servizio di telelettura della massima potenza elettrica oraria per l'ospedale). In fig. 3.22 e fig. 3.23 sono riportati tali andamenti.



**Figura 3.22. Potenze massime orarie 16 gennaio 2012 (da servizio di telelettura).**



**Figura 3.23. Potenze massime orarie 19 giugno 2012 (da servizio di telelettura).**

Gennaio è stato scelto in quanto tipico mese invernale durante il quale i carichi elettrici dovuti all'impianto di riscaldamento sono solitamente più alti, il maggior assorbimento di potenza durante il mese di gennaio è avvenuto il giorno 16 alle ore 11.

Giugno è stato scelto invece di luglio in quanto la massima potenza elettrica è stata assorbita proprio in quel mese il giorno 19 alle ore 12, questo dato fa pensare che durante il mese di giugno l'ospedale abbia avuto un'attività maggiore rispetto al mese di luglio.

I valori ricavati dalle bollette sono stati considerati i più affidabili e quindi utilizzati come riferimento per i consumi

I valori derivanti dalla telelettura sono stati impiegati solamente per la valutazione delle oscillazioni giornaliere di potenza elettrica assorbita poiché si discostano dai dati di bolletta, infatti il sistema di telerilevamento tende a leggere i consumi maggiorati del 6,2% rispetto al dato fatturato, tale disallineamento potrebbe essere imputabile ad un cambio del contatore successivo alla data di installazione del data logger.

Nelle ore notturne dei mesi estivi (dalle 21 alle 5) i picchi di potenza sono dovuti principalmente all'illuminazione (interna ed esterna), a macchine elettromedicali a funzionamento continuo o con consumi di stand-by rilevanti (risonanza magnetica) e da eventuali gruppi frigoriferi e UTA asserviti a locali con caratteristiche termo-igrometriche e igieniche particolari (sale operatorie).

Nelle stesse ore dei mesi invernali sono stati registrati valori inferiori di circa 80 kW<sub>el</sub>, è ipotizzabile che tale valore corrisponda al contributo dei gruppi



frigoriferi funzionanti nelle ore notturne dei mesi estivi e alla differenza dei carichi fissi fra estate e inverno, fra cui l'illuminazione.

### 3.6.1 HVAC

#### ANALISI POTENZE

Dalla campagna di misura sui quadri elettrici e dall'analisi giornaliera risulta verificata l'ipotesi di funzionamento a carico parziale riguardante gli HVAC con utilizzo principalmente estivo.

Per il calcolo della potenza elettrica assorbita è stato introdotto un coefficiente di assorbimento pari a 0,97, in quanto tale è risultato il rapporto tra la potenza effettivamente assorbita misurata a massimo carico e la potenza di targa di molti sistemi HVAC.

#### Gruppi frigoriferi

In tab. 3.37 sono riportati i risultati dell'analisi eseguita sui gruppi frigoriferi.

**Tabella 3.37. Analisi potenze assorbite gruppi frigoriferi.**

Gruppi frigoriferi	Zona servita	POT assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Livelli di parzializz.	Livello di parzializ. gennaio	Livello di parzializz. giugno	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
G.F. 1	Reparto tac/risonanza	17,5	0-0,5-1	1	1	17	17,5
G.F. 2	Sala Esami risonanza	7,8	0-1	1	1	7,8	7,8
G.F. 3	Sale operatorie vecchie	34	0-0,5-1	0	0,5	0	17
G.F. 4	Poliambulatorio e sala operatoria nuova	28	0-0,25-0,5-0,75-1	0	0,75	0	21
G.F. 5	Sale operatorie vecchie	28	0-0,25-0,5-0,75-1	0	0,75	0	21
G.F. 6	Sala operatoria nuova	31	0-0,5-1	0	0,5	0	15
G.F. 7	Endoscopia	8,7	0-1	0	1	0	8,7
G.F. 8	Palestra/seminterrati/Lab Analisi	22,3	0-0,5-1	0	1	0	22,3
G.F. 9	Biogenesi	26,2	0-0,5-1	0	1	0	26,2
G.F. 10	Biogenesi	26,2	0-0,5-1	0	0,5	0	13,1
G.F. 11	Palestra/seminterrati/Lab Analisi	22,3	0-0,5-1	0	1	0	22,3
G.F. 12	Palestra/seminterrati/Lab Analisi	22,3	0-0,5-1	0	0,5	0	11
<b>TOTALE</b>						<b>25</b>	<b>203</b>

## UTA

Nel caso delle UTA è stata ritenuta costante la portata elaborata sia in estate che in inverno, dovendo garantire determinati ricambi orari indipendenti dalla stagione.

I ventilatori devono essere leggermente sovradimensionati per tener conto dell'aumento delle perdite di carico localizzate dovute allo sporco dei filtri, basti pensare che filtri di classe F7-F9 hanno perdite di carico iniziali pari a 100-150 Pa, le quali possono aumentare fino a 350-400 Pa a fine vita operativa.

Non sapendo l'attuale stato dei filtri è stato ipotizzato un livello di sporco tale da richiedere al ventilatore di funzionare al 90% della potenza. I risultati sono riportati in tab. 3.38.

**Tabella 3.38. Analisi potenze assorbite UTA**

UTA	Zona servita	POT assorbita [kW <sub>el</sub> ]	fattore POT assorbita	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
UTA 01	Blocco operatorio vecchio	8,25	0,9	7,7	7,7
UTA 02	Blocco operatorio nuovo	16,3	0,9	15,1	15,1
UTA 03	Endoscopia	1,5	0,9	1,4	1,4
UTA 04	Palestra/Radiologia/Lab Analisi	2,13	0,9	2,0	2,0
UTA 05	Biogenesi	7,28	0,9	6,8	6,8
UTA 06	TAC/Risonanza	2,91	0,9	2,7	2,7
<b>TOTALE</b>		<b>38</b>		<b>36</b>	<b>36</b>

### Ausiliari

Il funzionamento degli ausiliari, raggruppati in base alla centrale nei quali sono situati, è stato distinto tra inverno ed estate.

Nelle tabelle seguenti (da tab. 3.39 a tab. 3.44) sono riportate le potenze assorbite, nei mesi di gennaio e giugno, dagli ausiliari.

**Tabella 3.39. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari centrale idrica.**

Centrale idrica	Descrizione	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	fattore POT impiegata gennaio	fattore POT impiegata giugno	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
P1	Pompa centrale idrica	7,3	1	1	7,3	7,3
<b>TOTALE</b>					<b>7,3</b>	<b>7,3</b>

**Tabella 3.40. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari sottocentrale termica 1.**

Sottocentrale termica 1	Descrizione	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	fattore POT impiegata gennaio	fattore POT impiegata giugno	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
P2	Pompe riscaldamento	1,1	1	0	1,1	0
P3	Pompe ricircolo ACS	0,2	1	1	0,2	0,2
P4	Pompe riscaldamento	0,6	1	0	0,6	0
<b>TOTALE</b>					<b>2</b>	<b>0,2</b>

**Tabella 3.41. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari sottocentrale termica 2.**

Sottocentrale termica 2	Descrizione	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	fattore POT impiegata gennaio	fattore POT impiegata giugno	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
P5	Pompe riscaldamento	2,1	1	0	2,1	0
P6	Pompe ricircolo ACS	0,1	1	1	0,1	0,1
<b>TOTALE</b>					<b>2,3</b>	<b>0,1</b>

**Tabella 3.42. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari sottocentrale termica 3.**

Sottocentrale termica 3	Descrizione	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	fattore POT impiegata gennaio	fattore POT impiegata giugno	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
P7	Pompe riscaldamento	0,4	1	0	0,4	0
P8	Pompe riscaldamento	0,9	1	0	0,9	0
P9	Pompe acqua refrigerata	1,3	1	1	1,3	1,3
<b>TOTALE</b>					<b>2,7</b>	<b>1,3</b>

**Tabella 3.43. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari centrale termica .**

Centrale termica	Descrizione	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	fattore POT impiegata gennaio	fattore POT impiegata giugno	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
Br2	Bruciatore caldaia	1,5	1	0	1,5	-
Br3	Bruciatore caldaia	1,5	1	1	1,5	1,5
P10	Pompa caldaia solo risc	5,8	1	0	5,8	-
P11	Pompa caldaia risc+ acs	2,9	1	1	2,9	2,9
<b>TOTALE</b>					<b>11,8</b>	<b>4,5</b>

**Tabella 3.44. Analisi potenze elettriche assorbite ausiliari centrale vuoto.**

Centrale vuoto	Descrizione	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	fattore POT impiegata gennaio	fattore POT impiegata giugno	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
PV	Pompe di vuoto	13,6	1	1	13,6	13,6
<b>TOTALE</b>					<b>13,6</b>	<b>13,6</b>

In tab. 3.45 è riportato il riepilogo delle potenze assorbite a gennaio e giugno dagli ausiliari.

**Tabella 3.45. Riepilogo potenze assorbite ausiliari.**

<b>Pot totale assorbita ausiliari gennaio</b>	<b>39,7 kW<sub>el</sub></b>
<b>Pot totale assorbita ausiliari giugno</b>	<b>27 kW<sub>el</sub></b>

## CDZ

Per il calcolo della potenza assorbita dalle macchine appartenenti a questa categoria è stato ritenuto opportuno applicare un fattore di contemporaneità, in quanto è fortemente improbabile che tutte le macchine siano in funzione nello stesso momento (tab. 3.46). Durante i colloqui con il personale tecnico è stato confermato l'uso di split e climatizzatori portatili solamente durante i mesi più caldi.

**Tabella 3.46. Analisi potenze elettriche split e climatizzatori portatili.**

CDZ	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di contemporaneità inverno	Fattore di contemporaneità estate	In funzione gennaio	In funzione giugno	Pot assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
Split	58,2	0	0,7	0	44	0	9
Climatizzatori portatili	34,92	0	0,9	0	36	0	24
<b>TOTALE</b>						<b>0</b>	<b>33</b>

## Fancoil

Per i fancoil è stato introdotto un fattore di contemporaneità uguale a 1 in quanto posti nelle aree dell'ospedale a più elevato utilizzo (tab. 3.47).

**Tabella 3.47. Analisi potenze elettriche fancoil.**

Fancoil	POT assorbita funzionante [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
Fancoil	4,5	4,5	4,5
<b>TOTALE</b>		<b>4,5</b>	<b>4,5</b>

## Riepilogo potenze HVAC

In tab. 3.48 è riportato il riepilogo delle potenze assorbite a gennaio e giugno dalle macchine HVAC.

**Tabella 3.48. Riepilogo potenze assorbite HVAC.**

HVAC	POT assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	POT assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
Gruppi frigoriferi	25	203
UTA	34	34
Ausiliari	39,7	27
CDZ	0	31
Fancoil	4,5	4,5
<b>TOTALE</b>	<b>104</b>	<b>302</b>

## ANALISI ENERGETICHE

### Calcolo ore equivalenti

Il calcolo delle ore equivalenti di funzionamento rappresenta un punto cruciale della diagnosi energetica, infatti la loro stima è necessaria al fine di calcolare i consumi di energia elettrica. Le caratteristiche di funzionamento della macchina e le esigenze della struttura a cui è asservita sono dati di fondamentale importanza per la stima delle ore equivalenti, impiegando queste informazioni è possibile definire uno scenario di funzionamento accurato.

Nel caso riguardante gli HVAC sono stati definiti 3 scenari di funzionamento:

- **funzionamento invernale** (ottobre, novembre, dicembre, gennaio e febbraio);
- **funzionamento mezza stagioni** (marzo, aprile e maggio);
- **funzionamento estivo** (giugno, luglio, agosto e settembre).

La scelta di porre maggio nelle mezza stagioni e settembre tra i mesi estivi è stata fatta ipotizzando la seconda metà di maggio e la prima metà di settembre con regime estivo, per semplicità è stato quindi scelto di considerare un mese completamente in regime di mezza stagione e l'altro in regime estivo.

Per ogni scenario sono state individuate fasce orarie giornaliere di funzionamento e approssimati i profili di potenza assorbita in tali fasce. Le ore equivalenti di funzionamento per ogni scenario sono state ricavate tramite l'eq. 3.3.

$$\sum_{1}^{n} \sum_{1}^{f} (\%P_{assorbita}) \times h_f \quad (\text{eq. 3.3})$$

%P assorbita: coefficiente compreso tra 0 e 1 rappresentativo della percentuale di potenza assorbita in una data fascia oraria di funzionamento [-].

hf: ore di funzionamento durante una data fascia oraria [h/giorno].

f: numero di fasce orarie giornaliere [-].

n: numero di giorni scenario di funzionamento [giorno]

Ad esempio un gruppo frigorifero in funzione per 2 ore parzializzando a 0,5 risulta funzionare per un'ora equivalente.

### Gruppi frigoriferi

Nel caso dei gruppi frigoriferi il calcolo delle ore equivalenti è stato effettuato ipotizzando il regime di funzionamento durante gli scenari sopra descritti, la maggior parte dei gruppi frigoriferi risulta spenta durante i mesi invernali e durante la maggior parte dei giorni di mezza stagione.

Di seguito è riportata l'analisi effettuata sul G.F.1, tale gruppo frigorifero, insieme al G.F.2, è in funzione anche durante il periodo invernale.

I grafici seguenti (da fig. 3.24 a fig. 3.26) mostrano il livello di parzializzazione e le ore di funzionamento durante una determinata fascia oraria.

Sull'asse delle ascisse sono riportate le ore del giorno, mentre sull'asse ordinate i livelli di parzializzazione.

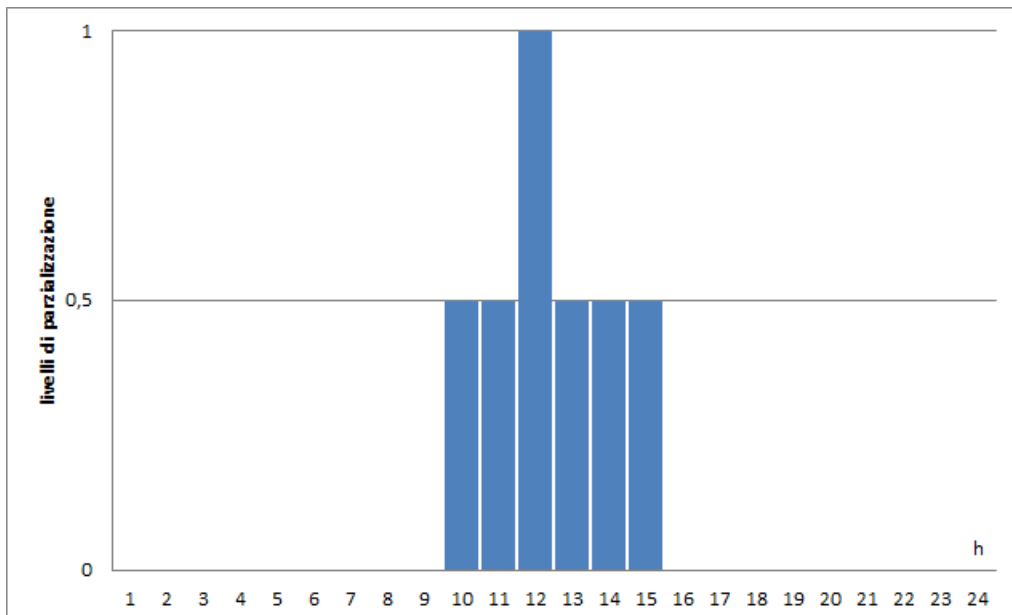


Figura 3.24. Funzionamento regime invernale G.F.1.

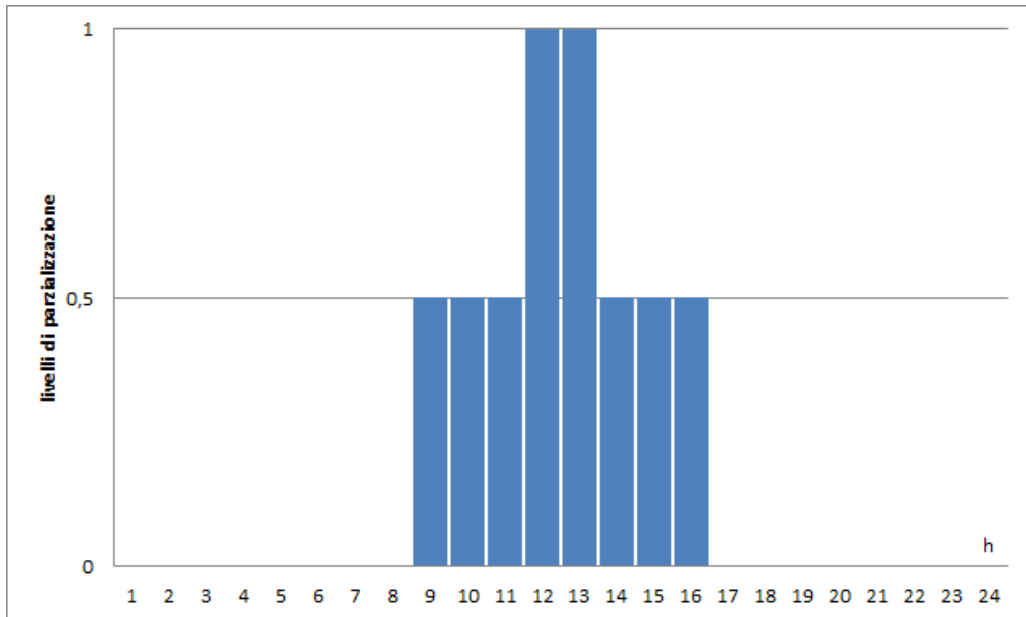


Figura 3.25. Funzionamento mezze stagioni G.F.1.

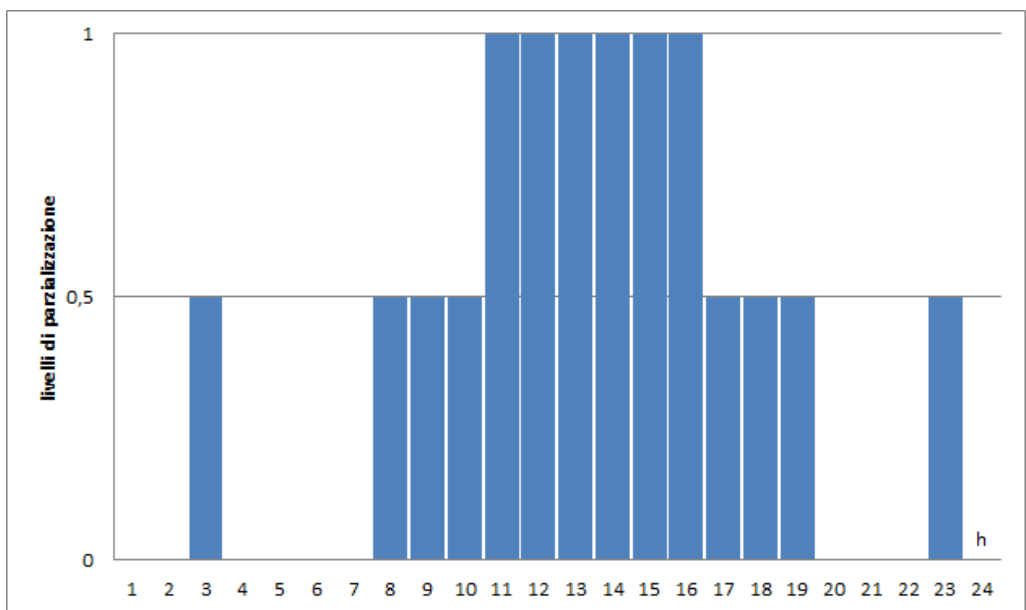


Figura 3.26. Funzionamento estivo G.F.1.

Nelle ore notturne i cicli di accensione del gruppo frigorifero sono distribuiti durante la notte con modalità ON-OFF, per semplicità grafica sono stati raggruppati in 2 cicli di funzionamento da un'ora ciascuno.



Per il G.F.1 risulta quindi:

- 3,5 h<sub>eq</sub> in regime invernale
- 5 h<sub>eq</sub> in regime di mezza stagione
- 10 h<sub>eq</sub> in regime estivo

La stessa modalità di analisi eseguita sul G.F.1 è stata effettuata su tutte le altre macchine, nelle tabelle seguenti sono riportati i consumi elettrici delle apparecchiature HVAC (da tab. 3.49 a tab. 3.59).

Una sala operatoria deve rimanere sempre pronta per emergenze, è quindi plausibile pensare che il gruppo frigorifero ad essa asservito abbia ore equivalenti di funzionamento maggiori rispetto agli altri.

**Tabella 3.49. Consumi elettrici gruppi frigoriferi**

Gruppo frigorifero	h <sub>eq</sub> mesi invernali	h <sub>eq</sub> mezza stagione	h <sub>eq</sub> estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
G.F. 1	388,5	460	1.220	6.783	8.032	21.301	36.116
G.F. 2	277,5	230	1.220	2.207	1.829	9.704	13.741
G.F. 3	0	108,5	1.464	0	3.704	49.974	53.678
G.F. 4	0	116,3	1.464	0	3.245	40.866	44.111
G.F. 5	0	116,3	1.464	0	3.245	40.866	44.111
G.F. 6	0	116,3	1.464	0	3.597	45.301	48.898
G.F. 7	0	116,3	1.220	0	1.015	10.651	11.665
G.F. 8	0	116,3	1.464	0	2.582	32.520	35.102
G.F. 9	0	116,3	1.464	0	3.045	38.342	41.387
G.F. 10	0	116,3	1.464	0	3.045	38.342	41.387
G.F. 11	0	116,3	1.464	0	2.582	32.520	35.102
G.F. 12	0	116,3	1.464	0	2.582	32.520	35.102
<b>TOTALE</b>							<b>440.399</b>

## UTA

Il calcolo delle ore equivalenti nel caso delle UTA è stato eseguito considerando il fatto di dover garantire una determinata portata durante la maggior parte del giorno in tutti gli scenari di funzionamento.

Le UTA asservite alle sale operatorie hanno funzionamento continuato dovendo garantire sempre elevati valori di ricambio orari.

La climatizzazione del poliambulatorio ha esigenze diverse a seconda del regime di funzionamento e, in regime estivo il controllo dell'umidità porta le unità di trattamento a funzionare per periodi superiori rispetto al regime invernale.

È stato tenuto conto del fatto che le macchine a servizio degli ambulatori la domenica non fossero in funzione, in regime estivo è possibile che occorra deumidificare i locali dotati di attrezzature più sensibili alla variazione di umidità (TAC, Risonanza Magnetica).

**Tabella 3.50. Consumi elettrici UTA**

UTA	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
UTA 01	3.624	2.184	2.928	29.880	18.007	24.141	72.028
UTA 02	3.624	2.184	2.928	58.951	35.527	47.629	142.108
UTA 03	1.812	1.092	1.464	2.636	1.589	2.130	6.355
UTA 04	1.812	1.092	1.464	3.867	2.330	3.124	9.321
UTA 05	3.624	2.184	2.928	26.365	15.889	21.301	63.554
UTA 06	3.624	2.184	2.928	10.546	6.355	8.520	25.422
<b>TOTALE</b>						<b>318.789</b>	

### Ausiliari

Le ore equivalenti sono state ritenute coincidenti con le ore effettive di funzionamento poiché non parzializzano, le pompe asservite all'impianto di riscaldamento sono in funzione per 20 ore equivalenti, i circolatori sulla rete di ricircolo dell'acqua calda sanitaria sono in funzione per 18 ore equivalenti al pari della pompa presente in centrale idrica.

Per le pompe di distribuzione dell'acqua refrigerata sono state stimate le stesse ore equivalenti dei frigoriferi a cui sono asservite.

Per le pompe di vuoto sono state scelte 13 ore equivalenti.

**Tabella 3.51. Consumi elettrici pompa centrale idrica.**

Ausiliare	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
P1	2.718	1.638	2.196	19.773	11.916	15.976	47.666
<b>TOTALE</b>						<b>47.666</b>	

**Tabella 3.52. Consumi elettrici pompe sottocentrale termica 1.**

Ausiliare	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
P2	3.020,0	300,0	0	3.222	320	0	3.542
P3	2.718,0	1.638,0	2.196,0	567	342	458	1.366
P4	3.020,0	300,0	0	1.933	192	0	2.125
<b>TOTALE</b>						<b>7.034</b>	

**Tabella 3.53. Consumi elettrici pompe sottocentrale termica 2.**

Ausiliare	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
P5	3.020	300	0	6.445	640	0	7.085
P6	2.718	1.638	2.196	369	222	298	890
<b>TOTALE</b>							<b>7.975</b>

**Tabella 3.54. Consumi elettrici pompe sottocentrale termica 3.**

Ausiliare	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
P7	3.020	300	0	1.318	131	0	1.449
P8	3.020	300	0	2.636	262	0	2.898
P9	388,5	388,5	1.220	509	509	1.598	2.615
<b>TOTALE</b>							<b>6.963</b>

**Tabella 3.55. Consumi elettrici ausiliari centrale termica.**

Ausiliare	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
Br2	2.718	270,0	0	4.218	419	0	4.637
Br3	3.020	270,0	1.464	4.687	419	2.272	7.378
P10	3.020	300,0	0	17.576	1.746	0	19.322
P11	3.020	300,0	1.464	8.788	873	4.260	13.921
<b>TOTALE</b>							<b>45.259</b>

**Tabella 3.56. Consumi elettrici pompe di vuoto.**

Ausiliare	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
PV	1.443	1.183	1.586	19.596	16.065	21.538	57.199
<b>TOTALE</b>							<b>57.199</b>

Il riepilogo dell' energia elettrica assorbita dagli ausiliari è riportato in tab. 3.57.

**Tabella 3.57. Riepilogo energie elettrica assorbita dagli ausiliari.**

<b>Energia elettrica assorbita dagli ausiliari</b>	<b>172.096</b>
--	----------------

## CDZ

Gli split sono situati nelle zone non servite da UTA o fancoil, il loro regime di utilizzo ha dei picchi in corrispondenza dell'avvio e delle ore più calde della giornata. I climatizzatori portatili sono situati principalmente nelle degenze e, come per gli split, hanno picchi di potenza in avvio e nelle ore più calde del giorno. Le ore equivalenti nel caso di split e climatizzatori portatili sono state calcolate ipotizzando un loro funzionamento a piena potenza per circa 4 ore al giorno e a regime attenuato per il resto della giornata lavorativa.

Si hanno 5,2 ore equivalenti per gli split e 8,62 per i climatizzatori portatili.

**Tabella 3.58. Consumi elettrici split e climatizzatori portatili**

CDZ	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
Split	0	0	634,4	0	0	25.722	25.722
Climatizzatore portatile	0	0	1.052	0	0	33.051	3.3051
<b>TOTALE</b>							<b>46.687</b>

## Fancoil

Le ore equivalenti per i fancoil coincidono con le ore più calde e di maggiore attività della giornata. In inverno alcuni di essi sono impiegati per raffrescare i locali di T.A.C e Risonanza Magnetica.

**Tabella 3.59. Consumi elettrici fancoil.**

Ausiliare	$h_{eq}$ mesi invernali	$h_{eq}$ mezza stagione	$h_{eq}$ estate	Consumo mesi invernali [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mezza stagione [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo mesi estivi [kWh <sub>el</sub> ]	TOTALE [kWh <sub>el</sub> ]
Fancoil	388,5	460,0	1.220,0	2.510	2.972	7.881	13.363
<b>TOTALE</b>							<b>13.363</b>

## Riepilogo energie assorbite HVAC

In tab 3.60 è riportato il riepilogo dei consumi riguardanti le macchine HVAC

**Tabella 3.60. Riepilogo energie assorbite HVAC.**

HVAC	Energia assorbita [kWh <sub>el</sub> ]
Gruppi frigoriferi	440.399
UTA	318.789
Ausiliari	172.096
CDZ	58.773
Fancoil	13.363
<b>TOTALE</b>	<b>1.003.419</b>

### 3.6.2 Illuminazione

#### Fattore di contemporaneità

Prima di procedere con l'analisi delle potenze e delle energie assorbite è necessario introdurre un fattore di contemporaneità.

Tale fattore indica la media dei corpi illuminanti accesi contemporaneamente ed è calcolabile tramite sopralluoghi e/o l'assunzione di ipotesi di funzionamento adeguate.

Per il calcolo si applica l'equazione 3.4:

$$\text{fattore di contemporaneità} = \frac{n_{\text{corpi illuminanti accesi}}}{n_{\text{corpi illuminanti totali}}} \quad (\text{eq.3.4})$$

Anche nel caso dell'illuminazione sono stati individuati 3 regimi di funzionamento:

- **giornaliero:** ore lavorative con disponibilità di luce diurna;
- **serale:** ore lavorative senza disponibilità di luce diurna;
- **notturno:** ore non lavorative o a personale ridotto senza disponibilità di luce diurna.

#### ANALISI POTENZE

La tab. 3.61 e tab. 3.62 sono riassunte le potenze assorbite dagli apparati illuminanti interni ed esterni in funzione dei locali serviti e del regime di funzionamento.

I fattori di contemporaneità sono stati calcolati basandosi sugli appunti presi durante i sopralluoghi e tramite informazioni del personale tecnico, non è stato possibile censire tutti i locali di conseguenza è stato impiegato lo stesso metodo suggerito per il calcolo della potenza installata (sono stati visitati solo alcuni locali campione).

I fattori di contemporaneità giornalieri e serali sono il risultato di osservazione diretta, mentre quelli notturni sono stati ipotizzati basandosi sui dati forniti dall'ufficio tecnico.

**Tabella 3.61. Potenze assorbite illuminazione interna.**

Zone	Fattore di cont. giorno	Fattore di cont. sera	Fattore di cont. notte	Pot assorbita giorno[kW <sub>e</sub> ]	Pot assorbita sera[kW <sub>e</sub> ]	Pot assorbita notte[kW <sub>e</sub> ]
Uffici	0,8	0,9	0,2	8,5	9,6	2,1
Ambulatori	0,8	0,9	0,2	18,6	20,9	4,6
Corridoi	0,8	0,9	0,9	35,2	39,6	39,6
Degenze	0,6	0,8	0,1	9,0	12,0	1,5
Depositi/mazzini	0,7	0,8	0,2	4,2	4,8	1,2

Bagni	0,5	0,8	0,8	2,7	4,4	4,4
			<b>TOTALE</b>	<b>78</b>	<b>91</b>	<b>53</b>

**Tabella 3.62. Potenze assorbite illuminazione esterna.**

Zone	Fattore di cont. giorno	Fattore di cont. sera	Fattore di cont. notte	Pot assorbita giorno[kW]	Pot assorbita sera[kW <sub>el</sub> ]	Pot assorbita notte[kW <sub>el</sub> ]
Esterno	0	0,8	0,8	0	32	32
				<b>TOTALE</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

### Riepilogo potenze

In tab. 3.63 è riportato il riepilogo delle potenze assorbite dagli apparecchi illuminanti.

**Tabella 3.63. Riepilogo potenze assorbite illuminazione**

illuminazione	POT. assorbita giorno [kW <sub>el</sub> ]	POT. assorbita sera [kW <sub>el</sub> ]	POT. assorbita notte [kW <sub>el</sub> ]
Interna	78	91	53
Esterna	0	32	32
<b>TOTALE</b>	<b>78</b>	<b>123</b>	<b>86</b>

## ANALISI ENERGETICHE

Per il calcolo dei consumi di energia elettrica derivanti dagli apparati illuminanti sono state ricavate le ore effettive per ciascun regime di funzionamento.

Il calcolo delle ore di regime giornaliero è stato fatto basandosi su dati mensili riguardanti le effettive ore di luce a Monza (vedi tab. 3.64).

**Tabella 3.64. Ore luce Monza.**

Mese	h luce giorno	giorni	h luce
Gennaio	9,25	31	287
Febbraio	10,45	28	293
Marzo	12	31	372
Aprile	13,58	30	407
Maggio	15	31	465
Giugno	15,7	30	471
Luglio	15,35	31	476
Agosto	14,15	31	439
Settembre	12,62	30	379
Ottobre	11	31	341

Novembre	9,62	30	289
Dicembre	8,83	31	274
		<b>TOTALE</b>	<b>4.491</b>

Per il calcolo delle ore di regime giornaliero è stato introdotto un coefficiente di sfruttamento della luce artificiale nelle ore di luce, tale coefficiente tiene conto del fatto che in inverno l'illuminazione è sfruttata maggiormente nelle ore di luce rispetto che nei mesi estivi.

In tab. 3.65 sono riportati i dati per il calcolo delle ore di regime giornaliero.

**Tabella 3.65. Coefficienti di utilizzo luce artificiale.**

Mese	h luce	Coefficiente utilizzo luce artificiale	h regime giorno
Gennaio	287	0,9	258
Febbraio	293	0,8	234
Marzo	372	0,6	223
Aprile	407	0,4	163
Maggio	465	0,4	186
Giugno	471	0,4	188
Luglio	476	0,4	190
Agosto	439	0,4	175
Settembre	379	0,4	151
Ottobre	341	0,6	205
Novembre	289	0,8	231
Dicembre	274	0,9	246
		<b>TOTALE</b>	<b>2.452</b>

Le fasce orarie lavorative selezionate sono :

- dalle 8 alle 20 per gli uffici;
- dalle 8 alle 18 per gli ambulatori;
- dalle 7.30 alle 22 per le degenze

Per i mesi da aprile ad ottobre le ore di luce sono calcolate a partire dalle 7 mentre negli altri mesi a partire dalle 8.

Per il calcolo delle ore di regime serale sono state individuate le fasce orarie di lavoro per uffici, ambulatori e degenze e individuate mese per mese le ore lavorative al di fuori dell'intervallo di disponibilità di luce diurna.

In tab. 3.64 sono riportate le ore di regime serale calcolate mese per mese per uffici, ambulatori e degenze.

**Tabella 3.66. Ore di sera uffici, ambulatori e degenze.**

Mese	h sera uffici	h sera ambulatori	h sera degenze
Gennaio	85,3	23,3	162,8
Febbraio	43,4	0	113,4
Marzo	0	0	77,5
Aprile	0	0	57,6
Maggio	0	0	15,5
Giugno	0	0	0
Luglio	0	0	4,7
Agosto	0	0	41,9
Settembre	11,4	0	86,4
Ottobre	62	0	139,5
Novembre	71,4	11,4	146,4
Dicembre	98,3	36,3	175,8
<b>TOTALE</b>	<b>371,7</b>	<b>70,9</b>	<b>1.021</b>

Le ore notturne sono state calcolate sottraendo alle ore anno (8.760) le ore di luce e le ore di sera.

Alcuni apparati illuminanti hanno utilizzo indipendente dalle condizioni di luce, il loro funzionamento risulta quindi continuo durante l'anno, cioè per 8.760 h<sub>eq</sub>. Grazie a chiarimenti del personale tecnico e dalle visite di alcuni locali campione della struttura è stato riscontrato che la percentuale di illuminazione a funzionamento continuo varia dall'8% al 12% della potenza totale installata per l'illuminazione.

Le potenze assorbite non cambiano in quanto la potenza assorbita da questo gruppo di apparati è già stata conteggiata, l'energia assorbita risulta superiore in quanto funzionano per più ore.

Il calcolo dell'energia assorbita è stato eseguito considerando il 10% (media tra 8% e 12%) della potenza installata in funzionamento continuato e le h<sub>eq</sub> sono state prese pari a 8760.

Il risultato è riportato in tab. 3.69.

In tab. 3.67 e tab 3.68 sono riportati i risultati riguardanti il calcolo dei consumi di energia elettrica di illuminazione interna ed esterna.

Alle potenze installate è stato sottratto il 10% in modo da separare gli apparati a funzionamento intermittente da quelli a funzionamento continuo.

Il consumo totale di energia elettrica è stato ricavato tramite l'eq. 3.5.



$$\left( (P_{ass\ giorno}) * \left( \frac{h_{giorno}}{anno} \right) \right) + \left( (P_{ass\ sera}) * \left( \frac{h_{sera}}{anno} \right) \right) + \left( (P_{ass\ notte}) * \left( \frac{h_{notte}}{anno} \right) \right) \quad (\text{eq. 3.5})$$

$P_{ass\ giorno}$  : POT installata funz non continuo \* fattore di cont. giorno

$P_{ass\ sera}$  : POT installata funz non continuo \* fattore di cont. sera

$P_{ass\ notte}$  : POT installata funz non continuo \* fattore di cont. notte

**Tabella 3.67. Consumi elettrici illuminazione interna a funzionamento non continuo.**

Zone	POT installata funz non continuo [kW <sub>el</sub> ]	h giorno/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	9,6	2.452	372	3.897	29.402
Ambulatori	20,9	2.452	71	4.198	59.804
Corridoi	39,6	2.452	-	4.269	229.866
Degenze	13,5	2.452	1.021	3.248	35.304
Depositi/magazzini	5,4	2.452	-	4.269	13.961
Bagni	4,9	2.452	-	4.269	22.807
				<b>TOTALE</b>	<b>391.145</b>

**Tabella 3.68. Consumi elettrici illuminazione esterna.**

Zone	h luce/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Esterno	4.491	-	4.269	137.332
			<b>TOTALE</b>	<b>137.332</b>

**Tabella 3.69. Consumo corpi illuminanti a funzionamento continuo.**

Zone	Pot sempre in funzione [kW <sub>el</sub> ]	h <sub>eq</sub>	Consumo [kWh <sub>el</sub> ]
Uffici	1,1	8.760	9.305
Ambulatori	2,3	8.760	20.318
Corridoi	4,4	8.760	38.553
Degenze	1,5	8.760	13.151
Depositi/magazzini	0,6	8.760	5.287
Bagni	0,5	8.760	4.783
<b>TOTALE</b>	<b>10,4</b>		<b>91.399</b>

### Riepilogo energia assorbita

In tab. 3.70 è riportato il riepilogo dell'energia elettrica consumata dagli apparati illuminanti.

**Tabella 3.70. Riepilogo consumi elettrici illuminazione.**

<b>Zone</b>	<b>Consumo [kWh<sub>el</sub>/anno]</b>
Interno funzionamento non continuo	391.145
Interno funzionamento continuo	91.399
Esterno	137.332
<b>TOTALE</b>	<b>619.875</b>

### 3.6.3 Sollevamento

#### ANALISI POTENZE

Per il calcolo delle potenze assorbite dagli impianti di sollevamento è stato introdotto un coefficiente di assorbimento elettrico pari 0,9 in quanto tale è il rapporto (approssimato) tra potenza assorbita misurata e potenza di targa delle macchine.

Le potenze assorbite sono riportate in tab. 3.71.

**Tabella 3.71. Potenze assorbite sollevamento.**

<b>Zona</b>	<b>Pot ass[kW<sub>el</sub>]</b>
S. Chiara	5,89
S. Chiara	3,54
Blocco op vecchio	4,95
Blocco op nuovo	4,95
S. Giovanni	4,95
S. Lucia	7,07
TAC	6,29
S. Filippo	6,29
S. Lucia	4,71
Montacarichi mensa	3,30
<b>TOTALE</b>	<b>52</b>

## ANALISI ENERGETICHE

Per il calcolo del consumo di energia elettrica è stato impiegato il metodo suggerito dalla European Lift Association (ELA)<sup>7</sup>.

Occorre applicare le equazioni (da eq. 3.6 a eq. 3.8).

$$E_{lift} = \left( c_{aml} \right) * \left( \frac{(c_{atd}) * (E_{cycle}) * 2 * (1 - c_{bal})}{1000} \right) * (n_{trip}) \quad (\text{eq.3.6})$$

$$E_{stand-by} = \left( (8760) - \left( \frac{(c_{atd}) * h * (n_{trip})}{v * 3600} \right) \right) * (P_{stand-by}) / 1000 \quad (\text{eq.3.7})$$

$$E_{tot} = E_{lift} + E_{stand-by} \quad (\text{eq.3.8})$$

I termini che compongono le equazioni sono:

$E_{lift}$ : energia consumata in un anno dagli azionamenti dell'ascensore [ $\text{kWh}_{el}$ ].

$c_{aml}$ : fattore di carico medio del motore.

$c_{atd}$ : fattore media distanza percorsa.

$h$ : massima altezza corsa [m].

$n_{trip}$ : viaggi in un anno.

$E_{stand-by}$ : energia consumata in un anno durante lo stand-by [ $\text{kWh}_{el}$ ].

$E_{cycle}$ : energia consumata durante una singola corsa [ $\text{Wh}_{el}$ ].

$c_{bal}$ : fattore di bilanciamento.

$E_{tot}$ : energia totale consumata in un anno [ $\text{kWh}_{el}$ ].

$P_{stand-by}$ : potenza assorbita durante lo stand-by [ $\text{W}_{el}$ ].

$v$ : velocità dell'ascensore [m/s]

Alcuni valori sono suggeriti in apposite tabelle mentre altri sono stati misurati e/o stimati.

---

<sup>7</sup> "Energy Efficient Elevators and Escalators" (2010) – European Lift Association.

I valori suggeriti dalla ELA per  $c_{aml}$ ,  $c_{atd}$  e  $c_{bal}$  sono riportati da tab. 3.72 a tab. 3.74.

**Tabella 3.72. Fattore di carico medio del motore.**

Lift technology	$C_{aml}$
Traction lifts 50% balanced no regenerative drive systems	0,35
Traction lifts 50% balanced with gearless regenerative drive systems	0,35
Hydraulic lifts without counterweight	0,30

**Tabella 3.73. Fattore media distanza percorsa.**

Quantity of stops	Average Travel Distance $c_{atd}$
2 stop building	maximum travel distance (lowest to topmost floor)
more stop building	0,5 * maximum travel distance (lowest to topmost floor)
more than one lift forming a group of lifts in a more than 2 stop building	0,3 * maximum travel distance (lowest to topmost floor)

**Tabella 3.74. Fattore bilanciamento.**

Type of Lift	$C_{bal}$
Traction lift 50% balanced	0,50
Hydraulic lift no balanced	0

Le velocità impiegate nel calcolo per ascensore a fune e idraulico sono rispettivamente 1,3 m/s e 0,7 m/s.

Il numero di viaggi in un anno è stato calcolando suddividendo la giornata in fasce orarie di utilizzo:

- ore di alto utilizzo: 1 viaggio ogni minuto;
- ore di medio utilizzo: 1 viaggio ogni 5 min;
- ore di basso utilizzo: 1 viaggio ogni 10 min.

Un'ulteriore suddivisione è stata effettuata, ripartendo i giorni in:

- giorni della settimana (da lunedì a venerdì);
- fine settimana (sabato e domenica)

Dall'osservazione di alcuni ascensori durante i sopralluoghi in clinica è stato possibile identificare approssimativamente le fasce orare di alto e medio utilizzo durante i giorni della settimana, la fascia oraria a di basso utilizzo è stata attribuita alle ore notturne.

L'utilizzo nel fine settimana è stato calcolato osservando gli ascensori durante alcuni giorni di agosto durante i quali l'attività della clinica era ridotta, paragonabile quindi al funzionamento di sabato e domenica (tab.3.75).

**Tabella 3.75. Calcolo numero viaggi ascensori**

	h alto utilizzo	h medio utilizzo	h basso utilizzo	n viaggi	n viaggi settimana	n viaggi anno
Giorni settimanali	6	10	8	528	2.640	137.280
Fine settimana	3	10	11	366	732	38.064
					<b>TOTALE</b>	<b>175.344</b>

Per il montacarichi sono stati osservati circa 4 viaggi in 15 min, essendo il suo utilizzo limitato a 6 ore al giorno abbiamo ricavato circa 100 viaggi/giorno nei giorni settimanali, supponendo un carico di lavoro ridotto della metà sono stati stimati 50 viaggi/giorno nei fine settimana.

L'energia assorbita durante è stata calcolata secondo l'equazione (eq. 3.9).

$$E_{cycle} = 2 * (P_{ass}) * \left(\frac{h_m}{v}\right) * 1000 \quad (\text{eq.3.9})$$

$P_{ass}$ : potenza assorbita dal motore [ $kW_{el}$ ].

$h_m$ :  $h/2$  [m].

In tab. 3.76 sono riportati i risultati riguardanti il consumo di energia elettrica per gli impianti di sollevamento.

**Tabella 3.76. Consumi energia elettrica sollevamento.**

Zona	h[m]	$E_{cycle}$ [ $Wh_{el}$ ]	$n_{trip}$	$E_{lift}$ [ $kWh_{el}$ ]	$E_{stand-by}$ [ $kWh_{el}$ ]	$E_{tot}$ [ $kWh_{el}$ ]
S. Chiara	18	22,66	175.344	6.259	3.374	9.633
S. Chiara	18	13,60	175.344	3.004	2.239	5.243
Blocco op vecchio	18	19,04	175.344	5.258	2.834	8.092
Blocco op nuovo	18	19,04	175.344	5.258	2.834	8.092
S. Giovanni	18	19,04	175.344	4.206	3.134	7.341
S. Lucia	18	27,20	175.344	9.013	3.619	12.633
TAC	6	14,97	175.344	2.834	5.034	7.868
S. Filippo	18	24,18	175.344	5.341	3.980	9.321
S. Lucia	18	18,13	175.344	7.010	2.127	9.137
Montacarichi mensa	6	7,86	31.200	265	2.847	3.111
			<b>TOTALE</b>	48.499	32.022	<b>80.471</b>

### 3.6.4 Elettromedicali

#### ANALISI POTENZE

Per il calcolo della potenza assorbita dalle macchine elettromedicali si è fatto riferimento alla potenza media assorbita durante la fase di funzionamento, si tratta di una media pesata delle potenze istantanee assorbite dalla macchina durante le fasi di attività.

Per la T.A.C la potenza media assorbita è stata stimata pari al 20% della potenza di picco, mentre per un frigorifero biologico la potenza media assorbita è stata stimata pari al 30% della potenza di picco.

Risulta quindi importante conoscere le modalità di funzionamento delle macchine analizzate e ricavare un coefficiente picco/media che ne approssimi gli assorbimenti.

Anche per gli elettromedicali è stato introdotto un coefficiente di contemporaneità legato al numero degli elementi corrispondenti alla singola voce. In tab. 3.77 sono riportate le potenze medie assorbite dalle macchine elettromedicali, per tali macchine è stato ricavato un coefficiente di assorbimento elettrico pari a 0,97 (frutto di misure dirette dove possibile).

