sezione:	titolo :
EFFICIENZA ENERGETICA	**Analisi energetica e proposte di intervento**

CONSORZIO ENERGIA TOSCANA

Piazza dell'Indipendenza,16 - Cap. 50129 - Firenze (FI)

USL7 Siena, Presidio ospedaliero Alta Valdelsa, Poggibonsi

Ubicazione Siti: Loc. Campostaggia - Cap. 50055 - Poggibonsi (SI)

Committente:	Documento:	Auditor:
Regione Toscana	Analisi energetica e proposte di intervento	Ing. Mariella Giardina Ing. Alessandro Malvezzi Ing. Luca Perni Ing. Davide Poli Ing. Francesco Ponziani

Elaborato:	data di emissione documento:	riferimento file:
Relazione	**29/03/2011**	**AU001**

1	28/03/2011	Analisi energetica e proposte di intervento	F.P.		
revisione	**data**	**descrizione**	**redatto**	**controllato**	**approvato**

Indice

1 PRESIDIO OSPEDALIERO ALTA VALDELSA, POGGIBONSI (SI).....3

1.1 DESCRIZIONE DEL COMPLESSO EDILIZIO 3

1.1.1 Descrizione generale.....3

1.1.2 Documentazione disponibile.....5

1.1.3 Caratteristiche involucro edificio.....5

1.1.4 Caratteristiche impianti.....5

1.1.5 Modalità di gestione degli impianti 12

1.1.6 Rilievi e monitoraggi effettuati 18

1.2 INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA.....18

1.2.1 Miglioramento gestione.....18

1.2.2 Interventi sull'involucro 19

1.2.3 Interventi sugli impianti termici.....19

1.2.4 Intervento sull'impianto ed utenze elettriche 21

1.3 VALUTAZIONI TECNICHE ED ECONOMICHE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI 23

1.3.1 Valutazione dell'installazione di un sistema trigenerativo 23

1.3.2 Valutazione della sostituzione delle lampade attuali.....26

1.3.3 Valutazione di introduzione degli inverter 36

1.3.4 Valutazioni finali.....40

1 Presidio Ospedaliero Alta Valdelsa, Poggibonsi (SI)

1.1 Descrizione del complesso edilizio

1.1.1 Descrizione generale

Il Presidio "Monoblocco Ospedaliero Alta val d'Elsa", situato nel comune di Poggibonsi (SI), in Località Campostaggia, si sviluppa su una superficie di 29.000 m^2 con una volumetria 141.000 m^3. Serve, come Ospedale di Primo Livello, la popolazione residente nella Zona Alta Val d'Elsa (oltre 60.000 abitanti), ma, specialmente per talune specialità, attrae ricoveri da altre province.
È dislocato in campagna, lontano da fonti d'inquinamento e di rumore ambientale.

Figura 1: Veduta aerea dell'ospedale dell'Alta Valdelsa

L'ospedale è inserito nella valle del torrente Staggia, in una vasta area che nella parte pianeggiante è priva di vegetazione e nella parte collinare è perimetrata da un bosco di conifere e cipressi.
Le caratteristiche climatiche sono piuttosto omogenee, di tipo continentale (Zona climatica E ex legge n.373/76).
L'ospedale è stato costruito nella seconda metà degli anni 90, con i migliori standard. Ciò ha portato nel 2005 alla certificazione Ambientale Europea Emas. Inoltre la struttura ha anche le seguenti certificazioni: Ospedali Promotori della Salute, Premio eccellenza 2005 e Comitato Italiano UNICEF - Rete ospedali amici dei bambini.

Figura 2: Veduta dal raccordo autostradale Firenze – Siena

Le attività dell'Ospedale sono molteplici e complesse sotto il profilo dell'organizzazione operativa; quelle diagnostico terapeutiche sono svolte dai reparti, in regime di ricovero (ordinario, day hospital, day surgery/one day surgery) o in regime ambulatoriale.