**Tabella 3.77. Potenza media assorbita elettromedicali.**

Elettromedicale	fattore contemporaneità	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	fattore media su picco	Pot assorbita media[kW <sub>el</sub> ]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO	1,00	97,0	0,2	19
TOMOGRAFO A RISONANZA MAGNETICA	1,00	67,9	0,4	27
TOMOGRAFO A COERENZA OTTICA	1,00	48,5	0,2	10
AUTOCLAVE	0,67	58,2	0,1	6
TERMOSALDATRICE	0,50	21,3	0,1	2
ANALIZZATORE MULTIPARAMETRICO SELETTIVO	1,00	9,7	0,1	1
AUTOCLAVE PER PICCOLI CARICHI	0,50	9,7	0,1	1
CENTRIFUGA REFRIGERATA	1,00	9,7	0,1	1
LAVATRICE PER ENDOSCOPI	0,67	19,4	0,1	2
LITOTRITORE ENDOSCOPICO	1,00	9,7	0,1	1
MAMMOGRAFO	1,00	9,7	0,2	2
MAMMOGRAFO OTTICO	1,00	9,7	0,2	2
LAVAGGIO E DISINFEZIONE, APPARECCHIO PER	1,00	8,7	0,1	1
LASER CHIRURGICO	0,75	21,8	0,1	2
TAVOLO PER PAZIENTE PER APPARECCHIO RADIOLOGICO	1,00	6,6	0,1	1
LAVAGGIO DEI MANIPOLI, APPARECCHIO PER	1,00	6,1	0,1	1
PIASTRA RISCALDANTE	0,50	5,8	0,5	3

LAMPADA RAGGI ULTRAVIOLETTI	1,00	5,3	0,5	3
CARRELLO ELETTRIFICATO	0,57	25,7	0,2	5
COAGULOMETRO	1,00	3,2	0,1	0,3
RIPRODUTTORE LASER PER BIOIMMAGINI	0,75	9,5	0,1	1
ANALIZZATORE AUTOMATICO PER IMMUNOCHEMICA	1,00	5,8	0,1	1
ANALIZZATORE EMATOLOGICO	1,00	2,9	0,1	0,3
ANALIZZATORE IDROGENO	1,00	2,9	0,1	0,3
ANALIZZATORE URINE	1,00	2,9	0,1	0,3
ANALIZZATORE VISIONE PERIFERICA	1,00	2,9	0,1	0,3
LAVAGGIO AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER	1,00	2,3	0,1	0,2
BAGNO TERMOSTATICO	0,67	2,5	0,1	0,3
LAVAGGIO AD ULTRASUONI, APPARECCHIATURA PER	1,00	2,3	0,1	0,2
FRIGOEMOTECA	1,00	1,0	0,1	0,1
FRIGORIFERO BIOLOGICO	1,00	23,3	0,3	7,0
INCUBATORE AD ANIDRIDE CARBONICA	0,86	17,5	0,3	5,2
CONGELATORE DA LABORATORIO	1,00	2,6	0,5	1,3
INCUBATORE	0,80	6,2	0,3	1,9
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	1,00	0,7	0,1	0,1
APPARECCHIO MOTORIZZATO, CAPPASPIRANTE	1,00	0,7	0,1	0,1
CAPPA ASPIRANTE	1,00	0,6	0,2	0,1
ASPIRATORE FUMI CHIRURGICI	0,75	1,4	0,2	0,3
ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	0,50	3,2	0,2	0,6
CAPPA BIOLOGICA	0,67	0,9	0,2	0,2
CAPPA STERILE	0,50	0,9	0,2	0,2
CENTRIFUGA	0,57	1,3	0,1	0,1
ELETTROFORESI, APPARECCHIO PER	1,00	0,3	0,1	0,0
FONTE LUMINOSA GENERICA (PER ES: LAMPADINE DA VISITA AMB.)	0,73	4,7	0,5	2,3
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA	0,67	1,2	0,2	0,2
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA E CHIRURGIA MININVASIVA	0,50	1,7	0,2	0,3
FRIGORIFERO DOMESTICO	1,00	0,2		0,0
LAMPADA SCIALITICA	0,50	1,2	1	1,2
AGITATORE DA LABORATORIO	0,67	0,1	0,1	0,01
			<b>TOTALE</b>	<b>114</b>

Oltre alla potenza media assorbita occorre tener conto anche della potenza assorbita dagli elettromedicali in fase di stand-by, per le macchine di cui non si disponeva di dati certi è stata ipotizzata una potenza di stand-by uguale al 5%-10% di quella assorbita di picco a seconda del tipo di macchina.

Per le apparecchiature che vengono generalmente spente dopo l'utilizzo, la percentuale di stand-by è 0.

In tab. 3.78 sono riportati i valori delle potenze di stand-by.

**Tabella 3.78. Potenze di stand-by elettromedicali**

Elettromedicale	Pot stand-by[kW <sub>e</sub> ]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO	3,50
TOMOGRAFO A RISONANZA MAGNETICA	12,00
TOMOGRAFO A COERENZA OTTICA	3,50
AUTOCLAVE	2,91
TERMOSALDATRICE	0
ANALIZZATORE MULTIPARAMETRICO SELETTIVO	0,49
AUTOCLAVE PER PICCOLI CARICHI	0,49
CENTRIFUGA REFRIGERATA	0,49
LAVATRICE PER ENDOSCOPI	0,97
LITOTRITTORE ENDOSCOPICO	0,50
MAMMOGRAFO	1,50
MAMMOGRAFO OTTICO	1,50
LAVAGGIO E DISINFEZIONE, APPARECCHIO PER LASER CHIRURGICO	0
TAVOLO PER PAZIENTE PER APPARECCHIO RADIOLOGICO	0,33
LAVAGGIO DEI MANIPOLI, APPARECCHIO PER PIASTRA RISCALDANTE	0
LAMPADA RAGGI ULTRAVIOLETTI	0
CARRELLO ELETRIFICATO	0
COAGULOMETRO	0,16
RIPRODUTTORE LASER PER BIOIMMAGINI	0,47
ANALIZZATORE AUTOMATICO PER IMMUNOCHEMICA	0,29
ANALIZZATORE EMATOLOGICO	0,15
ANALIZZATORE IDROGENO	0,15
ANALIZZATORE URINE	0,15
ANALIZZATORE VISIONE PERIFERICA	0,15
LAVAGGIO AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER BAGNO TERMOSTATICO	0,12
LAVAGGIO AD ULTRASUONI, APPARECCHIATURA PER FRIGOEMOTECA	0
FRIGORIFERO BIOLOGICO	0
INCUBATORE AD ANIDRIDE CARBONICA	0
CONGELATORE DA LABORATORIO	0,13
INCUBATORE	0,31
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER CAPPASPIRANTE	0,03
CAPPASPIRANTE	0,03
ASPIRATORE FUMI CHIRURGICI	0,07
ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	0,16
CAPPASPIRANTE BIOLOGICA	0,05
CAPPASPIRANTE STERILE	0,05



CENTRIFUGA	0,06
ELETTROFORESI, APPARECCHIO PER	0,01
FONTE LUMINOSA GENERICA (PER ES: LAMPADE DA VISITA AMB.)	0
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA	0
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA E CHIRURGIA MININVASIVA	0
FRIGORIFERO DOMESTICO	0
LAMPADA SCIALITICA	0
AGITATORE DA LABORATORIO	0,01
<b>TOTALE</b>	<b>33</b>

### ANALISI ENERGETICHE

Il calcolo dell'energia elettrica assorbita è stato effettuato calcolando le ore/giorno e i giorni/settimana di utilizzo, le ore di stand-by sono state calcolate sottraendo a 8.760 le ore di funzionamento della macchina.

I risultati sono riportati in tab. 3.79.

**Tabella 3.79. Analisi consumi elettrici elettromedicali.**

Elettromedicale	h/giorno	giorni/sett	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]	Consumo stand-by [kWh <sub>el</sub> /anno]	Consumo totale [kWh <sub>el</sub> /anno]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO	12	5	55.539	18.036	68.422
TOMOGRAFO A RISONANZA MAGNETICA	12	5	77.755	61.838	139.593
TOMOGRAFO A COERENZA OTTICA	10	5	23.141	19.706	37.217
AUTOCLAVE	3	5	4.165	21.244	25.409
TERMOSALDATRICE	4	3	1.222	0	9.164
ANALIZZATORE MULTIPARAMETRICO SELETTIVO	6	5	1.388	3.194	4.582
AUTOCLAVE PER PICCOLI CARICHI	3	5	694	3.541	4.235
CENTRIFUGA REFRIGERATA	4	5	926	3.425	4.351
LAVATRICE PER ENDOSCOPI	4	5	1.851	6.850	8.701
LITOTRITORE ENDOSCOPICO	8	5	1.851	3.054	4.905
MAMMOGRAFO	8	5	3.703	9.161	6.756
MAMMOGRAFO OTTICO	8	5	3.703	9.161	6.756
LAVAGGIO E DISINFEZIONE, APPARECCHIO PER	4	5	833	0	3.916
LASER CHIRURGICO	4	3	1.250	0	9.372
TAVOLO PER PAZIENTE PER APPARECCHIO RADIOLOGICO	8	5	1.259	2.014	3.273
LAVAGGIO DEI MANIPOLI	4	5	583	0	2.741
PIASTRA RISCALDANTE	4	6	3.332	0	5.332
LAMPADA RAGGI ULTRAVIOLETTI	4	4	2.036	0	3.971

CARRELLO ELETTRIFICATO	6	5	7.358	0	15.819
COAGULOMETRO	4	5	305	1.130	1.436
RIPRODUTTORE LASER PER BIOIMMAGINI	6	5	1.354	3.114	4.467
ANALIZZATORE AUTOMATICO PER IMMUNOCHEMICA	6	5	833	1.916	2.749
ANALIZZATORE EMATOLOGICO	6	5	417	958	1.375
ANALIZZATORE IDROGENO	6	5	417	958	1.375
ANALIZZATORE URINE	6	5	417	958	1.375
ANALIZZATORE VISIONE PERIFERICA	6	5	417	958	1.375
LAVAGGIO AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER	4	5	222	822	1.044
BAGNO TERMOSTATICO	6	5	361	830	1.191
LAVAGGIO AD ULTRASUONI, APPARECCHIATURA PER	4	5	222	822	1.044
FRIGOEMOTECA	24	7	778	0	778
FRIGORIFERO BIOLOGICO	24	7	55.984	0	55.984
INCUBATORE AD ANIDRIDE CARBONICA	24	7	41.988	0	41.988
CONGELATORE DA LABORATORIO	24	7	10.497	0	10.497
INCUBATORE	24	7	14.929	0	14.929
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	8	5	130	207	337
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	8	5	130	207	337
CAPPA ASPIRANTE	4	4	96	229	325
ASPIRATORE FUMI CHIRURGICI	4	4	209	496	705
ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	4	4	487	1.157	1.645
CAPPA BIOLOGICA	4	4	139	331	470
CAPPA STERILE	4	4	139	331	470
CENTRIFUGA	4	5	120	445	566
ELETTROFORESI, APPARECCHIO PER	4	5	28	103	131
FORTE LUMINOSA GENERICA	8	5	4.443	0	5.865
FORTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA	8	5	444	0	800
FORTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA E CHIRURGIA MININVASIVA	8	5	666	0	1.200
FRIGORIFERO DOMESTICO			0	0	0
LAMPADA SCIALITICA	4	4	889	0	1.311
AGITATORE DA LABORATORIO	6	5	19	45	64
		<b>TOTALE</b>	329.670	177.240	<b>506.910</b>

### 3.6.5 Riepilogo inventario energetico (parte elettrica)

#### Potenze elettriche

Tramite l'inventario energetico è stato possibile comprendere l'origine delle potenze assorbite e dei consumi elettrici, nel riepilogo sono riportati i valori riguardanti il mese con la minor potenza di picco (gennaio) e quello con la maggiore (giugno) (tab. 3.80).

Per tenere conto del minor utilizzo di illuminazione nei mesi estivi la potenza per illuminazione assorbita a giugno è stata ritenuta il 20% inferiore rispetto a quella assorbita a gennaio.

Tabella 3.80. Riepilogo potenze assorbite.

Categoria	Potenza assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Potenza assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
HVAC	104	302
Illuminazione	78	63
Sollevamento	52	52
Elettromedicali	114	114
<b>TOTALE</b>	<b>348</b>	<b>530</b>

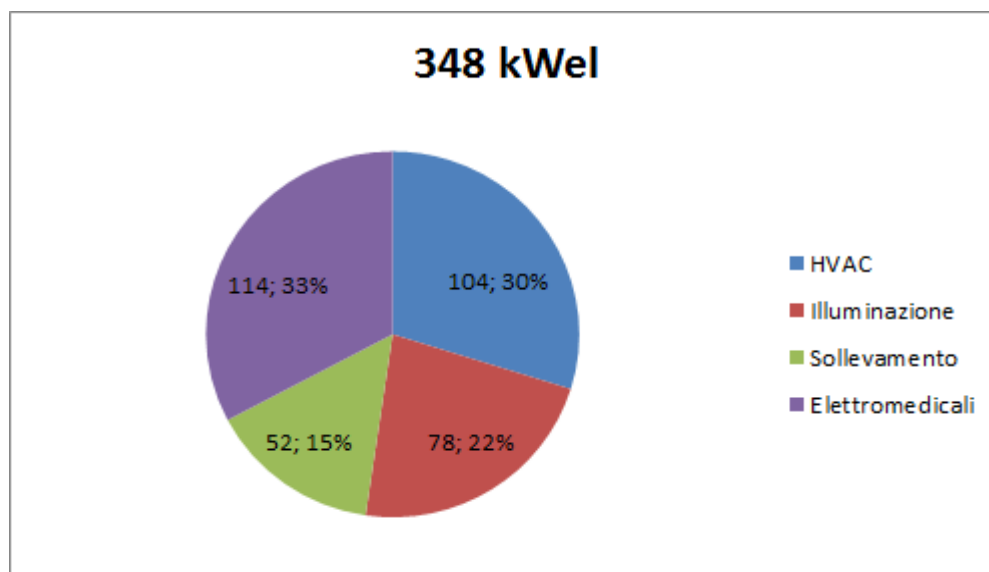
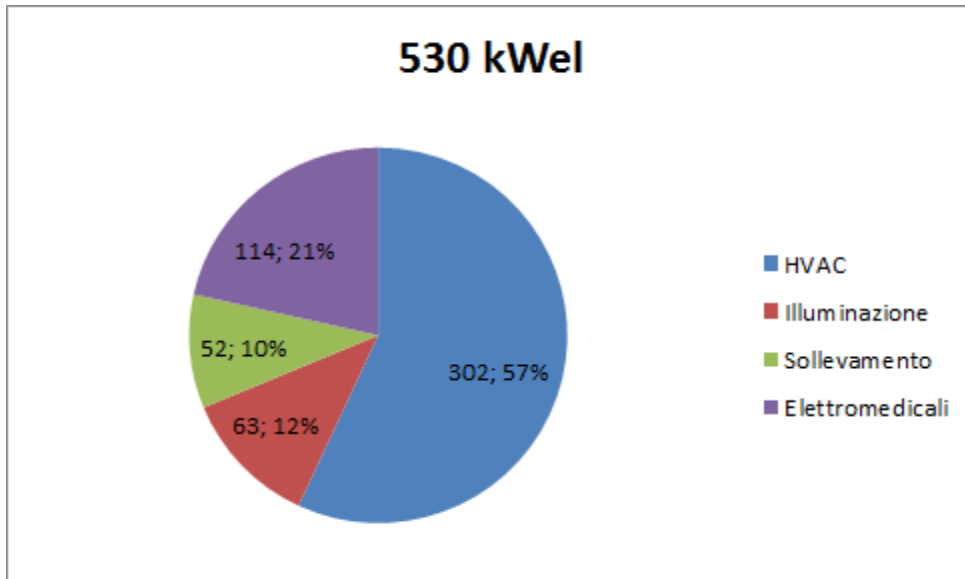


Figura 3.27. Potenze assorbite picco di gennaio [kW<sub>el</sub>].



**Figura 3.28. Potenze assorbite picco di giugno [kW<sub>el</sub>].**

### Riepilogo consumi elettrici

Il riepilogo dei consumi è riportato in tab. 3.81.

Tabella 3.81. Riepilogo consumi elettrici.

Categoria	Energia elettrica assorbita [kWh <sub>el</sub> /anno]
HVAC	1.003.419
Illuminazione	619.875
Sollevamento	80.471
Elettromedicali	506.910
<b>TOTALE</b>	<b>2.210.987</b>

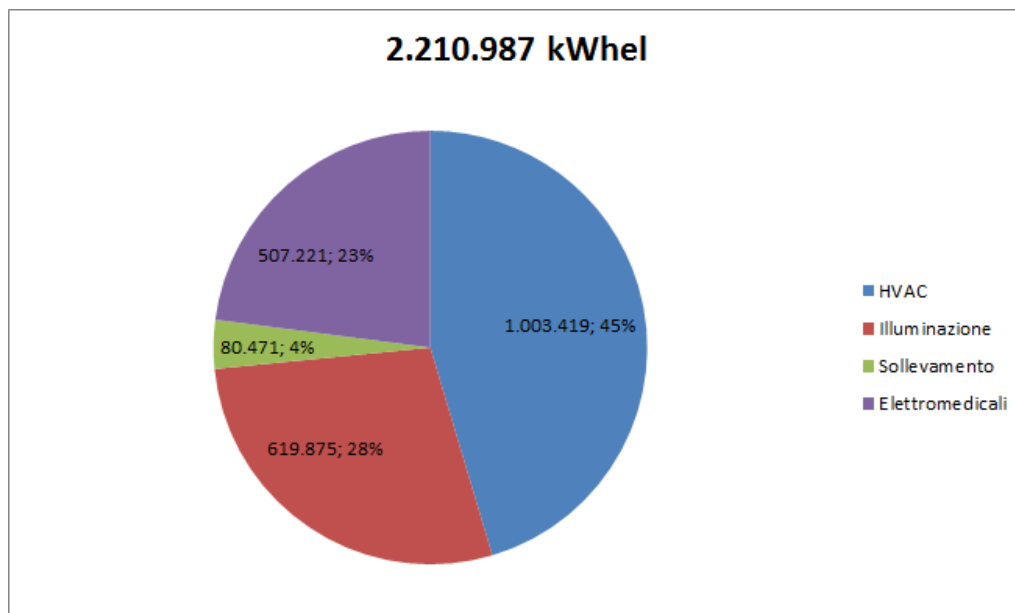


Figura 3.29. Ripartizione consumi elettrici [kWh<sub>el</sub>/anno].

La ripartizione delle potenze assorbite si discosta da quella riguardante le potenze installate, in particolare la fetta degli elettromedicali mostra un'evidente riduzione passando dal 49% sul totale di potenza installata, al 33% sul totale di potenza assorbita a gennaio (fig. 3.27) e 21% sul totale di potenza assorbita a giugno (fig. 3.28).

Tale scostamento rispetto alla potenza installata è dovuto soprattutto al fatto che le potenze medie assorbite dalla maggior parte degli elettromedicali sono molto inferiori rispetto a quella di picco.

La ripartizione delle energie assorbite (fig. 3.29) mostra come i maggiori responsabili dei consumi appartengano a categorie a funzionamento prolungato (HVAC e illuminazione).

Risulta interessante il calcolo delle ore di funzionamento equivalenti calcolate impiegando la potenza installata in funzione di ogni famiglia (tab.3.82).

**Tabella 3.82. Ore equivalenti di funzionamento alla massima potenza installata in funzione.**

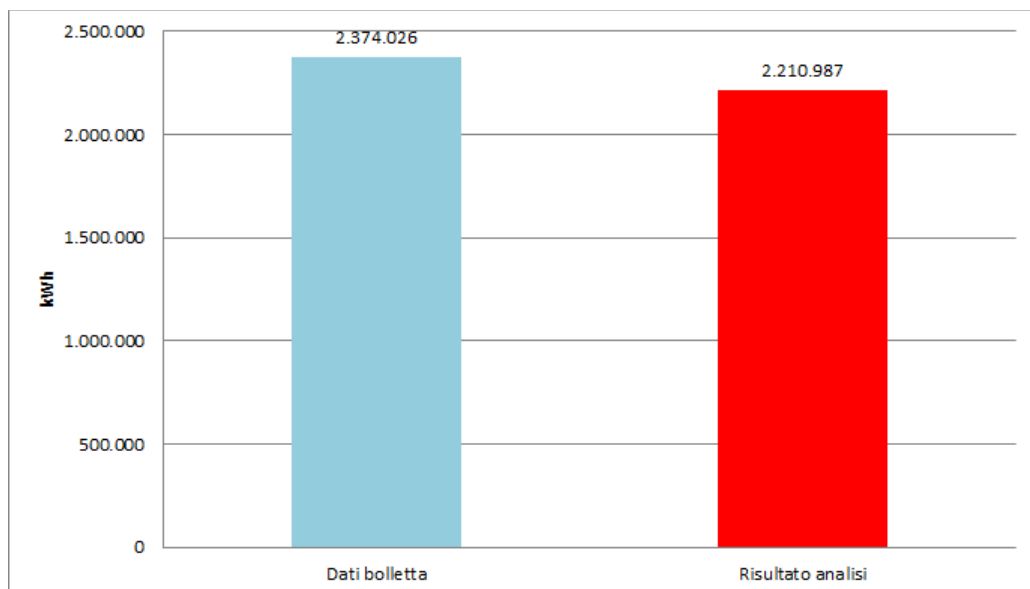
Categoria	Pot installata in funzione [kW <sub>el</sub> ]	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]	h <sub>eq</sub> /anno
HVAC	465	1.003.419	2.157
Illuminazione	145	593.215	4.288
Sollevamento	58	80.471	1.394
Elettromedicali	631	506.910	804

Pur avendo la maggior potenza installata la famiglia degli elettromedicali risulta avere il minor numero di ore equivalenti di funzionamento, dimostrazione che un'elevata potenza installata non è sempre sinonimo di elevati consumi. La conoscenza dei regimi di funzionamento è fondamentale per l'individuazione dei sistemi energetici meno efficienti sui quali intervenire.

### Confronto dati bolletta e dati ricavati (punto 7 UNI CEI/TR 11425)

L'affidabilità dell'inventario energetico è stata verificata confrontando il valori ricavati durante l'analisi con gli effettivi valori da bolletta.

È stato ritenuto accettabile uno scostamento minore del 10% rispetto ai dati da bolletta (fig. 3.30).



**Figura 3.30. Confronto dati bolletta e risultato analisi.**

Dal confronto emerge uno scostamento del 6,9%, tale risultato soddisfa il vincolo posto in precedenza e l'analisi elettrica del sistema energetico non richiede ulteriori studi di processo.

Dopo aver concluso la parte elettrica dell'inventario energetico si è passati a quella termica.

### 3.7 Inventario energetico (parte termica)

L'inventario energetico (parte termica) è stato svolto mediante l'uso del software POLIMess (descritto nel paragrafo 2.6.1).

Come per la parte elettrica la raccolta dei dati durante i sopralluoghi è di fondamentale importanza per comprendere i consumi termici della struttura.

#### 3.7.1 Simulazione POLIMess Istituti Clinici Zucchi

##### Building Simulator (POLIMess)

Il simulatore della parte edificio ha richiesto come primo dato l'inserimento delle località monitorata più vicina all'edificio in questione, in questo caso Milano Linate (fig. 3.31).

È stato quindi inserito il numero di gradi giorno effettivi di Monza, in modo tale che il divario tra temperature medie mensili di Monza e Milano Linate venisse colmato.

File dati climatici			
Cerca File	ITA_Milano-Linate.160800_IGDG.epw		
Nazione	ITA	Città	Milano-Linate
Longitudine (°)	9.28	Latitudine (°)	45.43
Altitudine (m)	103	Fuso Orario (h)	1
Annulla		OK	

Figura 3.31. Maschera input dati climatici software POLIMess.

L'inserimento dei dati climatici è richiesto per la definizione di ogni zona termica, nel nostro caso la struttura è stata divisa in 5 zone termiche: Poliambulatorio, Clinica, San Filippo Neri, Sale operatorie e Altri edifici.

Tale suddivisione è stata effettuata isolando le aree con caratteristiche ambientali e strutturali simili.

Il Poliambulatorio ospita la maggior parte degli ambulatori (diagnostica immagine, biogenesi...) ed è servito quasi totalmente da UTA pertanto è stato ritenuto opportuno isolarlo dalle altre strutture.

La Clinica comprende gli stabili Clinica 1 e Clinica 2 (escluso il blocco operatorio), questi edifici mostrano caratteristiche strutturali, impiantistiche e gestionali molto simili, non sono serviti da UTA e le caratteristiche termogrometriche così come i carichi interni sono affini.

Il San Filippo Neri si distingue dalle altre zone principalmente dal punto di vista strutturale in quanto dal punto di vista gestionale e ambientale è molto simile alla Clinica.

Le Sale operatorie si distinguono in quanto strutturalmente diverse e servite da UTA con elevata portata d'aria, gli elevati volumi ora di rinnovo richiesti hanno reso necessario la separazione dell'edificio Clinica durante la simulazione.

Nella struttura Altri edifici sono raggruppati la palazzina uffici, la farmacia e l'officina, le loro caratteristiche gestionali e ambientali sono simili in quanto usati prevalentemente come uffici, anche le caratteristiche strutturali sono dello stesso livello.

Tale divisione è stata fatta separando zone servite da impianto tutt'aria, aria primaria e ad acqua e accorpendo zone con finalità d'uso e condizioni interne simili.

Il passo successivo è stata la definizione delle superfici disperdenti di ciascuna zona termica, cioè quelle superfici a contatto con l'esterno o con ambienti non climatizzati.

Le pareti dei piani interrati e la parte a contatto del terreno di quelli seminterrati sono state considerate come prolungamento del pavimento, in quanto tali superfici non risentono delle variazioni dell'aria esterna come quelle a diretto contatto con essa.

In tab. 3.83 sono riportati i dati riguardanti l'involucro per tutte le zone termiche citate, mentre in fig.3.32 è riportata a titolo di esempio l'interfaccia riguardante i dati principali dell'involucro.

**Tabella 3.83. Dati edificio**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>Volume interno[m<sup>3</sup>]</b>	5.760	22.395	389	4.260	4.935
<b>Sup. calpestabile [m<sup>2</sup>]</b>	1.921	6.399	130	1.420	1.645
<b>Sup. Nord [m<sup>2</sup>]</b>	0	287	18	137	277
<b>% finestre Nord</b>	0	0,07	0	0	0,14
<b>Sup. Sud [m<sup>2</sup>]</b>	370	220	0	165	293
<b>% finestre Sud</b>	0,06	0,19	0	0	0,12
<b>Sup. Est [m<sup>2</sup>]</b>	1.377	1.349	39	215	372



<b>% finestre Est</b>	0,1	0,16	0	0,09	0,14
<b>Sup. Ovest [m<sup>2</sup>]</b>	1.133	607	39	245	319
<b>% finestre Ovest</b>	0,12	0,19	0	0,16	0,16
<b>Sup. Tetto [m<sup>2</sup>]</b>	0	1.256	0	355	808
<b>Sup. Pavimento [m<sup>2</sup>]</b>	2.766	0	0	610	803

L'edificio non presenta zone con elevata percentuale di superficie finestrata, la percentuale più alta è detenute dalla Clinica, circa il 19%.

La percentuale di finestre risulta superiore rispetto alle altre strutture in quanto sono presenti molte aree di degenza, ogni stanza è dotata di finestra.

**Superfici Disperdenti**

Superficie parete Nord (mq)	277	di cui finestrata (0-1)	0.14
Superficie parete Sud (mq)	293	di cui finestrata (0-1)	0.12
Superficie parete Est (mq)	371	di cui finestrata (0-1)	0.14
Superficie parete Ovest (mq)	319	di cui finestrata (0-1)	0.16
Superficie Tetto (mq)	808		
Superficie Pavimento (mq)	803	Temperatura terreno (°C) <small>(99 se variabile e calcolata dal programma)</small>	99

---

**Altri Dati**

VOLUME interno (mc)	7656	Infiltrazioni aria esterna (V/h)	0.5	?
Superficie calpestabile (mq)	1838	Portata aria rinnovo (mc/h)	0	?
Rotazione edificio (°) Angolo positivo in senso orario	0	Correzione GG (gg)	2404	!

N.B.: Utilizzare "." come separatore decimale

**Figura 3.32. Maschera input dati principali dell'involucro software POLIMess.**

Nel caso di ambienti serviti da UTA sono state ipotizzate nulle le infiltrazioni di aria esterna, ritenendo gli ambienti in sovrappressione rispetto all'esterno, mentre per tutte le altre aree è stato utilizzato 0,5 vol/h. (tab. 3.84)

**Tabella 3.84. Infiltrazioni aria esterna (ambienti senza ventilazione meccanica).**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>Inf. aria esterna [vol/h]</b>	0	0,5	0	0,5	0,5

Le UTA asservite alla stessa zona termica sono state raggruppate in un'unica UTA con portata d'aria pari alla somma delle portate delle unità . (tab. 3.85)

**Tabella 3.85. Portate aria di rinnovo (ambienti dotati di ventilazione meccanica)**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>Port. Aria rinnovo [m3/h]</b>	30.424	0	15.600	0	0

È possibile inserire i gradi giorno corretti per l'anno in esame, nel periodo dal 1/1/12 al 15/4/12 e dal 15/10/12 al 31/12/12 sono stati misurati 2262,5 gradi giorno (archivio Siram).

Il passo successivo è stato l'inserimento delle caratteristiche termofisiche delle strutture disperdenti (tab.3.86).

**Tabella 3.86. Caratteristiche termofisiche superficiali.**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>U Pareti Esterne [W/m<sup>2</sup>K]</b>	1,12	0,9	0,9	1,34	1,13
<b>U Tetto [W/m<sup>2</sup>K]</b>	2,5	2,5	-	2,5	2,5
<b>U Pavimento [W/m<sup>2</sup>K]</b>	1,4	1,4	-	1,4	1,4
<b>U Finestra [W/m<sup>2</sup>K]</b>	3,3	3,3	-	3,3	3,3
<b>Magg. ponti termici</b>	0,2	0,2	0,05	0,3	0,3

Sono stati inseriti i dati termoigrometrici delle zone termiche, da mantenere durante il periodo invernale ed estivo. (tab. 3.87 e tab. 3.88)

**Tabella 3.87. Dati termo-igrometrici di progetto invernali.**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>T set point [°C]</b>	22	22	20	22	20
<b>UR [%]</b>	40	-	40	-	-

**Tabella 3.88. Dati termo-igrometrici di progetto estivi.**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>T set point [°C]</b>	24	-	24	-	-
<b>UR [%]</b>	60	-	60	-	-

I valori termoigrometrici sono stati ricavati attraverso domande al personale tecnico della struttura, in alcune zone termiche (Clinica, S. Filippo Neri e Altri edifici) l'umidità non è un parametro controllato.

I dati gestionali dell'impianto sono di grande importanza per una valutazione corretta del consumo di energia primaria.

I giorni di funzionamento vengono impostati inserendo un numero da 0 a 2 nella casella apposita, dove 0 indica funzionamento da lunedì a domenica, 1 funzionamento da lunedì a sabato e 2 funzionamento da lunedì a venerdì.

Questa logica è stata impiegata per definire anche il periodo settimanale dei carichi interni variabili.

I carichi termici vengono separati in due categorie: costanti e variabili.

I carichi termici variabili sono generati dalla presenza di persone e dall'utilizzo di apparecchiature elettriche in certe ore del giorno.

**Tabella 3.89. Dati gestione a carichi termici**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>T<sub>attenuazione</sub> [°C]</b>	18	20	-	20	15
<b>Ora avviamento impianto</b>	8	8	0	8	8
<b>Ora spegnimento impianto</b>	20	22	24	22	20
<b>Periodo di riscaldamento</b>	15/10– 15/04				
<b>Funzionamento settimanale</b>	1	0	2	0	1
<b>Potenza sensibile costante [W]</b>	20.000	30.000	500	8.000	10.000
<b>Potenza latente costante [W]</b>	1.000	0	100	0	0
<b>Potenza sensibile variabile [W]</b>	10.000	40.000	1000	8.000	10.000
<b>Potenza latente variabile [W]</b>	3.500	0	500	0	0
<b>Ora inizio carico</b>	7	8	9	9	8
<b>Ora termine carico</b>	20	20	19	19	20
<b>Andamento settimanale carichi</b>	1	1	2	0	1

**Figura 3.33. Maschera input dati gestione e carichi termici software POLIMess.**

I carichi termici riportati in tab. 3.89 sono stati stimati valutando la presenza di persone, illuminazione e macchine elettromedicali presenti all'interno della zona termica.

Inseriti i dati riguardanti la struttura è possibile avviare la simulazione e ricavarne il fabbisogno termico in inverno e in estate.

Il passo successivo è stato la definizione dei dati impiantistici.

### **HVAC System Simulator (POLIMess)**

Dopo aver caricato le zone termiche alle quali è asservito l'impianto si è proceduto alla definizione dei dettagli impiantistici.

Un impianto che utilizza l'aria sia per ventilazione che per climatizzazione viene detto tutt'aria, mentre un impianto che utilizza l'aria per ventilazione e terminali ad acqua per regolate le grandezze termo-igrometriche è detto ad aria primaria.

Con impianto ad acqua si intende un impianto privo di ventilazione con terminali alimentati ad acqua.

Figura 3.34. Maschera input dati tipologia impianto software POLIMess.

Tabella 3.90. Definizione tipo impianto.

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>Tipologia</b>	tutt'aria	acqua	tutt'aria	acqua	acqua
<b>Portata totale aria UTA [m<sup>3</sup>/h]</b>	30.424	0	11.609	0	0
<b>Efficienza recuperatore</b>	-	-	-	-	-
<b>Rendimento emissione</b>	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
<b>Rendimento regolazione</b>	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Il programma ha già in memoria i rendimenti di emissione e di conformi ai prospetti 17, 18 e 20 della UNI/TS 11300-2:2008 in base all'impianto presente nelle zone termiche.

Le caratteristiche della rete di distribuzione invernale sono richieste per il calcolo del rendimento di distribuzione , tali caratteristiche sono riportate in tab. 3.91.

**Tabella 3.91. Caratteristiche rete distribuzione invernale.**

	<b>Poliamb.</b>	<b>Clinica</b>	<b>Sale operatorie</b>	<b>S. Filippo N</b>	<b>Altri edifici</b>
<b>T mandata acqua [°C]</b>	70	70	70	70	70
<b>ΔT acqua [°C]</b>	20	20	20	20	20
<b>Piani edificio</b>	1	6	1	4	2

The screenshot shows the 'Maschera input dati rete distribuzione invernale' in the POLIMess software. On the left, there is a sidebar with the following fields: 'Potenza pompa [kW]' (with a green question mark), 'Temperatura mandata acqua progetto [°C]' (with a green question mark), 'Delta temperatura acqua progetto [°C]' (with a green question mark), 'Carico termico progetto [kW]' (with a green question mark), 'Diametro Tubi [m]', 'Lunghezza tubi [m]' (with a green question mark), 'Isolamento', 'Piani Edificio', 'Periodo realizzazione' (with a green question mark), and 'Tipo di Impianto'. The main panel, titled 'Zona 1', contains the following inputs: a text box with the value '2', a text box with '70', a text box with '20', a text box with '241.904', a dropdown menu with '2' selected and '3' visible, another dropdown menu with 'Post legge 10/91' selected and 'Pre legge 10/91' visible, and a final dropdown menu with 'Centralizzato orizzontale' selected and 'Centralizzato Montanti' visible.

**Figura 3.35. Maschera input dati rete distribuzione invernale software POLIMess.**

Vengono definite anche le caratteristiche della rete di distribuzione estiva

**Tabella 3.92. Caratteristiche rete distribuzione estiva.**

	Poliamb.	Clinica	Sale operatorie	S. Filippo N	Altri edifici
T mandata acqua [°C]	7	-	7	-	-
ΔT acqua [°C]	5	-	5	-	-
Rendimento distribuzione	0,96	-	0,96	-	-

**Figura 3.36. Maschera input dati rete distribuzione estiva software POLIMess.**

Il rendimento di distribuzione per la rete estiva è stato ricavato dal prospetto A.16 della UNI/TS 11300-3:2010.

Dopo aver definito le caratteristiche dell'impianto di riscaldamento si è passati alla definizione delle caratteristiche relative la produzione di acqua calda sanitaria, il dato riguardante il fabbisogno è riferito a tutta la clinica e non alle singole strutture definite.

Il fabbisogno è stato ricavato ipotizzando un consumo di 200 l/posto letto al giorno.

Tali informazioni sono riportate in tab. 3.93.

La produzione globale di acqua calda sanitaria è stata assegnata interamente a una zona termica, visto che tutte le zone termiche sono servite dagli stessi generatori di calore è indifferente a quale di esse assegnare l'intera produzione.

**Tabella 3.93. Dati acqua calda sanitaria.**

<b>Produzione</b>	Combinata
<b>Fabb giorn [l/g]</b>	36.000
<b>Presenza accumulo</b>	No

The image shows a software input mask for 'Zona 1'. It contains the following fields and values:

- Produzione ACS: ?
- Rendimento Produzione: ?
- Fabbisogno giornaliero [Vgg]: 36000
- Rendimento Erogazione: 0.95
- Presenza accumulatore: Si / No (No is selected)
- Temp. accumulatore [°C]:
- Volume accumulatore [l]: ?
- Ubicazione accumulatore:
- Potenza el. pompa boll. [kW]:
- Presenza ricircolo: Si / No (Si is selected)
- Lunghezza Rete [m]: 200
- Diametro tubazioni [m]: 0.02
- Potenza el. pompa ric. [kW]: 0.2

**Figura 3.37. Maschera input dati relativi a produzione acqua calda sanitaria software POLIMess.**

L'ultimo passo è stato la composizione della centrale termica, i dati di input sono riportati in tabella 3.94.

Per quanto riguarda i gruppi frigoriferi invece si è operato accorpando i frigoriferi a servizio delle stessa zona termica come fatto per le UTA.

**Tabella 3.94. Dati centrale termica.**

<b>Generatore</b>	Caldaia a condensazione
<b>Pot. [kW]</b>	930
<b>n. gen</b>	3
<b>Combustibile</b>	metano
$\eta$ nominale 100% (50/30 °C)	105
$\eta$ nominale 30% (50/30 °C)	108



Tipologia di generatore di calore Caldaia Pompa di calore Caldaia e pompa di calore		Potenza elettrica pompa primario e altri aux. [kW] ? 9
<b>Caldaia</b>		
n° caldaie 3 4	Pot. nominale [kW] 930 Pot. minima [kW] 300	
tipo gestione senza priorit' con priorit'	Ubicazione In ambiente non risc. (centrale termica) In ambiente riscaldato	
metodo di calcolo ? semplificato analitico	Pot. el. pompa [kW] ? 1.6	
<b>Metodo Semplificato</b>		
Tipo di caldaia a bassa temperatura a condensazione a gas a condensazione a gasolio	Rendimento al 100% 105 Rendimento al 30% 108	

**Figura 3.38. Maschera input dati centrale termica software POLIMess.**

Inserendo questi dati di input la simulazione restituisce valori mensili di energia primaria.

Per verificare la validità dei risultati ottenuti sono stati confrontarli con i consumi reali ricavati da bolletta.

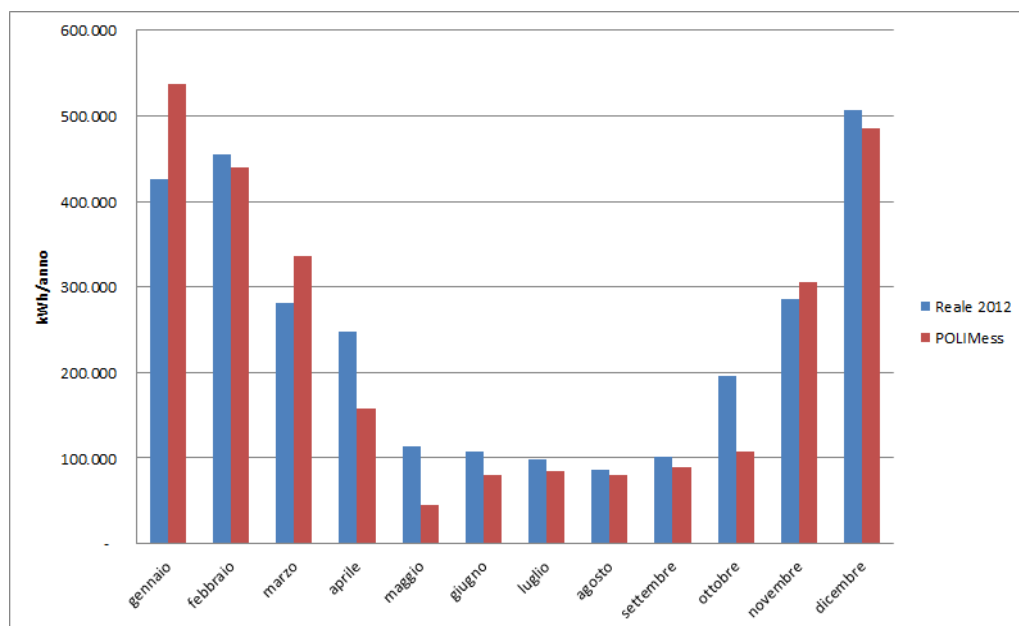
In tabella 3.95 sono riportati i risultati della simulazione e i consumi di metano riferiti all'anno 2012.

In fig. 3.39 è mostrato il confronto grafico tra i dati stimati con POLImess e i dati reali riferiti all'anno 2012.

La simulazione è ritenuta soddisfacente nel momento in cui tutti i valori mensili abbiano uno scostamento rispetto al valore di bolletta inferiore del 25%, nel caso contrario occorre analizzare di nuovo il processo.

**Tabella 3.95. Risultati simulazione.**

Mese	Dati stimati polimess [kWh <sub>th</sub> /anno]	Dati consumi 2012 [kWh <sub>th</sub> /anno]	Differenza %
Gennaio	537.978	426.601	26,1%
Febbraio	439.882	455.386	-3,4%
Marzo	335.579	281.756	19,1%
Aprile	157.851	247.531	-36,2%
Maggio	44.687	113.534	-60,6%
Giugno	80.191	107.832	-25,6%
Luglio	84.625	97.583	-13,3%
Agosto	79.325	85.490	-7,2%
Settembre	89.171	101.779	-12,4%
Ottobre	107.992	195.858	-44,9%
Novembre	305.040	286.187	6,6%
Dicembre	485.662	506.998	-4,2%
<b>TOTALE</b>	<b>2.747.982</b>	<b>2.906.535</b>	<b>-5,5%</b>

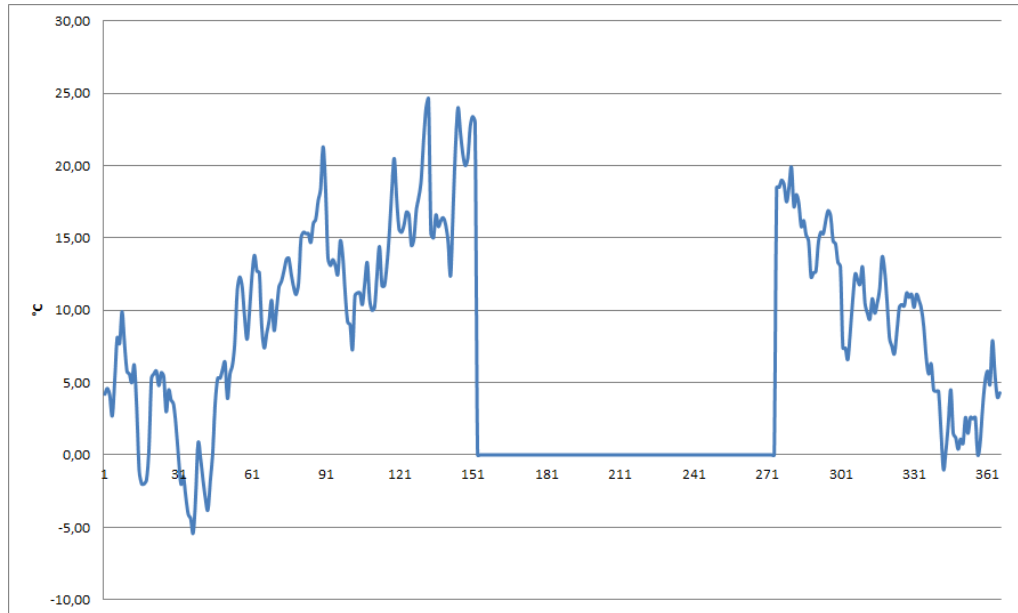


**Figura 3.39. Confronto grafico dati tab. 3.95.**

I risultati ottenuti mostrano buoni livelli di precisione per i mesi estivi ed invernali, la differenza tra valori reali e valori stimati durante le mezze stagioni è molto marcata, la spiegazione potrebbe essere un maggior periodo di funzionamento rispetto a quello da D.P.R.

Si è passati dunque ad un'analisi più raffinata osservando l'andamento delle temperature medie per tutto l'anno di riferimento.

In fig. 3.40 è riportato l'andamento delle temperature medie per l'anno 2012 nei giorni dal 1/01/12 al 31/05/12 e dal 1/10/12 al 31/12/12.



**Figura 3.40. Andamento temperature medie Monza anno 2012 (fonte Siram).**

Le temperature medie nei mesi di aprile e maggio sono risultate essere inferiori a 22 gradi per la maggior parte dei giorni, tali valori di temperatura portano gli impianti ad aria a riscaldare anche nelle mezze stagioni provocando quindi un maggior consumo di gas naturale.

Il periodo di riscaldamento selezionato comprende i giorni dal 1/01/12 al 31/05/12 e dal 1/10/12 al 31/12/12.

Poiché il periodo di riscaldamento è stato esteso è stato effettuato un adeguamento dei gradi giorno, il valore impiegato per la simulazione è stato 2.468 (dati Siram).

I risultati della seconda simulazione sono riportati in tab. 3.96.

**Tabella 3.96. Risultati seconda simulazione.**

Mese	Dati stimati polimess [kWh <sub>th</sub> ]	Dati consumi 2012 [kWh <sub>th</sub> ]	Differenza %
Gennaio	554.452	426.601	30,0%
Febbraio	454.670	455.386	-0,2%
Marzo	352.347	281.756	25,0%
Aprile	232.210	247.531	-6,2%
Maggio	98.573	113.534	-13,2%
Giugno	79.731	107.832	-26,1%
Luglio	85.576	97.583	-12,3%
Agosto	79.573	85.490	-6,9%

Settembre	90.716	101.779	-10,9%
Ottobre	149.173	195.858	-23,8%
Novembre	322.900	286.187	12,8%
Dicembre	502.788	506998	-0,8%
<b>TOTALE</b>	<b>2.954.539</b>	<b>2.906.535</b>	<b>1,7%</b>

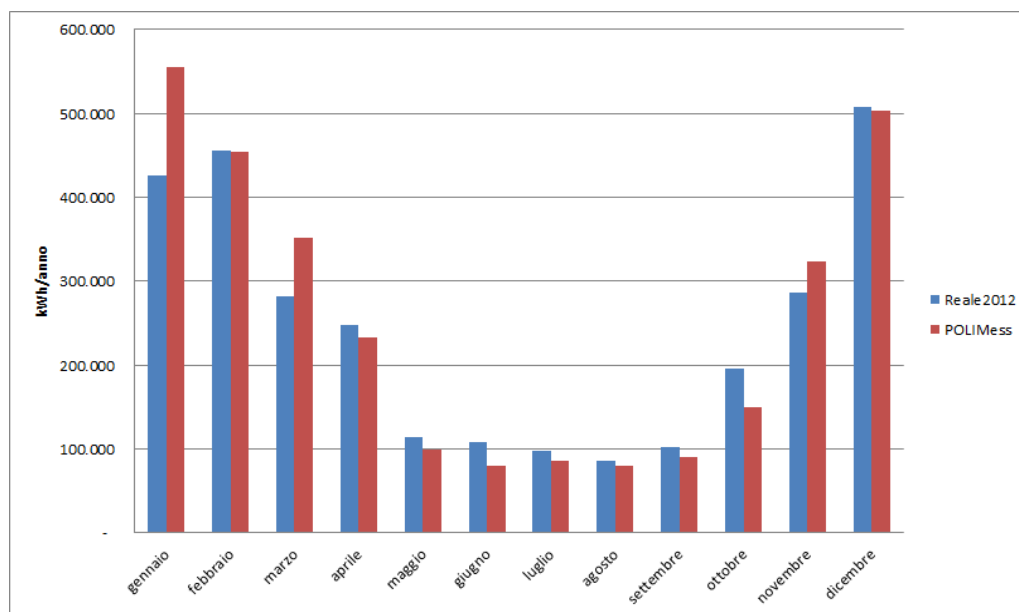


Figura 3.41. Confronto grafico dati tab. 3.96.

Il grado di precisione richiesto risulta soddisfatto, non è stato necessario effettuare altre simulazioni.

Risulta evidente quanto la conoscenza dei dati funzionali sia importante ai fini di una simulazione precisa.

La curva dei consumi reali mostra un andamento molto particolare e difficile da simulare dovuta a valori anomali delle temperature medie mensili, in particolare nelle stagioni intermedie sono state registrate temperature inferiori alla media che hanno causato un maggior impiego dell'impianto di riscaldamento.

Lo scostamento del valore stimato a giugno rispetto a quello reale è risultato superiore al 25%, tale valore è stato ritenuto comunque accettabile poiché il basso consumo nel mese di giugno fa sì che ogni scostamento da tale valore abbia un peso percentuale non trascurabile.

Nel 2012 febbraio si è rivelato essere più freddo di gennaio, questo spiega l'andamento particolare della curva dei consumi reali.

Concluso l'inventario energetico si è in grado di proporre gli opportuni interventi di risparmio energetico, potendo prevedere il loro comportamento all'interno delle struttura.

### 3.8 Proposte interventi di risparmio energetico e valutazione costi/benefici (Punto 10 UNI CEI/TR 11428)

Dal confronto tra indicatori prestazionali, riportato nel paragrafo 3.4, gli Istituti Clinici Zucchi risultano avere consumi superiori alla media di ospedali di Piemonte, Lombardia e Liguria, almeno per quanto riguarda l'indicatore  $kWh_{el}/m^2$ .

Nel seguente paragrafo sono riportate proposte di risparmio energetico seguite da analisi costi/benefici, la suddivisione delle proposte è la stessa utilizzata nei paragrafi precedenti (HVAC, illuminazione, sollevamento ed elettromedicali) con l'aggiunta della categoria interventi strutturali.

Nel paragrafo 2.8 (presentazione delle soluzioni di risparmio energetico) sono riportati i dati da fornire quando viene presentata una proposta di risparmio energetico, nel seguente capitolo sono stati presi in considerazione solo i dati riguardanti il risparmio energetico generato e il tempo di ritorno dell'investimento.

#### 3.8.1 Interventi sull' Edificio

##### Realizzazione rivestimento termoisolante a cappotto

La realizzazione di un rivestimento a cappotto ha come scopo la riduzione della richiesta di energia termica, con conseguente risparmio di gas naturale.

Un possibile rivestimento che si potrebbe impiegare è costituito da pannelli rigidi preformati in schiume di polistirene espanso sinterizzato a ritardata propagazione di fiamma, avente densità  $25 \text{ kg}/m^3$ .

I pannelli vanno posati a giunti accostati, ancorati al supporto murario sottostante mediante l'ausilio di malta adesiva minerale.

I valori obiettivo di trasmittanza termica che garantirebbero l'accesso ad incentivi statali sono:

- $0,20 \text{ W}/m^2K$  per le coperture;
- $0,23 \text{ W}/m^2K$  per strutture opache verticali.

Gli spessori di isolante applicati e le trasmittanze ottenute sono riportati in tab. 3.97.

**Tabella 3.97. Valori spessori rivestimento e trasmittanza finale.**

Zona	Spessore isolante copertura [cm]	Trasmittanza copertura $[W/m^2K]$	Spessore isolante pareti verticali [cm]	Trasmittanza pareti verticali $[W/m^2K]$
Altri edifici	15	0,20	12,5	0,22
Clinica	16	0,20	12,5	0,22
Poliambulatorio	-	-	12,5	0,22
S. Filippo Neri	16	0,20	12,5	0,22

Il calcolo del quantitativo di energia termica risparmiata è stato effettuato tramite POLIMess, modificando le trasmittanze delle parete verticali e delle copertura come da tab. 3.97.

In tab. 3.98 sono riportati i valori di energia termica richiesta prima e dopo l'applicazione del cappotto.

**Tabella 3.98. Confronto consumi energia termica prima e dopo installazione cappotto.**

Mese	Dati consumi 2012 [kWh <sub>th</sub> /anno]	Consumo energia termica dopo applicazione cappotto [kWh <sub>th</sub> /anno]
Gennaio	426.601	420.009
Febbraio	455.386	353.680
Marzo	281.756	290.930
Aprile	247.531	197.341
Maggio	113.534	85.918
Giugno	107.832	80.998
Luglio	97.583	85.576
Agosto	85.490	79.572
Settembre	101.779	90.946
Ottobre	195.858	106.388
Novembre	286.187	242.349
Dicembre	506998	371.950
<b>TOTALE</b>	<b>2.906.535</b>	<b>2.405.657</b>

Il risparmio di energia termica ottenuto è  $2.906.535 - 2.405.657 = 500.878$  kWh<sub>th</sub>, pari a  $52.229 \text{ Sm}^3$  di gas naturale, circa il 17% in meno .

Il calcolo del valore attuale netto è stato effettuato applicando un costo del metano pari a 0,43 €/Sm<sup>3</sup> (costo agevolato per cliniche e case di riposo) e tasso di attualizzazione 1%.

L'isolante ha un costo di 60 €/m<sup>2</sup>, la superficie rivestita è circa 8.850 m<sup>2</sup>, di conseguenza il costo dell'investimento è risultato 531.023 €.

**Tabella 3.99. Calcolo valore attuale netto.**

Anno	Costi [€]	Risparmio [€]	Ricavi [€]	VAN
0	531.023		-531.023	-531.023
1		22.459	22.459	-508.787
2		22.459	22.459	-486.771
3		22.459	22.459	-464.973
4		22.459	22.459	-443.391
5		22.459	22.459	-422.022
6		22.459	22.459	-400.865
7		22.459	22.459	-379.918
8		22.459	22.459	-359.177
9		22.459	22.459	-338.643
10		22.459	22.459	-318.311

11		22.459	22.459	-298.181
12		22.459	22.459	-278.250
13		22.459	22.459	-258.517
14		22.459	22.459	-238.979
15		22.459	22.459	-219.634
16		22.459	22.459	-200.481
17		22.459	22.459	-181.518
18		22.459	22.459	-162.742
19		22.459	22.459	-144.152
20		22.459	22.459	-125.746
21		22.459	22.459	-107.523
22		22.459	22.459	-89.480
23		22.459	22.459	-71.615
24		22.459	22.459	-53.928
25		22.459	22.459	-36.415
26		22.459	22.459	-19.076
27		22.459	22.459	-1.909
28		22.459	22.459	15.089

Essendo stati soddisfatti i vincoli per l'accesso all'incentivo, la clinica potrebbe usufruire di incentivi per circa il 40% della spesa totale, fino a un massimo di 250.000 €, in 5 anni.

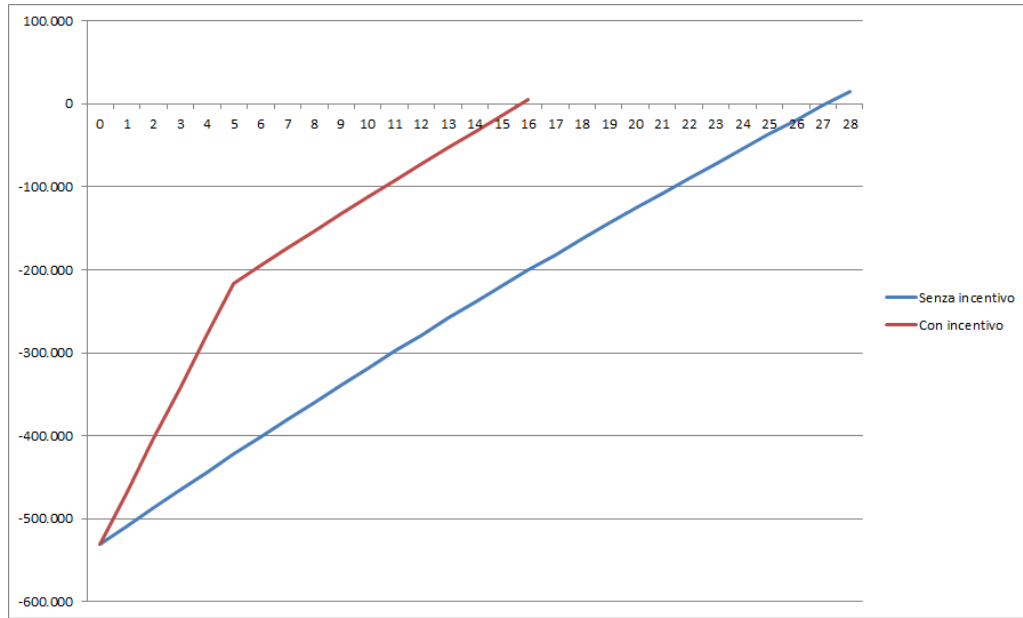
In tab. 3.100 è stato ricalcolato il valore attuale netto considerando l'incentivo statale, 212.409 € distribuiti in 5 anni.

**Tabella 3.100. Calcolo valore attuale netto con incentivo.**

Anno	Costi [€]	Risparmio [€]	Ricavi [€]	VAN
0	531.023		-531.023	-531.023
1		64.940	64.940	-466.726
2		64.940	64.940	-403.065
3		64.940	64.940	-340.034
4		64.940	64.940	-277.628
5		64.940	64.940	-215.839
6		22.459	22.459	-194.682
7		22.459	22.459	-173.735
8		22.459	22.459	-152.995
9		22.459	22.459	-132.460
10		22.459	22.459	-112.129
11		22.459	22.459	-91.999
12		22.459	22.459	-72.068
13		22.459	22.459	-52.334
14		22.459	22.459	-32.796
15		22.459	22.459	-13.452
16		22.459	22.459	5.702

Grazie all'incentivo il rivestimento a cappotto viene ripagato in circa 16 anni, contro i 28 richiesti senza l'accesso a tale incentivo.

In fig. 3.42 è riportato l'andamento del valore attuale netto con e senza l'accesso all'incentivo.



**Figura 3.42. Andamento grafico valore attuale netto con e senza incentivo.**



## 3.8.2 HVAC

### 3.8.2.1 Motori ad alta efficienza

La norma internazionale IEC 60034-30:2008 definisce le classi di rendimento IE1, IE2 e IE3 per motori trifase a bassa tensione nella gamma di potenza da 0,75 kW a 375 kW (IE1= rendimento standard; IE2= rendimento elevato; IE3= rendimento premium)

In tab. 3.101 sono riportati i limiti di rendimento stabiliti per motori a 50 Hz.

**Tabella 3.101. Limiti di rendimento per motori a 50 Hz.**

Potenza nominale [kW]	IE1			IE2			IE3		
	Numero di poli								
	2	4	6	2	4	6	2	4	6
0,75	72,1	72,1	70,0	77,4	79,6	75,9	80,7	82,5	78,9
1,1	75,0	75,0	72,9	79,6	81,4	78,1	82,7	84,1	81,0
1,5	77,2	77,2	75,2	81,3	82,8	79,8	84,2	85,3	82,5
2,2	79,2	79,2	77,7	83,2	84,3	81,8	85,9	86,7	84,3
3	81,5	81,5	79,7	84,6	85,5	83,3	87,1	87,7	85,6
4	83,1	83,1	81,4	85,8	86,6	84,6	88,1	88,6	86,8
5,5	84,7	84,7	83,1	87,0	87,7	86,0	89,2	89,6	88,0
7,5	86,0	86,0	84,7	88,1	88,7	87,2	90,1	90,4	89,1
11	87,6	87,6	86,4	89,4	89,8	88,7	91,2	91,4	90,3
15	88,7	88,7	87,7	90,3	90,6	89,7	91,9	92,1	91,2
18,5	89,3	89,3	88,6	90,9	91,2	90,4	92,4	92,6	91,7
22	89,9	89,9	89,2	91,3	91,6	90,9	92,7	93,0	92,2
30	90,7	90,7	90,2	92,0	92,3	91,7	93,3	93,6	92,9
37	91,2	91,2	90,8	92,5	92,7	92,2	93,7	93,9	93,3
45	91,7	91,7	91,4	92,9	93,1	92,7	94,0	94,2	93,7
55	92,1	92,1	91,9	93,2	93,5	93,1	94,3	94,6	94,1
75	92,7	92,7	92,6	93,8	94,0	93,7	94,7	95,0	94,6
90	93,0	93,0	92,9	94,1	94,2	94,0	95,0	95,2	94,9
110	93,3	93,3	93,3	94,3	94,5	94,3	95,2	95,4	95,1
132	93,5	93,5	93,5	94,6	94,7	94,6	95,4	95,6	95,4
160	93,8	93,8	93,8	94,8	94,7	94,8	95,6	95,8	95,6
Da 200 a 375	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8

L'intervento di risparmio energetico consiste quindi nella sostituzione di motori classe IE1, censiti durante i sopralluoghi, con motori classe IE3, la potenza

elettrica assorbita dai motori diminuisce in funzione dell'aumento di rendimento.

La potenza elettrica assorbita dal motore dopo la sostituzione è data dall'eq. 3.10.

$$P_{el\ IE3} = (P_{el\ IE1}) * \frac{\eta_{IE1}}{\eta_{IE3}} \quad (\text{eq.3.10})$$

$P_{el\ IE3}$ : Potenza elettrica assorbita con motore classe IE3 [ $kW_{el}$ ];

$P_{el\ IE1}$ : Potenza elettrica assorbita con motore classe IE1 [ $kW_{el}$ ];

$\eta_{IE1}$  e  $\eta_{IE3}$ : rendimenti motore classe IE1 e classe IE3.

Utilizzando le  $P_{el\ IE3}$ , calcolate attraverso l'eq. 3.10, nelle tabelle di calcolo riguardanti i ventilatori delle UTA si ottengono i risultati riportati in tab. 3.102.

**Tabella 3.102. Consumi elettrici dopo l'installazione di motori IE3.**

POT assorbita gennaio [ $kW_{el}$ ]	POT assorbita giugno [ $kW_{el}$ ]	heq mesi invernali	heq mezza stagione	heq estate	Consumo mesi invernali [ $kWh_{el}$ ]	Consumo mezza stagione [ $kWh_{el}$ ]	Consumo mesi estivi [ $kWh_{el}$ ]	TOTALE [ $kWh_{el}$ ]
7,1	7,1	3.624	2.184	2.928	28.496	17.173	23.023	68.693
14,1	14,1	3.624	2.184	2.928	56.782	34.220	45.877	136.879
1,2	1,2	1.812	1.092	1.464	2.386	1.438	1.928	5.752
1,8	1,8	1.812	1.092	1.464	3.532	2.129	2.854	8.515
6,2	6,2	3.624	2.184	2.928	25.081	15.115	20.264	60.461
2,4	2,4	3.624	2.184	2.928	9.800	5.906	7.918	23.625
								<b>303.924</b>

L'installazione di motori classe IE3 porterebbe a un risparmio energetico del 4,7%.

La sostenibilità economica di tale intervento è stata stimata calcolando il valore attuale netto (VAN).

IL costo del motore è stato valutato in base alla taglia (tab. 3.103).

**Tabella 3.103. Costo motori classe IE3.**

Taglia [kW]	Costo[€]	Quantità	Totale [€]
P<4	450	3	1.350
4=<P=<7,5	900	1	900
7,5<P=<22	1800	2	3.600
22<P=<30	3000	0	0
			<b>5.850</b>

Per il calcolo è stato scelto un costo dell'energia pari a 0,15 €/kWh<sub>el</sub> con indice di attualizzazione del 3%.

**Tabella 3.104. Calcolo valore attuale netto.**

Anno	Costi [€]	Risparmio [€]	Ricavi [€]	VAN
0	5.850	0	-5.850	-5.850
1		2.230	2.230	-3.685
2		2.230	2.230	-1.583
3		2.230	2.230	457

Il tempo di ritorno dell'investimento è di circa 3 anni, si tratta quindi di un intervento molto vantaggioso dal punto di vista del ritorno economico.



**Figura 3.43. Andamento grafico VAN.**

### 3.8.2.2 Centralizzazione produzione frigorifera

L'utilizzo di numerosi gruppi frigoriferi di piccola taglia aventi SEER limitati è un'evidente inefficienza energetica sia per i modesti valori di rendimento sia per un generale sovradimensionamento, la soluzione proposta è stata la centralizzazione della produzione frigorifera tramite l'installazione di un unico gruppo di grossa taglia maggiormente efficiente.

La potenza frigorifera della nuova macchina è stata determinata sommando le potenze degli altri gruppi frigoriferi, degli split e dei climatizzatori portatili e delle nuove Unità di Trattamento Aria successivamente trattate.

La macchina scelta per l'intervento è descritta in tab. 3.105.

**Tabella 3.105. Dati gruppo frigorifero.**

Potenza frigorifera	848 kW <sub>th</sub>
Potenza assorbita totale	269 kW <sub>el</sub>
ESEER	5,12
Portata acqua	146 m <sup>3</sup> /h

Il risparmio energetico derivante dall'installazione del nuovo gruppo frigorifero è stato calcolato partendo dalla stessa quantità di energia frigorifera prodotta dalle macchine precedenti.

Il calcolo dell'energia frigorifera è stato effettuato con l'eq. 3.11.

$$(kWh_{th}) = (kWh_{el1}) * ESEER1 \quad (\text{eq. 3.11})$$

Il calcolo del consumo elettrico del nuovo gruppo frigorifero è stato effettuato utilizzando l'eq. 3.12.

$$(kWh_{el2}) = (\sum kWh_{th}) / ESEER2 \quad (\text{eq. 3.12})$$

Il risultato è riportato in tab. 3.106.

**Tabella 3.106. Energia frigorifera richiesta.**

Zona servita	POT targa [kW <sub>th</sub> ]	SEER1	Consumo el 1 [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo en frigorifera [kWh <sub>th</sub> ]
Reparto tac/ risonanza	44	3,78	36.116	136.519
Sala Esami risonanza	22,7	3,44	13.741	47.267
Sale operatorie vecchie	84,5	3,88	53.678	208.271

Poliambulatorio e sala operatoria nuova	80	3,88	44.111	171.149
Sale operatorie vecchie	80	3,88	44.111	171.149
Sala operatoria nuova	85	2,66	48.898	130.068
Endoscopia	22,9	3,07	11.665	35.813
Palestra/seminterrati/Lab Analisi	56,1	2,94	35.102	103.200
Biogenesi	79,4	3,88	41.387	160.581
Biogenesi	79,4	3,88	41.387	160.581
Palestra/seminterrati/Lab Analisi	56,1	2,94	35.102	103.200
Palestra/seminterrati/Lab Analisi	56,1	2,94	35.102	103.200
Split	21,3	2,5	25.722	64.306
Climatizzatori portatili	53,2	2,2	33.051	72.712
<b>TOTALE</b>	<b>821</b>		<b>499.172</b>	<b>1.668.015</b>

**Tabella 3.107. Energia elettrica assorbita gruppo frigorifero.**

Energia frigorifera prodotta [kWh <sub>m</sub> ]	ESEER2	Energia elettrica assorbita [kWh <sub>el</sub> ]
1.668.015	5,12	<b>325.784</b>

Avendo modificato la struttura dell'impianto di distribuzione dell'acqua refrigerata è stato necessario progettare una nuova rete (fig. 3.44).

Il consumo finale è stato maggiorato del 5% per tenere conto delle perdite di energia termica derivanti dall'estensione della rete di distribuzione, il consumo finale risulta quindi **342.073 kWh<sub>el</sub>**.

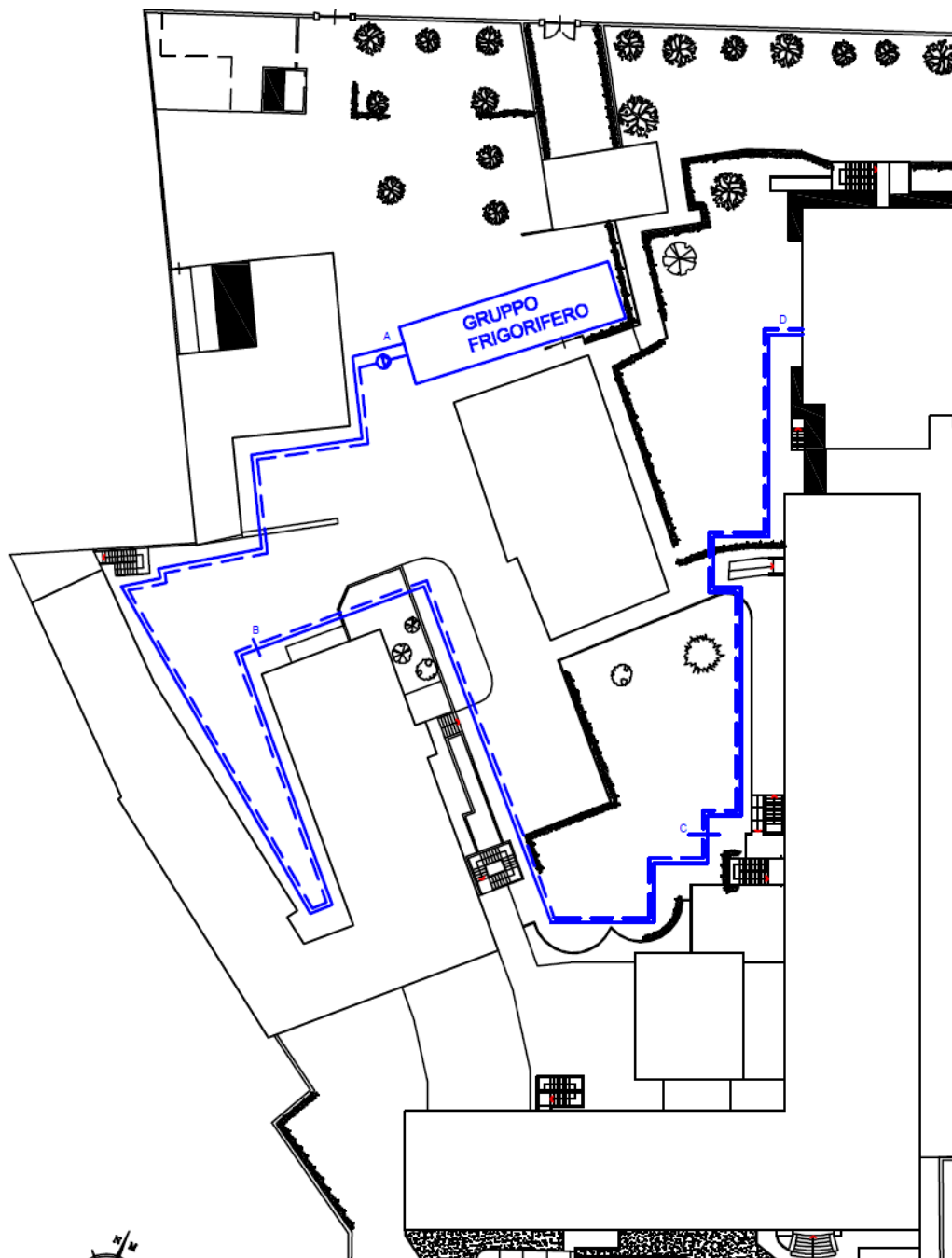


Figura 3.44. Rete distribuzione acqua refrigerata.

Il progetto della rete ha previsto il passaggio lungo il perimetro dell'edificio in modo da raggiungere qualsiasi edificio del corpo centrale, l'inclusione della palazzina uffici avrebbe provocato una maggior lunghezza di rete con conseguente dissipazione di energia frigorifera.

La rete proposta è un impianto bitubo a ritorno diretto interrato, dall'anello principale sono state previste varie diramazione collegate con UTA, fancoil e travi fredde.

Dove possibile è stato utilizzato l'impianto esistente (UTA e fancoil) mentre nel caso delle travi fredde è stato necessario realizzare una rete ex novo.

Le caratteristiche della rete principale sono riportate in tab. 3.108.

**Tabella 3.108. Caratteristiche rete di distribuzione principale**

<b>Tratto</b>	<b>AB</b>
Materiale	Tubazione in acciaio preisolato
Di [mm]	163,6
v [m/s]	1,6
l [m]	88,2
<b>Tratto</b>	<b>BC</b>
Materiale	Tubazione in acciaio preisolato
Di [mm]	147,2
v [m/s]	1,6
l [m]	59,6
<b>Tratto</b>	<b>CD</b>
Materiale	Tubazione in acciaio preisolato
Di [mm]	102,2
v [m/s]	1,2
l [m]	50,2

La rete principale è dotata di gruppo di pompaggio con elettropompe multistadio (tab. 3.109)

**Tabella 3.109. Caratteristiche pompa rete principale.**

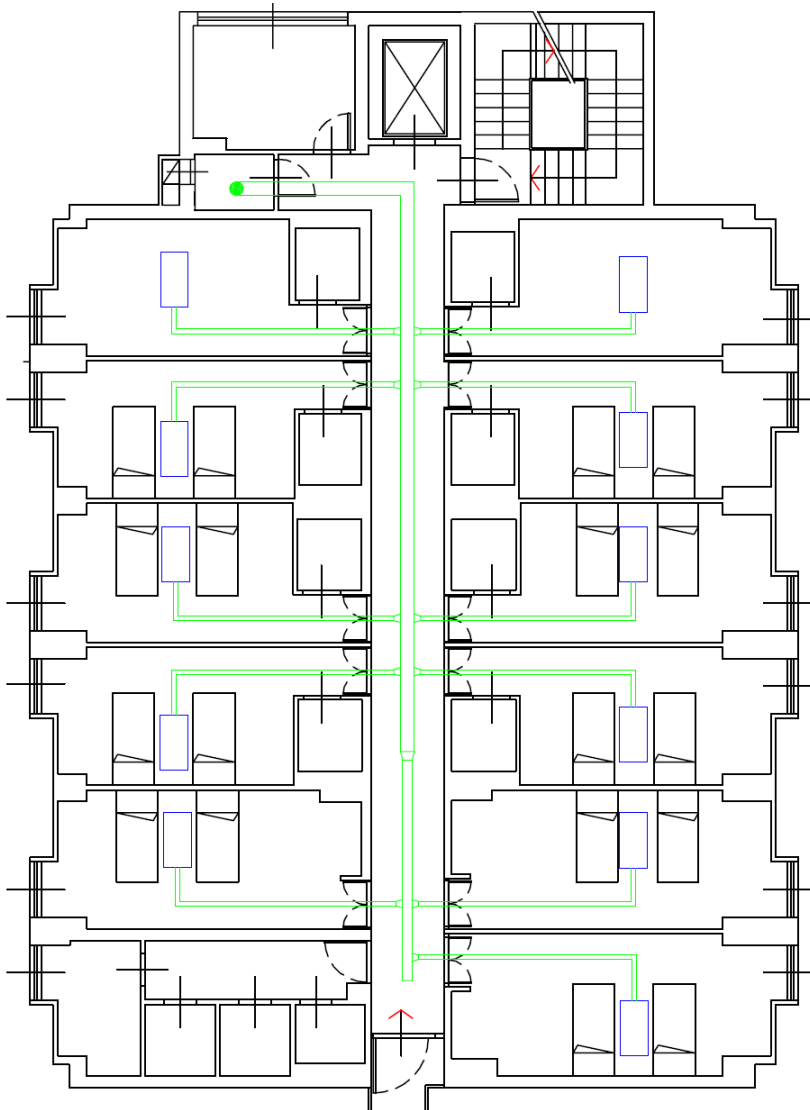
Modello	CR 120-1
Portata [m <sup>3</sup> /h]	160
Prevalenza [m c.a.]	11,5
Potenza [kW <sub>el</sub> ]	11

Le diramazioni sono state dotate di circolatore, il quale ha il compito di fornire al fluido la prevalenza necessaria a vincere le perdite di carico variabili tra zona e zona.

Assumendo un periodo di funzionamento delle pompe per 2.450 ore anno il consumo di energia elettrica risultante sarebbe  $(11+3) = 14 \times 2.450 = 34.300$  **kWh<sub>el</sub>/anno**.

Il risparmio energetico risultante è  $499.172 - 342.073 - 34.300 = 122.799$  kWh<sub>el</sub>, 24,6% in meno.

L'intervento prevede l'installazione di travi fredde nei locali di degenza, e la realizzazione di un impianto di ventilazione ad esse dedicato, in fig. 3.45 è riportato come esempio il layout di una delle sezioni di mandata.



**Figura 3.45. Mandata ventilazione.**

I dati di progetto utilizzati per il dimensionamento sono riportati in tab. 3.110.



**Tabella 3.110. Dati progetto esempio degenza.**

Portata totale piano in esame [m <sup>3</sup> /h]	1.175
Portata al singolo locale [m <sup>3</sup> /h]	106,8 (2 vol/h)
Velocità canale principale [m/s]	4
Velocità canali secondari [m/s]	3

Il canale di mandata principale è composto da 2 sezione, la prima avente diametro 30 cm e la seconda con diametro 20 cm.

I canali secondari hanno diametro 10 cm, non è stato necessario installare serrande di bilanciamento in quanto la differenza tra le perdite di carico del canale più sfavorito rispetto agli altri è dell'ordine di pochi Pascal.

I canali di mandata sono stati opportunamente isolati e transitano attraverso i locali deposito.

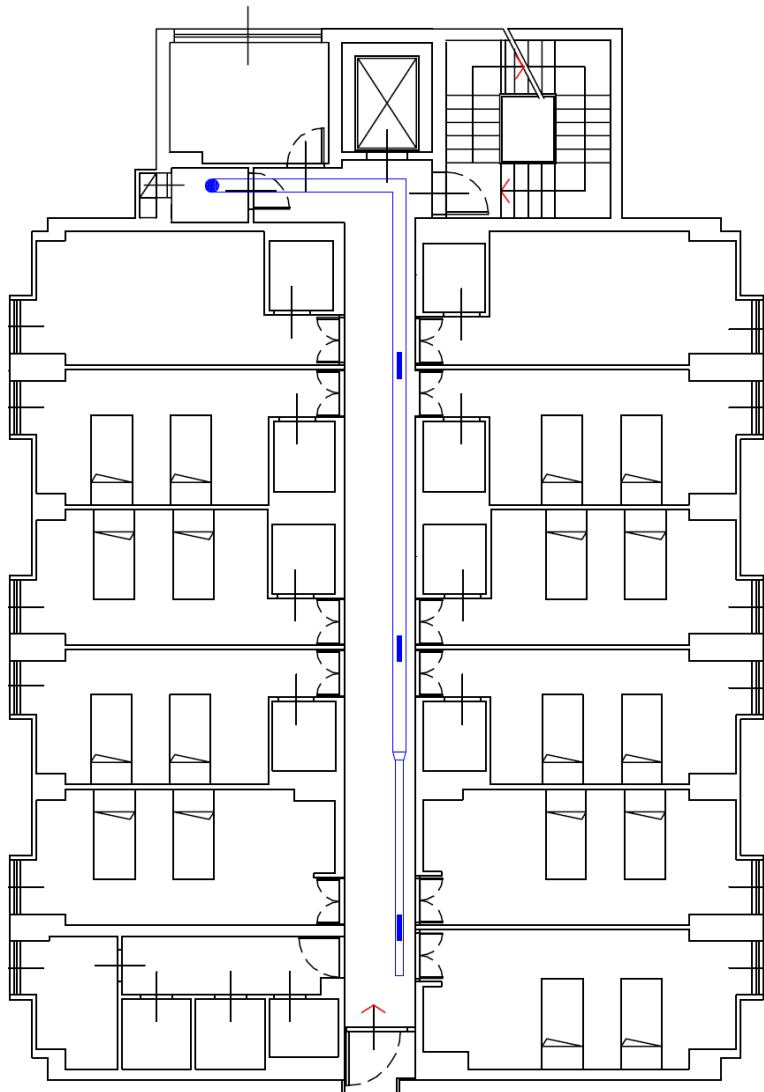
L'aria viene immessa in ambiente attraverso le travi fredde.

Per il trattamento dell'aria primaria sono state previste 2 unità di trattamento aria poste vicine agli stabili serviti.

**Tabella 3.111. Dati UTA7 e UTA8.**

	S. Filippo Neri (UTA7)	S. Chiara (UTA8)
Portata volumica mandata [m <sup>3</sup> /h]	3.525	7.049
Portata volumica ripresa [m <sup>3</sup> /h]	3.525	7.049
Efficienza recuperatore [-]	50%	50%
Potenza batteria pre-riscaldamento [kW] (50/30 °C)	17,8	35,4
Potenza batteria post-riscaldamento [kW] (50/30 °C)	14,2	28,4
Potenza batteria fredda [kW] (7/12 °C)	37,8	75,7
By-pass batteria fredda [-]	0,19	0,19
Potenza ventilatore mandata [kW <sub>el</sub> ]	2	6
Potenza ventilatore aspirazione [kW <sub>el</sub> ]	1	3
Livelli di filtrazione	G4+F7	G4+F7

In fig. 3.48 è riportato il layout della sezione di ripresa, l'aria viene aspirata nel corridoio creando una zona di depressione in modo da ottenere il lavaggio delle stanze.



**Figura 3.46. Sezione di ripresa**

L'installazione di ventilatori prima non presenti ha come effetto la riduzione del margine di risparmio energetico, ottenendo però un aumento del livello di comfort.

Assumendo un periodo di funzionamento dei ventilatori per 11 mesi anno (7.920 h) il consumo di energia elettrica risultante sarebbe  $(2+1+6+3) = 12 \times 7920 =$  **95.040 kWh<sub>el</sub>/anno.**

Le travi fredde impiegate nell'intervento hanno dimensioni 1200 mm X 600 mm e attacco aria da 100 mm.

La macchina deve essere opportunamente collegata a un termostato ambiente che ne comanda il passaggio di acqua refrigerata in base alla temperatura di set point.

Come anticipato, il dimensionamento del gruppo frigorifero è stato effettuato tenendo conto della somma dei precedenti gruppi frigoriferi dislocati nell'intero nosocomio ridotto del sovradimensionamento degli stessi. A questi è stato aggiunto il carico frigorifero derivante dalle 2 UTA dell'aria primaria previste e la somma di questi è stata maggiorata del 5 % per tener conto delle dispersioni di rete.

**Tabella 3.112. Tabella verifica scelta gruppo frigorifero.**

Precedente somma pot frig. [kW <sub>th</sub> ]	Coeff. Riduzione	Pot. ridotta [kW <sub>th</sub> ]	Pot. Frig UTA 7 [kW <sub>th</sub> ]	Pot. Frig nuova UTA 8 [kW <sub>th</sub> ]	Totale [kW <sub>th</sub> ]	Coeff. magg per disp. rete	POT. TOTALE kW <sub>th</sub>
821	-15 %	697	37,8	75,7	811	5%	851
gruppo scelto (vedi tab. 3.105)							<b>848</b>

La valutazione dell'investimento è stata effettuata considerando solo la parte riguardante la centralizzazione della produzione di energia frigorifera, la realizzazione della rete di distribuzione (tab.3.113).

**Tabella 3.113. Costo investimento.**

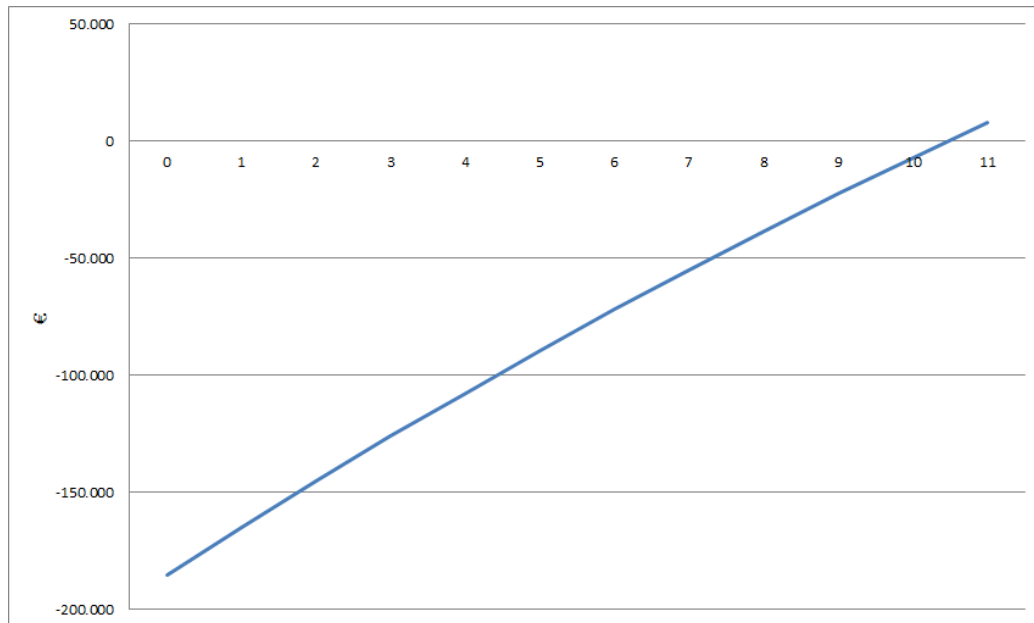
Componente	Prezzo
Gruppo frigorifero	150.000
Tubi	15.000
Valvolame	10.000
Pompe	10.350
<b>TOTALE</b>	<b>185.350</b>

Il calcolo del valore attuale netto è stato valutato ipotizzando spese di manutenzione annuali leggermente ridotte, essendoci meno macchine, pari a meno 2.500 € e indice di attualizzazione 3%.

**Tabella 3.114. Calcolo VAN.**

Anno	Costi [€]	Risparmio [€]	Ricavi [€]	VAN
0	185.350	0	-185.350	-185.350
1	-2.500	18.420	20.920	-165.040
2	-2.500	18.420	20.920	-145.321
3	-2.500	18.420	20.920	-126.176
4	-2.500	18.420	20.920	-107.589
5	-2.500	18.420	20.920	-89.544
6	-2.500	18.420	20.920	-72.024
7	-2.500	18.420	20.920	-55.014
8	-2.500	18.420	20.920	-38.500

9	-2.500	18.420	20.920	-22.466
10	-2.500	18.420	20.920	-6.900
11	-2.500	18.420	20.920	8.213



**Figura 3.47. Andamento grafico VAN.**

Installando anche l'impianto di aria primaria avrei un incremento del costo di investimento e una riduzione del margine di risparmio energetico a causa dei consumi generati dai ventilatori delle UTA.

La valutazione economica di tale impianto non è paragonabile in quanto l'intervento varia globalmente l'impianto, generando un miglioramento della qualità dell'aria all'interno dei locali con un controllo sui ricambi igienici orari.

### 3.8.3 Illuminazione

#### 3.8.3.1 Sostituzione delle lampade da interno esistenti con altre aventi efficienza superiore

La sostituzione delle lampade da interno esistenti con altre più efficienti è risultata essere la proposta meno invasiva in quanto non richiede il rifacimento dell'impianto elettrico evitando quindi periodi di fermo molto critici per un ospedale.

La scelta dell'apparato luminoso più adatto è fondamentale per combinare in modo ottimale risparmio energetico e comfort visivo, grazie al supporto di Philips Lighting sono state elaborate varie soluzioni.

Oltre alla riduzione dei consumi è stato considerato anche il rispetto dei vincoli illuminotecnici imposti dalla norma UNI 12464-1:2011.

Il calcolo è stato effettuato utilizzando il software DIALux, simulando locali campione e ponendo come vincolo la disposizione attuale degli apparecchi.

#### Soluzione A

Gli apparecchi proposti hanno entrambi tecnologia LED e sono:

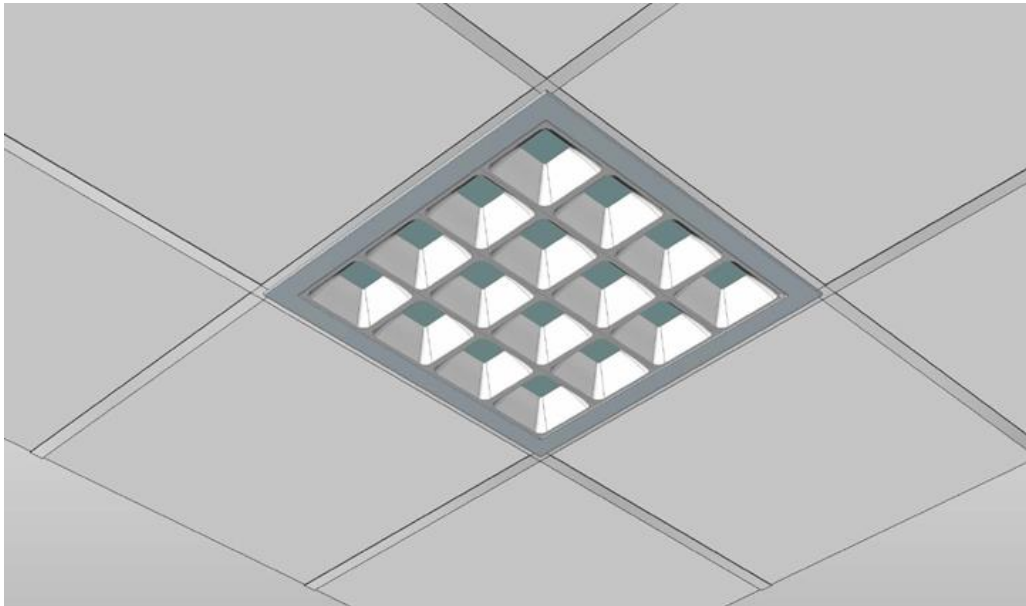
- POWERBALANCE
- CORELINE

Il modello Powerbalance è particolarmente indicato per ambienti aventi vincoli illuminotecnici più severi (uffici, ambulatori e degenze), è inoltre adatta ad ambienti con impiego di videoterminali.

Le caratteristiche del modello powerbalance sono riportate in tab. 3.115.

**Tabella 3.115. Dati tecnici Powerbalance.**

Efficienza	115 lm/W
T <sub>cp</sub>	4000 K
R <sub>a</sub>	80
UGR <sub>L</sub>	< 19
L90F50	30.000 h
Regolabile	Sì



**Figura 3.48. Modello Powerbalance**

Per ambienti con vincoli illuminotecnici meno severi (corridoi, bagni e magazzini) è stato proposto il modello Coreline, meno efficiente ma meno costoso rispetto al modello Powerbalance.

Il particolare modello di Coreline selezionato non è adatto all'uso in ambienti con presenza di videotermini.

I dati tecnici del modello Coreline sono riportati in tab. 3.116.

**Tabella 3.116. Dati tecnici Coreline.**

Efficienza	85 lm/W
$T_{cp}$	4000 K
$R_a$	80
$UGR_L$	> 19
L70	30.000 h
Regolabile	No



**Figura 3.49. Modello Coreline.**

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate per i locali tipo selezionati.

### **Degenze**

Il software DIALux permette il caricamento di file CAD, nel caso delle degenze è stato scelto un locale tipo posto al secondo piano dello stabile S. Chiara.

Il locale ha una superficie di  $19,39 \text{ m}^2$  e un'altezza di 3 m, gli indici di riflessione impiegati sono stati:

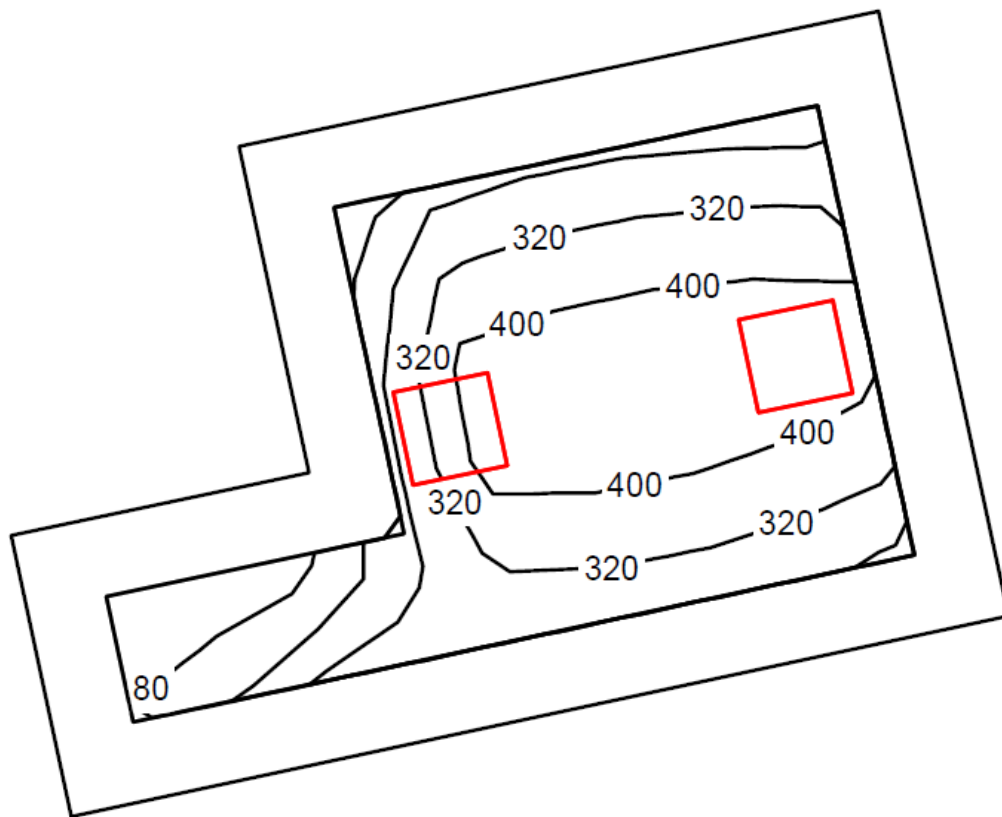
- 70% Soffitto (colore chiaro)
- 50% Pareti (colore chiaro)
- 20% Pavimento (colore chiaro)

Il fattore di manutenzione è stato scelto pari a 0,9 (ambiente molto pulito), per la zona marginale è stato usato il valore suggerito dalla UNI12464-1 (0,5 m).

L'altezza del piano di lavoro è stata considerata pari a 0,85 m.

Il software restituisce la distribuzione del livello di illuminamento nel locale (fig.3.50) e la sua uniformità.

Per la degenza sono richiesti 300 lux nella zona di compito visivo, 200 lux nella zona immediatamente circostante, 66,7 lux nella zona di sfondo e un valore di uniformità di 0,6.



**Figura 3.50. Output DIALux degenza.**

I vincoli normativi sono stati ampiamente rispettati, il valore di uniformità ottenuto è 0,61.

Verificato il rispetto dei vincoli normativi è stato calcolato l'indice  $W/m^2$ , l'indice relativo alle degenze è risultato pari a  $3,51 W/m^2$ .

Tale indice è stato applicato a tutti i locali con finalità degenza.

### **Bagni**

Il locale campione selezionato è situato al secondo piano dell'edificio Santa Chiara, ha una superficie di  $12,66 m^2$  e altezza 3 m.

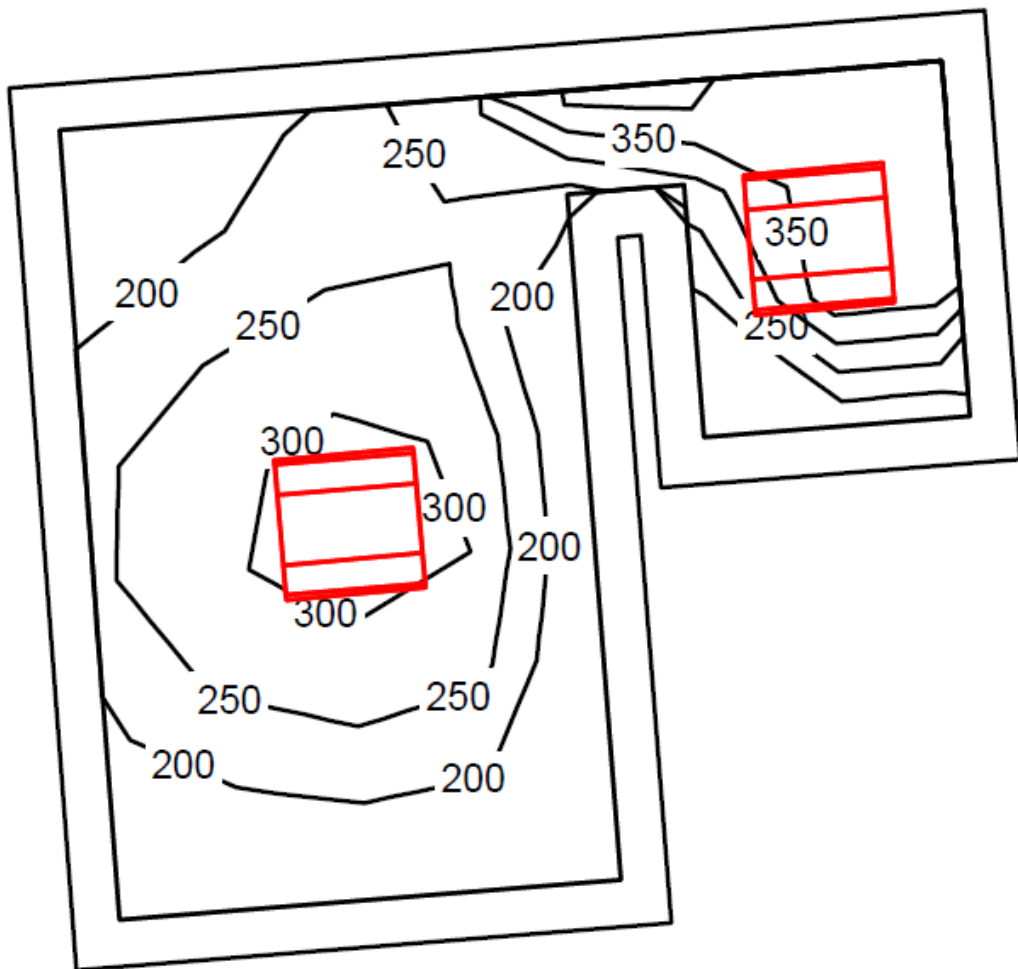
I coefficienti di riflessione sono gli stessi impiegati nel caso delle degenze così come il coefficiente di manutenzione.