Ecco una lista delle attività:

- Pronto soccorso;
- Terapie intensive: rianimazione e terapia intensiva e unità di terapia intensiva coronaria (UTIC);
- Medicina;
- Nefrologia e dialisi;
- Chirurgia;
- Endoscopia;
- Oncologia;
- Ortopedia;
- Ostetricia;
- Pediatria e neonatologia;
- Recupero e riabilitazione funzionale;
- Ospedale di comunità;
- Laboratorio di analisi cliniche e microbiologiche;
- Servizio emotrasfusionale;
- Servizi di supporto tecnico amministrativo.

1.1.2 Documentazione disponibile

La documentazione disponibile per la struttura comprende la Pre-Check list (questionario compilato dai conduttori della struttura), i consumi di energia elettrica e gas, le piante dell'edificio, gli schemi dei suoi impianti elettrici ed idraulici e le schede tecniche di alcune delle macchine dell'ospedale.
La documentazione disponibile non è risultata sufficiente per eseguire la diagnosi energetica in modo completo e per questo si sono resi necessari ulteriori sopralluoghi per effettuare rilievi strumentali.

1.1.3 Caratteristiche involucro edificio

Vista la recente costruzione dell'ospedale e le consegne assegnate all'atto dell'assunzione dei lavori, non si è resa necessaria una analisi dell'involucro edilizio e dei serramenti.

1.1.4 Caratteristiche impianti

Impianto di climatizzazione invernale

L'impianto di climatizzazione invernale comprende due generatori di vapore, uno riserva dell'altro, accoppiati, ogni uno, con un bruciatore, dalle seguenti caratteristiche:

2 Generatori di vapore:

Marca:	Gavardo caldaie srl
Modello:	a circolazione forzata, OMG1200
Vapore prodotto:	2.000 kg/h
Potenza nominale:	1.395 kW
Pressione massima vapore:	12 bar
Perdite carico fumi:	8 bar
Numero di stadi:	2
Numero di pompe:	2

2 Bruciatori:

Marca:	Riello
Modello:	GI/EMME 2000
Potenza minima di modulazione:	581 kW
Potenza minima di funzionamento:	1.163 kW
Potenza massima di modulazione:	2.325 kW
Pressione massima:	360 mbar
Potenza motore:	4+1,1 kW

Sono inoltre presenti due sistemi di accumulo con i seguenti dati:

Serbatoio di accumulo vapore:

Marca:	ABC Gemelli
Modello:	802.97
Capacità:	2.000 l
Pressione:	12 bar

Serbatoio di accumulo condense vapore:

Marca:	ABC Gemelli
Modello:	ND
Capacità:	3.000 l
Pressione:	ND

Come già specificato per il fabbisogno dell'ospedale è sufficiente un solo generatore di vapore con relativo bruciatore, ma per ragioni di sicurezza ne è installato un altro come riserva, al momento del sopralluogo il generatore di vapore di riserva era non funzionante la sostituzione è stata prevista.

Le elettropompe asservite agli impianti di climatizzazione invernale ed estiva saranno trattate a parte.

Impianto per la produzione di acqua calda ad usi sanitari

La produzione di acqua calda viene soddisfatta tramite due caldaie accoppiate con altrettanti bruciatori dalle seguenti caratteristiche:

2 Caldaie:

Marca:	Ivar
Modello:	RAC 1045 E
Potenza termica utile:	1.047 kW
Potenza termica al focolare:	1.156 kW
Pressione massima:	5 bar
Anno:	1997

2 Bruciatori:

Marca:	Riello
Modello:	GI/EMME 1400
Potenza minima di modulazione:	407 kW
Potenza minima di funzionamento:	820 kW
Potenza massima di modulazione:	1.540 kW
Pressione massima:	200 mbar
Potenza motore:	3+1,1 kW

Anche le elettropompe asservite all'impianto di acqua calda sanitaria saranno trattate a parte.

Il circuito completo di caldo, formato da circuito vapore ed acqua calda, comprende inoltre due scambiatori di calore con i seguenti dati:

Scambiatore di calore circuito di riscaldamento:

Marca:	Spirax-Jucker
Modello:	UDZ 16-1035-C-D6000
Tipologia:	Fasci tubieri
Potenzialità:	850.000 kcal/h

Scambiatore di calore circuito di post-riscaldamento:

Marca:	Spirax-Jucker
Modello:	UDZ 16-1023-C-D7000
Tipologia:	Fasci tubieri
Potenzialità:	500.000 kcal/h

Impianto per la climatizzazione estiva

L'ospedale dispone di un proprio circuito di freddo con il quale provvede alla climatizzazione nei mesi caldi.