La zona marginale è stata scelta pari a 0,2 m viste le ridotte dimensioni del locale, mentre l'altezza del piano di lavoro è stata ritenuta pari a 0,85 m.

Sono richiesti 200 lux nella zona di compito visivo, nel nostro caso corrispondente a tutta la superficie selezionata.

In fig. 3.51 sono riportati i risultati della simulazione.





**Figura 3.51. Output DIALux bagno.**

I livelli di illuminamento sono stati rispettati, il grado di uniformità ottenuto è stato 0,57, valore superiore rispetto allo 0,4 richiesto.

L'indice ricavato riguardante i bagni è stato  $6,63 \text{ W/m}^2$

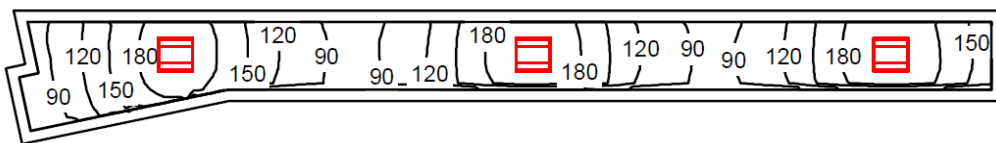
### **Corridoi**

Il locale campione è situato al secondo piano dello stabile Santa Chiara, ha una superficie di  $29,63 \text{ m}^2$  e altezza 3 m.

I coefficienti impiegati sono gli stessi dei casi precedenti, l'altezza della zona di compito visivo è stata selezionata pari a 0 m e la zona marginale è stata considerata a 0,2 m dalle pareti.

L'illuminamento richiesto dalla norma è pari a 100 lux in tutta la zona considerata con grado di uniformità pari a 0,4.

In fig. 3.52 sono riportati i risultati della simulazione.



**Figura 3.52. Output DIALux corridoio.**

Il livello di illuminamento medio è stato soddisfatto con un grado di uniformità pari a 0,47.

L'indicatore caratteristico per i corridoi è risultato  $4,25 \text{ W/m}^2$ .

### **Ambulatorio 300 lux**

Il locale tipo è situato al secondo piano dello stabile Santa Chiara, ha superficie pari a  $18,41 \text{ m}^2$  e altezza 3 m.

I coefficienti utilizzati sono gli stessi dei casi precedenti, la zona di margine è stata presa pari a 0 m in quanto non si conosce la disposizione degli arredi e l'effettiva dimensione della zona di compito visivo.

Altezza piano di lavoro pari a 0,85 m.

In questo caso è stato simulato un ambulatorio con livello di illuminamento richiesto di 300 lux e grado di uniformità 0,6.

In fig. 3.53 sono riportati i risultati della simulazione.



**Figura 3.53. Output DIALux ambulatorio 300 lux.**

I livello di illuminamento medio richiesto è stato ottenuto con grado di uniformità pari a 0,77.

L'indice caratteristico per ambulatori con richiesta 300 lux è risultato 5,54 W/m<sup>2</sup>.

### **Ambulatorio 500 lux**

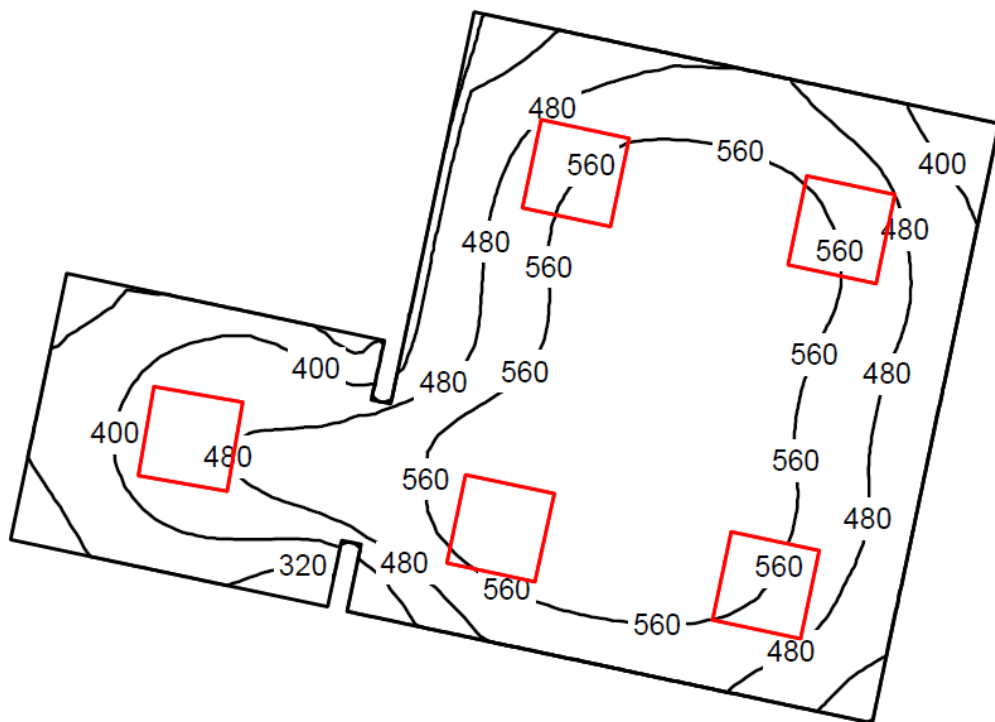
Il locale campione è situato al secondo piano dello stabile Santa Chiara, ha superficie pari a 18,41 m<sup>2</sup> e altezza 3 m.

I coefficienti impiegati nella simulazione sono gli stessi applicati nei casi precedenti, la zona di margine è stata ritenuta pari a 0 m per lo stesso motivo dell'ambulatorio a 300 lux.

L'altezza della zona di compito visivo è stata ritenuta pari a 0,85 m.

La richiesta di illuminamento per alcuni tipi di ambulatorio è pari a 500 lux con gradi di uniformità 0,6.

In fig. 3.54 è riportato il risultato della simulazione.



**Figura 3.54. Output DIALux ambulatorio 500 lux.**

Il livello di illuminamento richiesto è stato soddisfatto con grado di uniformità 0,84.

Il coefficiente caratteristico per ambulatori con richiesta di 500 lux è risultato pari a 9,23 W/m<sup>2</sup>.

### Ufficio

Il locale campione selezionato è situato al primo piano della palazzina uffici, ha una superficie di 19,81 m<sup>2</sup> e altezza 3 m.

I coefficienti sono gli stessi impiegati nei casi precedenti, la zona di margine è stata selezionata pari a 0,5 m e l'altezza del piano di compito visivo pari a 0,85 m.

Vista la presenza di videoterminali il livello di illuminamento richiesto è 500 lux con grado di uniformità 0,6.

In fig. 3.55 è riportato il risultato della simulazione.

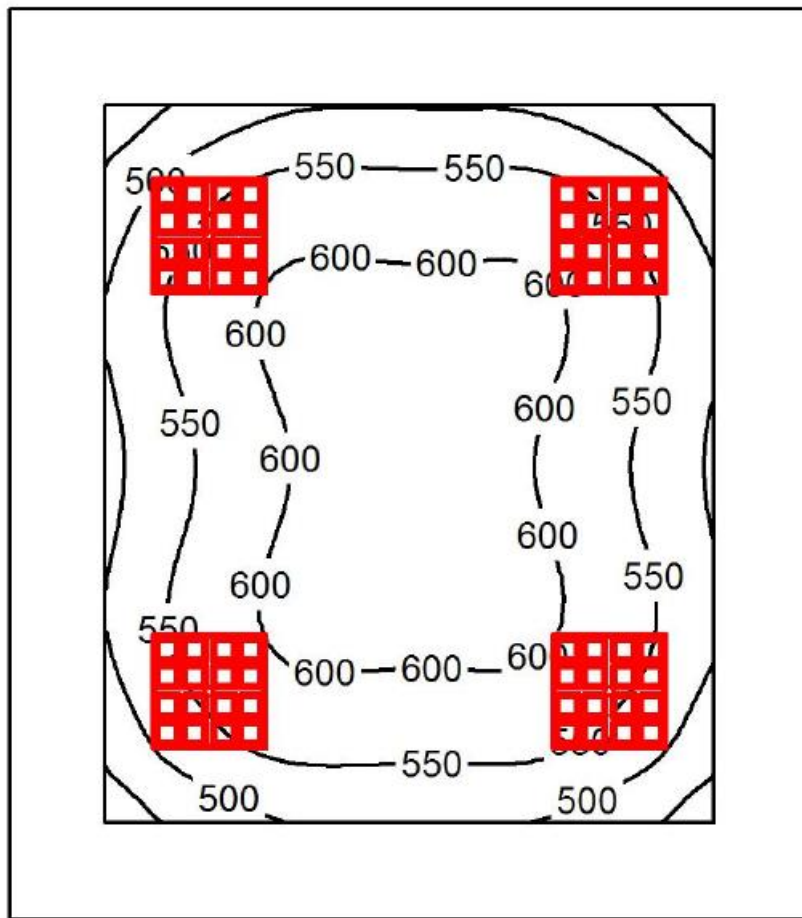


Figura 3.55. Output DIALux ufficio.

Il livello di illuminamento richiesto è stato rispettato con grado di uniformità 0,74.

Il valore dell'indice caratteristico degli uffici è risultato 6,86 W/m<sup>2</sup>.

### Deposito

Il locale campione è situato nel poliambulatorio, ha una superficie di  $22,57 \text{ m}^2$  e altezza 3 m.

I coefficienti utilizzati sono gli stessi impiegati nei casi precedenti, la zona di margine è stata selezionata pari a 0,5 e l'altezza di compito visivo a 0,85 m.

Il livello di illuminamento richiesto è 200 lux con uniformità 0,4.

In fig. 3.56 è riportato il risultato della simulazione.

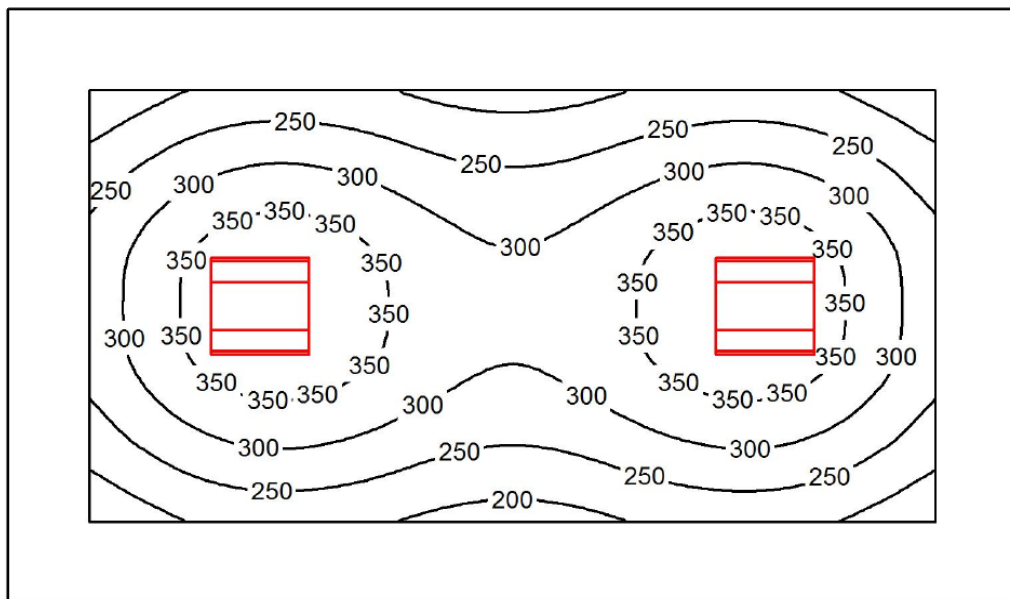


Figura 3.56. Output DIALux magazzino.

Il livello di illuminamento è stato raggiunto con un grado di uniformità di 0,56. L'indicatore caratteristico per i magazzini è risultato  $3,72 \text{ W/m}^2$ .

Ricavati i vari indicatori si è proceduto con il calcolo dei consumi utilizzando lo stesso procedimento impiegato nel paragrafo 3.6.3.

Nel caso degli ambulatori il valore utilizzato per il calcolo è stato  $7,5 \text{ W/m}^2$  cioè il valore medio tra ambulatorio a 300 lux e ambulatorio a 500 lux.

Di seguito sono riportate le tabelle contenenti i risultati del calcolo.

**Tabella 3.117. Riepilogo potenze installate.**

Zone	Superfici[m2]	Potenza/supercficie [W/m2]	Pot[kW]	n lampade
Uffici	966	6,9	6,7	196
Ambulatori	2320	7,5	17,4	512
Corridoi	4890	4,3	20,8	611
Degenze	1668	3,5	5,9	172
Depositi/magazzini	671	3,7	2,5	73
Bagni	780	6,6	5,2	152

**Tabella 3.118. Riepilogo potenze assorbite**

Zone	Pot funz non continuo [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di contemp . giorno	Fattore di contemp . sera	Fattore di contemp . notte	Pot media assorbit a giorno [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a sera [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a notte [kW <sub>el</sub> ]
Uffici	6,0	0,8	0,9	0,2	5,3	6,0	1,3
Ambulatori	15,7	0,8	0,9	0,2	13,9	15,7	3,5
Corridoi	18,7	0,8	0,9	0,9	16,6	18,7	18,7
Degenze	5,3	0,6	0,8	0,1	3,5	4,7	0,6
Depositi/magazzini	2,2	0,7	0,8	0,2	1,7	2,0	0,5
Bagni	4,7	0,5	0,8	0,8	2,6	4,1	4,1
<b>TOTALE</b>	<b>52,5</b>				<b>43,7</b>	<b>51,2</b>	<b>28,7</b>

**Tabella 3.119. Consumi illuminazione a funzionamento non continuato.**

Zone	h giorno/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWhel/anno]
Uffici	2.452	372	3.897	18.443
Ambulatori	2.452	71	4.198	44.853
Corridoi	2.452	0	4.269	108.548
Degenze	2.452	1.021	3.248	13.769
Depositi/magazzini	2.452	0	4.269	5.740
Bagni	2.452	0	4.269	21.602
<b>TOTALE</b>				<b>212.954</b>

**Tabella 3.120. Consumo illuminazione a funzionamento continuo.**

Zone	Pot sempre in funzione [kW <sub>el</sub> ]	h	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	0,7	8.760	5.837
Ambulatori	1,7	8.760	15.239
Corridoi	2,1	8.760	18.205
Degenze	0,6	8.760	5.129
Depositi/magazzini	0,2	8.760	2.174
Bagni	0,5	8.760	4.530
<b>TOTALE</b>			<b>51.115</b>

**Tabella 3.121. Consumo totale illuminazione interna.**

Consumo illuminazione interna funzionamento non continuo	212.954 kWh <sub>el</sub> /anno
Consumo illuminazione interna funzionamento continuo	51.115 kWh <sub>el</sub> /anno
<b>TOTALE</b>	<b>264.069 kWh<sub>el</sub>/anno</b>

Il risparmio energetico generato è  $482.543 - 264.069 = 218.474$  kWh<sub>el</sub>.

Ipotizzando di installare i nuovi corpi illuminanti a fine vita utile di quelle in uso il costo effettivo dell'intervento è dato dalla differenza tra il costo unitario delle nuove lampade LED e quello delle lampade a fluorescenza solitamente montate, complessivo di costo di installazione, pari a 26 €.

Il calcolo del costo dell'investimento è stato riportato in tab. 3.122.

**Tabella 3.122. Costo investimento.**

Modello lampada	Quantità	Costo unitario [€/lampada]	Δ costo lampade [€/lampada]	Costo totale [€]
Powerbalance	880	250	224	197.120
Coreline	836	170	144	120.384
<b>TOTALE</b>	<b>1.716</b>			<b>317.504</b>

Come parametro di valutazione dell'investimento è stato impiegato il PBT semplice considerando un costo dell'energia elettrica pari a 0,15 €/kWh<sub>el</sub>.

**Tabella 3.123. Calcolo tempo di ritorno dell'investimento.**

Investimento [€]	risparmio [kWh <sub>el</sub> ]	costo energia [€/kWh <sub>el</sub> ]	risparmio economico [€]	PBT
317.504	218.475	0,15	32.771	<b>9,7</b>

### Soluzione B

La soluzione B prevede l'installazione di Coreline in tutti gli ambienti, utilizzando un modello con caratteristiche adatte ad uffici, degenze ed ambulatori.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti sostituendo tutti gli apparati illuminanti esistenti.

**Tabella 3.124. Riepilogo potenze installate.**

Zone	Superfici[m2]	Potenza/supercficie [W/m2]	Pot[kW]	n lampade
Uffici	965,7	8,5	8,2	196
Ambulatori	2319,46	9,3	21,5	512
Corridoi	4890	5,3	25,7	611
Degenze	1668,1	4,3	7,2	172
Depositi/magazzini	670,65	4,6	3,1	73
Bagni	780,06	8,2	6,4	152

**Tabella 3.125. Riepilogo potenze assorbite.**

Zone	Pot funz non continuo [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di contemp . giorno	Fattore di contemp . sera	Fattore di contemp . notte	Pot media assorbit a giorno [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a sera [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a notte [kW <sub>el</sub> ]
Uffici	7,4	0,8	0,9	0,2	6,6	7,4	1,6
Ambulatori	19,3	0,8	0,9	0,2	17,2	19,3	4,3
Corridoi	23,1	0,8	0,9	0,9	20,5	23,1	23,1
Degenze	6,5	0,6	0,8	0,1	4,3	5,8	0,7
Depositi/magazzini	2,8	0,7	0,8	0,2	2,1	2,5	0,6
Bagni	5,7	0,5	0,8	0,8	3,2	5,1	5,1
<b>TOTALE</b>	<b>64,9</b>				<b>54</b>	<b>63,2</b>	<b>35,5</b>

**Tabella 3.126. Consumo illuminazione a funzionamento non continuo.**

Zone	h giorno/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	2.452	372	3.897	22.783
Ambulatori	2.452	71	4.198	55.407
Corridoi	2.452	0	4.269	134.088



Degenze	2.452	1.021	3.248	17.008
Depositi/magazzini	2.452	0	4.269	7.090
Bagni	2.452	0	4.269	26.685
<b>TOTALE</b>				<b>263.061</b>

**Tabella 3.127. Consumo illuminazione a funzionamento continuo.**

Zone	Pot sempre in funzione [kW <sub>el</sub> ]	h	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	0,8	8.760	7.211
Ambulatori	2,1	8.760	18.824
Corridoi	2,6	8.760	22.489
Degenze	0,7	8.760	6.336
Depositi/magazzini	0,3	8.760	2.685
Bagni	0,6	8.760	5.596
<b>TOTALE</b>			<b>63.142</b>

**Tabella 3.128. Riepilogo consumi illuminazione interna.**

Consumo illuminazione interna funzionamento non continuo	263.061 kWh <sub>el</sub> /anno
Consumo illuminazione interna funzionamento continuo	63.142 kWh <sub>el</sub> /anno
<b>TOTALE</b>	<b>362.202 kWh<sub>el</sub>/anno</b>

Il risparmio energetico generato è  $482.543 - 362.202 = 120.341$  kWh<sub>el</sub>.

Di seguito è riportato il calcolo del costo di investimento.

**Tabella 3.129. Costo investimento.**

Modello lampada	Quantità	Costo unitario [€/lampada]	Δ costo lampade [€/lampada]	Costo totale [€]
Coreline	1.716	170	144	247.104
<b>TOTALE</b>	<b>1.716</b>			<b>247.104</b>

Il parametro di valutazione economica utilizzato è stato il PBT semplice, considerando un costo dell' energia di 0,15 €/kWh<sub>el</sub>.

**Tabella 3.130. Calcolo tempo di ritorno dell'investimento.**

Investimento [€]	risparmio [kWh <sub>el</sub> ]	costo energia [€/kWh <sub>el</sub> ]	risparmio economico [€]	PBT
140.712	156.341	0,15	23.451	<b>10,5</b>

Entrambe le soluzioni proposte hanno tempi di ritorno sopra i 10 anni, è stata eseguita un'analisi per valutare le zone in cui la sostituzione degli apparati illuminante è più conveniente.

L'indicatore utilizzato per l'analisi è definito dall'eq. 3.12

$$(\text{€/kWh}_{el\text{ risparmiato}}) = \frac{\text{Costo}}{\text{kWh}_{el\text{ risparmiato}}} \quad (\text{eq. 3.12})$$

### Soluzione A<sub>bis</sub>

L'indicatore descritto dall'eq. 3.12 è stato calcolato per ogni zona, i risultati sono riportati in tab. 3.131.

**Tabella 3.131. Analisi zone critiche.**

Zone	Costo [€]	kWh <sub>el risparmiato</sub>	€/kWh <sub>el risparmiato</sub>
Uffici	48.995	14.427	3,4
Ambulatori	127.911	20.031	6,4
Corridoi	103.913	141.665	0,7
Degenze	43.052	29.558	1,5
Depositi/magazzini	12.407	11.335	1,1
Bagni	25.859	1.458	17,7

I bagni e gli ambulatori sono le zone meno convenienti nelle quali eseguire la sostituzione degli apparecchi.

Di seguito sono riportati i risultati riguardanti la soluzione A<sub>bis</sub>, gli apparati illuminanti di ambulatori e bagni non sono stati sostituiti.

**Tabella 3.132. Riepilogo potenze installate.**

Zone	Superfici[m2]	Potenza/supercficie [W/m2]	Pot[kW]	n lampade
Uffici	965,7	6,9	6,7	196
Ambulatori	2319,46	10,0	23,2	0
Corridoi	4890	4,3	20,8	611
Degenze	1668,1	3,5	5,9	172
Depositi/magazzini	670,65	3,7	2,5	73
Bagni	780,06	7,0	5,5	0

**Tabella 3.133. Riepilogo potenze assorbite.**

Zone	Pot funz non continuo [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di contemp . giorno	Fattore di contemp . sera	Fattore di contemp. notte	Pot media assorbit a giorno [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a sera [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a notte [kW <sub>el</sub> ]
Uffici	6,0	0,8	0,9	0,2	5,3	6,0	1,3
Ambulatori	20,9	0,8	0,9	0,2	18,6	20,9	4,6
Corridoi	18,7	0,8	0,9	0,9	16,6	18,7	18,7
Degenze	5,3	0,6	0,8	0,1	3,5	4,7	0,6
Depositi/magazzini	2,2	0,7	0,8	0,2	1,7	2,0	0,5
Bagni	4,9	0,5	0,8	0,8	2,7	4,4	4,4
<b>TOTALE</b>	<b>58</b>				<b>48,5</b>	<b>56,6</b>	<b>30,1</b>

**Tabella 3.134. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento non continuo.**

Zone	h giorno/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	2.452	372	3.897	18.443
Ambulatori	2.452	71	4.198	59.804
Corridoi	2.452	0	4.269	108.548
Degenze	2.452	1.021	3.248	13.769
Depositi/magazzini	2.452	0	4.269	5.740
Bagni	2.452	0	4.269	22.807
<b>TOTALE</b>				<b>229.110</b>

**Tabella 3.135. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento continuo.**

Zone	Pot sempre in funzione [kW <sub>el</sub> ]	h	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	0,7	8.760	5.837
Ambulatori	2,3	8.760	20.318
Corridoi	2,1	8.760	18.205
Degenze	0,6	8.760	5.129
Depositi/magazzini	0,2	8.760	2.174
Bagni	0,5	8.760	4.783
<b>TOTALE</b>			<b>56.477</b>

**Tabella 3.136. Riepilogo consumi totali illuminazione interna soluzione A<sub>bis</sub>.**

Consumo illuminazione interna funzionamento non continuo	229.110 kWh <sub>el</sub> /anno
Consumo illuminazione interna funzionamento continuo	56.477 kWh <sub>el</sub> /anno
<b>TOTALE</b>	<b>285.557 kWh<sub>el</sub>/anno</b>

Il risparmio energetico generato è  $482.543 - 285.557 = 196.986$  kWh<sub>el</sub>.

Di seguito è valutato il costo di investimento (tab. 3.137).

**Tabella 3.137. Costo investimento.**

Modello lampada	Quantità	Costo unitario [€/lampada]	Δ costo lampade [€/lampada]	Costo totale [€]
Powerbalance	368	250	224	82.432
Coreline	684	170	144	98.496
<b>TOTALE</b>	<b>1.052</b>			<b>180.928</b>

L'indicatore economico utilizzato per la valutazione dell'investimento è stato il PBT semplice, considerando il costo dell'energia pari a 0,15 €/kWh<sub>el</sub> (tab. 3.138).

**Tabella 3.138. Calcolo PBT semplice soluzione A<sub>bis</sub>.**

Investimento [€]	risparmio [kWh <sub>el</sub> ]	costo energia [€/kWh <sub>el</sub> ]	risparmio economico [€]	PBT
180.928	196.986	0,15	29.548	<b>6,1</b>

La soluzione A<sub>bis</sub> valutata tramite PBT semplice è risultata essere la più conveniente, è stata eseguita una valutazione tecnico-economica più raffinata per questa soluzione.

L'indicatore economico utilizzato per tale valutazione è stato il valore attuale netto (VAN).

Tra i costi evitati effettuando questo intervento sono presenti le spese necessarie per la sostituzione della precedente tipologia di lampade, i vecchi corpi illuminanti a funzionamento continuo richiedono di essere sostituite ogni 2 anni mentre quelli a funzionamento non continuo ogni 4 anni.

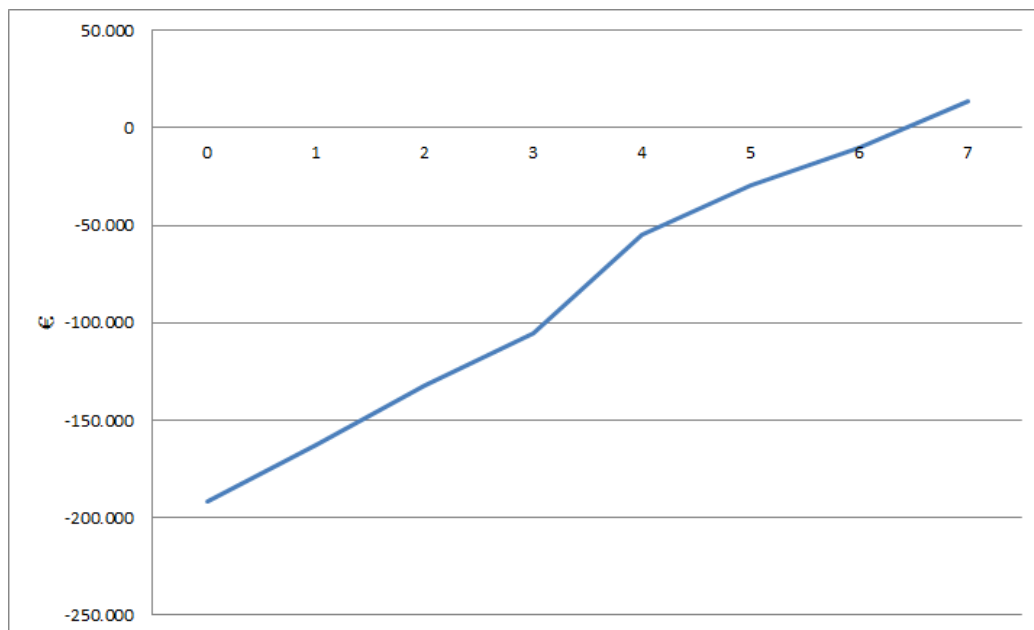
Occorre tenere conto che i nuovi apparati illuminanti a funzionamento continuo devono essere sostituiti ogni 6 anni, il costo di tale sostituzione è stato ridotto del 50% per tenere conto dell'evoluzione tecnologica.

L'indice di attualizzazione è stato scelto pari al 3%, in tab. 3.139 è riportato il risultato dell'analisi.

**Tabella 3.139. Analisi tempo di rientro investimento con valori attualizzati soluzione A<sub>bis</sub>.**

Anno	Costi [€]	Risparmio [€]	Ricavi [€]	VAN
0	191.528		-191.528	-191.528
1		29.548	29.548	-162.840
2	-2.736	29.548	32.284	-132.409
3		29.548	29.548	-105.369
4	-27.363	29.548	56.911	-54.804
5		29.548	29.548	-29.316
6	6.840	29.548	22.708	-10.299
7		29.548	29.548	13.726

Dall'analisi è risultato un aumento del PBT da 6,1 anni a 6,5, il costo dell'energia è stato considerato costante durante gli anni generando quindi un risparmio costante.



**Figura 3.57. Andamento grafico VAN.**

### Soluzione B<sub>bis</sub>

Un ulteriore opzione consiste nell'installazione di apparecchi CORELINE solamente nei corridoi e nei magazzini, lasciando gli attuali apparati illuminanti nelle altre zone.

**Tabella 3.140. Riepilogo potenze installate.**

Zone	Superfici[m2]	Potenza/supercficie [W/m2]	Pot[kW]	n lampade
Uffici	965,7	10,0	9,7	
Ambulatori	2319,46	11,0	25,5	
Corridoi	4890	5,3	25,7	611
Degenze	1668,1	9,0	15,0	
Depositi/magazzini	670,65	4,6	3,1	73
Bagni	780,06	7,0	5,5	

**Tabella 3.141. Riepilogo potenze assorbite.**

Zone	Pot funz non continuo [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di contemp . giorno	Fattore di contemp . sera	Fattore di contemp. notte	Pot media assorbit a giorno [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a sera [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbit a notte [kW <sub>el</sub> ]
Uffici	8,7	0,8	0,9	0,2	7,7	8,7	1,9
Ambulatori	23,0	0,8	0,9	0,2	20,4	23,0	5,1
Corridoi	23,1	0,8	0,9	0,9	20,5	23,1	23,1
Degenze	13,5	0,6	0,8	0,1	9,0	12,0	1,5
Depositi/magazzini	2,8	0,7	0,8	0,2	2,1	2,5	0,6
Bagni	4,9	0,5	0,8	0,8	2,7	4,4	4,4
<b>TOTALE</b>	<b>75,9</b>				<b>62,6</b>	<b>73,6</b>	<b>36,6</b>

**Tabella 3.142. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento non continuo.**

Zone	h giorno/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	2.452	372	3.897	26.729
Ambulatori	2.452	71	4.198	65.784
Corridoi	2.452	0	4.269	134.088
Degenze	2.452	1.021	3.248	35.304
Depositi/magazzini	2.452	0	4.269	7.090
Bagni	2.452	0	4.269	22.807
<b>TOTALE</b>				<b>291.804</b>

**Tabella 3.143. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento continuo.**

Zone	Pot sempre in funzione [kW <sub>el</sub> ]	h	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	1,0	8.760	8.460
Ambulatori	2,6	8.760	22.350
Corridoi	2,6	8.760	22.489
Degenze	1,5	8.760	13.151
Depositi/magazzini	0,3	8.760	2.685
Bagni	0,5	8.760	4.783
<b>TOTALE</b>			<b>73.919</b>

**Tabella 3.144. Riepilogo consumi totali illuminazione interna soluzione B<sub>bis</sub>.**

Consumo illuminazione interna funzionamento non continuo	291.804 kWh <sub>el</sub> /anno
Consumo illuminazione interna funzionamento continuo	73.919 kWh <sub>el</sub> /anno
<b>TOTALE</b>	<b>365.722 kWh<sub>el</sub>/anno</b>

Il risparmio energetico generato è  $482.543 - 365.722 = 116.821$  kWh<sub>el</sub>.

I Calcolo dell'investimento è riportato in tab. 3.145.

**Tabella 3.145. Calcolo investimento.**

Modello lampada	Quantità	Costounitario [€/lampada]	Δ costo lampade [€/lampada]	Costo totale [€]
Coreline	684	170	144	98.496
<b>TOTALE</b>	<b>684</b>			<b>98.496</b>

Il calcolo del VAN è stato effettuato utilizzando 0,15 €/kWh<sub>el</sub> come costo dell'energia elettrica, sono state applicate le stesse considerazioni espone nella soluzione A<sub>bis</sub> riguardo la sostituzione degli apparati illuminanti.

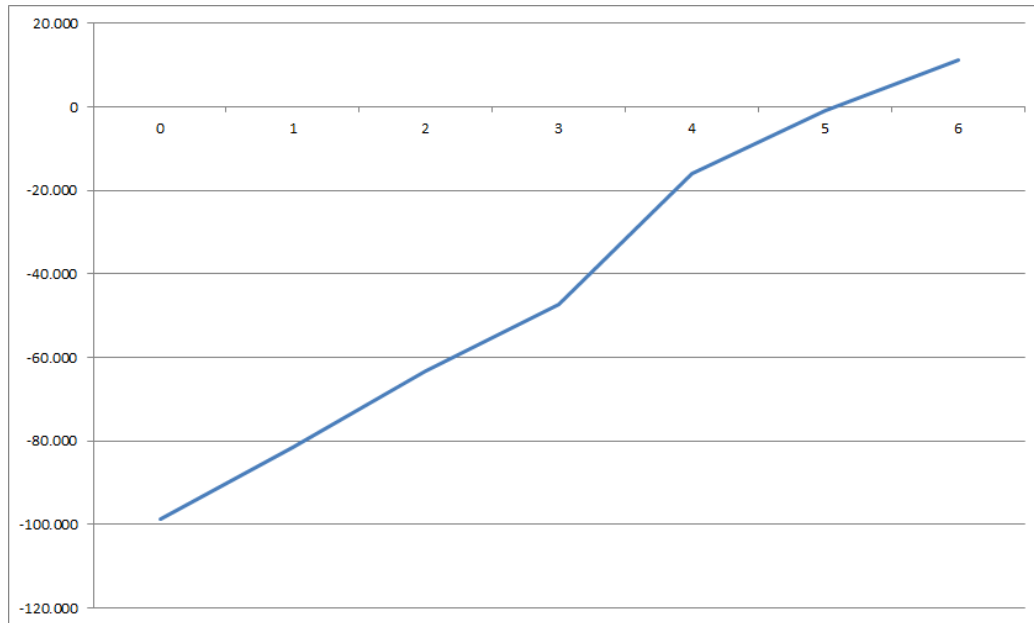
**Tabella 3.146. Calcolo PBT semplice soluzione B<sub>bis</sub>.**

Investimento [€]	risparmio [kWh <sub>el</sub> ]	costo energia [€/kWh <sub>el</sub> ]	risparmio economico [€]	PBT
98.529	116.821	0,15	17.523	<b>5,6</b>

**Tabella 3.147. Calcolo VAN.**

Anno	Costi [€]	Risparmio [€]	Ricavi [€]	VAN
0	98.529		-98.529	-98.529
1		17.523	17.523	-81.517
2	-1.779	17.523	19.302	-63.323

3		17.523	17.523	-47.286
4	-17.790	17.523	35.313	-15.911
5		17.523	17.523	-796
6	3.147	17.523	14.376	11.244



**Figura 3.58. Andamento VAN.**

La soluzione Bbis ha un tempo di ritorno economico di circa 5 anni.

Gli elevati valori di PBT ottenuti per la categoria illuminazione sono dovuti alla procedura di lavoro per la stima del numero di lampade presenti in clinica, la procedura applicata ha previsto il calcolo tramite software DIALux del numero di lampade necessarie per avere illuminamento medio secondo valori di norma in tutti i locali.

Gli interventi proposti non si limitano quindi a favorire il risparmio energetico, ma forniscono anche adeguamenti di carattere normativo dove necessario.



### 3.8.2.2 Sostituzione lampade per illuminazione esterna con lampade più efficienti

Per quanto riguarda la sostituzione degli apparecchi esterni è stata proposta l'utilizzo del modello LUMA 1 di Philips, avente tecnologia LED ad alta efficienza.

In tab. 3.148 sono riportati i dati tecnici dell'apparecchio.

**Tabella 3.148 Dati tecnici LUMA 1.**

Efficienza	135 lm/W
T <sub>cp</sub>	4000 K
R <sub>a</sub>	40
Altezza palo	8 m
L80F10	100.000 h
Regolabile	Sì



**Figura 3.59. Modello LUMA 1.**

Per la simulazione è stato impiegato il software CalcuLuX sviluppato da Philips, particolarmente indicato per i calcoli illuminotecnici in esterno.

I vincoli illuminotecnici richiesti sono riportati in tab. 3.149.

**Tabella 3.149. Prospetto 5.9 UNI EN 14464-2:2008. Aree di parcheggio.**

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$U_o$ -	$GR_L$ -	$R_a$ -	Note
5.9.1	Traffico leggero, per esempio aree di parcheggio di negozi, villette a schiera e condomini; parchi ciclistici	5	0,25	55	20	
5.9.2	Traffico medio, per esempio aree di parcheggio di supermercati, edifici per uffici, impianti industriali, complessi di edifici sportivi e polivalenti	10	0,25	50	20	
5.9.3	Traffico intenso, per esempio aree di parcheggio delle scuole, degli edifici di culto, dei principali centri commerciali, dei principali complessi di edifici sportivi e polivalenti	20	0,25	50	20	

L'area è stata valutata a traffico intenso durante il giorno e a traffico medio durante la notte (dalle 0.00 alle 6.00).

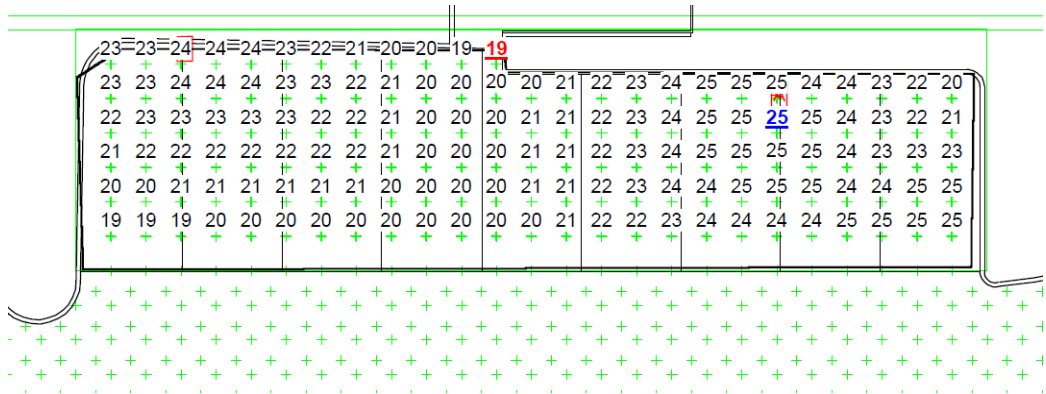
Il coefficiente di manutenzione utilizzato è stato 0,8 in quanto si tratta di una zona esterna.

Di seguito è riportata l'analisi eseguita per la zona di parcheggio situata all'ingresso principale (fig. 3.60).



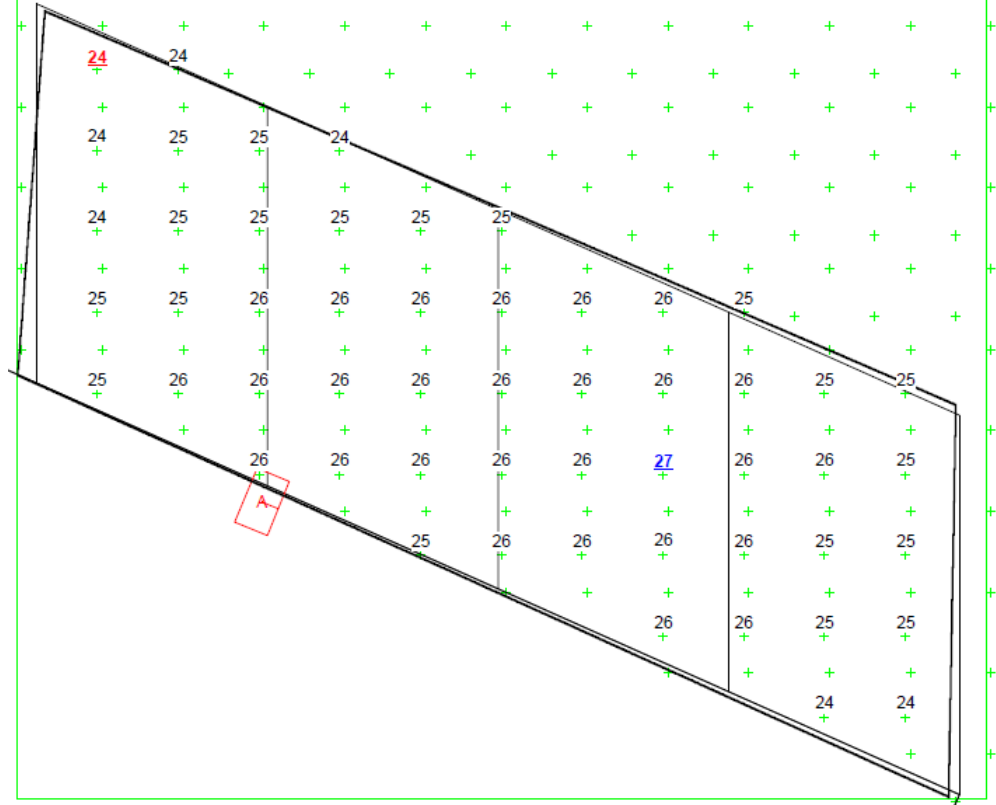
**Figura 3.60. Disposizione apparati LUMA 1.**

A titolo di esempio sono riportati i risultati riguardanti 2 sezioni dell'area parcheggio.



**Figura 3.61. Distribuzione illuminamento parcheggio A.**

Il livello di illuminamento medio richiesto è stato soddisfatto con grado di uniformità 0,75 e GR- Max 43,2.



**Figura 3.62. Distribuzione illuminamento parcheggio B.**

Il livello di illuminamento richiesto è stato ottenuto con grado di uniformità 0,9 e GR- Max 43,2.

La proposta di intervento riguarda l'installazione di 100 apparati LUMA 1 nelle zone esterne della clinica.

Le ore di funzionamento sono state ricalcolata tenendo in considerazione la riduzione del 50% nelle ore notturne.

I risultati sono riportati in tab. 3.150.

**Tabella 3.150. Potenze assorbite illuminazione esterna.**

Zone	Pot [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di contemp . giorno	Fattore di contemp . sera	Fattore di contemp . notte	Coeff riduz. notte	Pot media assorb. giorno [kW <sub>el</sub> ]	Pot medi assorb. sera [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorb. notte [kW <sub>el</sub> ]
Esterno	6,3	0	0,8	0,8	0,5	0	5	3

**Tabella 3.151. Consumo illuminazione esterna.**

Zone	h giorno/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Esterno	4.491	2.079	2.190	15.997
<b>TOTALE</b>				<b>15.997</b>

Le ore di attenuazione in regime notturno sono state ricavate considerando 6 ore al giorno per 365 giorni anno con flusso luminoso ridotto del 50%.

Le ore di sera sono state calcolate sottraendo le ore di regime notturno alle ore di buio.

Il costo dell'investimento è stato calcolato ipotizzando una nuova distribuzione degli apparati illuminanti, quindi in questo caso non è stato tenuto conto del delta di costo derivante dalla sostituzione a fine vita utile dei precedenti apparati (tab. 3.152).

**Tabella 3.152. Costo investimento.**

Modello	Quantità	Costo lampada [€]	Costo totale [€]
LUMA 1	100	400	40.000

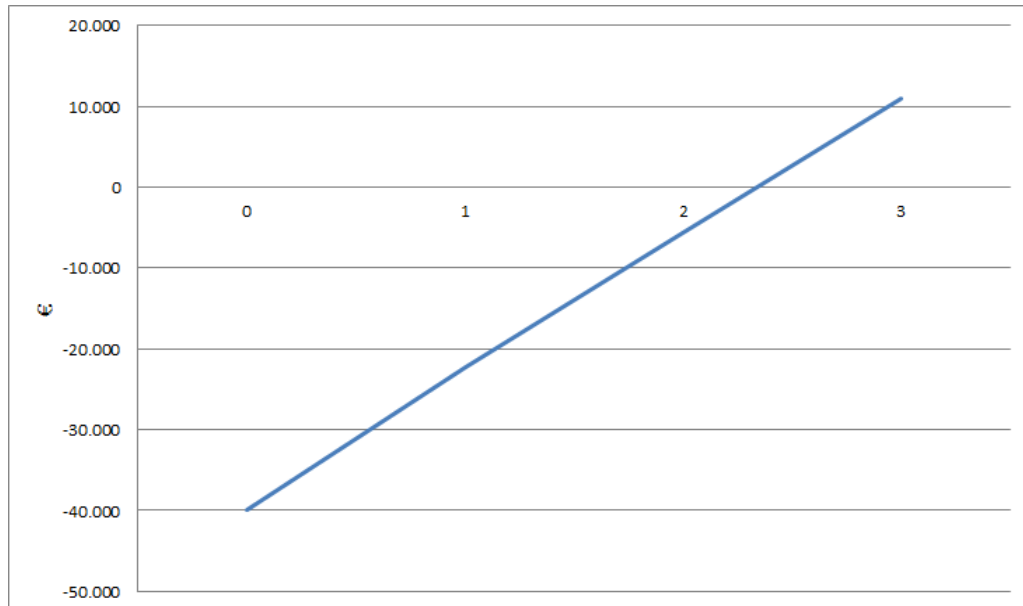
Per il calcolo del valore attuale netto sono stati supposti costi biennali di manutenzione pari a 500 € e un indice di attualizzazione del 3%.

Il costo dell'energia è stato ritenuto costante negli anni, in tab. 3.153 è riportato il risultato dell'analisi economica.

**Tabella 3.153. Calcolo VAN.**

Anno	Costi [€]	Risparmio [€]	Ricavi [€]	VAN
0	40.000		-40.000	-40.000
1		18.200	18.200	-22.330
2	500	18.200	17.700	-5.646
3		18.200	18.200	11.009

Il tempo di ritorno dell'investimento è risultato essere tra i 2 e i 3 anni.



**Figura 3.63. Andamento grafico VAN.**

### 3.8.3 Sollevamento

Nella clinica sono presenti 2 ascensori oleodinamici, questa tipologia di ascensori ha consumi maggiori rispetto a quelli a fune.

La proposta di intervento ha riguardato la sostituzione di queste 2 macchine con apparecchi a fune.

Le potenze dei motori sono state ridotte del 50% e i parametri ELA sono stati adattati per il nuovo tipo di ascensori (3.6.3).

Sono state applicate le eq. da 3.6 a 3.8, i parametri modificati sono:

- $c_{aml}$  : da 0,3 a 0,35;
- $c_{bal}$  : da 0 a 0,5;
- $v$  : da 0,7 a 1,3.

In tab. 3.154 Sono riproposti i risultati.

**Tabella 3.154. Consumo impianti di sollevamento.**

Zona	h[m]	$E_{cycle}$ [Wh <sub>el</sub> ]	$n_{trip}$	$E_{lift}$ [kWh <sub>el</sub> ]	$E_{stand-by}$ [kWh <sub>el</sub> ]	$E_{tot}$ [kWh <sub>el</sub> ]
S. Chiara	18	22,66	175.344	6.259	3.374	9.633
S. Chiara	18	13,60	175.344	3.004	2.239	5.243
Blocco op vecchio	18	19,04	175.344	5.258	2.834	8.092
Blocco op nuovo	18	19,04	175.344	5.258	2.834	8.092
S. Giovanni	18	19,04	175.344	4.206	3.134	7.341
S. Lucia	18	27,20	175.344	9.013	3.619	12.633
TAC	6	4,03	175.344	445	2.626	3.071
S. Filippo	18	24,18	175.344	5.341	3.980	9.321
S. Lucia	18	18,13	175.344	7.010	2.127	9.137
Montacarichi mensa	6	2,12	31.200	42	1.434	1.475
<b>TOTALE</b>				45.837	28.201	<b>74.038</b>

Il risparmio energetico ottenuto grazie all'intervento proposto è **80.471-74.038 = 8.252 kWh<sub>el</sub>**, l'8% in meno.

Visto il limitato impatto economico che tale proposta ha ottenuto e gli oneri che essa comporta, non è stata proposta l'analisi economica dell'investimento.

### 3.8.4 Elettromedicali

Per quanto riguarda la categoria elettromedicali l'unico intervento possibile è di carattere puramente gestionale.

L'intervento in questione riguarda lo spegnimento ( se possibile) della macchine nelle ore di utilizzo nullo, eliminando così la componente di consumo relativa allo stand-by.

La riduzione dei consumi energetici non è stata una priorità per i produttori di elettromedicali creando così una barriera tecnologica, al momento alcune aziende produttrici attente al risparmio energetico stanno lavorando a macchine energeticamente più virtuose.

**Tabella 3.155. Spegnimento macchine nelle ore di non utilizzo.**

Elettromedicale	h/giorno	giorni/sett	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]	Consumo stand-by [kWh <sub>el</sub> /anno]	Consumo totale [kWh <sub>el</sub> /anno]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO	12	5	55.539	18.036	68.422
TOMOGRAFO A RISONANZA MAGNETICA	12	5	77.755	61.838	139.593
TOMOGRAFO A COERENZA OTTICA	10	5	23.141	19.706	37.217
AUTOCLAVE	3	5	4.165	0	4.165
TERMOSALDATRICE	4	3	1.222	0	1.222
ANALIZZATORE MULTIPARAMETRICO SELETTIVO	6	5	1.388	3.194	1.388
AUTOCLAVE PER PICCOLI CARICHI	3	5	694	3.541	694
CENTRIFUGA REFRIGERATA	4	5	926	3.425	4.351
LAVATRICE PER ENDOSCOPI	4	5	1.851	6.850	1.851
LITOTRITTORE ENDOSCOPICO	8	5	1.851	0	1.851
MAMMOGRAFO	8	5	3.703	9.161	6.756
MAMMOGRAFO OTTICO	8	5	3.703	9.161	6.756
LAVAGGIO E DISINFEZIONE, APPARECCHIO PER	4	5	833	0	833
LASER CHIRURGICO	4	3	1.250	0	1.250
TAVOLO PER PAZIENTE PER APPARECCHIO RADIOLOGICO	8	5	1.259	2.014	3.273
LAVAGGIO DEI MANIPOLI, APPARECCHIO PER	4	5	583	0	583
PIASTRA RISCALDANTE	4	6	3.332	0	3.332
LAMPADA RAGGI ULTRAVIOLETTI	4	4	2.036	0	2.036
CARRELLO ELETTRIFICATO	6	5	7.358	0	7.358
COAGULOMETRO	4	5	305	1.130	305
RIPRODUTTORE LASER PER BIOIMMAGINI	6	5	1.354	3.114	1.354

ANALIZZATORE AUTOMATICO PER IMMUNOCHEMICA	6	5	833	1.916	833
ANALIZZATORE EMATOLOGICO	6	5	417	958	417
ANALIZZATORE IDROGENO	6	5	417	958	417
ANALIZZATORE URINE	6	5	417	958	417
ANALIZZATORE VISIONE PERIFERICA	6	5	417	0	417
LAVAGGIO AD ULTRASUONI	4	5	222	0	222
BAGNO TERMOSTATICO	6	5	361	0	361
LAVAGGIO AD ULTRASUONI, APPARECCHIATURA PER	4	5	222	0	222
FRIGOEMOTECA	24	7	778	0	778
FRIGORIFERO BIOLOGICO	24	7	55.984	0	55.984
INCUBATORE AD ANIDRIDE CARBONICA	24	7	41.988	0	41.988
CONGELATORE DA LABORATORIO	24	7	10.497	0	10.497
INCUBATORE	24	7	14.929	0	14.929
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	8	5	130	207	337
APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	8	5	130	207	337
CAPPA ASPIRANTE	4	4	96	0	96
ASPIRATORE FUMI CHIRURGICI	4	4	209	0	209
ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	4	4	487	1.157	487
CAPPA BIOLOGICA	4	4	139	331	139
CAPPA STERILE	4	4	139	331	139
CENTRIFUGA	4	5	120	445	120
ELETTROFORESI, APPARECCHIO PER	4	5	28	103	28
FONTE LUMINOSA GENERICA (PER ES: LAMPADE DA VISITA AMB.)	8	5	4.443	0	4.443
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA	8	5	444	0	444
FONTE LUMINOSA PER ENDOSCOPIA E CHIRURGIA MININVASIVA	8	5	666	0	666
LAMPADA SCIALITICA	4	4	889	0	889
AGITATORE DA LABORATORIO	6	5	19	0	19
<b>TOTALE</b>			329.670	148.741	<b>478.411</b>

Fare ipotesi di risparmio energetico sugli apparecchi elettromedicali è un'operazione particolarmente delicata, poiché in questa particolare categoria rientrano delle applicazioni che devono avere una prontezza d'uso molto alta. In



questo senso sono poco accettati tempi di attesa per il riavvio qualora l'apparecchio venga spento o sia in uno stato di "forte" stand-by.

Considerando tutto ciò e visto il consumo energetico non trascurabile in gioco, si possono comunque proporre delle raccomandazioni per limitare alcune inefficienze dovute principalmente a periodi di stand-by prolungati e non necessari in periodi in cui programmaticamente gli apparecchi non vengono utilizzati.

Si è stimato che limitando fortemente lo stand-by, spegnendo alcune delle apparecchiature elettromedicali (escludendo quelle che si ritengono necessariamente sempre disponibili come le radiodiagnostiche), il risparmio possibile sia di **507.221-478.411 = 28.810 kWh<sub>el</sub>** con una riduzione percentuale del 5,6%.

### 3.8.5 Riepilogo interventi risparmio energetico

Di seguito sono riportati gli interventi di risparmio energetico proposti riepilogati in base al risparmio di energia primaria ottenuto (tab. 3.156) e in base alla convenienza economica (tab. 3.157).

L'energia primaria è stata calcolata utilizzando come coefficiente di conversione 0,47 kWh<sub>el</sub>/kWh.

**Tabella 3.156. Riepilogo interventi in base al risparmio energetico.**

<b>Intervento</b>	<b>Energia primaria risparmiata anno</b>
Rivestimento a cappotto	500.878 kWh
Sostituzione illuminazione soluzione A <sub>bis</sub>	419.119 kWh
Centralizzazione prod. energia frigorifera	261.274 kWh
Sostituzione illuminazione esterna	258.159 kWh
Sostituzione illuminazione soluzione B <sub>bis</sub>	248.555 kWh
Sostituzione motori IE2 con motori IE3	31.628 kWh
Sostituzione ascensori idraulici	17.557 kWh
<b>TOTALE</b>	<b>1.488.623 kWh (senza B<sub>bis</sub>)</b>

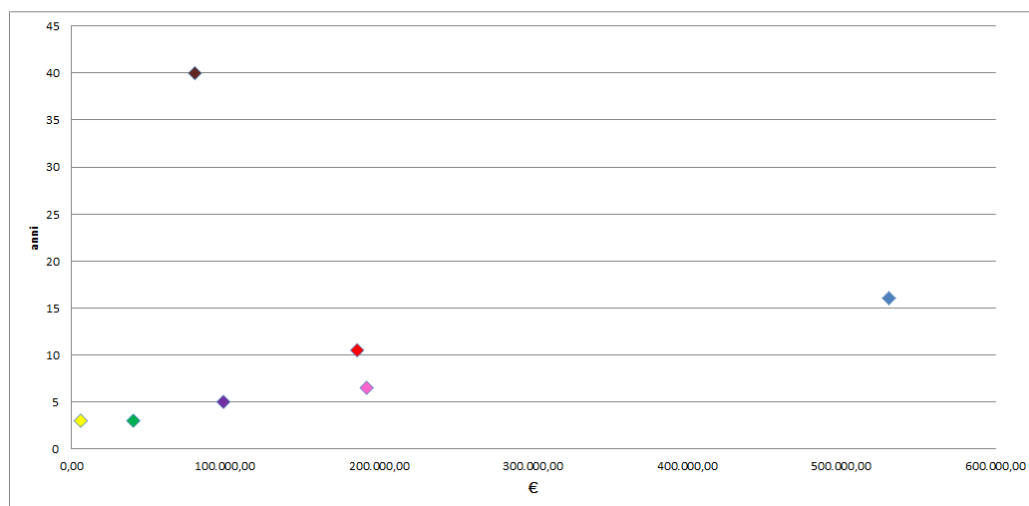
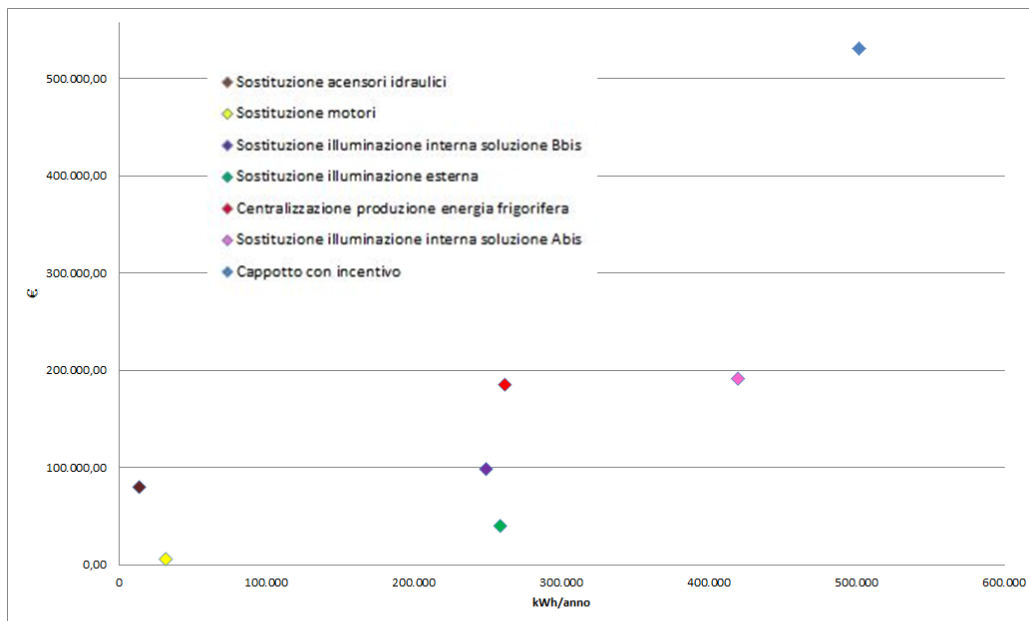
Il consumo totale di energia primaria degli Istituti Clinici Zucchi nell'anno 2012 è stato stimato pari a **7.658.767 kWh**, assumendo di effettuare tutti gli interventi di risparmio energetico (tranne B<sub>bis</sub> poiché compreso in A<sub>bis</sub>) proposti si otterrebbe un risparmio di circa il **19,4%**.

**Tabella 3.157. Riepilogo interventi in base al tempo di ritorno dell'investimento.**

<b>Intervento</b>	<b>Tempo di ritorno dell'investimento</b>
Sostituzione motori IE2 con motori IE3	3 anni
Sostituzione illuminazione esterna	3 anni
Sostituzione illuminazione soluzione B <sub>bis</sub>	5 anni
Sostituzione illuminazione soluzione A <sub>bis</sub>	6,5 anni

Centralizzazione prod. energia frigorifera	10,5 anni
Rivestimento a cappotto con incentivo	16 anni
Rivestimento a cappotto senza incentivo	28 anni

Di seguito è riportata un'analisi grafica riguardante gli investimenti dal punto di vista energetico-economico e in funzione del tempo di ritorno economico (fig. 3.64).



**Figura 3.64. Analisi energetico-economica.**

Il primo grafico mette in relazione il costo dell'investimento con l'energia primaria risparmiata annualmente. Come prima considerazione esso permette di

decidere quali interventi prendere in considerazione a seconda del budget a disposizione. Sotto la soglia di € 100.000 vengono proposti 4 interventi, altri 2 interventi nell'intervallo tra € 100.000 e 200.000, infine un intervento con investimento superiore a € 500.000.

Il secondo grafico mette invece in relazione l'investimento con il tempo di ritorno economico.

Il confronto tra i due grafici permette di comprendere, tra le possibili soluzioni proposte comprese in una determinata fascia di investimento, quale ha anche il migliore tempo di rientro economico.

Il confronto tra i punti situati nei 2 grafici permette quindi di identificare gli investimenti più interessanti sia dal punto di vista economico che da quello energetico.

Gli interventi situati nella zona in basso a sinistra del grafico riguardante il tempo di ritorno economico rappresentano investimenti con basso costo e con breve tempo di ritorno economico.

Per la prima fascia di investimento (fino a € 100.00), dal primo grafico sembrano profittevoli 4 interventi, ma dall'osservazione comparata con il secondo grafico risulta che la sostituzione degli ascensori porta ad un tempo di ritorno economico molto elevato.

La sostituzione dei motori IE2 con motori IE3 ha bassi costi e tempi di ritorno brevi tuttavia anche il margine di risparmio energetico risulta ridotto.

Per la parte relativa all'illuminazione risulta particolarmente interessante la sostituzione degli apparecchi illuminanti esterni che si ripagano in circa 3 anni; sono inoltre proposti due tipi di interventi per l'illuminazione interna dei quali si predilige la soluzione che sebbene abbia minori risparmi energetici annui, ha un migliore tempo di ritorno economico, circa 5 anni.

Il rivestimento a cappotto (con incentivo) fornisce i migliori risparmi energetici annui a fronte però di un costo d'investimento molto consistente che porta ad un tempo di ritorno economico piuttosto alto.



## 4. Istituto di Cura Città di Pavia

### 4.1 Descrizione storico - funzionale

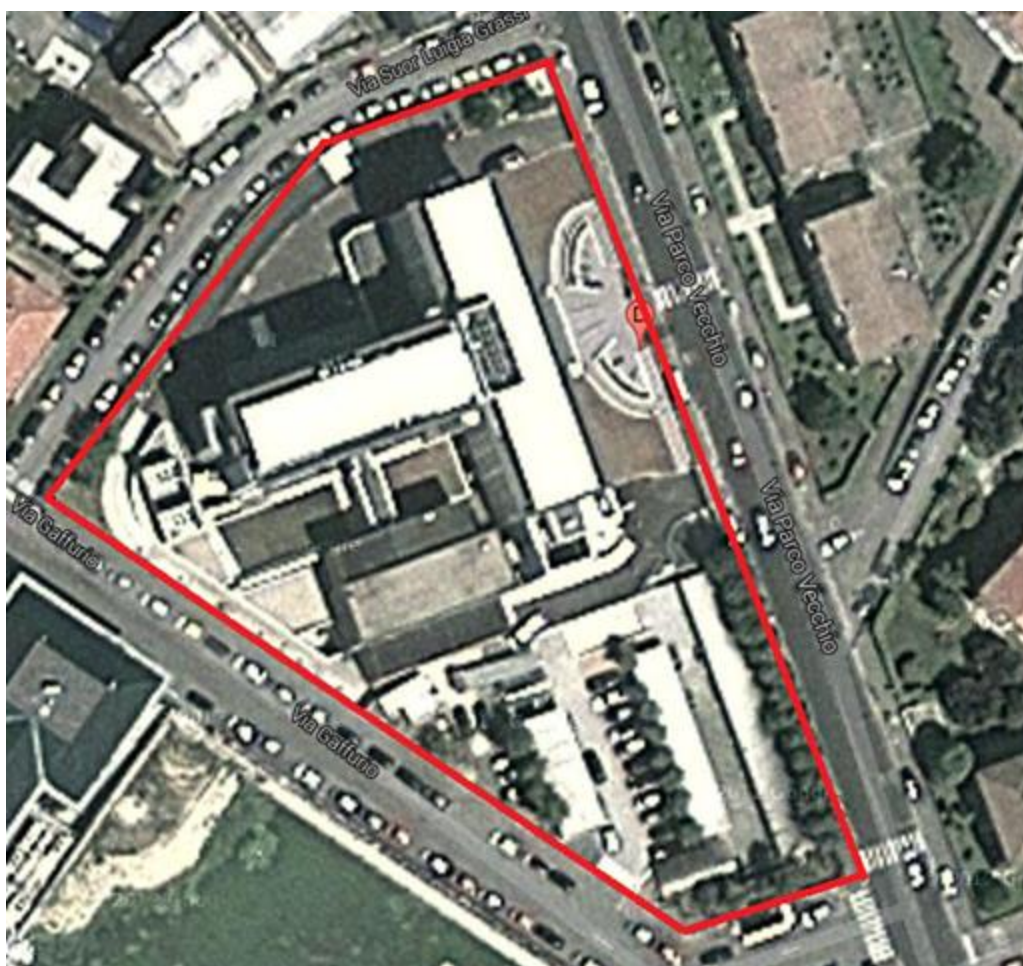


Figura 4.1. Istituto di Cura Città di Pavia (fonte Google Maps).

L'Istituto di Cura Città di Pavia ha iniziato la propria attività nel 1957. Ha un indirizzo polispecialistico ed è accreditato per l'attività ambulatoriale e per la degenza ordinaria (147 posti letto accreditati). La Struttura si sviluppa su 4 piani fuori terra, più un piano semi-interrato. L'Istituto è stato oggetto di una radicale ristrutturazione che ha permesso un'ottimizzazione degli spazi destinati alle attività di diagnosi e cura e di accogliere, da aprile 2012, le attività sanitarie svolte dalla Clinica prof. E. Morelli.

La clinica dispone di un servizio di radiodiagnostica per immagini comprendente TAC e risonanza magnetica nucleare, all'interno del reparto di chirurgia vascolare è presente un angiografo.

Le unità operative all'interno dell'istituto sono specializzate in vari tipi di riabilitazioni specialistiche (neurologica, ortopedica e vascolare).

L'Istituto di Cura Città di Pavia è anche sede di attività didattica.

## 4.2 Raccolta bollette

Come per gli Istituti Clinici Zucchi il punto di partenza della diagnosi è stata l'analisi dei dati storici.

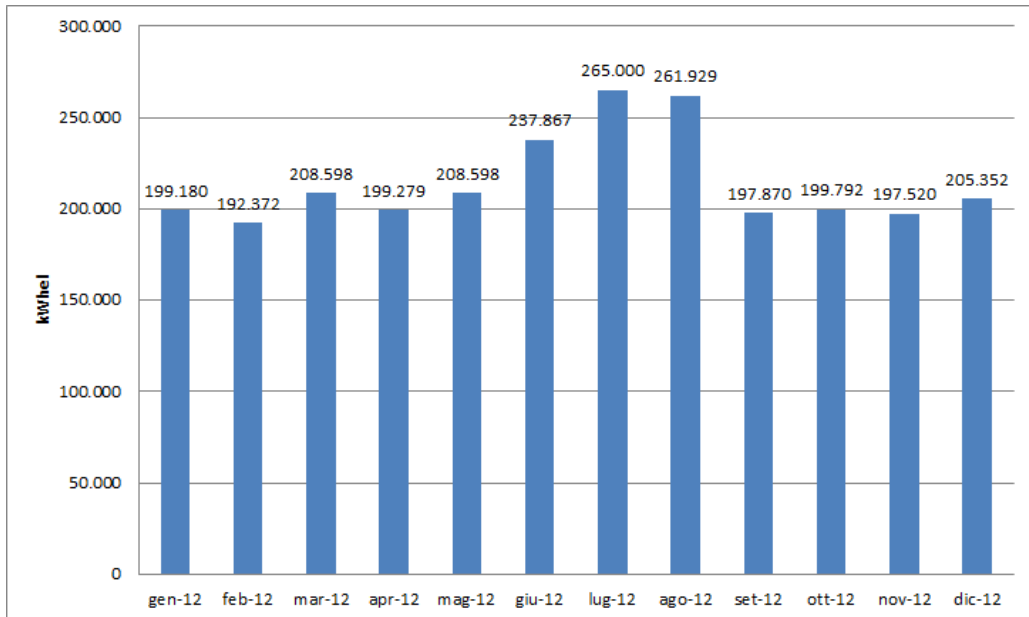
Dalla raccolta delle bollette di gas ed energia elettrica abbiamo ricavato le curve rappresentative del consumo di gas naturale, dei picchi di potenza elettrica assorbita e del consumo di energia elettrica.

In fig. 4.2, fig. 4.3 e fig. 4.4 sono riportati i grafici riferiti all'anno 2012, mentre in tab. 4.1 e tab. 4.2 sono riportati i totali del medesimo anno.

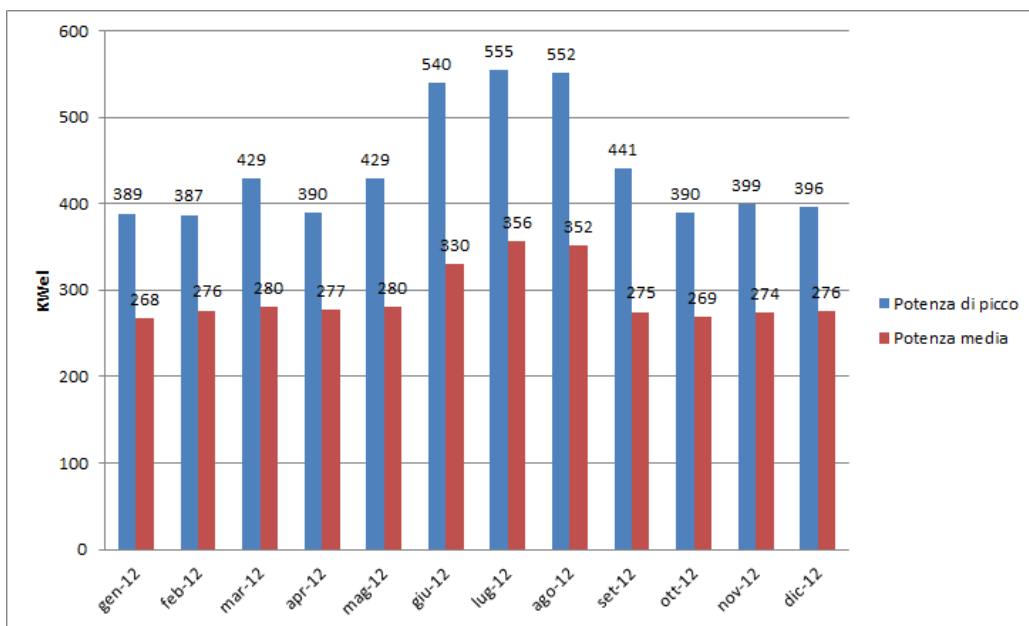
### Consumi elettrici

**Tabella 4.1. Energia elettrica consumata e potenza di picco anno 2012.**

Mese	kWh <sub>el</sub>	kW <sub>el</sub>
Gennaio	199.180	389
Febbraio	192.372	387
Marzo	208.598	429
Aprile	199.279	390
Maggio	208.598	429
Giugno	237.867	540
Luglio	265.000	555
Agosto	261.929	552
Settembre	197.870	441
Ottobre	199.792	390
Novembre	197.520	399
Dicembre	205.352	396
<b>TOT</b>	<b>2.573.357</b>	



**Figura 4.2. Consumo energia elettrica anno 2012.**



**Figura 4.3. Picchi e medie mensili potenza elettrica anno 2012.**

## Consumi termici

Tabella 4.2. Consumo gas naturale anno 2012.

Mese	Sm <sup>3</sup>
Gennaio	42.263
Febbraio	49.176
Marzo	35.647
Aprile	24.892
Maggio	13.127
Giugno	1.926
Luglio	1.667
Agosto	1.446
Settembre	1.881
Ottobre	11.821
Novembre	23.766
Dicembre	45.538
<b>TOT</b>	<b>253.150</b>

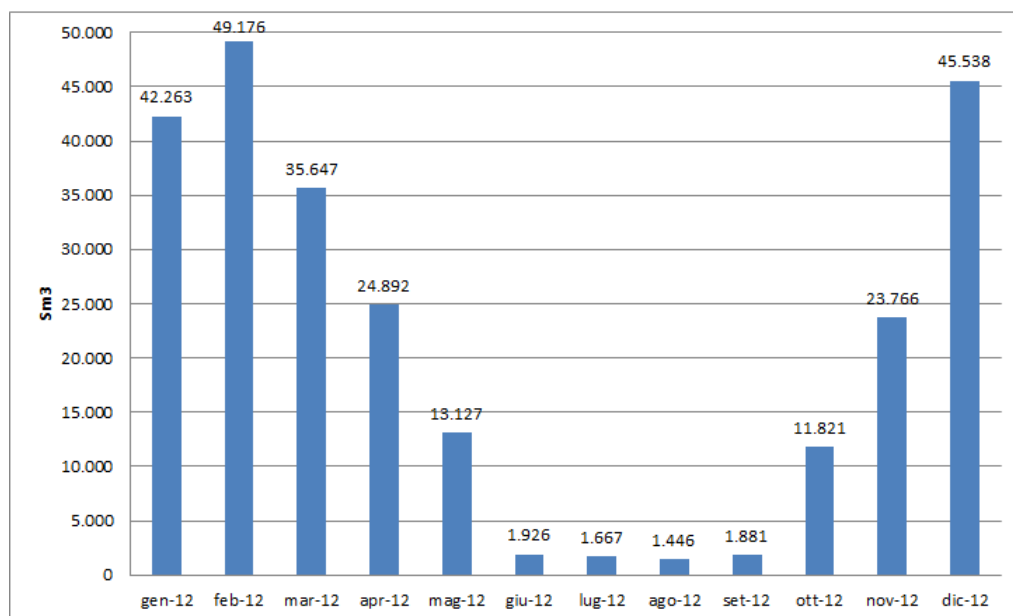


Figura 4.4. Consumo mensile gas naturale anno 2012.

Come prima indicazione esaminando il consumo complessivo di energia primaria che per l'anno 2012 è stato di **679,8 tep**, la clinica NON è obbligata a nominare un Energy Manager.



## 4.3 Raccolta fattori di aggiustamento

### 4.3.1 Dati climatici

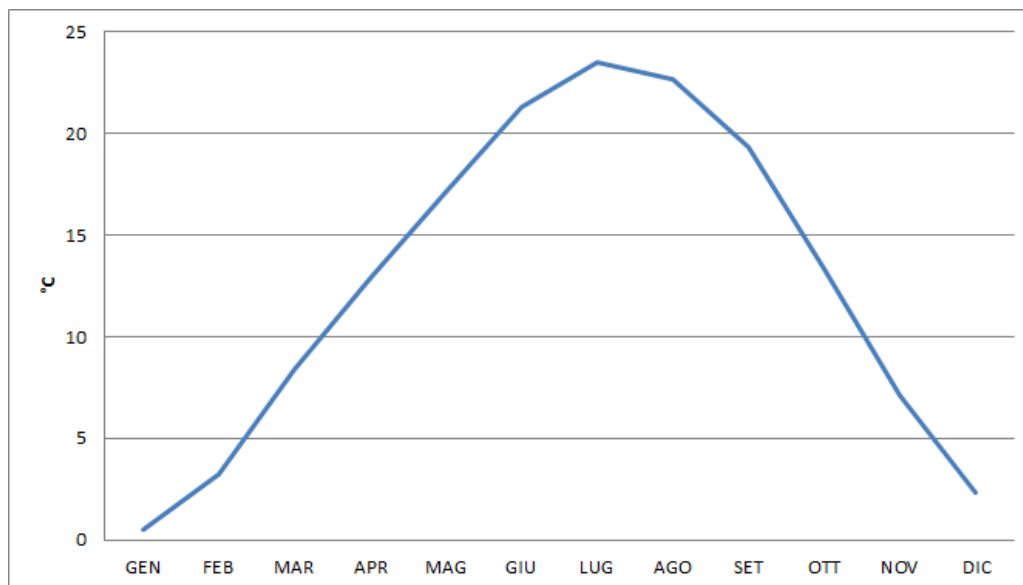
Il complesso in esame è situato a Pavia e in tab. 4.3 e 4.4 sono riportati i dati climatici della località. In fig. 4.5 è mostrato l'andamento delle temperature medie mensili.

**Tabella 4.3. Dati climatici Pavia.**

Comune	Pavia
Provincia	PV
Altitudine	77 m slm
Latitudine Nord	45° 11'
Longitudine Est	9° 9'
Gradi giorno (da D.P.R. 412/93)	2623
Zona climatica	E

**Tabella 4.4. Temperature medie mensili Pavia [°C].**

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
0,5	3,2	8,4	12,9	17,1	21,3	23,5	22,7	19,3	13,3	7,1	2,3



**Figura 4.5. Andamento temperature medie mensili Pavia.**

### 4.3.2 Dati edificio

Il presidio è composto da due strutture, lotto principale e satellite, le quali ricoprono una superficie calpestabile di 6.265 m<sup>2</sup> e un volume di 18.795 m<sup>3</sup>.

Cortili e giardini occupano una superficie di circa 3.000 m<sup>2</sup>.

La clinica attualmente dispone di 120 posti letto ( i 147 dichiarati nella descrizione storico funzionale sono attribuibili allo stato precedente alle ultime modifiche).

Il lotto principale è un edificio di 6 piani a forma di T, la destinazione d'uso dei vari piani è riportata in tab. 4.5.

Il satellite è un edificio a pianta quadrata che si sviluppa su 3 piani, le destinazioni d'uso dei vari piani sono riportate in tab. 4.6.

Come per Monza i dati riguardanti le caratteristiche degli edifici che compongono l'Istituto sono stati forniti dall'ufficio tecnico dell'ospedale e integrati con i vari sopralluoghi effettuati.

**Tabella 4.5. Destinazione d'uso piani lotto centrale**

<b>Piano</b>	<b>Destinazione d'uso</b>
Piano terra	hall, accettazione, uffici, palestra, mensa, zona universitaria e deposito farmaci
Piano rialzato	poliambulatorio
Restanti 4 piani	degenze

**Tabella 4.6. Destinazione d'uso piani satellite.**

<b>Piano</b>	<b>Destinazione d'uso</b>
Piano terra	T.A.C., emodinamica, sala esami RX e sala esame R.M.
Piano rialzato	uffici e punto prelievi
Piano primo	blocco operatorio

Da una prima analisi delle planimetrie si nota che:

- il 49,1% della superficie totale è occupato da degenze;
- il 31,2% della superficie totale è occupato da ambulatori, studi medici e sale operatorie;
- l'8,9% della superficie totale è occupato da uffici;
- il 10,9% della superficie totale è occupato da servizi (mensa, cappella ecc.)
- il rapporto tra superficie totale e posti letto vale 52 m<sup>2</sup>/posto letto

### **Lotto principale - Piano terra**

Il piano terra ospita personale sanitario, amministrativo e studenti dell'Università degli Studi di Pavia nella fascia oraria dalle 8 alle 20, 7 giorni su 7.

I consumi elettrici sono attribuibili alle UTA adibite alla climatizzazione del piano, all'illuminazione e alle varie risorse informatiche, cappe di aspirazione della mensa ed ascensori.

### **Lotto principale - Piano rialzato**

Il Poliambulatorio ospita personale sanitario e pazienti nella fascia oraria dalle 8 alle 20 da lunedì a venerdì.

I maggiori consumi elettrici sono imputabili alle UTA, ad apparecchi elettromedicali di piccola/media taglia, all'illuminazione dei locali e alla presenza di ascensori.

### **Lotto principale - Restanti 4 piani.**

I restanti piani del Lotto principale sono occupati dalle degenze.

Vi è presenza di personale sanitario, degenti e visitatori 24h su 24 e 7 giorni su 7.

In questa zona ospedaliera non è stata rilevata la presenza di apparecchi elettromedicali molto energivori, si può quindi ipotizzare che i consumi elettrici sono dovuti essenzialmente alle UTA, all'illuminazione e agli impianti di sollevamento.

Parte del quarto piano era adibita a sala parto, non più in uso negli ultimi anni.

### **Satellite - Piano terra**

Il piano terra del Satellite ospita il reparto di diagnostica per immagini, al suo interno è presente personale sanitario nella fascia oraria dalle 8 alle 20 da lunedì a venerdì.

I consumi elettrici sono attribuibili principalmente a macchine elettromedicali di grande taglia (T.A.C., risonanza magnetica e angiografo), alle UTA e all'illuminazione.

### **Satellite - Piano rialzato**

Il Piano rialzato è adibito a pronto soccorso, centro prelievi, laboratorio analisi e uffici.

Vi è presenza di personale amministrativo e sanitario nella fascia oraria dalle 8 alle 20 da lunedì a venerdì.

I consumi elettrici sono da attribuire alle UTA, ad apparecchi elettromedicali vari tra i quali quelli per analisi biochimiche, ICT ed illuminazione.

### Satellite - Piano primo

Il Piano primo è adibito a blocco operatorio dove è presente personale sanitario e pazienti nella fascia oraria dalle 8 alle 20 da lunedì a venerdì.

I consumi elettrici sono da attribuire principalmente alle UTA, poiché devono elaborare un'elevata portata d'aria di rinnovo, alle particolari macchine elettromedicali e in parte minore all'illuminazione.

## 4.4 Calcolo indicatori prestazionali

### Indicatori elettrici

Come nel caso degli Istituti Clinici Zucchi sono stati calcolati tre indicatori elettrici per la struttura in esame (anno 2012), i dati utilizzati per il loro calcolo sono riportati in tab. 4.7.

**Tabella 4.7. Calcolo indicatori elettrici Istituto di Cura Città di Pavia –Pavia- (Pavia 2012).**

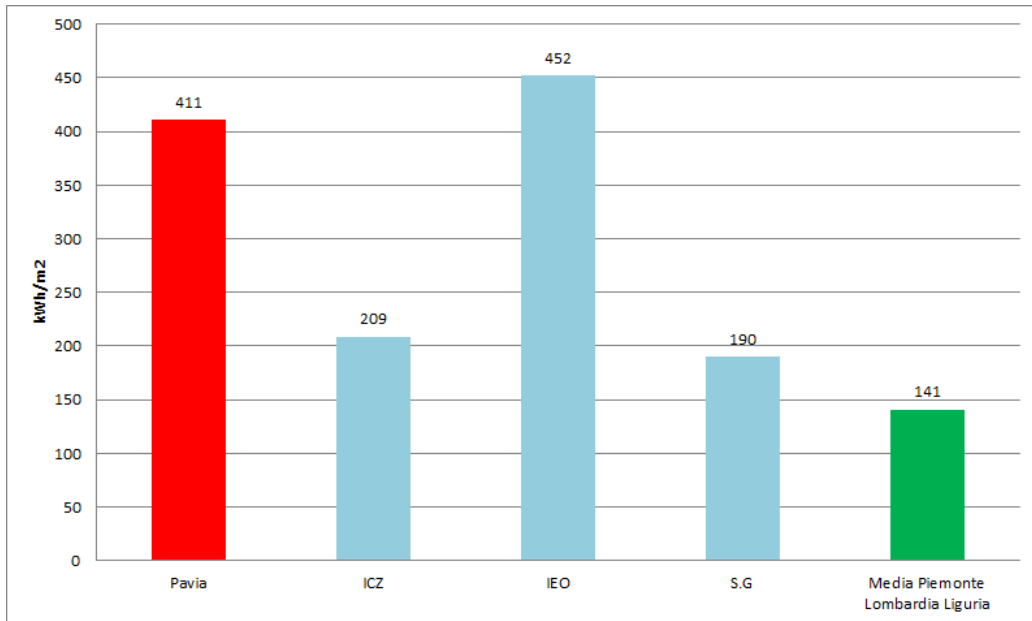
	Energia elettrica da bolletta [kWh <sub>el</sub> ]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Posti letto	kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup>	kWh <sub>el</sub> /m <sup>3</sup>	MWh <sub>el</sub> /posto letto
<b>Pavia</b>	2.573.357	6.265	18.795	120	<b>411</b>	<b>137</b>	<b>21</b>

In tab 4.8 sono riportati dati impiegati per il calcolo di indicatori riguardanti altri ospedali.

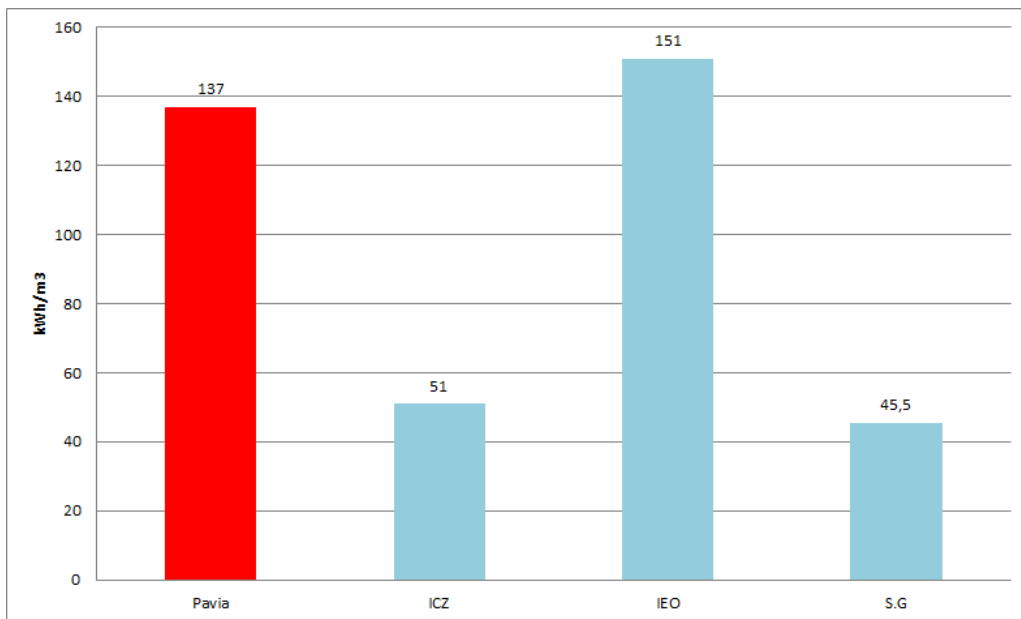
**Tabella 4.8. Indicatori elettrici di riferimento per Istituto Europeo di Oncologia-IEO- (Milano 2011), Ospedale San Gerardo-S.G.- (Monza 2008) e Istituti Clinici Zucchi-ICZ- (Monza 2012).**

	Energia elettrica da bolletta [kWh <sub>el</sub> ]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Posti letto	kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup>	kWh <sub>el</sub> /m <sup>3</sup>	MWh <sub>el</sub> /posto letto
<b>IEO</b>	12.751.463	28.240	82.720	264	<b>452</b>	<b>151</b>	<b>48</b>
<b>S.G.</b>	25.210.136	132.839	554.387	1.105	<b>190</b>	<b>45,5</b>	<b>23</b>
<b>ICZ</b>	2.374.026	11.362	46.471	180	<b>209</b>	<b>51</b>	<b>13</b>

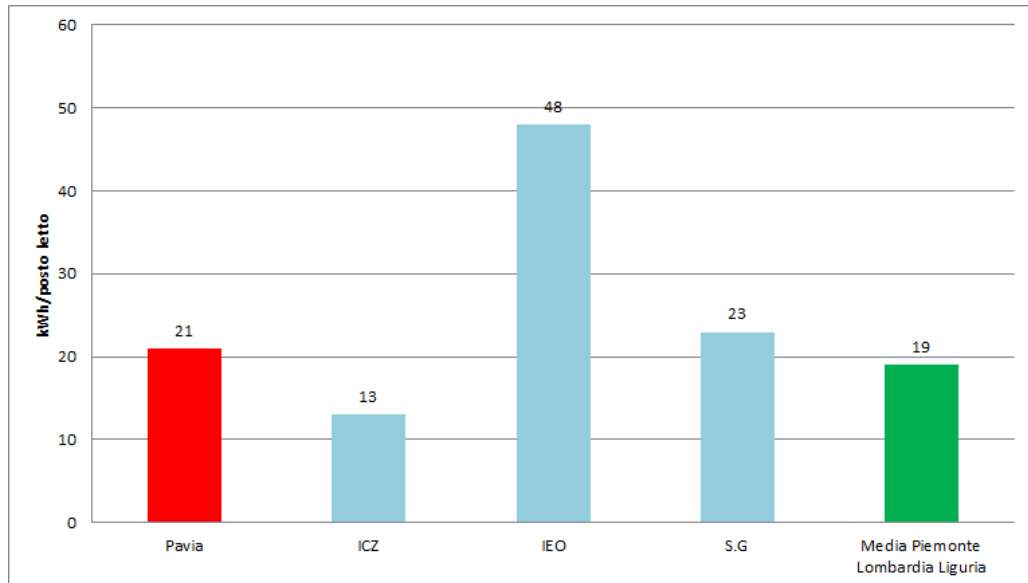
Gli indicatori ricavati sono stati confrontati con i valori medi degli ospedali di Piemonte, Lombardia e Liguria riportati al capitolo 3.4 in tab. 3.8.



**Figura 4.6. Confronto grafico indicatore kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.**



**Figura 4.7. Confronto grafico indicatore kWh<sub>el</sub>/m<sup>3</sup>.**



**Figura 4.8. Confronto grafico indicatore kWh<sub>el</sub>/posto letto.**

Come riportato nel capitolo precedente, i consumi di un ospedale dipendono da un elevato numero di variabili e ricavare indicatori significativi non è un compito facile.

Osservando i dati in tabella 4.8 possiamo presupporre che l'elevato valore dell'indicatore kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup> dipenda dal considerevole grado di tecnologizzazione (HVAC ed elettromedicali) dell'ospedale rapportato alle dimensioni contenute della struttura.

Il 77,54% del volume totale è climatizzato tramite UTA per molte ore al giorno, nel caso delle degenze 24h su 24.

L'indicatore MWh<sub>el</sub>/posto letto risulta superiore alla media riportata in tabella probabilmente per la presenza di ventilazione meccanica e climatizzazione estiva nelle degenze, non sempre presente in altri ospedali.

Come per l'Istituto Europeo di Oncologia e per gli Istituti Clinici Zucchi anche per l'Istituto di Cura Città di Pavia sono stati calcolati indicatori riparametrizzati tenendo conto dell'intensità di cura e del livello di comfort termo-igrometrico (eq. 3.1 al capitolo 3.4).

In tab. 4.9 sono riportati i dati riguardanti il calcolo della superficie equivalente.

**Tabella 4.9. Calcolo superficie equivalente Pavia.**

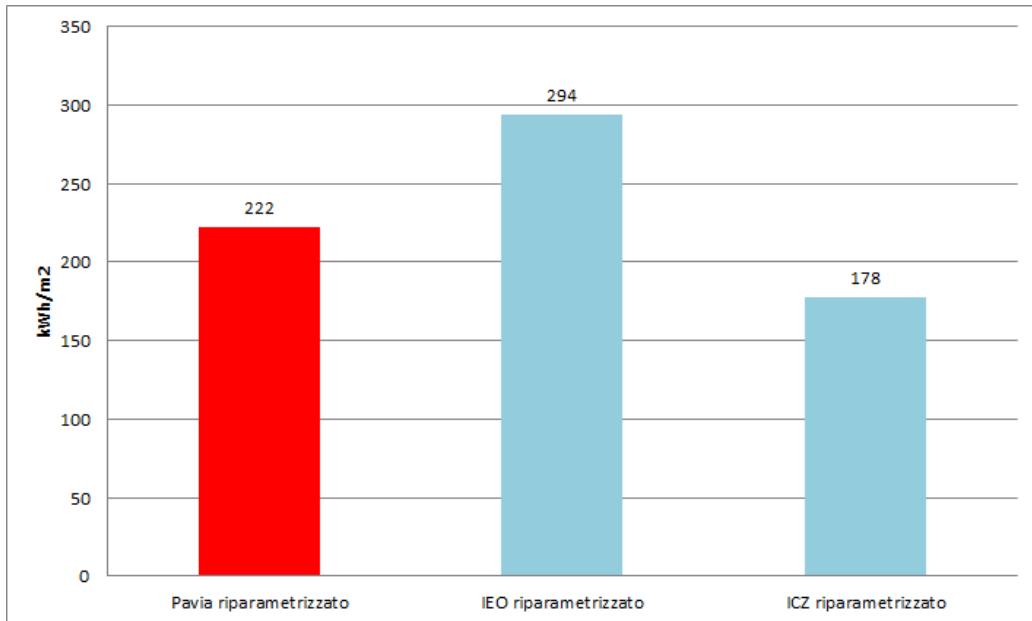
Locali	S [m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\delta$	S <sub>eq</sub> [m <sup>2</sup> ]
Sale operatorie	179	3	2	1.073
Laboratori- diagnostica	479	1,5	2	1.436
Degenze	3.073	1	2	6.147
Ambulatori	1298	0,65	2	1.687
Uffici	556	0,5	2	556
Servizi	680	0,5	2	680
				<b>11.580</b>

Il volume equivalente risulta **34.740 m<sup>3</sup>**.

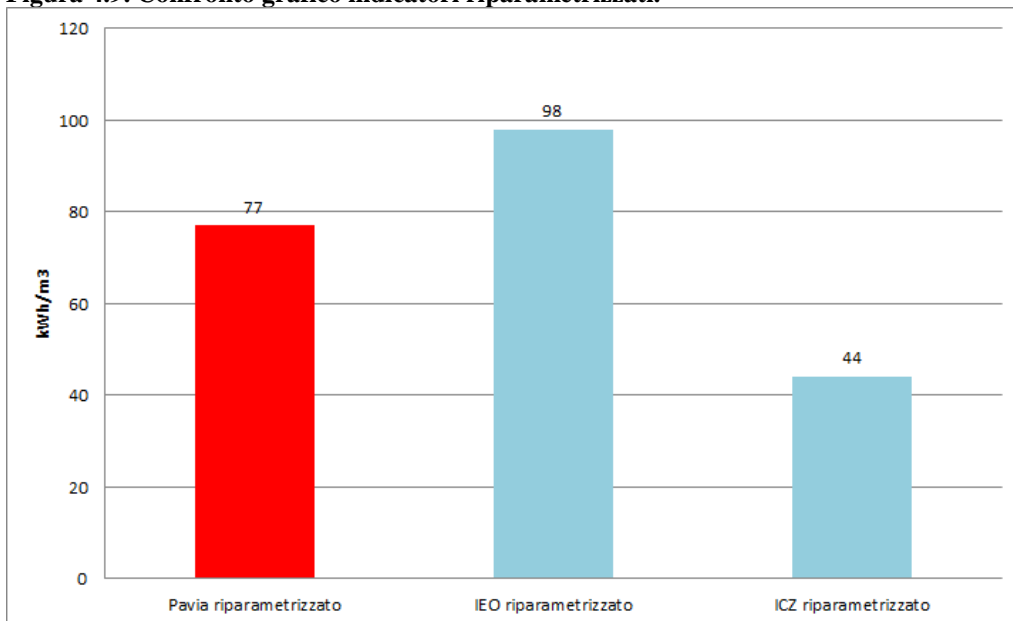
In tab. 4.10 sono riportati gli indicatori riparametrati di Istituto Europeo di Oncologia, Istituti Clinici Zucchi e Istituto di Cura Città di Pavia con i dati utilizzati per il loro calcolo.