L'impianto di condizionamento è alimentato da 3 gruppi frigo con i seguenti dati:

Gruppo frigo:

Marca:	Climaveneta
Modello:	FOC WDB 3602
Potenza frigorifera con recupero:	988,7 kW
Potenza frigorifera:	952,9 kW
Refrigerante:	R 134 A carica 2x83 kg
Potenza assorbita totale con recupero:	197,0 kW
Potenza assorbita totale:	204,1 kW
Massima potenza assorbita dal motore FLI	341 kW

2 Gruppi frigo:

Marca:	RC Group
Modello:	W NRM 850 S2
Potenza frigorifera:	600 kW
Refrigerante:	R 22 carica 2x70 kg
Potenza compressori	2x144 kW

Al momento del sopralluogo l'unico gruppo frigo funzionante è quello Climaveneta, l'ospedale ha quindi acquistato un ulteriore gruppo per rimpiazzare i due RC Group fuori servizio, si tratta di un gruppo frigo Climaveneta modello TECS2-W/LC 1012 condensato ad acqua ad alta efficienza.

Per ora l'ospedale ha provveduto al solo ordine del gruppo, non è ancora quindi installato e funzionante.

Nel circuito di freddo sono inoltre presenti 3 torri evaporative gemelle dalle seguenti caratteristiche:

3 Torri evaporative:

Marca:	Evapco
Modello:	8P-121
Resa:	1.200 kW
Fluido:	acqua
Portata:	51,60 lps
Temperatura fluido in ingresso:	35 °C
Temperatura fluido in uscita:	29.4 °C
Bulbo umido	24 °C

È noto che la struttura ha dei gravi problemi di durezza dell'acqua che limitano l'utilizzo delle torre evaporative ed il loro apporto per i gruppi frigo.

È in corso una analisi dei prodotti e delle metodologie applicate nel trattamento dell'acqua.

È presente inoltre uno scambiatore di calore dalle caratteristiche seguenti:

Scambiatore di calore circuito di recupero gruppi frigo:

Marca:	Spirax-Sacro, Jucker
Modello:	S15-IG 16-57
Tipologia:	Piastre acqua-acqua
Potenzialità:	250.000 kcal/h

Stazione di pompaggio

La struttura ospedaliera raccoglie all'interno di una unica stanza tutte le pompe asservite ai sistemi di climatizzazione estiva ed invernale.

Le pompe in questione sono tutte elettropompe suddivise in base al circuito in cui sono inserite, si riporta di seguito il censimento effettuato:

Pompe:

Processo	**Pot. Ele. (kW)**	**Portata (m^3/h)**	**Prevalenza (mt.c.a.)**	**# Motori**
Circuito caldo	2,2	54	8	5
Circuito anticondensa caldaie	0,18	9	2,2	2
Circuito post-riscaldamento	3	54	12,8	2
Circuito condensa vapore	0,18	4	3,9	2
Circuito freddo	7,5	100	15	6
Circuito torri evaporative	11	91	23	9
Circuito recupero gruppi frigo	2,2	30	13,5	3
Circuito gasolio	0,37	0,6	50	3
Autoclave	4		62/35	2

Unità trattamento aria

Per il ricambio dell'aria e per il condizionamento degli impianti l'ospedale dispone di 23 UTA, posizionate nei due interpiani tecnici della struttura.

Purtroppo i dati tecnici non sono completi per tutte le UTA presenti:

UTA:

# id UTA	Reparto	Portata prer (lt/h)	Portata ref (lt/h)	Portata postr (lt/h)	Pot. Mot. Man. (kW)	Pot. Mot. Rip. (kW)
1	farmacia	3850	11700	nd		
2	morgue	4280	16350	nd		
3	spogliatoi	5010	nd	nd		
4	cappella	1430	nd	nd		
23	auditorium e tn	2600	7500	1130		
6	dir. Sanitaria	2950	8150	nd		
7	mensa	2870	7940	1342		
8	cucina	5550	nd	nd	4	1,5
9	radiologia	9100	27900	nd		
10	fisioterapia	5100	15700	nd		
B	4° livello	1250	15700	nd		
15	ostetr./gin.	5960	19010	nd		
16	bl. Parto	2150	11630	nd		
18	bl. Operatorio	10640	57730	nd		
13	rianim./UTIC	5340	31610	nd		
12	pronto soc.	4340	16580	nd		4
20	laboratori	5600	17200	nd	5,5	4
21	emo./trasf.	5510	1820	nd	5,5	3,5
17	ortopedia	3810	12740	nd	4	2,2
11	atrio	2760	7610	nd		
14	poliamb.	14340	44000	nd	15	9,2
22	med. Gen.	8100	22360	nd	15	7,5
5	steriliz.	4470	21400	nd	11	3
19	chirurgia	7070	19500	nd		7,5
	POG				4?	

Impianto elettrico

L'ospedale è connesso alla rete MT tramite una cabina di trasformazione presente all'interno della struttura, i trasformatori presenti hanno le seguenti caratteristiche:

Trasformatori:

# Trasformatori	Livello di tensione (V)	Potenza (kVA)
2	15000/400	1000
3	1500/400	800

1.1.5 Modalità di gestione degli impianti

L'ospedale è in fornitura, sia per l'energia elettrica che per il gas, con la Società Consortile Energia Toscana, è stato quindi possibile disporre delle dei quantitativi di energia elettrica consumati dall'ospedale dal 2004 al 2010, e dei consumi di gas per l'anno 2009.
A partire da questi è stata sviluppata l'analisi seguente.

Dati relativi ai consumi termici

L'ospedale si trova, secondo la ex legge n.373/76, nella **zona climatica E** con gradi giorno di riferimento, secondo il DPR 412/93, pari a **1984**.
Per la qualità dei dati e l'impossibilità di mettere in atto una campagna di misura, non è possibile svolgere per i consumi termici una analisi ugualmente dettagliata a quella per i consumi di energia elettrica, saranno quindi forniti solo dati generali.
Nell'anno 2009 l'ospedale ha consumato un totale di **424.702 sm^3** di gas naturale che corrispondono a **1.674,10 MWh/anno** per un importo di **248.921,75 € IVA inclusa** per l'anno 2009.
Si dispone dei consumi mensili della struttura che hanno l'andamento mostrato in Figura 3.

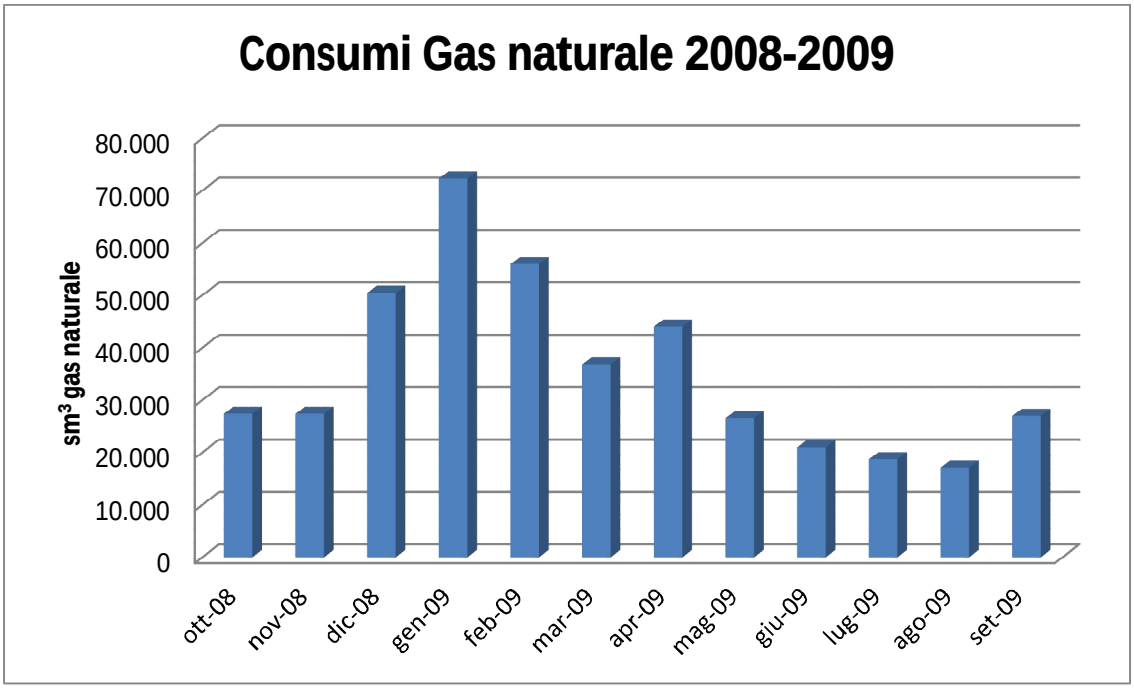

Figura 3: Consumi gas naturale 2008/2009

Nell'anno 2008 invece i consumi della struttura erano di **402.380 sm^3**, un valore più basso rispetto all'anno precedente, corrispondenti a **1.586,11 MWh/anno**.

Non disponendo dei consumi mensili non si è in grado di stabilire se l'aumento è dovuto a condizioni climatiche più sfavorevoli (maggiori consumi nei mesi invernali ed intermedi), o ad un aumento dell'attività (aumento dei consumi distribuito su tutti i mesi).

Dati relativi ai consumi elettrici

Per la struttura si dispone dei consumi di energia elettrica per gli anni che vanno dal 2004 fino al 2010 con il 2007 escluso.

Il trend dei consumi mensili è riportato in Figura 4, si nota come, soprattutto nei mesi estivi, il consumo sia soggetto alle condizioni di temperature esterne.

Si può inoltre notare che il trend dei consumi è in buona approssimazione crescente, ciò si evince dall'analisi dei consumi nei mesi invernali in cui il fattore climatico, per quel che riguarda il consumo di energia elettrica, è meno evidente.

Ciò non può però essere imputato necessariamente ad una gestione peggiore, ma dovranno essere controllate per ogni anno le prestazioni fornite dall'ospedale, qualora sia possibile, per meglio collocare l'aumento dei consumi.