**Tabella 4.10. Indicatori elettrici calcolati in base all'intensità di cura.**

	Energia elettrica da bolletta [kWh <sub>el</sub> ]	Superficie eq [m <sup>2</sup> ]	Volume eq [m <sup>3</sup> ]	Posti letto	kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup>	kWh <sub>el</sub> /m <sup>3</sup>	MWh <sub>el</sub> /posto letto
<b>Pavia</b>	2.573.357	11.580	34.740	120	<b>222</b>	<b>74</b>	<b>21</b>
<b>ICZ</b>	2.374.026	13.339	54.558	180	<b>178</b>	<b>44</b>	<b>13</b>
<b>IEO</b>	12.751.463	43.441	130.322	264	<b>294</b>	<b>98</b>	<b>48</b>



**Figura 4.9. Confronto grafico indicatori riparametrizzati.**



**Figura 4.10. Confronto grafico indicatori riparametrizzati.**

### **Indicatori termici**

Gli indicatori termici selezionati sono stati  $\text{Sm}^3_{\text{metano}}/\text{m}^2$ ,  $\text{Sm}^3_{\text{metano}}/\text{m}^3$  e  $\text{Sm}^3_{\text{metano}}/\text{posto letto}$ .

Il procedimento è lo stesso impiegato per il calcolo degli indicatori elettrici, in tab. 4.11 sono trascritti i valori riguardanti l'Istituto di Cura Città di Pavia.



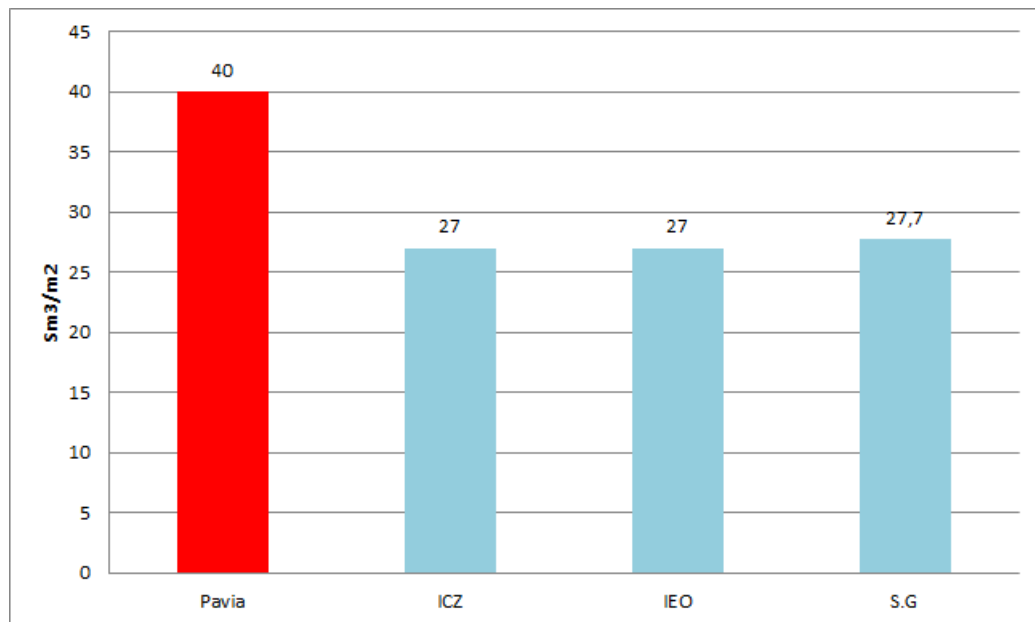
**Tabella 4.11. Indicatori termici istituto clinico Città di Pavia (Pavia 2012).**

	Gas naturale da bolletta [Sm <sup>3</sup> ]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Posti letto	Sm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Sm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Sm <sup>3</sup> /posto letto
<b>Pavia</b>	253.150	6.265	18.795	120	<b>40</b>	<b>13</b>	<b>2.110</b>

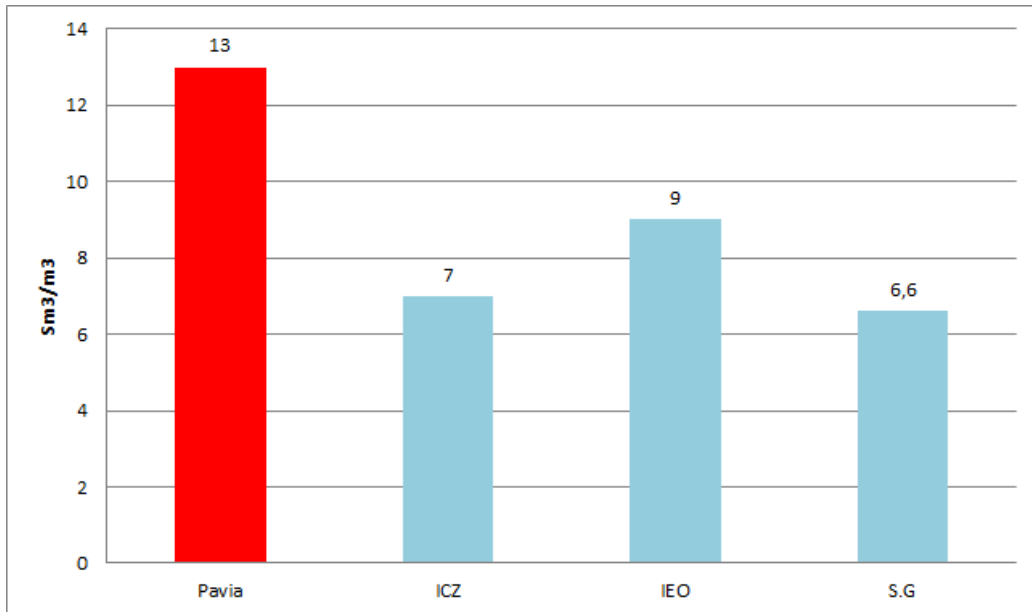
Gli stessi indicatori termici sono stati calcolati per l'Istituto Europeo di Oncologia (Milano 2011), per l'Ospedale San Gerardo (Monza 2008) e per Istituti Clinici Zucchi (Monza 2012), vedi tab. 4.12.

**Tabella 4.12. Indicatori termici ICZ, IEO e S.G.**

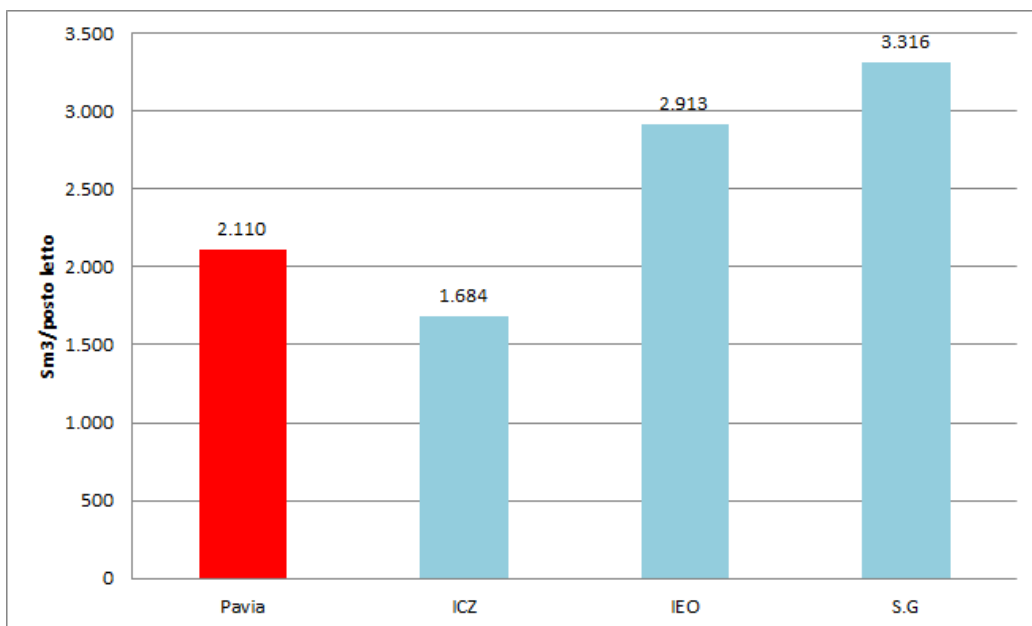
	Gas naturale da bolletta [Sm <sup>3</sup> ]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Posti letto	Sm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Sm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Sm <sup>3</sup> /posto letto
<b>ICZ</b>	303.080	11.362	46.471	180	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>1.684</b>
<b>IEO</b>	769.072	28.240	82.720	264	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>2.913</b>
<b>S.G.</b>	3.664.150	132.839	554.387	1.105	<b>27,7</b>	<b>6,6</b>	<b>3.316</b>



**Figura 4.11. Confronto grafico indicatori Sm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.**



**Figura 4.12. Confronto grafico indicatori Sm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>.**



**Figura 4.13. Confronto grafico indicatori Sm<sup>3</sup>/posto letto.**

Come nel capitolo precedente sono stati ricavati dall'archivio Siram i gradi giorno caratteristici della zona e dell'anno dei dati in bolletta.

In tab. 4.13 sono riportati gli indicatori in funzione dei gradi giorno.

**Tabella 4.13. Indicatori termici in funzione dei gradi giorno.**

Ospedale	Zona/anno	GG	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(posto letto*GG)
<b>Pavia</b>	Pavia/2012	2.450,2	<b>0,0163</b>	<b>0,0053</b>	<b>0,8612</b>
<b>ICZ</b>	Monza/2012	2.262,5	<b>0,0119</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,7443</b>
<b>IEO</b>	Milano/2011	1.943,4	<b>0,0139</b>	<b>0,0046</b>	<b>1,4989</b>
<b>S.G.</b>	Monza/2008	2.346,1	<b>0,0118</b>	<b>0,0028</b>	<b>1,4134</b>

Anche per l'Istituto di Cura Città di Pavia è stato stimato un consumo di gas naturale dovuto alla produzione di acqua calda sanitaria, le ipotesi effettuate sono le stesse riportate nel paragrafo 3.4.

In tab. 4.14 sono riportati i consumi di gas naturale per la produzione di acqua calda sanitaria, mentre in tab. 4.15 sono riportati i valori degli indicatori termici in funzione dei gradi giorno al netto della produzione di ACS.

**Tabella 4.14. Consumo gas naturale produzione acqua calda sanitaria.**

ospedale	l/posto letto	posti letto	Portata [l]	deltaT [°C]	cp [kJ/kgK]	Q [kWhth/giorno]	Qtot [kWhth]	Sm <sup>3</sup> metano
Pavia	83,3	120	10.000	38	4,186	437	159.665	16.649
ICZ	200	180	36.000	38	4,186	1.575	574.792	59.937
IEO	200	264	52.800	38	4,186	2.310	843.029	87.907
S.G.	200	1.105	221.000	38	4,186	9.667	3.528.586	367.944

**Tabella 4.15. Indicatori termici al netto dell'ACS.**

Ospedale	Zona/anno	GG	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> *GG)	Sm <sup>3</sup> /(posto letto*GG)
<b>Pavia</b>	Pavia/2012	2.450,2	<b>0,0154</b>	<b>0,0051</b>	<b>0,8044</b>
<b>ICZ</b>	Monza/2012	2.262,5	<b>0,0095</b>	<b>0,0023</b>	<b>0,5970</b>
<b>IEO</b>	Milano/2011	1.943,4	<b>0,0124</b>	<b>0,0042</b>	<b>1,3277</b>
<b>S.G.</b>	Monza/2008	2.346,1	<b>0,0106</b>	<b>0,0025</b>	<b>1,2715</b>

I consumi superiori alla media hanno reso necessaria un'indagine energetica con lo scopo di individuare possibili interventi migliorativi sul sistema edificio/impianto.

Il primo passo dell'indagine è stato censire le macchine e identificare la loro logica di funzionamento in modo da poter costruire l'inventario energetico.

## 4.5 Analisi del processo

### 4.5.1 HVAC

I dati necessari alla fase dell'analisi del processo degli impianti di climatizzazione sono stati raccolti grazie al supporto dell'ufficio tecnico e integrati effettuando diversi sopralluoghi all'interno del presidio ospedaliero.

#### Centrale termica

La centrale Termica a servizio dell'Istituto di cura è costituita da 3 generatori di calore con uguali caratteristiche, uno dei quali di riserva.

Un generatore è adibito al solo riscaldamento, mentre l'altro sia al riscaldamento sia alla produzione di acqua calda sanitaria.

Per l'acqua calda sanitaria è presente un accumulo di 4.000 litri attraverso 2 serbatoi dedicati.

La rete di distribuzione è a colonne montanti a 2 tubi.

In tab. 4.16 sono riportate le caratteristiche del generatore di calore.

**Tabella 4.16. Caratteristiche generatore di calore**

Nome	Riello RTQ 500
Potenza termica utile nominale	587,9 kW <sub>th</sub>
$\eta$ 100% P <sub>n</sub>	92 %
$\eta$ 30% P <sub>n</sub>	93,1%
Pot. elettrica assorbita ausiliari	1,1 kW <sub>el</sub>

#### Ausiliari

In tab. 4.17 è riportato il censimento degli ausiliari dedicati alla distribuzione del vettore termico, in particolare le pompe siglate con CT sono situate all'interno della centrale termica mentre le altre sono situate in copertura.

**Tabella 4.17. Dati censimento ausiliari**

Elemento	Funzione	Quantità	Riserva	In funzione	Pot singolo el [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot installata in uso [kW <sub>el</sub> ]
P1 CT	ramo principale solo risc	3	2	1	2	6	2
P4 CT	primario ACS	2	1	1	1,5	3	1,5
P6 CT	by pass caldaia	1	0	1	0,55	0,55	0,55
P7 CT	by pass caldaia	1	0	1	0,55	0,55	0,55
P9 CT	by pass caldaia ACS	1	0	1	0,55	0,55	0,55
P14 CT	radiatori e batt prerisc satellite	2	1	1	0,75	1,5	0,75
P16 CT	allo scambiatore SC1	2	1	1	3	6	3
P18 CT	ACS 45°C clinica	1	0	1	0,25	0,25	0,25

P19 CT	ACS 45°C satellite	1	0	1	0,25	0,25	0,25
P05	batterie preriscaldamento UTA clinica	2	1	1	2,2	4,4	2,2
P07	batterie postriscaldamento UTA clinica	2	1	1	2,2	4,4	2,2
P09	circuito radiatori clinica	2	1	1	1,5	3	1,5
P13	circuito risc fancoil clinica	2	1	1	1,1	2,2	1,1
P21	riscaldamento	3	2	1	0,55	1,65	0,55
P24	secondario scambiatore SC3	2	1	1	0,75	1,5	0,75
P26	secondario collettore acqua calda	2	1	1	1,5	3	1,5
P28	Bypass caldaia	1	0	1	0,25	0,25	0,25
<b>TOTALE</b>						<b>39</b>	<b>19</b>

In tab. 4.18 sono riportati gli ausiliari della centrale frigorifera (CF) dedicati alla distribuzione di acqua refrigerata.

**Tabella 4.18. Ausiliari trasporto acqua refrigerata.**

Elemento	descrizione	quantità	riserva	In funzione	Pot singolo el [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale in funzione [kW <sub>el</sub> ]
P21 CF	Primario recupero calore gruppo frigorifero	3	2	1	0,5	1,5	0,5
P26 CF	Primario acqua ref satellite	3	2	1	1	3	1
P35 CF	Secondario, batterie raff satellite	2	1	1	3	6	3
P37 CF	Secondario, batterie post riscaldamento satellite	2	1	1	0,5	1	0,5
P01 CF	Secondario acqua ref clinica	2	1	1	5,5	11	5,5
P03 CF	batterie fredde UTA clinica	2	1	1	5,5	11	5,5
P11 CF	circuito ref fancoil clinica	2	1	1	2,2	4,4	2,2
P19 CF	recupero calore G.F clinica	2	1	1	3	6	3
<b>TOTALE</b>						<b>44</b>	<b>21</b>

In tab. 4.19 sono riportati gli ausiliari presenti in centrale idrica (CI).

**Tabella 4.19. Ausiliari centrale idrica.**

Elemento	descrizione	quantità	riserva	In funzione	Pot singolo el [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale in funzione [kW <sub>el</sub> ]
P1/A	ricircolo clinica	2	1	1	1,5	3	1,5
P2 CI	ricircolo cucina	1	0	1	0,25	0,25	0,25
GS2	pompe acqua demineralizzata	2	1	1	1,8	3,6	1,8
<b>TOTALE</b>						<b>7</b>	<b>4</b>

In tab 4.20 sono riportati gli ausiliari dell'impianto antincendio (ANTI).

**Tabella 4.20. Ausiliari antincendio.**

Elemento	descrizione	quantità	riserva	In funzione	Pot singolo el [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale in funzione [kW <sub>el</sub> ]
P1 ANTI	Gruppo pressurizzazione	1	1	0	18,5	18,5	0
P2 ANTI	Gruppo pressurizzazione	1	1	0	18,5	18,5	0
P3 ANTI	Gruppo pressurizzazione	1	1	0	1,1	1,1	0
<b>TOTALE</b>						<b>38</b>	<b>0</b>

Alcune UTA sono dotate di umidificatori a vapore elettrici, gli umidificatori a servizio degli impianti della sala parto sono conteggiati come riserva, poiché tale spazio dell'ospedale è in disuso.

**Tabella 4.21. Umidificatori UTA.**

Elemento	descrizione	quantità	riserva	In funzione	Pot singolo el [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale in funzione [kW <sub>el</sub> ]
generatore elettrico di vapore	UTA03	1	1	0	32	32	0
generatore elettrico di vapore	UTA03	1	1	0	1	1	0
generatore elettrico di vapore	UTA03	1	1	0	0,75	0,75	0
umidificatore a resistenze elettriche	UTA05	1	0	1	8	8	8
generatore elettrico di vapore	UTA14	1	0	1	15,5	15,5	15,5
generatore elettrico di vapore	UTA04	1	0	1	42	42	42

generatore elettrico di vapore	UTA08	1	0	1	8	8	8
generatore elettrico di vapore	UTA09	1	0	1	3,5	3,5	3,5
generatore elettrico di vapore	UTA10	1	0	1	13	13	13
					<b>TOTALE</b>	<b>123,8</b>	<b>90</b>

**Tabella 4.22. Pompe di vuoto.**

Elemento	descrizione	quantità	riserva	In funzione	Pot singolo el [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale in funzione [kW <sub>el</sub> ]
PV	Pompe di vuoto	3	1	2	5,5	16,5	11
					<b>TOTALE</b>	<b>16,5</b>	<b>11</b>

**Tabella 4.23. Compressori.**

Elemento	descrizione	quantità	riserva	In funzione	Pot singolo el [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot totale in funzione [kW <sub>el</sub> ]
Compressore rotativo a vite	Produzione aria compressa	3	1	2	11	33	22
					<b>TOTALE</b>	<b>33</b>	<b>22</b>

In tab.4.24 è riportato il riepilogo delle potenze installate e in uso per gli ausiliari.

Il contributo dei bruciatori delle caldaie è stato accorpato agli ausiliari.

**Tabella 4.24. Riepilogo potenze ausiliari.**

<b>Pot. totale installata</b>	<b>303,2 kW<sub>el</sub></b>
<b>Pot. totale in funzione</b>	<b>147,2 kW<sub>el</sub></b>

## UTA

La zona dell'Istituto Lotto principale è climatizzato da 14 UTA poste in copertura dell'edificio di cui quella dedicata alla sala parto non è in uso.

E' stato possibile identificare in modo puntuale le caratteristiche di tutte le UTA a servizio dell'Istituto come da tab. 4.25. Solo per l'UTA12 a servizio di un piccolo deposito e UTA13 adibita al ricircolo dell'aria dei corridoi di passaggio tra sala operatoria e terapia intensiva, non sono disponibili le portate.

Il satellite è servito da 3 UTA una per ogni piano, poste in un apposito locale situato al secondo piano del Lotto principale.

**Tabella 4.25. Dati UTA.**

UTA	Zona servita	Volume servito [m <sup>3</sup> ]	Portata aria [m <sup>3</sup> /h]	Vol/h	Pot. installata [kW <sub>e</sub> ]
UTA01	Degenze	1.343	8.010	5,97	3,4
UTA02	Degenze	4.446	14.425	3,24	4,9
UTA03	Area parto	553	0	0	4,5
UTA04	Terapia intensiva	231	5.220	22,57	4,8
UTA05	Mensa	141	1.480	10,47	0,3
UTA06	Palestra/sala lettura/sala conferenze	359	2.570	7,17	1,4
UTA07	Ambulatori/uffici/accettazione	2.021	6.640	3,29	3,0
UTA08	Spogliatoi /farmacia	429	1.548	3,61	0,2
UTA09	Palestra	120	1.044	8,68	0,2
UTA10	Morgue	171	2.232	13,09	0,4
UTA11	Cucina	295	13.608	46,15	2,6
UTA12	Deposito pulito	65	-	-	1,5
UTA13	Corridoio passaggio terapia intensiva sala operatoria	-	-	-	3,4
UTA14	Elettrofisioterapia	330	2.700	8,19	4,9
UTA01S	Blocco operatorio	743	11.063	15	6
UTA02S	Pronto soccorso	910	3.784	4,16	1,3
UTA03S	Radiologia	960	5.994	6,24	3
	<b>TOTALE</b>	<b>13.117</b>	<b>80.318</b>		<b>37</b>

A titolo esemplificativo si riportano in fig. 4.14 e fig. 4.15 due installazioni: una in copertura a servizio del Lotto principale e una in centrale a servizio del Satellite.



**Figura 4.14. UTA rooftop Lotto principale.**





**Figura 4.15. UTA satellite.**

### **Gruppi frigoriferi**

La struttura è dotata di 3 gruppi frigoriferi, uno a servizio delle UTA del Lotto principale e i rimanenti 2 a servizio delle UTA del Satellite.

Nei mesi più caldi la potenza termica dissipata al condensatore dai gruppi frigoriferi viene recuperata e impiegata per produrre acqua riscaldata utilizzata dalle batterie di post-riscaldamento.

In fig. 4.16 è riportato il G.F 3 posto in copertura del Lotto principale.

**Tabella 4.26. Caratteristiche gruppi frigoriferi.**

<b>Nome</b>	<b>Zona servita</b>	<b>Pot. frigo [kW]</b>	<b>Pot. elettrica installata [kW<sub>e</sub>]</b>	<b>EER</b>
G.F 1	Satellite	200	90	2,22
G.F 2	Satellite	200	90	2,22
G.F 3	Lotto principale	738	236	3,14
	<b>TOTALE</b>	<b>1.138</b>	<b>416</b>	



**Figura 4.16. Gruppo frigorifero G.F 3.**

#### **4.1.1 Dati utilizzo impianto**

Non ci sono vincoli normativi sul periodo di funzionamento degli impianti di climatizzazione; è necessario considerare che la temperatura nei locali dell'Istituto vari e sia mantenuta sempre a seconda della loro destinazione d'uso. Il fluido vettore per il riscaldamento viene prodotto in modo centralizzato in centrale termica e viene poi distribuito alle batterie nelle varie UTA di Lotto principale e Satellite.

Il fluido vettore per il raffrescamento viene invece prodotto in modo distribuito dai gruppi frigoriferi parte dei quali possono funzionare anche nel periodo invernale per l'abbattimento dei carichi termici generati nel reparto di diagnostica per immagini.

Le degenze sono climatizzate 24h su 24, 7 giorni su 7 mentre gli altri reparti hanno funzionamento attenuato nelle ore notturne.

Il raffrescamento estivo è affidato a UTA e gruppi frigoriferi, nei mesi meno caldi la produzione di acqua per il post-riscaldamento è affidata alle caldaie in centrale termica, mentre nei mesi più caldi l'acqua per tali batterie è prodotta recuperando il calore di scarto dei gruppi frigoriferi.

In tab. 4.27 è riportato il riepilogo delle potenze installate e in funzione per gli impianti HVAC.

**Tabella 4.27. Riepilogo potenze installate HVAC.**

HVAC	Pot. totale installata [kW <sub>el</sub> ]	Pot. totale in funzione [kW <sub>el</sub> ]
Gruppi frigoriferi	418	418
UTA	37	37
Ausiliari	303,2	147,2
<b>TOTALE</b>	<b>759</b>	<b>602</b>

#### 4.5.2 Illuminazione

Il censimento degli apparati illuminanti è stato svolto visitando zone campione, scelte a seconda della destinazione d'uso.

Dopo aver verificato potenza effettivamente installata e superficie è stato possibile ricavare un indicatore (W/m<sup>2</sup>) per ogni locale campione, tali indicatori sono stati impiegati per il calcolo delle potenze installate nelle zone non oggetto di sopralluogo.

Si riporta come esempio un locale campione ad uso degenza avente superficie di circa 20 m<sup>2</sup> in cui sono installate 2 lampade da 32 W e una da 36 W. L'indicatore ricavato da tale locale è stato 5 W/m<sup>2</sup>, si è proceduto con lo stesso metodo anche per gli altri locali campione. I risultati ottenuti sono:

- Uffici 10 W/m<sup>2</sup>
- Ambulatori 15 W/m<sup>2</sup>
- Corridoi 5 W/m<sup>2</sup>
- Degenze 5 W/m<sup>2</sup>
- Depositi/magazzini 9 W/m<sup>2</sup>
- Bagni 9 W/m<sup>2</sup>

In tab. 4.28 sono riportati i risultati riguardanti il censimento degli apparati illuminanti.

**Tabella 4.28. Potenza installata illuminazione.**

Zone	Superfici [m <sup>2</sup> ]	Potenza/superficie [W/m <sup>2</sup> ]	Pot [kW <sub>el</sub> ]
Uffici	336	10	3,3
Ambulatori	727	15	10,9
Corridoi	2250	5	11,1
Degenze	1220	5	6,2
Depositi/magazzini	301	9	2,8
Bagni	472	9	4,2
Esterno	3000	4	12
<b>TOTALE</b>	<b>8.308</b>		<b>51</b>

Le potenze installate sono basse poiché nella Clinica sono installate lampade a risparmio energetico.

#### **4.5.3 Sollevamento**

Nel paragrafo 3.5.3 sono riportate le caratteristiche delle principali tipologie di ascensori, in questo paragrafo è riportato il censimento degli impianti di sollevamento presenti nell'Istituto di Cura Città di Pavia.

Tipo	Piani serviti	Portata [kg]	Potenza [kW <sub>el</sub> ]
idraulico	6	630	3,6
idraulico	6	630	3,6
idraulico	6	1.000	5,7
idraulico	6	1.000	5,7
idraulico	6	1.275	7,3
idraulico	6	480	2,8
idraulico	6	480	2,8
idraulico	6	1.600	9,2
idraulico	3	1.250	7,2
<b>TOTALE</b>			<b>47,8</b>

#### 4.5.4 Elettromedicali

L'ufficio tecnico ha fornito l'elenco di tutte le macchine elettromedicali presenti in clinica per un totale di 424 elementi.

**Tabella 4.29. Elenco elettromedicali Istituto di Cura Città di Pavia.**

Macchina		Quantità
ABLATORE A RADIOFREQUENZA E MICROONDE		1
ABLATORE PER ARITMIE A RADIOFREQUENZA		4
AEROSOL, APPARECCHIO PER		5
AMPLIFICATORE DI BRILLANZA		1
ANALIZ	BILIRUBINOMETRO CUTANEO	1
ANALIZ	BIOPACHIMETRO	1
ANALIZ	BIOPACHIMETRO OTTICO	1
ANALIZ	BRONCOASPIRATORE A BATTERIA	4
ANGIOG	CAPPA STERILE	1
APPARE	CARIC/FACOEMULSIFICATORE	1
APPARE	CARRE FIBROBRONCOSCOPIO	1
APPARE	CARRE FINESTRA PASSAMALATI	1
APPARE	CELLA FOCOMETRO	1
APPARE	CENTR FONTE LUMINOSA+CASCETTO	1
ARMAD	CICLOFOTOTERAPIA / LAMPADA PER	1
AUDION	COAGRI FRIGOEMOTECA	1
AUTOCC	COAU FRIGORIFERO PER FARMACI	17
AUTOCC	CRIOA FRIG TAVOLO OPERATORIO	1
AUTORI	DEFIBRGENE TAVOLO OPERATORIO	3
BAGNO	DEFIBRIMPE TAVOLO PAZIENTE PER RADIOSCOPIA	1
BILANC	DEFIBRINCU TELECOMANDATO, APPARECCHIO RX/diagnostica 1	1
BILANC	DERMA INIET TERMOCULLA	1
	DIAFA INIET TERMOSALDATRICE	3
	DIAFA INIET TIRALATTE ELETTRICO / MASTEROSUTTORE	2
	DIAGN INSU TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO (TAC)	1
	DOPPL ISTE TREADMILL	2
	DOPPL LAMI ULTRASUONI PER ULCERE, APPARECCHIO PER	1
	ECOGR LAMI ULTRASUONI, APPARECCHIO PER TERAPIA AD	1
	ECOGR LAMI ULTRASUONOTERAPIA, APPARECCHIO PER	3
	ECOGR LAMI UMIDIFICATORE / INSTALLATO SU EVITA	2
	ECOGR LAMI UNITA' MOBILE RADIOLOGICA	1
	ELETTR LAMI URODINAMICA, APPARECCHIO PER	1
	ELETTR LAMI UROFLUSSIMETRO	1
	ELETTR LAMI VAPORIZZATORE - DESFLUORANE	2
	VENTILATORE POLMONARE	7
	VIDEOCOLONSCOPIO	3
	VIDEODUODENOSCOPIO	1
	VIDEOGASTROSCOPIO	3
	VIDEOPROCESSORE CON TASTIERA	2
<b>Totale ITEMS</b>		<b>424</b>

Durante il censimento sono state prese in particolare considerazione le macchine elettromedicali con potenze di targa elevata e macchine con utilizzo prolungato o continuo.

Oltre alle tipologie di macchine elettromedicali radiodiagnostiche citate nel paragrafo 3.5.4, l' Istituto di Cura Città di Pavia dispone di un angiografo, situato nel reparto di emodinamica.

### Angiografo

L'angiografia permette di visualizzare i vasi sanguigni mediante l'uso di raggi X, grazie a un mezzo di contrasto radio-opaco.

Il medico ottiene le informazioni sulle condizioni dell'organo e dei suoi vasi sanguigni analizzando il percorso compiuto dal liquido di contrasto.

I picchi di intensità di corrente assorbita raggiungono i 300 A, tale valore viene mantenuto per pochi millisecondi, in fase di stand-by la macchina assorbe 2,5 A per fase.

Come per le altre macchine radiodiagnostiche anche l'angiografo dissipa una quantità di calore non trascurabile e richiede quindi che il locale che lo ospita venga climatizzato utilizzando il raffrescamento anche durante il periodo invernale.

**Tabella 4.30. Caratteristiche ambientali richieste per l'angiografo (fonte Philips Helathcare).**

	Sala esame	Locale tecnico	Sala comandi
Temperatura [°C]	18-28	18-28	Di comfort
Massimo sbalzo di temperatura [°C/h]	-	-	-
Umidità [%]	20-80	40-60	Di comfort

**Tabella 4.31. Calore dissipato angiografo [ $kW_{th}$ ] (fonte Philips Helathcare).**

	Sala esame	Locale tecnico	Sala comandi
ACQUISIZIONE	2	3,1	0,3
STAND-BY	0,5	0,8	0,3

In tab. 4.32 è riportato il risultato dell'analisi eseguita sulle macchine elettromedicali.

**Tabella 4.32. Potenze medie installate elettromedicali.**

Elettromedicale	Quantità	Pot sing elemento [ $kW_{el}$ ]	Pot tot [ $kW_{el}$ ]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO (TAC)	1	100,0	100,0
RISONANZA MAGNETICA 1T	1	70,0	70,0
ANGIOGRAFO	1	53,0	53,0
TELECOMANDATO, APPARECCHIO RX/diagnostica 1	1	40,0	40,0
DIAGNOSTICA OSSEA RX TRADIZIONALE ( Diagn. 2)	1	20,0	20,0
AUTOCLAVE (A)	1	10,0	10,0
AUTOCLAVE (B)	1	10,0	10,0
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	1	10,0	10,0
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	5	10,0	4,0

ECOGRAFO (ECOCOLORDOPPLER)	5	10,0	4,0
ECOGRAFO (ECOTOMOGRAFO)	1	10,0	4,0
ELETTROCARDIOGRAFO	12	10,0	5,0
LAVAENDOSCOPI	1	10,0	10,0
LITOTRITORE / SONDA	1	10,0	10,0
MAMMOGRAFO	1	10,0	10,0
MOC / DENSITOMETRO	1	10,0	10,0
MOC / DENSITOMETRO A ULTRASUONI PER MISURAZIONE CALCAGNO	1	10,0	10,0
SISTEMA TOMOGRAFICO OCULARE	1	10,0	10,0
LAVAFERRI	1	9,0	9,0
LAVAFERRI A	1	9,0	0,0
LAVAFERRI AD ULTRASUONI	1	9,0	9,0
LAVAFERRI B	1	9,0	0,0
LASER OFTALMOLOGICO	1	7,0	7,0
LASER TERAPEUTICO	2	7,0	3,5
CARRELLO PER VISUALIZZAZIONE RX	2	5,0	2,5
UNITA' MOBILE RADIOLOGICA	1	5,0	5,0
COAGULAZIONE AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER	2	4,0	2,0
CARRELLO ELETRIFICATO	1	3,3	3,3
COAGULOMETRO	2	3,3	1,7
BAGNO TERMOSTATICO	2	1,3	0,7
FRIGOEMOTECA	1	1,0	1,0
FRIGORIFERO PER FARMACI	17	1,0	0,8
IMPEDENZOMETRO	1	1,0	1,0
INCUBATRICE NEONATALE	2	1,0	1,0
LAMPADA PER RISCALDAMENTO RADIANTE	3	1,0	0,3
CAPPA STERILE	1	0,5	0,5
FRIGORIFERO PER FARMACI PORTATILE	1	0,2	0,2
MONITOR MULTIPARAMETRICO	24	0,2	0,1
LAMPADA A FESSURA	1	0,2	0,2
LAMPADA DA VISITA	2	0,2	0,2
LAMPADA SCIALITICA	3	0,2	0,1
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 1 )	1	0,2	0,2
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 2 )	1	0,2	0,2
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 3 )	1	0,2	0,2
LAMPADA SCIALITICA ANOMBRA	1	0,2	0,2
LAMPADA SCIALITICA CARRELLATA	2	0,2	0,1
		<b>TOTALE</b>	<b>440</b>

Il valore di potenza installata totale non tiene conto di eventuali elettromedicali tenuti in riserva , per tale motivo è stato introdotto un coefficiente di riserva pari a 0,9.

Risulta quindi una potenza installata in uso di **396 kW<sub>el</sub>**.

#### 4.5.5 Ripartizione potenze installate in funzione

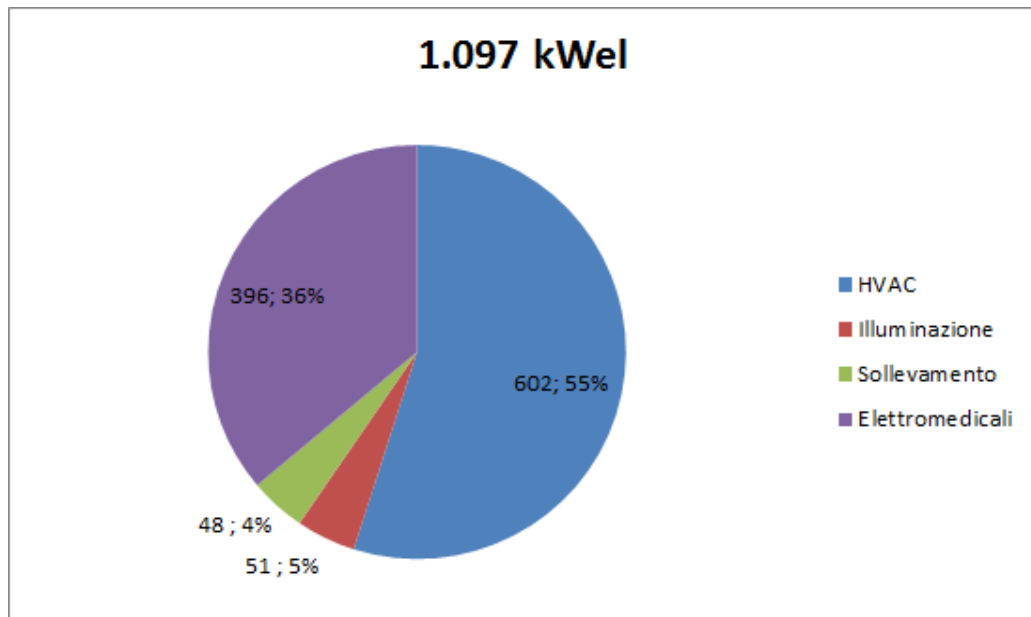


Figura 4.17. Ripartizione potenze installate in funzione.

Tabella 4.33. Riepilogo potenze installate in funzione.

	POT. installata in uso [kW <sub>el</sub> ]
HVAC	602
Illuminazione	51
Sollevamento	48
Elettromedicali	396
<b>TOTALE</b>	<b>1.097</b>

Ricavati tutti i dati necessari riguardante l'analisi del processo è possibile procedere con la costruzione dell'inventario energetico (elettrico e termico).



## **4.6 Inventario energetico (parte elettrica)**

Durante la fase di inventario energetico tutti i dati raccolti riguardanti le modalità di utilizzo sono stati impiegati per ricavare un quadro di funzionamento dei vari impianti, passando da potenze installate a potenze effettivamente assorbite e quindi al consumo energetico.

Più le informazioni sono dettagliate, più l'inventario energetico rispecchierà la realtà di funzionamento.

### **Analisi dati bolletta e campagna di misure sui quadri elettrici**

Dall'analisi dei dati presenti in bolletta (anno 2012) è risultata una differenza di 166 kW<sub>el</sub> tra i picchi di potenza elettrica assorbita in gennaio e luglio, tale differenza è probabilmente imputabile al maggior impiego dei gruppi frigoriferi durante i mesi più caldi.

Escludendo dalla potenza assorbita a gennaio la potenza installate delle macchine a funzionamento solo invernale il contributo delle macchine per il raffrescamento estivo aumenta, rimanendo comunque inferiore alla potenza installata dei gruppi frigoriferi.

Risulta evidente come i gruppi frigoriferi non lavorino mai a pieno carico, ma bensì a carico parziale mediante inverter.

L'Istituto di Cura Città di Pavia non è dotato di sistema di telelettura come nel caso degli Istituti Clinici Zucchi e l'accesso ai quadri elettrici particolarmente ostico, quindi le analisi energetiche dei picchi di potenza sono state ricavate direttamente dalle bollette.

### **4.6.1 HVAC**

#### **ANALISI POTENZE**

Per la stima della potenza effettivamente assorbita si è scelto di procedere nell'analisi utilizzando gli stessi coefficienti di assorbimento impiegati per l'inventario energetico degli Istituti Clinici Zucchi in quanto non è stato possibile effettuare misure dirette.

Per gli HVAC tale valore corrisponde a 0,97.

Come mese rappresentativo del regime invernale è stato scelto gennaio, mentre per il regime estivo è stato scelto luglio.

## Gruppi frigoriferi

In tab. 4.34 è riportato il risultato dell'analisi potenze riguardante i gruppi frigoriferi.

**Tabella 4.34. Analisi potenze assorbite gruppi frigoriferi.**

Nome	Zona servita	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di utilizzo inverno	Fattore di utilizzo estate	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
G.F 1	Satellite	87,3	0,3	0,8	26,2	69,8
G.F 2	Satellite	87,3	0,3	0,8	26,2	69,8
G.F 3	Lotto principale	230,9	0	0,7	0,0	161,6
<b>TOTALE</b>					<b>52</b>	<b>301</b>

## UTA

Nel caso delle UTA è stata ritenuta costante la portata elaborata sia in estate che in inverno, dovendo garantire determinati ricambi orari indipendenti dalla stagione.

I ventilatori devono essere leggermente sovradimensionati per tener conto dell'aumento delle perdite di carico localizzate dovute allo sporco dei filtri, basti pensare che filtri di classe F7-F9 hanno perdite di carico iniziali pari a 100-150 Pa, le quali possono aumentare fino a 350-400 Pa a fine vita operativa.

Non sapendo l'attuale stato dei filtri è stato ipotizzato un livello di sporco tale da richiedere al ventilatore di funzionare al 90% della potenza. I risultati sono riportati in tab. 4.35.

**Tabella 4.35. Analisi potenze assorbite UTA.**

UTA	Zona servita	Pot. assorbita [kW <sub>el</sub> ]	fattore Pot assorbita	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
UTA 1	UTA degenze	3,3	0,9	3,0	3,0
UTA 2	UTA degenze	4,8	0,9	4,3	4,3
UTA 3	Uta area parto	4,4	0	0,0	0,0
UTA 4	Terapia intensiva	4,7	0,9	4,2	4,2
UTA 5	Mensa	0,3	0,9	0,3	0,3
UTA 6	Palestra /sala lettura/sala conferenze	1,3	0,9	1,2	1,2
UTA 7	Ambulatori/Uffici/Cappella/Accettazione	2,9	0,9	2,6	2,6
UTA 8	Spogliatoi/farmacia	0,2	0,9	0,2	0,2
UTA 9	Palestra	0,2	0,9	0,1	0,1
UTA 10	Morgue	0,3	0,9	0,3	0,3
UTA 11	Cucina	2,6	0,9	2,3	2,3

UTA14	Elettrofisioterapia	1,5	0,9	1,3	1,3
UTA01S	Blocco operatorio	5,8	0,9	5,3	5,3
UTA02S	Pronto soccorso	1,2	0,9	1,1	1,1
UTA03S	Radiologia	2,4	0,9	2,2	2,2
<b>TOTALE</b>		<b>35,9</b>		<b>28,6</b>	<b>28,6</b>

### Ausiliari

Gli ausiliari sono stati distinti in base al funzionamento invernale ed estivo. I risultati dell'analisi sugli ausiliari è riportata da tab. 4.36 a tab. 4.41.

**Tabella 4.36. Ausiliari riscaldamento**

Elemento	descrizione	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di utilizzo invernato	Fattore di utilizzo estate	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
P1 CT	ramo principale solo risc	1,9	1	0	1,9	0,0
P4 CT	primario ACS	1,5	1	1	1,5	1,5
P6 CT	by pass caldaia	0,5	1	0	0,5	0,0
P7 CT	by pass caldaia	0,5	1	0	0,5	0,0
P9 CT	by pass caldaia ACS	0,5	1	1	0,5	0,5
P14 CT	radiatori e batt prerisc satellite	0,7	1	0	0,7	0,0
P16 CT	allo scambiatore SC1	2,9	1	0	2,9	0,0
P18 CT	ACS 45°C clinica	0,2	1	1	0,2	0,2
P19 CT	ACS 45°C satellite	0,2	1	1	0,2	0,2
P05	batterie preriscaldamento UTA clinica	2,1	1	0	2,1	0,0
P07	batterie postriscaldamento UTA clinica	2,1	1	1	2,1	2,1
P09	circuito radiatori clinica	1,5	1	0	1,5	0,0
P13	circuito risc fancoil clinica	1,1	1	0	1,1	0,0
P21	riscaldamento	0,5	1	1	0,5	0,5
P24	secondario scambiatore SC3	0,7	1	1	0,7	0,7
P26	secondario collettore acqua calda	1,5	1	1	1,5	1,5
P28	Bypass caldaia	0,2	1	1	0,2	0,2
Br	Brucciatorescaldaia	2,1	1	0,5	2,1	1,1
				<b>TOTALE</b>	<b>21</b>	<b>9</b>

**Tabella 4.37. Ausiliari raffrescamento.**

Elemento	descrizione	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di utilizzo inverno	Fattore di utilizzo estate	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
P21 CF	Primario recupero calore gruppo frigorifero	0,5	0	1	0,0	0,5
P26 CF	Primario acqua ref satellite	1,0	1	1	1,0	1,0
P35 CF	Secondario, batterie raff satellite	2,9	1	1	2,9	2,9
P37 CF	Secondario, batterie post riscaldamento satellite	0,5	1	1	0,5	0,5
P01 CF	Secondario acqua ref clinica	5,3	0	1	0,0	5,3
P03 CF	batterie fredde UTA clinica	5,3	0	1	0,0	5,3
P11 CF	circuito ref fancoil clinica	2,1	0	1	0,0	2,1
P19 CF	recupero calore G.F clinica	2,9	0	1	0,0	2,9
<b>TOTALE</b>					<b>4</b>	<b>21</b>

**Tabella 4.38. Ausiliari centrale idrica.**

Elemento	descrizione	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di utilizzo inverno	Fattore di utilizzo estate	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
P1/A	ricircolo clinica	1,5	1	1	1,5	1,5
P2 CI	ricircolo cucina	0,2	1	1	0,2	0,2
GS2	pompe acqua demineralizzata	1,7	1	1	1,7	1,7
<b>TOTALE</b>					<b>3</b>	<b>3</b>

**Tabella 4.39. Umidificatori.**

Elemento	descrizione	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di utilizzo inverno	Fattore di utilizzo estate	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
generatore elettrico di vapore	UTA03	0,0	0	0	0,0	0,0
generatore elettrico di vapore	UTA03	0,0	0	0	0,0	0,0
generatore elettrico di vapore	UTA03	0,0	0	0	0,0	0,0

umidificatore a resistenze	UTA05	7,8	0	0	0,0	0,0
generatore elettrico di vapore	UTA14	15,0	0,7	0	10,5	0,0
generatore elettrico di vapore	UTA04	40,7	0,7	0	28,5	0,0
generatore elettrico di vapore	UTA08	7,8	0	0	0,0	0,0
generatore elettrico di vapore	UTA09	3,4	0	0	0,0	0,0
generatore elettrico di vapore	UTA10	12,6	0,8	0	10,1	0,0
<b>TOTALE</b>					<b>58</b>	<b>0</b>

**Tabella 4.40. Pompe di vuoto.**

Elemento	descrizione	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di utilizzo inverno	Fattore di utilizzo estate	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
PV	Pompe di vuoto	10,7	0,8	0,8	8,5	8,5
<b>TOTALE</b>					<b>8,5</b>	<b>8,5</b>

**Tabella 4.41. Compressori.**

Elemento	descrizione	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Fattore di utilizzo inverno	Fattore di utilizzo estate	Pot picco assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot picco assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]
Compressore rotativo a vite	Produzione aria compressa	21,3	0,7	0,7	14,9	14,9
<b>TOTALE</b>					<b>14,9</b>	<b>14,9</b>

La potenza totale assorbita dagli ausiliari a gennaio e luglio è riportata in tab. 4.42.

**Tabella 4.42. Riepilogo potenze assorbite ausiliari.**

<b>Pot. picco assorbita gennaio ausiliari</b>	<b>101 kW<sub>el</sub></b>
<b>Pot. picco assorbita luglio ausiliari</b>	<b>56 kW<sub>el</sub></b>

### Riepilogo potenze HVAC

In tab. 4.43 è riportato il riepilogo delle potenze assorbite dagli impianti HVAC.