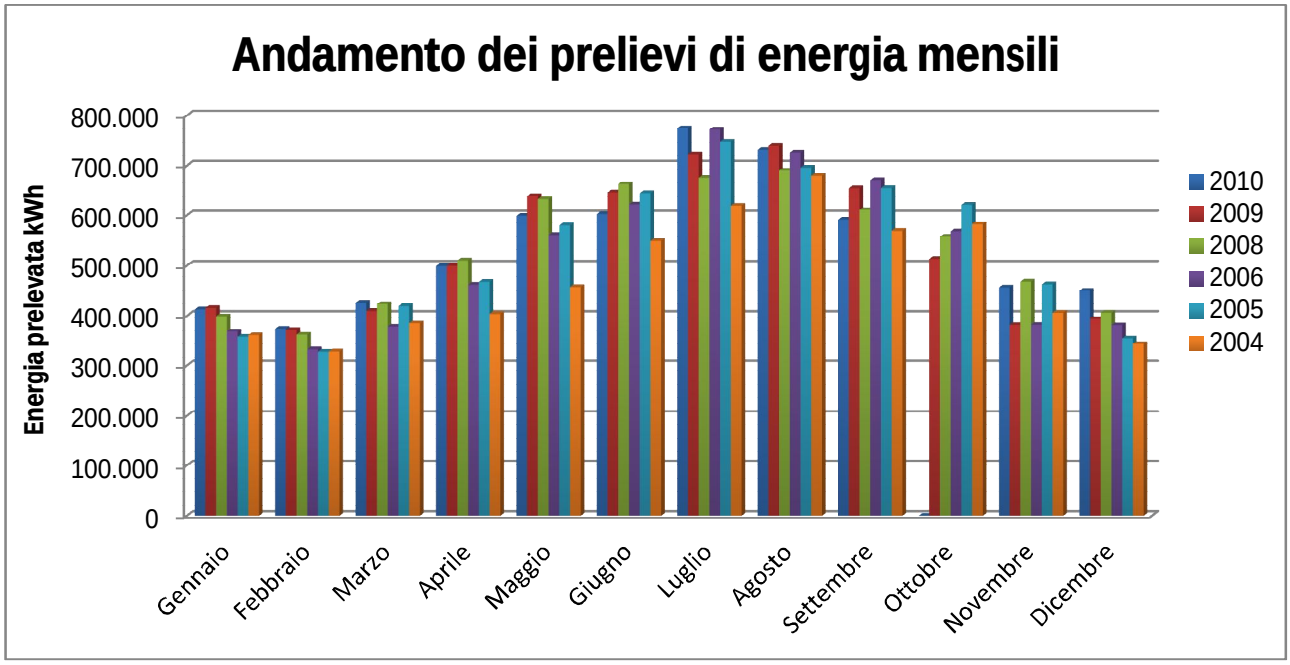

Figura 4: Andamento dei prelievi di energia mensili

Visto l'alto dettaglio del dato dei consumi, si ha la possibilità di avere il dettaglio orario, è stato possibile effettuare una analisi dettagliata.

Si prendano in considerazione i grafici riportati in Figura 5, Figura 6 e Figura 7 e si noti come questi vadano a rafforzare il concetto prima espresso.

Nella Figura 7 è rappresentato l'andamento della curva di carico, per tutti gli anni in esame, per il mese di gennaio. Come si può notare, gli andamenti sono piuttosto simili e invarianti nel tempo, crescono gradualmente al variare degli anni ma si mantengono in una fascia ristretta come si nota dalla Tabella 1, in cui sono riportati il maggiore e il minore delle differenze tra i valori maggiori e minori orari dei mesi negli anni in esame; ciò è dovuto al fatto che il riscaldamento incide in maniera ridotta sul consumo di elettricità, quindi le variazioni stagionali di temperatura negli anni sono meno evidenti per i mesi invernali.

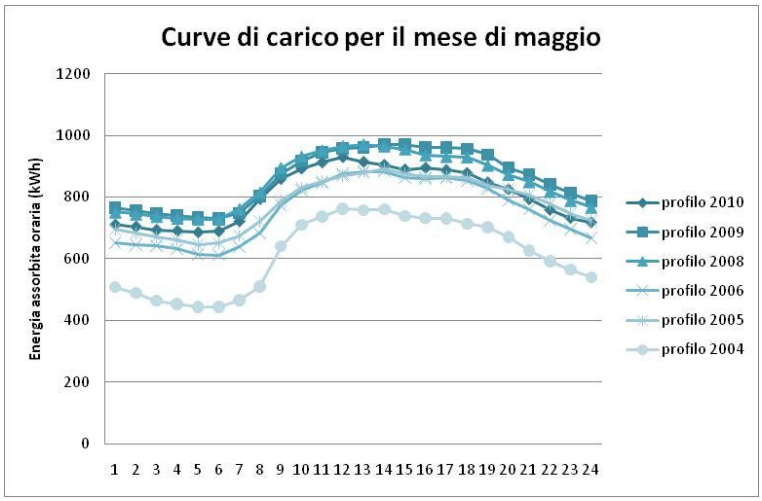

Figura 5: Curva di carico per il mese di maggio

Si prenda invece in esame il mese di luglio in Figura 6: la fascia di variazione si triplica e inoltre i profili non sono ordinati in modo crescente in base all'anno. Ciò è dovuto al fatto che i consumi dovuti alla climatizzazione sono una voce importante dei consumi totali durante il periodo estivo, quindi le variazioni di temperatura di anno in anno sono più evidenti e influenti nei consumi di energia elettrica.

La Figura 5 invece mostra le curve di carico per il mese di maggio; qui si notano le maggiori differenze: innanzitutto la fascia di variazione è molto più elevata rispetto agli altri due mesi, inoltre anche in questo caso, le curve non sono perfettamente ordinate in base agli anni e la variazione stagionale di anno in anno è ancora più evidente.

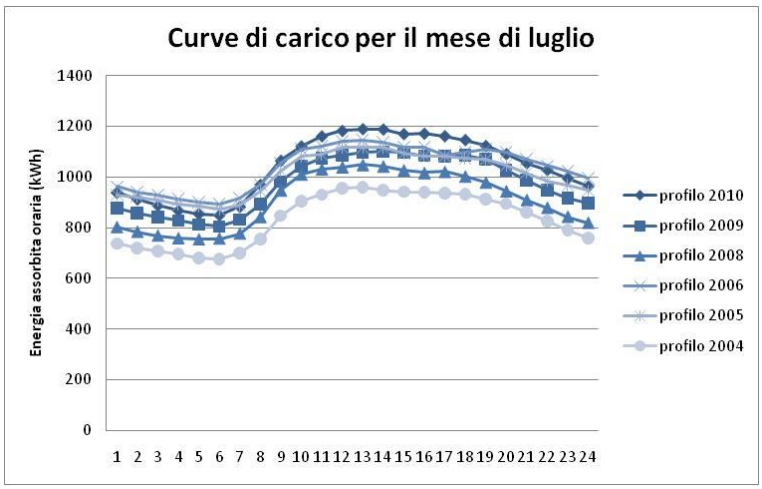

Figura 6: Curva di carico del mese di luglio

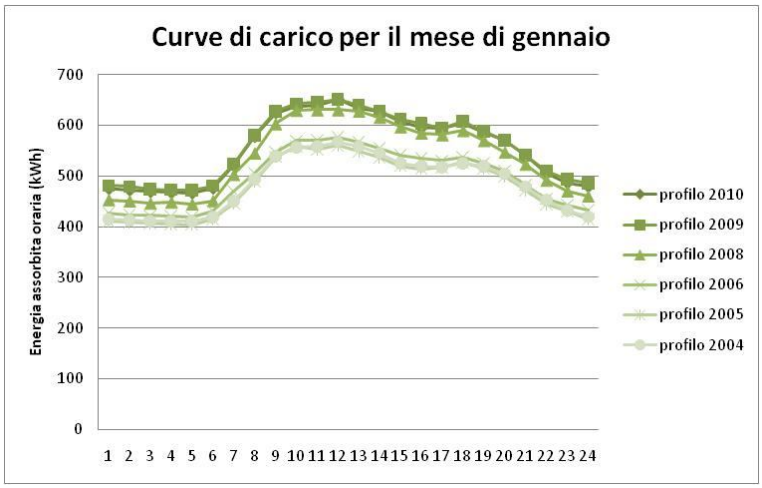

Figura 7: Curva di carico del mese di gennaio

Mese	delta M	delta m
Maggio	306,51	203,94
Luglio	241,12	203,10
Gennaio	92,96	63,80

Tabella 1: Differenza tra valori maggiori e minori dei consumi medi orari dei mesi per gli anni in esame di Poggibonsi

Si analizzi ora ancora un altro aspetto delle curve di assorbimento, la variazione di assorbimento tra giorno e notte. Si prendano ancora in considerazione gli stessi mesi di prima e si consideri come anno il 2010, in quanto il più recente e quindi il più interessante per quel che riguarda l'analisi.

A una prima analisi delle Figura 8, Figura 9 e Figura 10 si nota che gli orari di massimo e di minimo consumo quasi coincidono; infatti, per i mesi di maggio e gennaio il minimo consumo si ha

durante la quinta ora e il massimo durante la dodicesima, mentre per il mese di luglio si ha il minimo durante la sesta ora e il massimo consumo durante la tredicesima, comunque si può concludere che i massimi e minimi non variano in modo rilevante da mese a mese.

Si consideri ora il delta tra il valore massimo e minimo calcolato in Tabella 2, insieme alla percentuale del delta rispetto al valore massimo.

Mese	Massimo	Minimo	Delta	%
Maggio	929,83	685,54	244,29	26,27
Luglio	1189,33	849,85	339,48	28,54
Gennaio	651,81	466,71	185,10	28,40

Tabella 2: Massimi, minimi, delta e percentuale dei mesi

È interessante vedere che il delta aumenta se si considerano i mesi più caldi; ciò è dovuto, senza dubbio, alla climatizzazione dell'edificio che fa aumentare il gap di consumo tra notte e giorno.

Il resto del gap si pensa sia dovuto alle varie attività mediche che prevalentemente sono svolte di giorno.

È inoltre sempre interessante notare come il delta occupa una percentuale compresa tra il 26 e il 28 % dei consumi totali, che varia poco al variare dei mesi.