**Tabella 4.43. Riepilogo potenze assorbite HVAC.**

<b>HVAC</b>	<b>POT assorbita picco gennaio [kW<sub>el</sub>]</b>	<b>POT assorbita picco luglio [kW<sub>el</sub>]</b>
Gruppi frigoriferi	52	301
UTA	28	28
Ausiliari	101	56
<b>TOTALE</b>	<b>182</b>	<b>386</b>

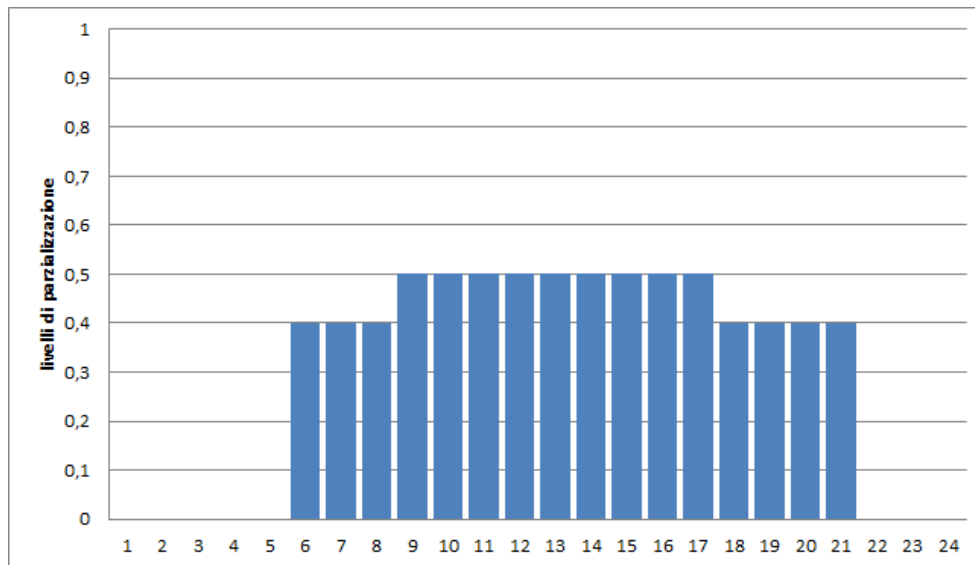
### ANALISI ENERGIE

Per il calcolo dei consumi delle macchine HVAC è stato necessario ricavare le ore equivalenti di funzionamento, come nel caso precedente sono stati individuati 3 regimi di funzionamento (invernale, mezze stagioni ed estivo) ed è stata applicata l'eq. 3.3.

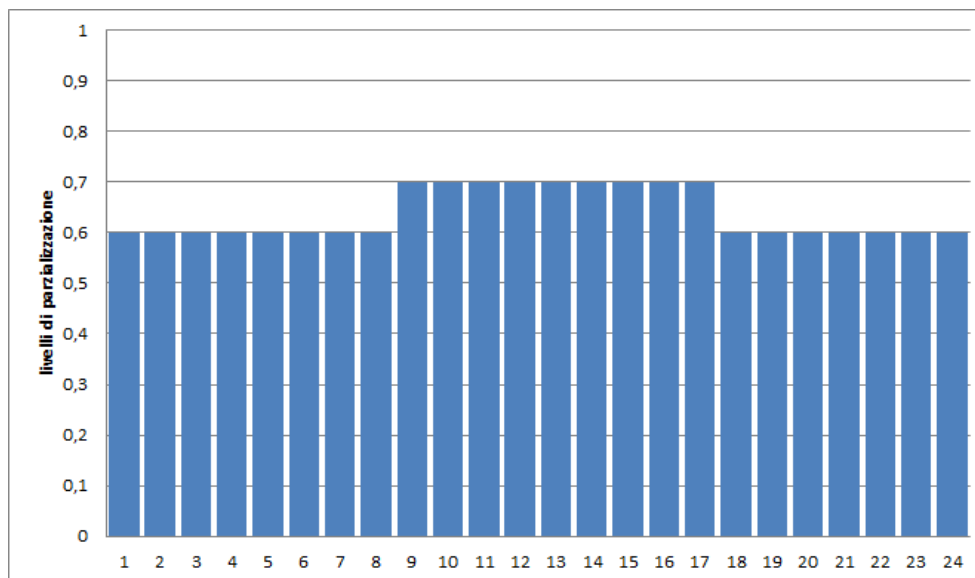
#### Gruppi frigoriferi

Nel caso dei gruppi frigoriferi è stata effettuata un'analisi al fine di valutare le ore equivalenti di funzionamento, di seguito sono riportati in forma grafica i risultati di tale analisi riguardante il gruppo frigorifero asservito al lotto principale.

Durante i mesi invernali il gruppo frigorifero preso come esempio non è in funzione, l'analisi è stata effettuata quindi sui regimi di funzionamento nelle mezze stagioni e nei mesi estivi (fig. 4.18 e fig. 4.19).



**Figura 4.18. Regime di funzionamento durante le mezze stagioni.**



**Figura 4.19. Regime di funzionamento estivo.**

Risulta quindi:

- 0  $h_{eq}$  in regime invernale;
- 7,3  $h_{eq}$  nei mesi più caldi e umidi del regime di mezze stagioni;
- 15,3  $h_{eq}$  in regime estivo.

La stessa modalità di analisi eseguita sul G.F 3 è stata effettuata su tutte le altre macchine evidenziando che alcune di esse vengono utilizzate anche durante il

periodo invernale, poiché sono a servizio di zone radiodiagnostiche che necessitano di raffrescamento tutto l'anno; nelle tabelle seguenti sono riportati i consumi elettrici delle apparecchiature HVAC (da tab. 4.44 a tab. 4.51).

**Tabella 4.44. Consumi elettrici gruppi frigoriferi.**

Nome	Zona servita	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/anno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
G.F 1	Satellite	388,5	728	1.573	234.793
G.F 2	Satellite	277,5	728	1.936	256.793
G.F 3	Lotto principale	0	226,3	1.851,3	479.635
<b>TOTALE</b>					<b>971.221</b>

## UTA

Le UTA asservite alle degenze e alla terapia intensiva hanno un funzionamento continuativo senza riduzioni notturne o durante i fine settimana, le rimanenti UTA operano invece in regime attenuato durante le ore notturne e per l'intero fine settimana.

L'UTA 3 della sala parto è stata ritenuta non in funzione in quanto tale area dell'ospedale non è più in uso.

**Tabella 4.45. Consumi elettrici UTA.**

UTA	Zona servita	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/a nno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
UTA 1	UTA degenze	3.473	2.093	2.783	27.392
UTA 2	UTA degenze	3.473	2.093	2.783	39.969
UTA 3	Uta area parto	0	0	0	0
UTA 4	Terapia intensiva	3.473	2.093	2.783	38.865
UTA 5	Mensa	2.265	1.365	1.815	1.549
UTA 6	Palestra /sala lettura/sala conferenze	2.416	1.456	1.936	7.669
UTA 7	Ambulatori/Uffici/Cap pella/Accettazione	2.416	1.456	1.936	17.000
UTA 8	Spogliatoi/farmacia	3.473	2.093	2.783	1.967
UTA 9	Palestra	2.416	1.456	1.936	939
UTA 10	Morgue	3.473	2.093	2.783	2.850
UTA 11	Cucina	2.416	1.456	1.936	14.844
UTA14	Elettrofisioterapia	2.416	1.456	1.936	8.451
UTA01S	Blocco operatorio	3.473	2.093	2.783	48.810
UTA02S	Pronto soccorso	3.473	2.093	2.783	10.300
UTA03S	Radiologia	3.473	2.093	2.783	20.294
<b>TOTALE</b>					<b>240.899</b>



## Ausiliari

Gli ausiliari analizzati hanno un assorbimento ritenuto costante e quindi, senza parzializzazioni, le ore equivalenti sono state ritenute coincidenti con le ore effettive di funzionamento. Le pompe asservite all'impianto di riscaldamento sono in funzione per 23 ore equivalenti così come il gruppo di pompaggio della distribuzione dell'acqua calda sanitaria.

Le pompe di circolazione dell'acqua refrigerata a servizio del Lotto principale sono in funzione solo durante le mezze stagioni e nei mesi estivi, mentre quelle a servizio del Satellite sono in funzione per tutto l'anno.

Le pompe di centrale idrica sono in funzione per 23 ore equivalenti.

Per gli umidificatori a vapore è stato stimato un utilizzo non superiore ad un'ora al giorno.

Pompe di vuoto e compressori per la produzione di aria compressa sono in funzione rispettivamente per 15 e 11 ore equivalenti.

**Tabella 4.46. Consumi elettrici ausiliari riscaldamento e ACS.**

Elemento	descrizione	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/anno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
P1 CT	ramo principale solo risc	3.473	600	0	7.902
P4 CT	primario ACS	3.473	2.093	2.783	12.148
P6 CT	by pass caldaia	3.473	0	0	1.853
P7 CT	by pass caldaia	3.473	0	0	1.853
P9 CT	by pass caldaia ACS	3.473	2.093	2.783	4.454
P14 CT	radiatori e batt prerisc satellite	3.473	600	0	2.963
P16 CT	allo scambiatore SC1	3.473	600	0	11.852
P18 CT	ACS 45°C clinica	3.473	2.093	2.783	2.025
P19 CT	ACS 45°C satellite	3.473	2.093	2.783	2.025
P05	batterie preriscaldamento UTA clinica	3.473	600	0	8.692
P07	batterie postriscaldamento UTA clinica	3.473	2.093	2.783	17.817
P09	circuito radiatori clinica	3.473	600	0	5.926
P13	circuito risc fancoil clinica	3.473	600	0	4.346
P21	riscaldamento	3.473	2.093	2.783	4.454
P24	secondario scambiatore SC3	3.473	2.093	2.783	6.074
P26	secondario collettore acqua calda	3.473	2.093	2.783	12.148
P28	Bypass caldaia	3.473	2.093	2.783	2.025
Br	Brucciatare caldaia	3.020	620	1.210	10.350
<b>TOTALE</b>					<b>118.905</b>

**Tabella 4.47. Consumi elettrici ausiliari centrale frigorifera.**

Elemento	descrizione	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/anno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
P21 CF	Primario recupero calore gruppo frigorifero	0	1.456	2.783	2.056
P26 CF	Primario acqua ref satellite	2.416	1.456	2.783	6.455
P35 CF	Secondario, batterie raff satellite	3.473	1.456	2.783	22.442
P37 CF	Secondario, batterie post riscaldamento satellite	3.473	1.456	2.783	3.740
P01 CF	Secondario acqua ref clinica	0	1.456	2.783	22.615
P03 CF	batterie fredde UTA clinica	0	1.456	2.783	22.615
P11 CF	circuito ref fancoil clinica	0	1.456	2.783	9.046
P19 CF	recupero calore G.F clinica	0	1.456	2.783	12.335
<b>TOTALE</b>					<b>101.305</b>

**Tabella 4.48. Consumi elettrici ausiliari centrale idrica.**

Elemento	descrizione	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/anno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
P1/A	ricircolo clinica	3.473	2.093	2.783	12.148
P2 CI	ricircolo cucina	3.473	2.093	2.783	2.025
GS2	pompe acqua demineralizzata	3.473	2.093	2.783	14.577
<b>TOTALE</b>					<b>28.750</b>

**Tabella 4.49. Consumi elettrici umidificatori.**

Elemento	descrizione	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/anno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
generatore elettrico di vapore	UTA03	0	0	0	0
generatore elettrico di vapore	UTA03	0	0	0	0
generatore elettrico di vapore	UTA03	0	0	0	0
umidificatore a resistenze elettriche	UTA05	151	0	0	1.172
generatore elettrico di vapore	UTA14	151	0	0	2.270
generatore elettrico di vapore	UTA04	151	0	0	6.152
generatore elettrico di vapore	UTA08	151	0	0	1.172
generatore elettrico di vapore	UTA09	151	0	0	513
generatore elettrico di vapore	UTA10	151	0	0	1.904
<b>TOTALE</b>					<b>13.182</b>

**Tabella 4.50. Consumi elettrici pompe di vuoto.**

Elemento	descrizione	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/anno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
PV	Pompe di vuoto	2.265	1.365	1.815	58.098
<b>TOTALE</b>					<b>58.098</b>

**Tabella 4.51. Consumi elettrici compressori.**

Elemento	descrizione	$h_{eq}$ inverno/anno	$h_{eq}$ mezze stagioni/anno	$h_{eq}$ estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Compressore rotativo a vite	Produzione aria compressa	1.661	1.001	1.331	85.211
<b>TOTALE</b>					<b>85.211</b>

In tab. 4.52 è riportato il riepilogo dei consumi elettrici dovuti agli ausiliari.

**Tabella 4.52. Riepilogo consumi ausiliari.**

<b>Energia elettrica assorbita dagli ausiliari</b>	<b>405.451 kWh<sub>el</sub>/anno</b>
--	--------------------------------------

### **Riepilogo energia assorbita HVAC**

In tab. 4. 503 è riportato il riepilogo delle energie assorbite dagli HVAC.

**Tabella 4.53. Riepilogo energie assorbite HVAC.**

<b>HVAC</b>	<b>Energia assorbita HVAC [kWh<sub>el</sub>/anno]</b>
Gruppi frigoriferi	971.221
UTA	240.899
Ausiliari	405.451
<b>TOTALE</b>	<b>1.617.571</b>

#### 4.6.2 Illuminazione

Per il calcolo delle potenze effettivamente assorbite e dei consumi derivanti dai corpi illuminanti sono stati calcolati i fattori di contemporaneità, come da eq. 3.4 al paragrafo 3.6.2, relativi ai vari regimi di funzionamento.

#### ANALISI POTENZE

I coefficienti di contemporaneità sono stati ricavati tramite sopralluoghi all'interno della struttura, osservando ogni volta il numero di corpi illuminanti in funzione.

Dall'analisi dei dati ricavati dagli appunti presi durante le visite è stato possibile ricavare i coefficienti riportati in tab. 4.54 e tab. 4.55.

**Tabella 4.54. Potenza assorbita illuminazione interna.**

Zone	Fattore di cont. giorno	Fattore di cont. sera	Fattore di cont. notte	Pot media assorbita giorno [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbita sera [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbita notte [kW <sub>el</sub> ]
Uffici	0,6	0,9	0,2	2,0	3,0	0,7
Ambulatori	0,7	0,9	0,2	7,6	9,8	2,2
Corridoi	0,8	0,9	0,9	8,9	10,0	10,0
Degenze	0,5	0,8	0,1	3,1	5,0	0,6
Depositi/mazzini	0,7	0,8	0,2	2,0	2,3	0,6
Bagni	0,5	0,8	0,8	2,1	3,4	3,4
<b>TOTALE</b>				<b>26</b>	<b>33</b>	<b>17</b>

**Tabella 4.55. Potenza assorbita illuminazione esterna.**

Zone	Fattore di cont. giorno	Fattore di cont. sera	Fattore di cont. notte	Pot media assorbita giorno [kW]	Pot media assorbita sera [kW <sub>el</sub> ]	Pot media assorbita notte [kW <sub>el</sub> ]
Esterno	0	0,8	0,8	0	9,6	9,6
<b>TOTALE</b>				<b>0</b>	<b>9,6</b>	<b>9,6</b>

#### Riepilogo potenze

In tab. 4.56 è riportato il riepilogo delle potenze assorbite dai corpi illuminanti.

**Tabella 4.56. Riepilogo potenze assorbite illuminazione.**

Illuminazione	POT. media assorbita giorno [kW <sub>el</sub> ]	POT. media assorbita sera [kW <sub>el</sub> ]	POT. media assorbita notte [kW <sub>el</sub> ]
Interna	26	33	17
Esterna	0	9,6	9,6
<b>TOTALE</b>	<b>26</b>	<b>43</b>	<b>27</b>

## ANALISI ENERGETICHE

Per il calcolo dei consumi di energia elettrica derivanti dagli apparati illuminanti sono state ricavate le ore effettive per ciascun regime di funzionamento.

Il calcolo delle ore di regime giornaliero è stato fatto basandosi su dati mensili riguardanti le effettive ore di luce a Pavia.

Tali dati sono identici a quelli di Monza, quindi anche le ore caratteristiche per i vari regimi di funzionamento sono identiche a quanto riportato nel paragrafo 3.6.2.

Il regime serale è influenzato anche dal parametro legato alle ore lavorative, tali fasce orarie sono state considerate uguali a quelle degli Istituti Clinici Zucchi.

Anche i coefficienti di utilizzo della luce artificiale nei vari mesi sono gli stessi usati per Monza.

I risultati sono riportati in tab. 4.57 e tab. 4.58, il consumo di energia elettrica è stato calcolato tramite l'eq. 3.5 al paragrafo 3.6.2.

Tramite le visite alla struttura è stato possibile individuare la potenza degli apparati illuminanti a funzionamento continuo, tale potenza corrisponde a circa il 15% della potenza interna installata (tab. 4.59).

**Tabella 4.57. Riepilogo consumi illuminazione interna a funzionamento non continuo.**

Zone	POT installata in funzione [kW <sub>el</sub> ]	h giorno/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Uffici	2,81	2.452	372	3.897	7.277
Ambulatori	9,28	2.452	71	4.198	24.301
Corridoi	9,46	2.452	-	4.269	54.921
Degenze	5,27	2.452	1.021	3.248	12.473
Depositi/magazzini	2,41	2.452	-	4.269	6.197
Bagni	3,57	2.452	-	4.269	16.557
				<b>TOTALE</b>	<b>121.726</b>

**Tabella 4.58. Riepilogo consumi elettrici illuminazione esterna.**

Zone	h luce/anno	h sera/anno	h notte/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]
Esterno	4.491	-	4.269	40.982
			<b>TOTALE</b>	<b>40.982</b>

**Tabella 4.59. Riepilogo consumi elettrici illuminazione interna a funzionamento continuo**

Zone	Pot sempre in funzione [kW <sub>el</sub> ]	heq	Consumo [kWh <sub>el</sub> ]
Uffici	0,5	8.760	4.352
Ambulatori	1,6	8.760	14.339
Corridoi	1,7	8.760	14.629
Degenze	0,9	8.760	8.144

Depositi/magazzini	0,4	8.760	3.727
Bagni	0,6	8.760	5.515
<b>TOTALE</b>	<b>6</b>		<b>50.706</b>

### Riepilogo consumi elettrici

In tab. 4.60 è riportato il riepilogo dei consumi elettrici riguardanti l'illuminazione.

**Tabella 4.60. Riepilogo energia assorbita illuminazione.**

<b>Zone</b>	<b>Consumo [kWh<sub>el</sub>/anno]</b>
Interno funzionamento non continuo	121.726
Interno funzionamento continuo	50.706
Esterno	40.982
<b>TOTALE</b>	<b>213.414</b>

### 4.6.3 Sollevamento

#### ANALISI POTENZE

E' stato impiegato lo stesso coefficiente di assorbimento utilizzato per gli Istituti Clinici Zucchi, cioè 0,9. Le potenze assorbite sono riportate in tab. 4.61.

**Tabella 4.61. Dati ascensori.**

<b>Ascensore</b>	<b>Tipo</b>	<b>Pot ass [kW<sub>el</sub>]</b>
Ascensore 1	idraulico	3,25
Ascensore 2	idraulico	3,25
Ascensore 3	idraulico	5,16
Ascensore 4	idraulico	5,16
Ascensore 5	idraulico	6,58
Ascensore 6	idraulico	2,48
Ascensore 7	idraulico	2,48
Ascensore 8	idraulico	8,25
Ascensore 9	idraulico	6,45
<b>TOTALE</b>		<b>43</b>

#### ANALISI ENERGIE

Anche per questa struttura è stato applicato il metodo suggerito da ELA (3.6.3) per il calcolo nel consumo energetico degli impianti di sollevamento.

Essendo gli ascensori tutti di tipo idraulico, sono state applicate le eq. da 3.6 a 3.9 del paragrafo 3.6.3, utilizzando nel calcolo la velocità di 0,7 m/s.

I coefficienti  $c_{aml}$ ,  $c_{atd}$  e  $c_{bal}$  sono stati ricavati dalle rispettive tabelle (da tab. 3.72 a tab. 3.74).

Il numero di corse in un anno è stato stimato osservando per un certo periodo gli ascensori durante i sopralluoghi, da tale osservazione è stato possibile ricavare le ore di elevato, medio e basso utilizzo durante i giorni della settimana e nel fine settimana.

Le corse durante il fine settimana sono state calcolate osservando gli ascensori durante un sopralluogo nel mese di agosto durante il quale l'ospedale ha lavorato con minore intensità.

In tab. 4.62 è riportato il risultato di tale analisi.

**Tabella 4.62. Numero di corse anno**

	h alto utilizzo	h medio utilizzo	h basso utilizzo	n viaggi	n viaggi settimana	n viaggi anno
Giorni settimanali	7	9	8	576	2.880	149.760
Fine settimana	4	12	8	432	864	44.928
					<b>TOTALE</b>	<b>194.688</b>

I consumi riguardanti gli impianti di sollevamento sono riportati in tab. 4.63.

**Tabella 4.63. Consumo energetico impianti di sollevamento.**

Ascensore	Pot ass[k W <sub>el</sub> ]	h[m]	E <sub>cycle</sub> [Wh <sub>el</sub> ]	n <sub>trip</sub>	E <sub>lift</sub> [kWh <sub>el</sub> /a nno]	E <sub>stand-by</sub> [kWh <sub>el</sub> /anno]	E <sub>tot</sub> [kWh <sub>el</sub> /anno]
Ascensore 1	3,25	18	23,21	194.688	4.879	2.033	6.912
Ascensore 2	3,25	18	23,21	194.688	4.879	2.033	6.912
Ascensore 3	5,16	18	36,84	194.688	7.745	3.227	10.972
Ascensore 4	5,16	18	36,84	194.688	7.745	3.227	10.972
Ascensore 5	6,58	18	46,97	194.688	9.875	4.114	13.989
Ascensore 6	2,48	18	17,68	194.688	3.718	1.549	5.266
Ascensore 7	2,48	18	17,68	194.688	3.718	1.962	5.680
Ascensore 8	8,25	18	58,94	194.688	12.392	5.163	17.555
Ascensore 9	6,45	6	20,46	194.688	4.303	4.033	8.336
				<b>TOT</b>	<b>59.255</b>	<b>27.340</b>	<b>86.595</b>

#### 4.6.4 Elettromedicali ANALISI POTENZE

Come per gli Istituti Clinici Zucchi per il calcolo della potenza assorbita dalle macchine elettromedicali si è fatto riferimento alla potenza media assorbita durante la fase di funzionamento, si tratta di una media pesata delle potenze istantanee assorbite dalla macchina durante le fasi di attività.

Alcuni esempi di coefficienti riferiti alla potenza assorbita media e a quella di picco sono stati già proposti nel paragrafo 3.6.4 e utilizzati anche per questa analisi.

È stato introdotto un fattore di contemporaneità legato al numero di macchinari presenti in una singola voce.

Non potendo compiere misure dirette è stato usato lo stesso coefficiente di assorbimento impiegato per gli Istituti Clinici Zucchi, cioè 0,97.

**Tabella 4.64. Potenze medie assorbite elettromedicali.**

Macchina	Fattore di contemporaneità	Pot assorbita [kW <sub>el</sub> ]	Rapporto picco media	Pot media assorbita [kW <sub>el</sub> ]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO (TAC)	1,00	97,00	0,2	19,4
RISONANZA MAGNETICA 1T	1,00	67,90	0,5	30,6
ANGIOGRAFO	1,00	51,41	0,1	5,1
TELECOMANDATO, APPARECCHIO RX/diagnostica 1	1,00	38,80	0,4	15,5
DIAGNOSTICA OSSEA RX TRADIZIONALE ( Diagn. 2)	1,00	19,40	0,5	9,7
AUTOCLAVE (A)	1,00	9,70	0,2	1,9
AUTOCLAVE (B)	1,00	9,70	0,2	1,9
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	1,00	9,70	0,5	4,9
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	0,40	3,88	0,5	1,9
ECOGRAFO (ECOCOLORDOPPLER)	0,40	3,88	0,5	1,9
ECOGRAFO (ECOTOMOGRAFO)	0,40	3,88	0,5	1,9
ELETTROCARDIOGRAFO	0,50	4,85	0,5	2,4
LAVAENDOSCOPI	1,00	9,70	0,1	1,0
LITOTRITORE / SONDA	1,00	9,70	0,1	1,0
MAMMOGRAFO	1,00	9,70	0,1	1,0
MOC / DENSITOMETRO	1,00	9,70	0,1	1,0
MOC / DENSITOMETRO A ULTRASUONI PER MISURAZIONE CALCAGNO	1,00	9,70	0,1	1,0
SISTEMA TOMOGRAFICO OCULARE	1,00	9,70	0,4	3,9
LAVAFERRI	1,00	8,73	0,1	0,9
LAVAFERRI AD ULTRASUONI	1,00	8,73	0,1	0,9
LASER OFTALMOLOGICO	1,00	6,79	0,1	0,7
LASER TERAPEUTICO	0,50	3,40	0,1	0,3
CARRELLO PER VISUALIZZAZIONE RX	0,50	2,43	0,1	0,2
UNITA' MOBILE RADIOLOGICA	1,00	4,85	0,6	2,9



COAGULAZIONE AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER	0,50	1,94	0,1	0,2
CARRELLO ELETTRIFICATO	1,00	3,21	0,1	0,3
COAGULOMETRO	0,50	1,60	0,1	0,2
BAGNO TERMOSTATICO	0,50	0,63	0,1	0,1
FRIGOEMOTECA	1,00	0,97	0,3	0,3
FRIGORIFERO PER FARMACI	0,82	0,80	0,3	0,2
FRIGORIFERO PER FARMACI PORTATILE	1,00	0,97	0,3	0,3
IMPEDENZOMETRO	1,00	0,97	0,1	0,1
INCUBATRICE NEONATALE	1,00	0,97	0,4	0,4
LAMPADA PER RISCALDAMENTO RADIANTE	0,33	0,32	1,0	0,3
CAPPA STERILE	1,00	0,46	0,9	0,4
MONITOR MULTIPARAMETRICO	0,50	0,10	0,6	0,1
LAMPADA A FESSURA	1,00	0,15	1,0	0,1
LAMPADA DA VISITA	1,00	0,15	1,0	0,1
LAMPADA SCIALITICA	0,33	0,05	1,0	0,0
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 1 )	1,00	0,15	1,0	0,1
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 2 )	1,00	0,15	1,0	0,1
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 3 )	1,00	0,15	1,0	0,1
LAMPADA SCIALITICA ANOMBRA	1,00	0,15	1,0	0,1
LAMPADA SCIALITICA CARRELLATA	0,50	0,07	1,0	0,1
			<b>TOTALE</b>	<b>116</b>

Oltre alla potenza media assorbita durante il periodo di effettivo utilizzo, occorre tener conto anche della potenza assorbita dagli elettromedicali in fase di stand-by che è stata stimata a partire dal 5% fino al 10% di quella assorbita di picco a seconda del tipo di macchina.

In tab. 4.65 sono riportati i valori delle potenze di stand-by.

**Tabella 4.65. Potenze di stand-by**

<b>Macchina</b>	<b>Pot stand-by [kW<sub>el</sub>]</b>
TOMOGRFO COMPUTERIZZATO (TAC)	4,0
RISONANZA MAGNETICA 1T	7,0
ANGIOGRAFO	4,4
TELECOMANDATO, APPARECCHIO RX/diagnostica 1	5,0
DIAGNOSTICA OSSEA RX TRADIZIONALE ( Diagn. 2)	1,0
AUTOCLAVE (A)	0,5
AUTOCLAVE (B)	0,5
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	0,5
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	0,5
ECOGRAFO (ECOCOLORDOPPLER)	0,5
ECOGRAFO (ECOTOMOGRFO)	0,5

ELETTROCARDIOGRAFO	0,0
LAVAENDOSCOPI	0,5
LITOTRITORE / SONDA	0,5
MAMMOGRAFO	2,5
MOC / DENSITOMETRO	1,2
MOC / DENSITOMETRO A ULTRASUONI PER MISURAZIONE CALCAGNO	1,2
SISTEMA TOMOGRAFICO OCULARE	1,1
LAVAFERRI	0,4
LAVAFERRI AD ULTRASUONI	0,4
LASER OFTALMOLOGICO	0,0
LASER TERAPEUTICO	0,0
CARRELLO PER VISUALIZZAZIONE RX	0,1
UNITA' MOBILE RADIOLOGICA	0,5
COAUGULAZIONE AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER	0,1
CARRELLO ELETRIFICATO	0,0
COAGULOMETRO	0,1
BAGNO TERMOSTATICO	0,0
FRIGOEMOTECA	0,0
FRIGORIFERO PER FARMACI	0,0
FRIGORIFERO PER FARMACI PORTATILE	0,0
IMPEDENZOMETRO	0,0
INCUBATRICE NEONATALE	0,0
LAMPADA PER RISCALDAMENTO RADIANTE	0,0
CAPPA STERILE	0,0
MONITOR MULTIPARAMETRICO	0,0
LAMPADA A FESSURA	0,0
LAMPADA DA VISITA	0,0
LAMPADA SCIALITICA	0,0
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 1 )	0,0
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 2 )	0,0
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 3 )	0,0
LAMPADA SCIALITICA ANOMBRA	0,0
LAMPADA SCIALITICA CARRELLATA	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>33,3</b>

## ANALISI ENERGETICHE

Il calcolo dell'energia elettrica assorbita è stato effettuato calcolando le ore/giorno e i giorni/settimana di utilizzo, le ore di stand-by sono state calcolate sottraendo a 8760 le ore di funzionamento della macchina.

I risultati sono riportati in tab. 4.66.

**Tabella 4.66. Consumi elettrici elettromedicali.**

Macchina	h/giorno	giorni/ sett	Consumo [kWh <sub>el</sub> /anno]	Consumo stand-by [kWh <sub>el</sub> /an no]	Consumo totale [kWh <sub>el</sub> /ann o]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO (TAC)	8	5	37.026	24.430	61.456
RISONANZA MAGNETICA 1T	8	5	58.316	42.752	101.068
ANGIOGRAFO	8	5	9.812	26.873	36.685
TELECOMANDATO, APPARECCHIO RX/diagnostica 1	8	5	29.621	30.537	60.158
DIAGNOSTICA OSSEA RX TRADIZIONALE ( Diagn. 2)	12	5	27.770	4.999	32.768
AUTOCLAVE (A)	3	5	1.388	3.541	4.929
AUTOCLAVE (B)	3	5	1.388	3.541	4.929
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	8	5	9.257	3.054	12.310
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	8	5	3.703	3.054	6.756
ECOGRAFO (ECOCOLORDOPPLER)	8	5	3.703	3.054	6.756
ECOGRAFO (ECOTOMOGRAFO)	8	5	3.703	3.054	6.756
ELETTROCARDIOGRAFO	2	5	1.157	0	1.157
LAVAENDOSCOPI	4	5	926	3.425	4.351
LITOTRITORE / SONDA	4	4	741	3.517	4.258
MAMMOGRAFO	8	5	1.851	15.269	17.120
MOC / DENSITOMETRO	6	5	1.388	7.901	9.290
MOC / DENSITOMETRO A ULTRASUONI PER MISURAZIONE CALCAGNO	6	5	1.388	7.901	9.290
SISTEMA TOMOGRAFICO OCULARE	8	5	7.405	6.718	14.123
LAVAFERRI	4	5	833	3.082	3.916
LAVAFERRI AD ULTRASUONI	4	5	833	3.082	3.916
LASER OFTALMOLOGICO	2	3	194	0	194
LASER TERAPEUTICO	2	3	97	0	97
CARRELLO PER VISUALIZZAZIONE RX	6	5	347	798	1.146
UNITA' MOBILE RADIOLOGICA	8	5	5.554	3.054	8.608
COAGULAZIONE AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER	5	5	231	662	893
CARRELLO ELETRIFICATO	6	5	460	0	460
COAGULOMETRO	6	5	229	527	756
BAGNO TERMOSTATICO	6	5	90	208	298
FRIGOEMOTECA	24	7	2.333	0	2.333

FRIGORIFERO PER FARMACI	24	7	1.921	0	1.921
FRIGORIFERO PER FARMACI PORTATILE	24	7	2.333	0	2.333
IMPEDENZOMETRO	6	5	139	319	458
INCUBATRICE NEONATALE	24	7	3.110	0	3.110
LAMPADA PER RISCALDAMENTO RADIANTE	8	5	617	0	617
CAPPA STERILE	4	4	313	165	479
MONITOR MULTIPARAMETRICO	8	5	111	30	141
LAMPADA A FESSURA	8	5	278	0	278
LAMPADA DA VISITA	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA	8	5	93	0	93
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 1 )	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 2 )	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 3 )	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA ANOMBRA	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA CARRELLATA	8	5	139	0	139
<b>TOTALE</b>			<b>222.187</b>	<b>205.546</b>	<b>427.733</b>

#### 4.6.5 Riepilogo inventario energetico (parte elettrica)

##### Potenze elettriche

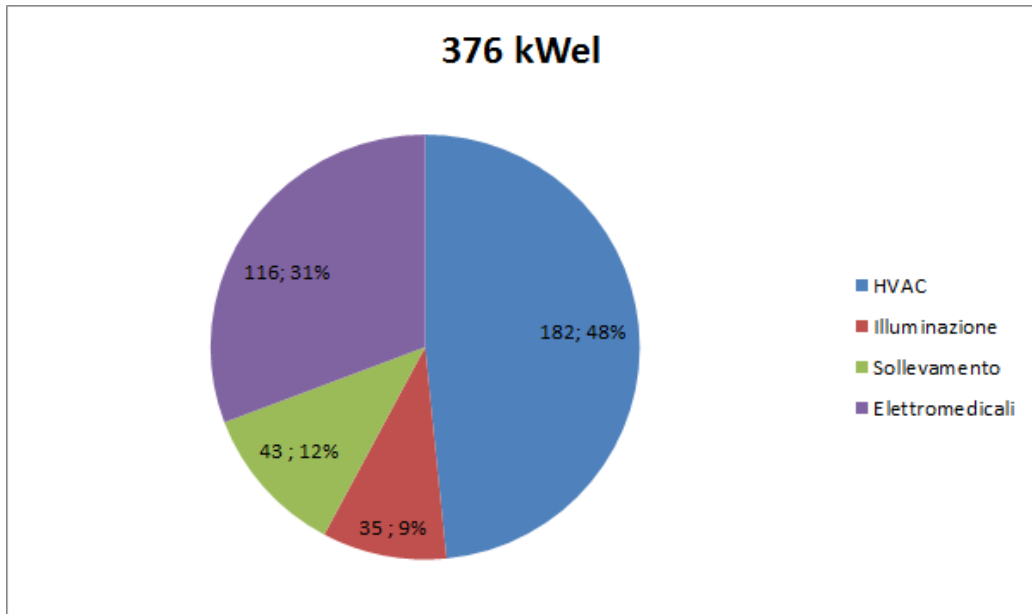
Tramite l'inventario energetico è stato possibile comprendere l'origine delle potenze assorbite e dei consumi elettrici, nel riepilogo sono riportati i valori riguardanti il mese con la minor potenza di picco (gennaio) e quello con la maggiore (luglio) (tab. 4.67).

Per tenere conto del minor utilizzo di illuminazione nei mesi estivi la potenza assorbita a giugno è stata ritenuta il 20% inferiore rispetto a quella assorbita a gennaio.

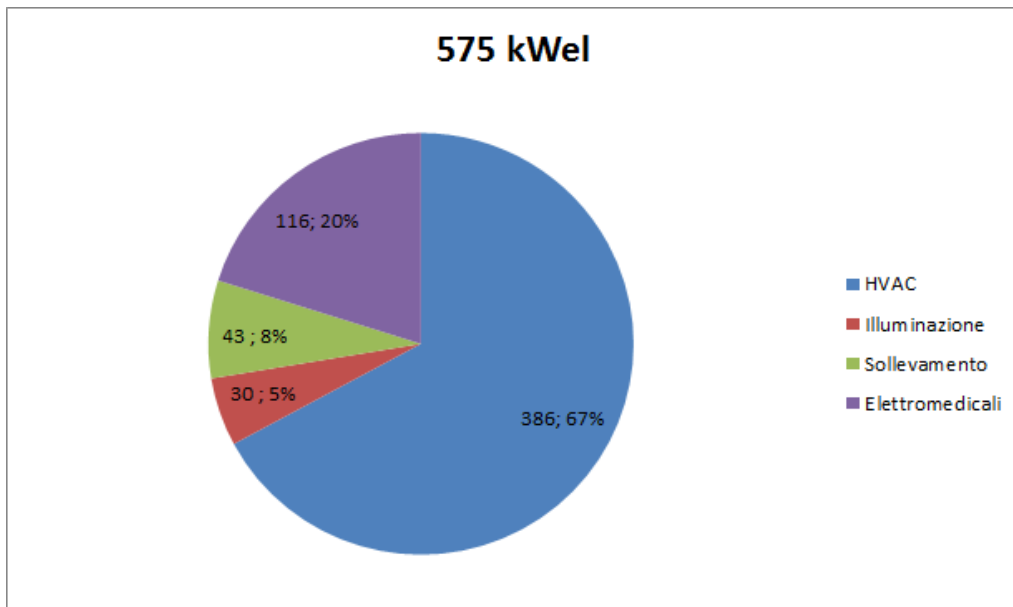
Tabella 4.67. Riepilogo potenze assorbite.

Categoria	Potenza assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Potenza assorbita giugno [kW <sub>el</sub> ]
HVAC	182	386
Illuminazione	35	30
Sollevamento	43	43
Elettromedicali	116	116
<b>TOTALE</b>	<b>376</b>	<b>575</b>

Le potenze assorbite a gennaio e luglio si sono dimostrate molto diverse rispetto la potenza installata in uso, questa differenza è evidente per la voce elettromedicali e per la voce HVAC.



**Figura 4.20. Potenze assorbite picco gennaio [kW<sub>el</sub>]**



**Figura 4.21. Potenze assorbite picco luglio [kW<sub>el</sub>]**

### Riepilogo consumi elettrici

In tab. 4.68 è riportato il riepilogo dell'energia assorbita dalle varie categorie di macchine.

Tabella 4.68. Riepilogo consumi elettrici.

Categoria	Energia elettrica assorbita [kWh <sub>el</sub> ]
HVAC	1.617.571
Illuminazione	213.414
Sollevamento	86.595
Elettromedicali	427.733
<b>TOTALE</b>	<b>2.345.313</b>

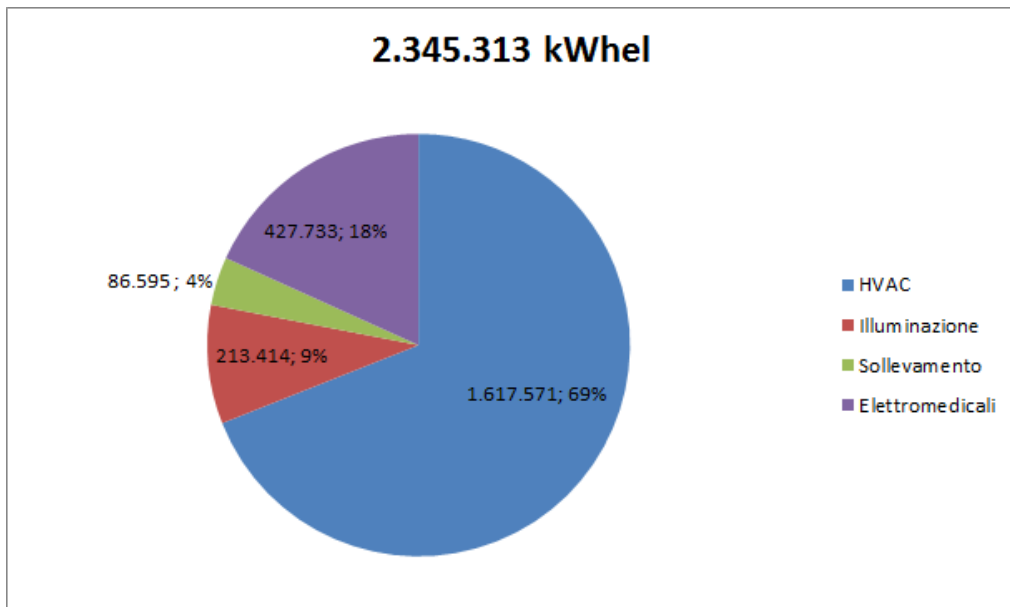


Figura 4.22. Ripartizione consumi elettrici.

Gli impianti HVAC risultano essere la maggior voce di consumo, tali impianti hanno un'elevata potenza installata e il loro funzionamento è notevole per gran parte dell'anno.

Gli elettromedicali dispongono di un'elevata potenza installata, molto superiore rispetto alla potenza media effettivamente assorbita, i consumi di questa categoria di macchine dimostrano come la potenza installata sia un dato non indicativo dei consumi finali per i quali occorre conoscere gli specifici regimi di funzionamento.

L'illuminazione è responsabile di meno del 10% dei consumi, ciò è dovuto all'impiego di lampade a risparmio energetico in tutta la struttura.

Per dare un'altra valutazione su quale delle categorie di macchine venga utilizzato maggiormente, in tab. 4.69 sono riportate le ore equivalenti di utilizzo impiegando tutta la potenza installata in funzione per le varie categorie di impianti.

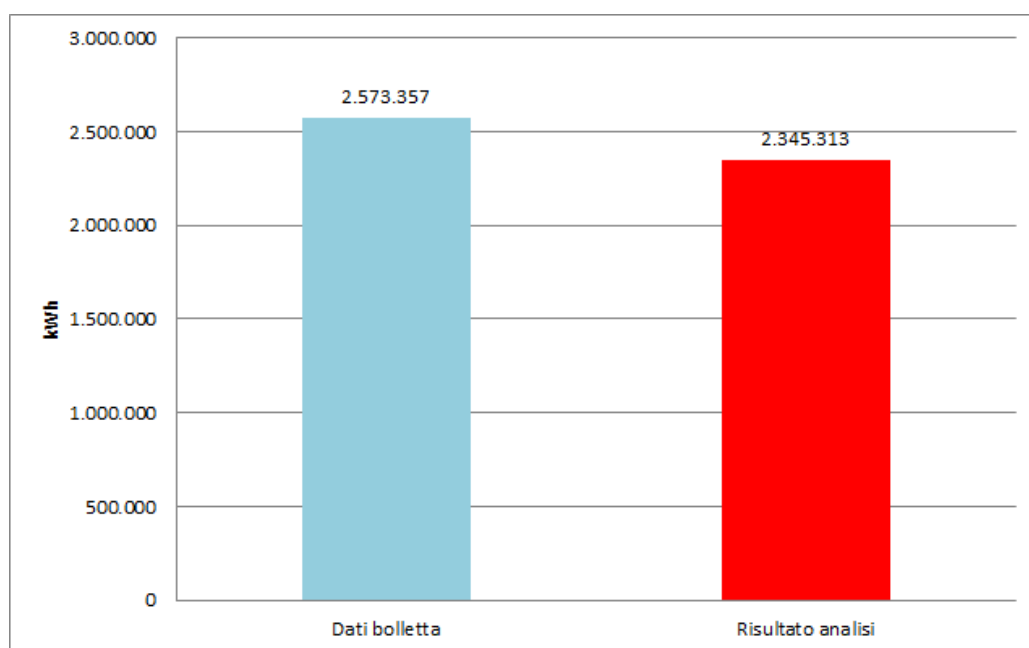
**Tabella 4.69. Ore equivalenti di funzionamento alla massima potenza installata in funzione.**

Categoria	Pot installata in funzione [kW <sub>el</sub> ]	Consumo [kWh <sub>el</sub> ]	h <sub>eq</sub>
HVAC	602	1.617.571	2.685
Illuminazione	51	213.414	4.219
Sollevamento	48	86.595	1.811
Elettromedicali	396	427.733	1.079

### Confronto dati bolletta e dati ricavati

L'affidabilità dell'inventario energetico è stata verificata confrontando il valore ricavato durante l'analisi con l'effettivo valore da bolletta.

È stato ritenuto accettabile uno scostamento inferiore al 10% rispetto ai dati da bolletta (fig. 4.23).



**Figura 4.23. Confronto risultato analisi e dati bolletta.**

Il risultato ottenuto dall'inventario energetico (parte elettrica) si discosta dal valore da bolletta dell'8,9%, risulta quindi soddisfatta la condizione posta in precedenza.

Dopo aver confermato la bontà dell'analisi svolta per l'inventario energetico della parte elettrica, il passo successivo è stato l'analisi delle utenze termiche e la costruzione dell'inventario energetico anche della parte termica.

#### **4.7 Inventario energetico (parte termica)**

Il software utilizzato per la composizione dell'inventario energetico è POLIMess (descritto al paragrafo 2.6.1), lo stesso impiegato per gli Istituti Clinici Zucchi.

Anche in questo caso il viene presentata nel dettaglio la descrizione dei dati di input e dei risultati delle simulazioni riguardanti l'Istituto di Cura..

##### **4.7.1 Simulazione Istituto di Cura Città di Pavia**

###### **Building Simulator**

La struttura è situata a Pavia, l'area climatica più vicina presente nel database del programma è anche in questo caso Milano Linate.

Nel caso in questione sono state identificate 3 zone termiche: Lotto principale, Satellite e Sale operatorie.

Il Lotto principale ha caratteristiche dell'edificio simili alle altre zone termiche, ma si differenzia principalmente per le caratteristiche termo-igrometriche e per le condizioni di ventilazione richieste, meno severe rispetto a quelle richieste da Satellite e Sale operatorie.

Il Satellite è sede di elevati carichi termici dovuti soprattutto alle macchine radiodiagnostiche, si differenzia dalle Sale operatorie in quanto richiede minori volumi d'aria e tale richiesta è meno prolungata durante il giorno.

La clinica è servita interamente da impianti tutt'aria.

Dopo la definizione delle zone termiche, il passo successivo è stato la definizione delle superfici disperdenti di ciascuna zona termica, cioè le superfici a contatto con l'esterno o con ambienti non riscaldati.

Le pareti dei piani interrati e la parte a contatto del terreno di quelli seminterrati sono state considerate come prolungamento del pavimento, in quanto tali superfici non risentono delle variazioni dell'aria esterna

In tab. 4.70 sono riportati i dati riguardanti l'involucro per tutte le zone termiche citate.



**Tabella 4.70. Dati strutturali.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>Volume interno[m<sup>3</sup>]</b>	25.414	1.435	300
<b>Sup. calpestabile [m<sup>2</sup>]</b>	9.413	531	100
<b>Sup. Nord [m<sup>2</sup>]</b>	896	193	30,9
<b>% finestre Nord</b>	0,17	-	-
<b>Sup. Sud [m<sup>2</sup>]</b>	761	193	-
<b>% finestre Sud</b>	0,14	-	-
<b>Sup. Est [m<sup>2</sup>]</b>	793	193	-
<b>% finestre Est</b>	0,39	-	-
<b>Sup. Ovest [m<sup>2</sup>]</b>	916	193	-
<b>% finestre Ovest</b>	0,14	-	-
<b>Sup. Tetto [m<sup>2</sup>]</b>	1.569	-	100
<b>Sup. Pavimento [m<sup>2</sup>]</b>	1.569	266	100

L'unica zona particolarmente finestrata è il Lotto principale in quanto ospita il reparto degenze nel quale tutte le stanze sono dotate di finestra, il Satellite e le sale operatorie presenti al suo interno sono privi di finestre.

I gradi giorno misurati nel periodo dall' 1/1/12 al 15/4/12 e dal 15/10/12 al 31/12/12 sono risultati essere 2450.

Le infiltrazioni di aria esterna sono state ritenute nulle in quanto tutte le zone termiche sono servite da UTA e ritenute in sovrappressione rispetto all'ambiente esterno.

Le UTA asservite alla stessa zona termica sono state raggruppate in un'unica UTA con portata d'aria pari alla somma delle portate delle unità . (tab. 4.71)

**Tabella 4.71. Portate aria rinnovo.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>Port. Aria rinnovo [m<sup>3</sup>/h]</b>	65.697	9.778	11.063

Si è proceduto inserendo le caratteristiche termofisiche delle strutture disperdenti (tab. 4.72).

**Tabella 4.72. Caratteristiche termofisiche.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>U Pareti Esterne [W/m<sup>2</sup>K]</b>	0,345	0,345	0,345
<b>U Tetto [W/m<sup>2</sup>K]</b>	0,259	0,259	0,259
<b>U Pavimento [W/m<sup>2</sup>K]</b>	0,192	0,192	0,192
<b>U Finestra [W/m<sup>2</sup>K]</b>	2,5	-	-
<b>Magg. ponti termici</b>	0,15	0,05	0,05

Si è proseguito con l'inventario inserendo i dati termoigrometrici delle zone termiche, da mantenere durante il periodo invernale ed estivo. (tab. 4.73 e tab. 4.74)

**Tabella 4.73. Dati termo-igrometrici invernali.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>T set point [°C]</b>	22	20	20
<b>UR [%]</b>	40	40	40

**Tabella 4.74. Dati termo-igrometrici estivi.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>T set point [°C]</b>	26	24	24
<b>UR [%]</b>	60	60	60

L'impianto del Lotto principale è in funzione 7 giorni su 7 senza attenuazione, mentre quelli asserviti a Satellite e sale operatorie sono in funzione da lunedì a venerdì con attenuazione notturna.

L'attenuazione nel caso delle sale operatorie è poco marcata in quanto tale zona deve essere sempre pronta all'uso in caso di emergenza.

Queste informazioni sono state ricavate attraverso sopralluoghi e incontri con il personale tecnico, la qualità delle informazioni raccolte è fondamentale per rendere l'inventario energetico specifico per il caso in questione.

Di seguito sono riportati i dati riguardanti la gestione delle condizioni interne (tab. 4.75).

**Tabella 4.75. Dati di gestione e carichi termici.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>T<sub>attenuazione</sub> [°C]</b>	-	-	20
<b>Ora avviamento impianto</b>	0	0	7
<b>Ora spegnimento impianto</b>	24	24	20
<b>Periodo di riscaldamento</b>	1/10- 31/05		
<b>Funzionamento settimanale</b>	0	2	2

<b>Potenza sensibile costante [W]</b>	5.000	2.000	1.000
<b>Potenza latente costante [W]</b>	1.000	100	100
<b>Potenza sensibile variabile [W]</b>	15.000	2.000	2.000
<b>Potenza latente variabile [W]</b>	1.000	1.000	600
<b>Ora inizio carico</b>	7	7	7
<b>Ora termine carico</b>	21	20	20
<b>Andamento settimanale carichi</b>	1	2	2

I carichi termici riportati in tab. 4.75 sono stati stimati valutando la presenza di persone, illuminazione e apparecchiature elettromedicali presenti all'interno della zona termica.

### **HVAC System Simulator**

In questa sezione sono state definite le caratteristiche degli impianti a servizio delle zone termiche.

In tab. 4.76 è riportato il riepilogo dei dati impiantistici inseriti.

**Tabella 4.76. Tipologia impianto.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>Tipologia</b>	tutt'aria	tutt'aria	tutt'aria
<b>Portata totale aria UTA [m<sup>3</sup>/h]</b>	65.697	9.778	11.063
<b>Efficienza recuperatore</b>	0,5	0,5	0,5
<b>Rendimento emissione</b>	0,94	0,96	0,94
<b>Rendimento regolazione</b>	0,98	0,94	0,94

Il programma ha già in memoria i rendimenti di emissione conformi ai prospetti 17, 18 e 20 della UNI/TS 11300-2:2008 in base all'impianto presente nelle zone termiche.

Le caratteristiche della rete di distribuzione invernale sono richieste per il calcolo del rendimento di distribuzione, tali caratteristiche sono riportate in tab. 4.77.

**Tabella 4.77. Dati rete distribuzione invernale.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>T mandata acqua [°C]</b>	70	70	70
<b>ΔT acqua [°C]</b>	20	20	20
<b>Piani edificio</b>	6	2	1

Sono stati inseriti anche i dati riguardanti la rete di distribuzione estiva (tab. 4.78).

**Tabella 4.78. Dati rete distribuzione estiva.**

	<b>Lotto principale</b>	<b>Satellite</b>	<b>Sale operatorie</b>
<b>T mandata acqua [°C]</b>	9	9	9
<b>ΔT acqua [°C]</b>	5	5	5
<b>Rendimento distribuzione</b>	0,99	0,98	0,96

Il rendimento di distribuzione per la rete estiva è stato ricavato dal prospetto A.16 della UNI/TS 11300-3:2010.

La produzione di acqua calda sanitaria di tutte le varie utenze è prodotta in modo centralizzato dai generatori di calore della Centrale Termica; per la simulazione è stato seguito lo stesso procedimento della clinica Zucchi, assegnando ad una singola zona l'intera utenza.

Il dato riguardante la produzione di ACS è stato fornito dal personale tecnico.

**Tabella 4.79. Dati produzione acqua calda sanitaria**

<b>Produzione</b>	Combinata
<b>Fabb giorn [l/g]</b>	10.000
<b>Presenza accumulo</b>	SI
<b>Vol accumulo [l]</b>	4.000

L'ultimo passo prima dell'avvio della simulazione è l'impostazione dei dati riguardanti la Centrale Termica come da tab. 4.80.

**Tabella 4.80. Caratteristiche Centrale Termica.**

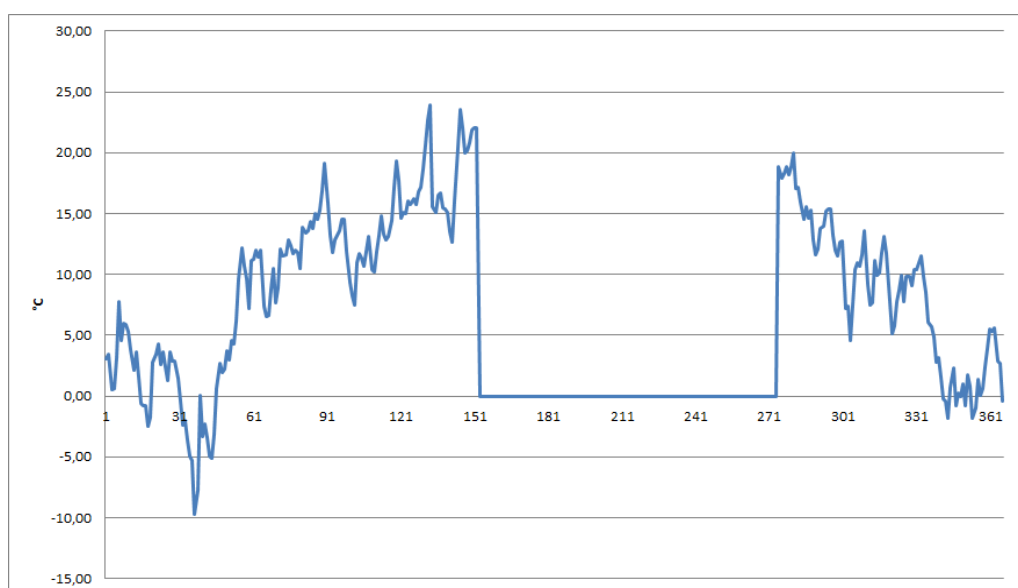
<b>Generatore</b>	Caldaia standard
<b>Pot. [kW]</b>	691,97
<b>n. gen</b>	3
<b>Combustibile</b>	metano
<b>η 100% (50/30 °C)</b>	98,7
<b>η 30% (50/30 °C)</b>	98,2

Con i dati inseriti è stato possibile avviare una prima simulazione e verificare se i risultati rientrassero nell'intervallo di precisione richiesto.

Occorre precisare che vista la possibilità di recupero di calore dai gruppi frigoriferi durante i mesi estivi, in particolare a giugno, luglio, agosto e settembre è stato ritenuto nullo il consumo di gas dovuto alla caldaia per l'alimentazione delle batterie di post- riscaldamento.

L'unico contributo preso in considerazione è stato l'energia richiesta dalla caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria.

Grazie all'esperienza maturata durante la simulazione di Istituti Clinici Zucchi per l'Istituto di Cura Città di Pavia è stata effettuata un'analisi sull'andamento delle temperature medie (anno 2012) per stabilire preventivamente il periodo di riscaldamento effettivo (fig. 4.24).



**Figura 4.24. Andamento temperature medie Pavia anno 2012 (fonte Siram).**

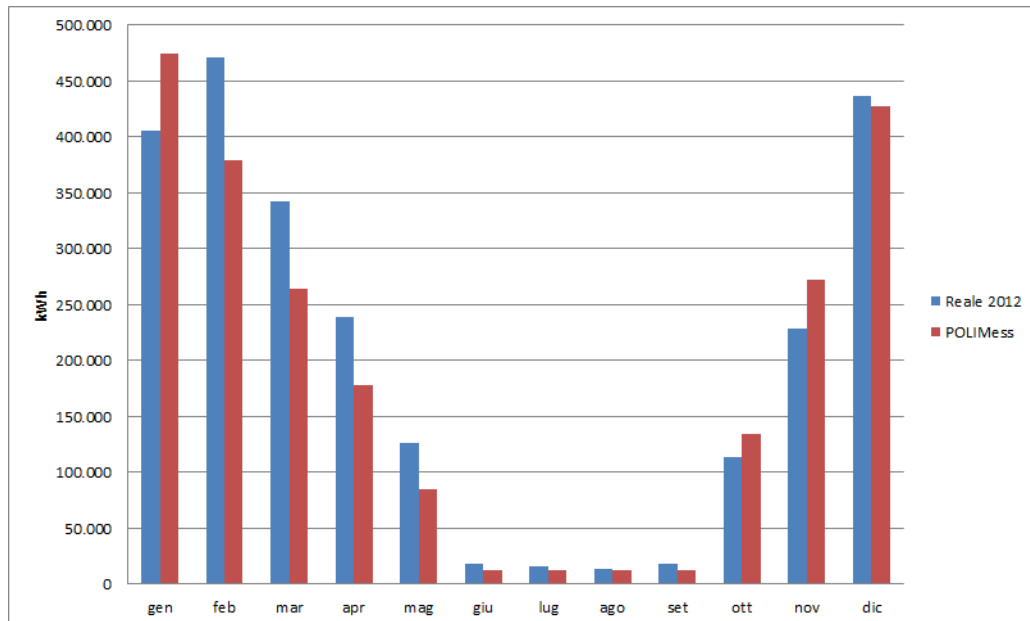
Le temperature medie risultano inferiori a 22 gradi per la maggior parte dei giorni di aprile e maggio, portando le UTA a richiedere acqua riscaldata dalla caldaia anche in questi mesi.

Il periodo di riscaldamento selezionato va dal 1/01/12 al 31/05/12 e dal 1/10/12 al 31/12/12, portando i gradi giorno al valore di 2689 (dati Siram).

**Tabella 4.81. Risultati simulazione.**

Mese	Dati stimati polimess [kWh <sub>th</sub> ]	Dati consumi 2012 [kWh <sub>th</sub> ]	Differenza %
Gennaio	474.574	405.302	17,1%
Febbraio	378.955	471.598	-19,6%
Marzo	264.339	341.855	-22,7%
Aprile	177.302	238.714	-25,7%
Maggio	84.614	125.888	-32,8%
Giugno	12.284	18.470	-33,5%
Luglio	12.694	15.987	-20,6%
Agosto	12.694	13.867	-8,5%

Settembre	12.284	18.039	-31,9%
Ottobre	133.988	113.363	18,2%
Novembre	272.285	227.916	19,5%
Dicembre	427.619	436.709	-2,1%
<b>TOTALE</b>	<b>2.263.632</b>	<b>2.427.709</b>	<b>-6,8%</b>



**Figura 4.25. Confronto grafico dati tab. 4.81.**

Il grado di accuratezza richiesto è stato raggiunto sia come consumo totale rispetto al reale, che per tutti i mesi dell'anno tranne che in maggio, giugno e settembre, poiché la difficoltà nel replicare la curva dei consumi reali per questi mesi risiede nel fatto che essi hanno avuto un andamento climatico molto diverso rispetto alla media storica, discostandosi dall'andamento previsto dal programma che esegue l'operazione di distribuzione dei gradi giorno automaticamente.

## 4.8 Proposte interventi di risparmio energetico e valutazione costi/benefici

### 4.8.1 HVAC

#### 4.8.1.1 Motori ad alta efficienza

Uno degli interventi di risparmio energetico proposti è stato la sostituzione dei motori asserviti ai ventilatori delle UTA (classe IE2) con motori aventi efficienza maggiore (classe IE3).

L'equazione impiegata per il calcolo delle potenze assorbite dopo l'intervento è stata l'eq. 3.10 (paragrafo 3.8.2), mentre i valori dei rendimenti impiegati per il calcolo sono stati ricavati da tab. 3.97 (paragrafo 3.8.2), in funzione della taglia del motore.

Il calcolo del consumo di energia elettrica finale è stato effettuato utilizzando le stesse ore equivalenti impiegate nel paragrafo 4.6.1, i risultati riguardanti il risparmio energetico sono riportati in tab. 4.82.

**Tabella 4.82. Risultati sostituzione motori classe IE2 con motori classe IE3.**

UTA	Pot assorbita gennaio [kW <sub>el</sub> ]	Pot assorbita luglio [kW <sub>el</sub> ]	h <sub>eq</sub> inverno/anno	h <sub>eq</sub> mezza stagioni/ anno	h <sub>eq</sub> estate/anno	Consumo [kWh <sub>el</sub> / anno]
UTA 1	2,9	2,9	3.473	2.093	2.783	26.705
UTA 2	4,2	4,2	3.473	2.093	2.783	39.122
UTA 3	0,0	0,0	0	0	0	0
UTA 4	4,1	4,1	3.473	2.093	2.783	38.040
UTA 5	0,2	0,2	2.265	1.365	1.815	1.495
UTA 6	1,2	1,2	2.416	1.456	1.936	7.444
UTA 7	2,6	2,6	2.416	1.456	1.936	16.573
UTA 8	0,2	0,2	3.473	2.093	2.783	1.897
UTA 9	0,1	0,1	2.416	1.456	1.936	906
UTA 10	0,3	0,3	3.473	2.093	2.783	2.750
UTA 11	2,2	2,2	2.416	1.456	1.936	14.472
UTA14	1,3	1,3	2.416	1.456	1.936	8.203
UTA01S	5,2	5,2	3.473	2.093	2.783	47.775
UTA02S	1,1	1,1	3.473	2.093	2.783	9.998
UTA03S	2,1	2,1	3.473	2.093	2.783	19.732
<b>TOTALE</b>						<b>235.113</b>

L'applicazione di motori classe IE3 ha portato a un risparmio di **240.899-235.113 = 5.786 kWh<sub>el</sub>** (2,4% in meno rispetto al consumo generato dalle UTA con motori IE2).

In tab. 4.83 è riportato il costo di investimento necessario per la sostituzione dei motori.

**Tabella 4.83. Costo motori a seconda della taglia.**

Taglia [kW <sub>el</sub> ]	Costo [€]	Quantità	Totale [€]
P<4	450	11	4.950
4=<P=<7,5	900	4	3.600
7,5<P=<22	1800	0	0
22<P=<30	3000	0	0
			<b>8.550</b>

Il calcolo del VAN è stato effettuato usando 0,15 €/kWh<sub>el</sub> come costo dell'energia e indice di attualizzazione 3%.

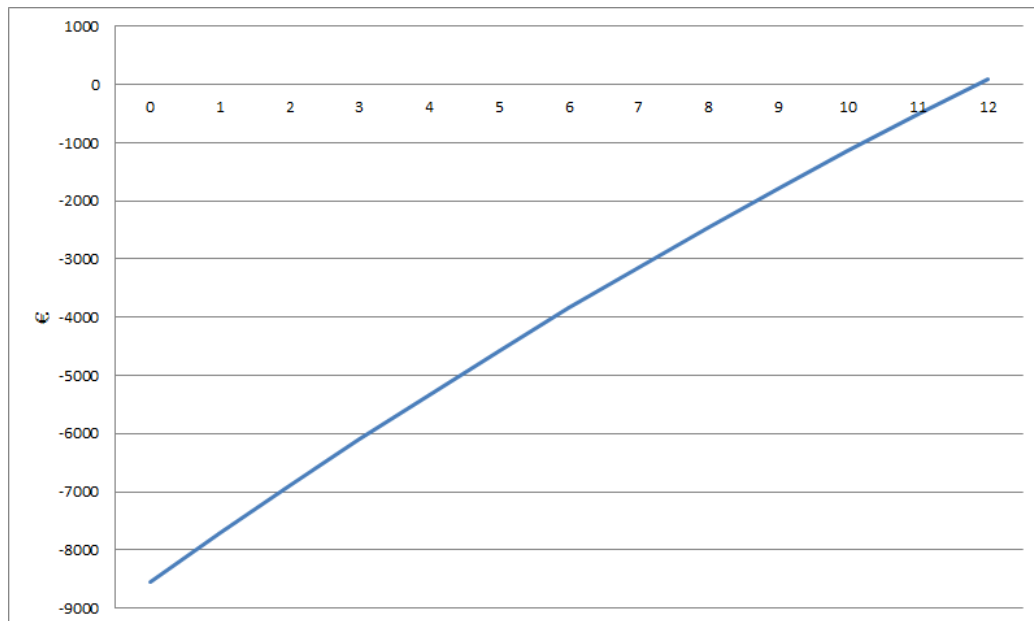
**Tabella 4.84. Calcolo VAN.**

Anno	Costo	Risparmio	Ricavo	VAN
0	8.550		-8.550	-8550
1		868	868	-7.707
2		868	868	-6.889
3		868	868	-6.095
4		868	868	-5.324
5		868	868	-4.576
6		868	868	-3.849
7		868	868	-3.143
8		868	868	-2.458
9		868	868	-1.793
10		868	868	-1.147
11		868	868	-520
12		868	868	88

Non essendoci motori con potenze particolarmente elevate il risparmio energetico ottenuto incrementando di qualche punto percentuale il rendimento è stato marginale.

L'investimento viene ripagato in 12 anni.





**Figura 4.26. Andamento grafico VAN.**

#### 4.8.1.2 Sostituzione gruppi frigoriferi con modelli più efficienti

I dati riguardanti macchine scelte per sostituire i modelli attualmente installati sono riportati in tab. 4.85 e tab. 4.86.

**Tabella 4.85. Dati macchina sostitutiva GF1 e GF2.**

Potenza frigorifera [ $\text{kWh}_{\text{th}}$ ]	207
Potenza assorbita [ $\text{kWh}_{\text{el}}$ ]	77,9
SEER	3,89

**Tabella 4.86. Dati macchina sostitutiva GF3.**

Potenza frigorifera [ $\text{kWh}_{\text{th}}$ ]	785
Potenza assorbita [ $\text{kWh}_{\text{el}}$ ]	249
SEER	4,79

Il calcolo del consumo energetico è stato effettuato applicando le eq. 3.11 e 3.12 (paragrafo 3.8.2) per ciascun gruppo frigorifero, i risultati sono riportati in tab. 4.87.

**Tabella 4.87. Consumi energetici nuovi gruppi frigoriferi.**

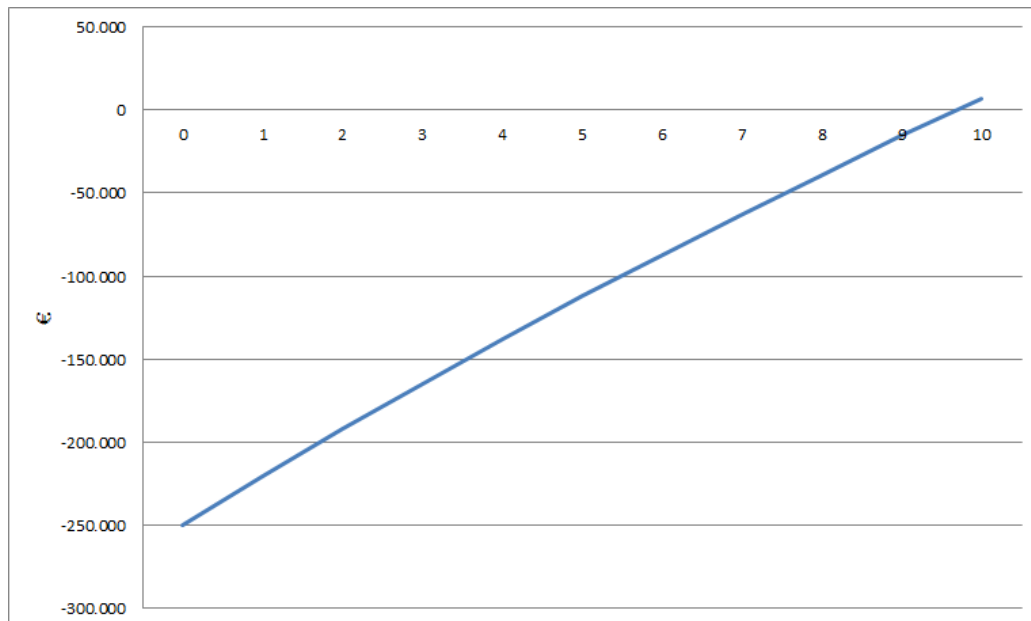
	SEER1	SEER2	Consumo el 1 [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo en frigorifera [kWh <sub>th</sub> ]	Consumo el 2 [kWh]
G.F 1	3,1	3,89	234.793	724.575	186.266
G.F 2	3,1	3,89	256.793	792.466	203.719
G.F 3	3,8	4,79	479.635	1.822.612	380.504
			<b>971.221</b>	<b>3.339.653</b>	<b>770.489</b>

Il risparmio energetico ottenuto tramite questo intervento è stato **971.221-770.489 = 200.733 kWh<sub>el</sub>**, pari al 20,7% del consumo degli attuali gruppi frigoriferi.

Il costo totale dell'investimento risulta circa 250.000 €, e per il calcolo del VAN è stato impiegato un costo dell'energia elettrica pari a 0,15 €/kWh<sub>el</sub>, i costi di manutenzione resterebbero invariati rispetto alla situazione precedente quindi non sono stati inclusi nel calcolo del VAN, è stato utilizzato un indice di attualizzazione del 3%.

Anno	Costo [€]	Risparmio [€]	Ricavo [€]	VAN
0	250.000		-250.000	-250.000
1		30.110	30.110	-220.767
2		30.110	30.110	-192.386
3		30.110	30.110	-164.831
4		30.110	30.110	-138.079
5		30.110	30.110	-112.106
6		30.110	30.110	-86.889
7		30.110	30.110	-62.407
8		30.110	30.110	-38.638
9		30.110	30.110	-15.561
10		30.110	30.110	6.843

Il tempo di ritorno dell'investimento risulta inferiore ai 10 anni.



**Figura 4.27. Andamento grafico VAN.**

#### **4.8.1.3 Sostituzione nuovi recuperatori con efficienza 80%**

Le UTA asservite alla Clinica sono dotate di recuperatore avente efficienza di progetto 50%, la sostituzione di tali recuperatori con altri aventi efficienza di progetto 80% è stata proposta in questo intervento.

Vista l'elevata quantità di aria elaborata dall'impianto di climatizzazione è stato deciso di applicare recuperatori più efficienti in grado di favorire un maggior risparmio di energia termica.

Il calcolo del consumo finale di energia termica è stato effettuato utilizzando POLIMess e modificando il dato riguardante l'efficienza del recuperatore.

In tab. 4.88 è riportato il consumo derivante dalla sostituzione dei recuperatori.

**Tabella 4.88. Confronto consumi prima e dopo l'intervento**

Mese	Dati stimati polimess [kWh <sub>th</sub> ]	Consumi con recuperatori efficienza 80% [kWh <sub>th</sub> ]
Gennaio	474.574	353.130
Febbraio	378.955	284.810
Marzo	264.339	197.509
Aprile	177.302	139.852
Maggio	84.614	74.757
Giugno	12.284	12.284
Luglio	12.694	12.694
Agosto	12.694	12.694
Settembre	12.284	12.284
Ottobre	133.988	97.964

Novembre	272.285	201.216
Dicembre	427.619	319.762
<b>TOTALE</b>	<b>2.263.632</b>	<b>1.718.956</b>

Il risparmio di energia termica ottenuto è stato  $2.263.632 - 1.718.956 = 544.676$  kWh<sub>th</sub>, pari a  $56.796$  Sm<sup>3</sup> di gas naturale, una riduzione di circa il 24%.

Il costo dell'investimento è circa 86.537 €, per il calcolo del VAN è stato utilizzato un costo elettrica del gas naturale di 0,43 €/Sm<sup>3</sup> e indice di attualizzazione 3%.

**Tabella 4.89. Calcolo VAN.**

Anno	Costo	Risparmio	Ricavo	VAN
0	86.537		-86.537	-86.537
1		24.422	24.422	-62.826
2		24.422	24.422	-39.806
3		24.422	24.422	-17.456
4		24.422	24.422	4.243



**Figura 4.28. Andamento grafico VAN.**

#### 4.8.2 Illuminazione

Per l'Istituto di Cura Città di Pavia non sono stati proposti interventi di efficientamento energetico in quanto la Clinica è già dotata di lampade a risparmio energetico.

#### 4.8.3 Sollevamento

Per questa categoria di impianti è stata proposta la sostituzione di tutti gli ascensori idraulici con ascensori a fune che hanno consumi energetici inferiori. Le potenze dei motori sono state ridotte del 50%, sono stati modificati dati caratteristici delle tipologia di ascensore, cioè:

- $c_{aml}$  : da 0,3 a 0,35;
- $c_{bal}$  : da 0 a 0,5;
- $v$  : da 0,7 a 1,3.

Per il calcolo dei consumi sono state utilizzate le eq. dalla 3.6 alla 3.8 del paragrafo 3.6.3, i risultati sono riportati in tab. 4.90.

**Tabella 4.90. Consumi energetici ascensori a fune**

Pot ass [kW <sub>el</sub> ]	h [m]	E <sub>cycle</sub> [Wh <sub>el</sub> ]	n <sub>trip</sub>	E <sub>lift</sub> [kWh <sub>el</sub> ]	E <sub>stand-by</sub> [kWh <sub>el</sub> ]	E <sub>tot</sub> [kWh <sub>el</sub> ]
0,97	18	6,25	194.688	766	1.204	1.970
0,97	18	6,25	194.688	766	1.204	1.970
1,55	18	9,92	194.688	1.216	1.911	3.128
1,55	18	9,92	194.688	1.216	1.911	3.128
1,97	18	12,64	194.688	1.551	2.437	3.988
0,74	18	4,76	194.688	584	917	1.501
0,74	18	4,76	194.688	584	1.029	1.612
2,48	18	15,87	194.688	1.946	3.058	5.004
1,93	6	5,51	194.688	676	2.389	3.065
<b>TOT</b>				<b>9.306</b>	<b>16.060</b>	<b>25.366</b>

Il risparmio energetico derivante è di  $86.595 - 25.366 = 61.229$  kWh<sub>el</sub>, che equivale ad una consistente riduzione dei consumi sul totale della categoria.

L'investimento stimato è di circa 360.000 €, visto il risparmio energetico ottenuto l'intervento richiederebbe molti anni per essere ripagato.

Questa analisi risulta interessante qualora si debbano sostituire per fine vita utile gli ascensori, da considerarsi come un buon consiglio più che un investimento da fare subito.

#### 4.8.4 Elettromedicali

Anche per l'Istituto di Cura Città di Pavia vale quanto detto nel paragrafo 3.8.4, cioè non sono proposti interventi di sostituzione, bensì interventi di natura gestionale.

**Tabella 4.91. Spegnimento elettromedicali.**

Macchina	h/giorno	giorni/ sett	Consumo [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo stand-by [kWh <sub>el</sub> ]	Consumo totale [kWh <sub>el</sub> ]
TOMOGRAFO COMPUTERIZZATO (TAC)	8	5	37.026	24.430	61.456
RISONANZA MAGNETICA 1T	8	5	58.316	42.752	101.068
ANGIOGRAFO	8	5	9.812	26.873	36.685
TELECOMANDATO, APPARECCHIO RX/diagnostica 1	8	5	29.621	30.537	60.158
DIAGNOSTICA OSSEA RX TRADIZIONALE ( Diagn. 2)	12	5	27.770	4.999	32.768
AUTOCLAVE (A)	3	5	1.388	0	1.388
AUTOCLAVE (B)	3	5	1.388	0	1.388
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	8	5	9.257	3.054	12.310
ECOGRAFO (ECOCARDIOGRAFO)	8	5	3.703	3.054	6.756
ECOGRAFO (ECOCOLORDOPPLER)	8	5	3.703	3.054	6.756
ECOGRAFO (ECOTOMOGRAFO)	8	5	3.703	3.054	6.756
ELETTROCARDIOGRAFO	2	5	1.157	0	1.157
LAVAFERROSCOPI	4	5	926	0	926
LITOTRITORE / SONDA	4	4	741	0	741
MAMMOGRAFO	8	5	1.851	15.269	17.120
MOC / DENSITOMETRO	6	5	1.388	7.901	9.290
DENSITOMETRO A ULTRASUONI MISURAZIONE CALCAGNO	6	5	1.388	7.901	9.290
SISTEMA TOMOGRAFICO OCULARE	8	5	7.405	6.718	14.123
LAVAFERRI	4	5	833	0	833
LAVAFERRI AD ULTRASUONI	4	5	833	0	833
LASER OFTALMOLOGICO	2	3	194	0	194
LASER TERAPEUTICO	2	3	97	0	97
CARRELLO VISUALIZZAZIONE RX	6	5	347	798	1.146
UNITA' MOBILE RADIOLOGICA	8	5	5.554	3.054	8.608
COAGULAZIONE AD ULTRASUONI, APPARECCHIO PER	5	5	231	0	231
CARRELLO ELETRIFICATO	6	5	460	0	460
COAGULOMETRO	6	5	229	0	229
BAGNO TERMOSTATICO	6	5	90	0	90
FRIGOEMOTECA	24	7	2.333	0	2.333
FRIGORIFERO PER FARMACI	24	7	1.921	0	1.921

FRIGORIFERO PER FARMACI PORTATILE	24	7	2.333	0	2.333
IMPEDEZOMETRO	6	5	139	0	139
INCUBATRICE NEONATALE	24	7	3.110	0	3.110
LAMPADA PER RISCALDAMENTO RADIANTE	8	5	617	0	617
CAPPA STERILE	4	4	313	0	313
MONITOR MULTIPARAMETRICO	8	5	111	0	111
LAMPADA A FESSURA	8	5	278	0	278
LAMPADA DA VISITA	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA	8	5	93	0	93
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 1 )	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 2 )	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA ( SALA 3 )	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA ANOMBRA	8	5	278	0	278
LAMPADA SCIALITICA CARRELLATA	8	5	139	0	139
<b>TOTALE</b>			<b>222.187</b>	<b>183.446</b>	<b>405.633</b>

Fare ipotesi di risparmio energetico sugli apparecchi elettromedicali è un'operazione particolarmente delicata, poiché in questa particolare categoria rientrano delle applicazioni che devono avere una prontezza d'uso molto alta. In questo senso sono poco accettati tempi di attesa per il riavvio qualora l'apparecchio venga spento o sia in uno stato di "forte" stand-by.

Considerando tutto ciò e visto il consumo energetico non trascurabile in gioco, si possono comunque proporre delle raccomandazioni per limitare alcune inefficienze dovute principalmente a periodi di stand-by prolungati e non necessari in periodi in cui programmaticamente gli apparecchi non vengono utilizzati.

Si è stimato che limitando fortemente lo stand-by, spegnendo alcune delle apparecchiature elettromedicali (escludendo quelle che si ritengono necessariamente sempre disponibili come le radiodiagnostiche), il risparmio possibile sia di  $427.733 - 405.633 = 22.100 \text{ kWh}_{el}$  con una riduzione percentuale del 5,1%.

#### 4.8.5 Riepilogo interventi di risparmio energetico

Di seguito sono riportati gli interventi di risparmio energetico proposti riepilogati in base al risparmio di energia primaria ottenuto (tab. 4.92).e alla convenienza economica (tab. 4.93).

Per uniformare gli interventi relativi alla parte di risparmio di energia elettrica, l'energia primaria è stata calcolata utilizzando come coefficiente di conversione 0,47 kWh<sub>el</sub>/kWh.

**Tabella 4.92. Riepilogo interventi in base al risparmio di energia primaria.**

<b>Intervento</b>	<b>Energia primaria risparmiata anno</b>
Installazione recuperatori con efficienza 80%	544.676 kWh
Sostituzione gruppi frigoriferi	427.091 kWh
Sost. Ascensori idraulici con ascensori a fune	130.272 kWh
Sostituzione motori IE2 con motori IE3	12.310 kWh
<b>TOTALE</b>	<b>1.114.349 kWh</b>

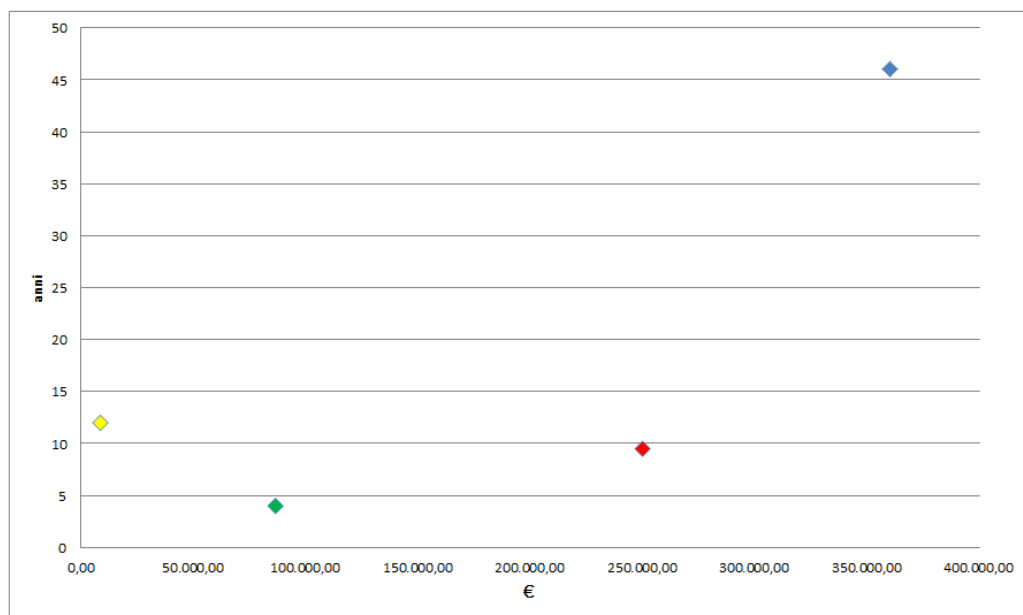
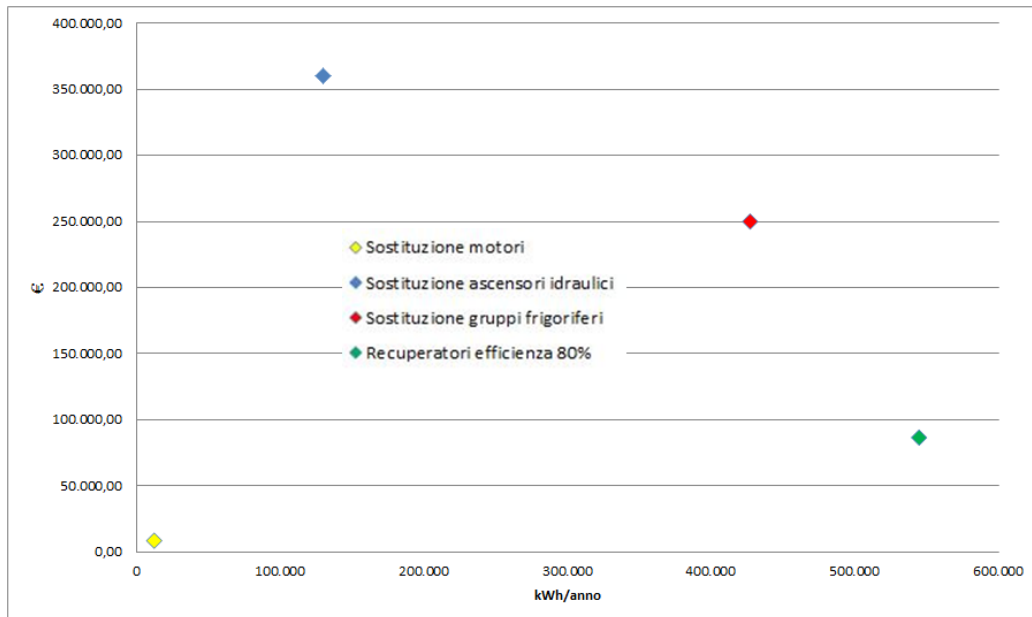
Il consumo totale di energia primaria dell'Istituto di Cura Città di Pavia nell'anno 2012 è stato stimato pari a **7.253.660 kWh**, assumendo di effettuare tutti gli interventi di risparmio energetico proposti e riassunti in tab. 4.92 si otterrebbe un risparmio annuo di circa il **15,3%**.

**Tabella 4.93. Riepilogo interventi in base al tempo di ritorno dell'investimento.**

<b>Intervento</b>	<b>Tempo di ritorno dell'investimento</b>
Installazione recuperatori con efficienza 80%	4 anni
Sostituzione gruppi frigoriferi	11 anni
Sostituzione motori IE2 con motori IE3	13 anni

Di seguito è riportata un'analisi grafica riguardante gli investimenti dal punto di vista energetico-economico e in funzione del tempo di ritorno (fig. 4.29).





**Figura 4.29. Analisi energetico-economica.**

Il primo grafico mette in relazione il costo dell'investimento con l'energia primaria risparmiata annualmente. Come prima considerazione esso permette di decidere quali interventi prendere in considerazione a seconda del budget a disposizione. Sotto la soglia di € 100.000 vengono proposti 2 interventi, un intervento nell'intervallo tra € 100.000 e 250.000, infine un intervento con investimento superiore a € 350.000.

Il secondo grafico mette invece in relazione l'investimento con il tempo di ritorno economico.

Il confronto tra i due grafici permette di comprendere, tra le possibili soluzioni proposte comprese in una determinata fascia di investimento, quale ha anche il migliore tempo di rientro economico.

Il confronto tra i punti situati nei 2 grafici permette quindi di identificare gli investimenti più interessanti sia dal punto di vista economico che da quello energetico.

Gli interventi situati nella zona in basso a sinistra del grafico riguardante il tempo di ritorno economico rappresentano investimenti con basso costo e con breve tempo di ritorno economico.

La sostituzione dei motori ha un costo medio basso, il risparmio energetico generato è ridotto e il tempo di ritorno dell'investimento supera i 10 anni.

La sostituzione degli ascensori idraulici con ascensori a fune è abbastanza interessante dal punto di vista energetico, mentre risulta sconveniente dal punto di vista economico, poiché il costo elevato d'investimento porta ad un tempo di ritorno dell'investimento molto lungo (>20 anni). Questo intervento diventa interessante in fase di sostituzione degli ascensori in uso a fine vita.

La sostituzione dei gruppi frigoriferi risulta essere molto conveniente dal punto di vista energetico; il costo d'investimento determina un tempo di ritorno dell'investimento di circa 9,6 anni.

La sostituzione dei recuperatori con efficienza 50% con altri aventi efficienza 80% è molto interessante dal punto di vista economico ed energetico, il tempo di ritorno dell'investimento infatti risulta particolarmente breve (4 anni).

## Conclusioni

Lo studio dei consumi è possibile tramite la procedura di diagnosi energetica con un'analisi approfondita. In sistemi con elevato fabbisogno energetico come quelli in ambito ospedaliero il metodo proposto dalla UNI CEI/TR 11425 si è dimostrato di efficace applicazione per la creazione di un modello rappresentativo della realtà ospedaliera, in grado di studiare e confrontare strutture con caratteristiche ambientali, infrastrutturali e gestionali differenti.

Sulla traccia di tesi di laurea precedenti è stata sviluppata la creazione di un database contenente valori di benchmark dei consumi energetici. I primi ospedali a far parte di questo database sono stati il San Gerardo di Monza e l'Istituto Italiano di Oncologia a Milano; con questo lavoro di tesi vengono forniti altri 2 casi studio: gli Istituti Clinici Zucchi a Monza e l'Istituto di Cura Città di Pavia.

Essi rappresentano esempi di strutture ospedaliere appartenenti a 2 realtà differenti, in quanto il primo rappresenta quella parte di edilizia ospedaliera composta da edifici storici e con climatizzazione limitata solo ad alcune zone, il secondo rappresenta l'edilizia ospedaliera di nuova fabbricazione con trasmittanze termiche basse e climatizzazione ovunque presente.

Gli indicatori dei consumi elettrici e termici, calcolati grazie ai dati raccolti, riguardanti gli Istituti Clinici Zucchi hanno mostrato valori inferiori rispetto alla media degli ospedali di Liguria, Piemonte e Lombardia, tale risultato non è indice di maggior efficienza energetica della struttura come si potrebbe pensare, bensì del minor grado di tecnologizzazione (mancanza di aria primaria specie nelle degenze).

Gli indicatori elettrici e termici riguardanti l'Istituto di Cura Città di Pavia hanno mostrato valori superiori alla media degli ospedali di Liguria, Piemonte e Lombardia, tali valori sono dovuti all'elevato grado di tecnologizzazione della struttura (nosocomio climatizzato h24 diffusamente).

Fondamentale per l'elaborazione di indicatori confrontabili è stata, partendo da una riparametrizzazione secondo i gradi giorno (GG) effettivamente misurati, l'analisi di dettaglio delle destinazioni e dell'uso dei vettori energetici: non basta affidarsi quindi ai valori letti in bolletta, ma occorre entrare nello specifico delle strutture in esame.

Per offrire la possibilità di effettuare un confronto tra cliniche a diverso livello tecnologico è stato proposto un metodo di omogenizzazione degli indicatori energetici in base all'intensità di cura, con coefficienti che devono essere valutati da ospedale a ospedale.

Ciò premesso si è resa obbligatoria un'analisi di dettaglio partendo dalla suddivisione di macchine e impianti presenti nelle strutture ospedaliere in macrofamiglie ed arrivando fino alla singola apparecchiatura.

Questa si è rivelata una doverosa e ottima metodologia necessaria per l'elaborazione di metodi di analisi specifici per ogni categoria, creando così una procedura applicabile a ogni ospedale.

Una delle parti più critiche è stata l'acquisizione del know-how necessario all'analisi energetica delle varie macrofamiglie, l'interazione fra struttura ospedaliera, e aziende specializzate è stata di fondamentale importanza per effettuare una dettagliata diagnosi.

Il modello ottenuto ha raggiunto un buon livello di precisione nella stima dei fabbisogni finali in quanto lo scostamento tra consumi reali di energia elettrica e consumi stimati è risultato inferiore al 10% sia per gli Istituti Clinici Zucchi sia per l'Istituto di Cura Città di Pavia.

Per la stima dei consumi di energia termica del sistema edificio-impianto è stato utilizzato il software POLIMess (già sviluppato da Polimi per Siram) e i risultati ottenuti durante la realizzazione dell'inventario termico ne hanno dimostrato l'utilità, attraverso simulazioni che hanno restituito valori prossimi alla realtà. Infatti i valori di energia termica restituiti dalle simulazioni delle 2 cliniche hanno scostamenti rispetto ai consumi reali che vanno dal 2% al 7%, risultati notevoli vista la complessità del sistema edificio-impianto che caratterizza un ospedale.

Una volta identificate le principali cause di inefficienze energetiche sono stati proposti interventi ad hoc per le 2 strutture, poiché ogni ospedale ha i suoi specifici punti critici e non esiste un intervento generalmente vantaggioso per ogni struttura.

Un esempio di come lo stesso intervento applicato a 2 strutture diverse non è sempre vantaggioso è la sostituzione dei motori elettrici con altri di classe IE3, tale intervento è risultato avere un tempo di ritorno di circa 4 anni nel caso degli Istituti Clinici Zucchi, mentre è risultato superiore ai 10 anni nel caso dell'Istituto di Cura Città di Pavia.

Per gli edifici più datati gli interventi di risparmio energetico risultano a volte più invasivi in quanto comportano l'implementazioni di nuovi impianti o l'applicazione di un rivestimento a cappotto, come nel caso degli Istituti Clinici Zucchi.

Per strutture di recente costruzione i maggiori margini di risparmio energetico sono dati dalla sostituzione delle macchine ad alto fattore di utilizzo con altre più efficienti, quali l'installazione di recuperatori maggiormente efficienti, che ha effetto maggiore ove si trattino grandi quantità di aria come l'Istituto di Cura Città di Pavia.

Un valore aggiunto presente nell'elaborato è l'analisi illuminotecnica svolta sotto il profilo energetico e normativo utilizzando software quali DIALux e CalcuLuX: l'analisi effettuata mostra come la tecnologia LED sia ormai matura e accessibile.

La difficoltà nel nostro caso di distinguere tra intervento di risparmio energetico e adeguamento normativo ha portato a tempi di ritorno dell'investimento superiori a quelli effettivamente ottenibili.

Per alcune strutture la sostituzione dei corpi illuminanti con apparecchi a LED può rivelarsi sufficientemente vantaggiosa (Istituti Clinici Zucchi), mentre per altri può risultare sconveniente, in quanto già dotati di apparecchi moderni (Istituto di Cura Città di Pavia).

Proposte di analisi energetico economiche secondo più indicatori sono risultate utili per indurre la committenza ad effettuare scelte riguardo gli investimenti tenendo conto di risultati globali.



# Bibliografia

## Legislazione di riferimento

- [1] Decreto del Presidente della Repubblica del 14 gennaio 1997 - Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private.
- [2] Decreto del Presidente della Repubblica numero 412 del 26 agosto 1993 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici negli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- [3] Circolare Ministero dei Lavori Pubblici del 22 novembre 1974, numero 13011- Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione.

## Riferimenti normativi

- [4] UNI 10339:1995-Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- [5] UNI 11425:2011-Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata per il blocco operatorio.
- [6] UNI 9182:2014-Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Progettazione, installazione e collaudo.
- [7] ASHRAE 170-2013-Ventilation of Health Care Facilities.
- [8] UNI EN 12464-1:2011- Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni.
- [9] UNI EN 12464-2:2011- Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 2: Posti di lavoro in esterno.
- [10] UNI CEI EN ISO 50001:2011- Sistemi di gestione dell'energia. Requisiti e linee guida per l'uso.

- [11] UNI CEI/TR 11428:2011-Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche. Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica.
- [12] UNI/TS 11300-1:2008-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- [13] UNI/TS 11300-2:2008-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- [14] UNI/TS 11300-3:2010-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

#### **Documentazione specialistica**

- [15] Leonardo LA PIETRA; Maurizio MAURI – “Energia in ospedale: le molteplici esigenze degli utenti e i requisiti da un punto di vista sanitario”. 2009.
- [16] Marco MASOERO - Santo VITTO - Susanna AZZINI - Massimo BACCI- “I consumi energetici negli ospedali parametrati sui volumi: valutazione di alcune realtà in Piemonte, Lombardia e Liguria”. 2009.
- [17] Ministero della Salute – “Attività gestionali ed economiche delle A.S.L. e aziende ospedaliere”. 2010.
- [18] ENEA – “Valutazione dei consumi nell'edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati : analisi edifici ospedalieri”. 2009.
- [19] European Lift Association – “Energy Efficient Elevators and Escalators”. 2010.
- [20] Alberto POZZI, “ Studio sugli Assorbimenti Energetici negli ospedali: analisi dei consumi di energia elettrica”, Tesi di laurea triennale in Ingegneria Energetica, Politecnico di Milano, A.A. 2008-2009, Relatore: Prof. Cesare Maria JOPPOLO, Co-relatore: Ing. Sergio LA MURA.



- [21] Chang Zhang CHIN, “Studio comparato dei consumi di energia elettrica in edifici ospedalieri”, Tesi di laurea triennale in Ingegneria Energetica, Politecnico di Milano, A.A. 2011-2012, Relatore: Prof. Cesare Maria JOPPOLO, Co-relatore: Ing. Sergio LA MURA.

### **Software impiegati**

- [22] POLIMess - Politecnico di Milano e Siram S.p.A.

- [23] DIALux - DIAL.

- [24] CalcuLuX – Philips S.p.A.