Ciò denota quindi che la maggiore incidenza sulla differenza di consumo è dovuta principalmente alle attività svolte all'interno della struttura piuttosto che alle differenze climatiche (anche se il condizionamento incide in buona parte sul consumo).

Figura 8: Andamento del mese di maggio 2010

Figura 9: Andamento del mese di luglio 2010

Figura 10: Andamento del mese di gennaio 2009

Si può terminare osservando infine che, per qualsiasi mese, i consumi di base (in altre parole quelli fissi) rappresentano ben oltre il 70% dei consumi totali; questo è un punto molto importante su cui andare a improntare un'analisi approfondita per il risparmio energetico, perché limare i consumi che sono presenti durante tutta la giornata è molto più vantaggioso rispetto che agire su quelli a più forte caratterizzazione oraria.

In definitiva si può concludere riportando il dato di consumo annuale, per l'anno 2010 l'ospedale ha consumato **5.919,46 MWh**, in questo caso pero il mese di ottobre non è incluso nei consumi poiché i suoi dati non sono disponibili, ma se si considera che la media dei valori registrati per lo stesso mese negli altri anni e di 568.900 kWh circa, per un consumo totale annuo presunto di **6.488,36 MWh** in linea con i consumi degli anni passati come mostrato in Figura 11.

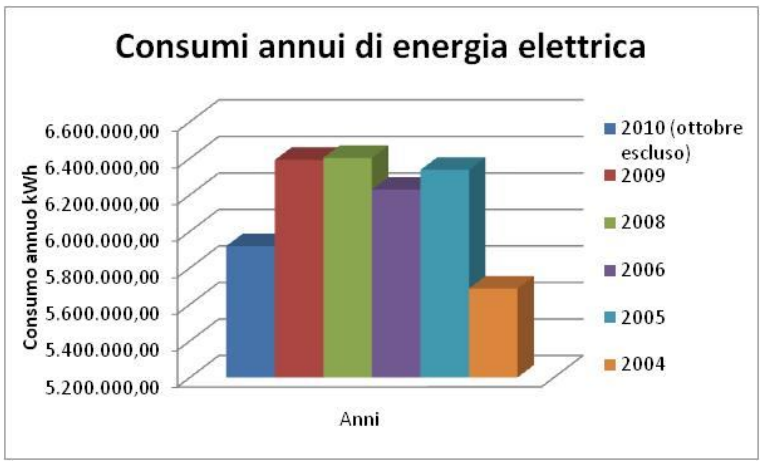

Figura 11: Consumi annui di energia elettrica

1.1.6 Rilievi e monitoraggi effettuati

Come già discusso, l'attività sul campo si è limitata alla raccolta dei dati mancanti necessari all'analisi ed all'osservazione dello stato della struttura.
Non è stato possibile per motivi economici e logistici intraprendere una vera e propria campagna di misura.

1.2 Interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica

Saranno presentati nel seguito gli interventi proposti per il risparmio energetico, gli interventi saranno valutati sia dal punto di vista tecnico che economico, mostrando i vantaggi che si otterrebbero ed i tempi di pay back attualizzati.

1.2.1 Miglioramento gestione

Una gestione ottimale della struttura, con le condizioni attuali degli impianti, è molto difficile da realizzare, in quanto l'ospedale non presenta alcun sistema di controllo automatico.
Il tutto è quindi demandato al buon senso del personale operante all'interno della struttura.
Si registrano però alcune buone pratiche intraprese dal personale dell'ospedale, come mantenere accese solo la metà delle luci nei corridoi, è pur vero però che esistono anche grandi zone dell'ospedale illuminate, anche durante il giorno, senza apparenti motivi, soprattutto nel piano interrato.

Sarà però interessante, alla luce degli interventi proposti, inserire delle buone pratiche istruendo il personale del presidio.

1.2.2 Interventi sull'involucro

Come già esposto una analisi approfondita dell'involucro edilizio non è stata affrontata pienamente in quanto la struttura è di recente costruzione e soddisfa i criteri legislativi.

1.2.3 Interventi sugli impianti termici

Non essendo stato possibile effettuare una campagna di misure che permettesse di monitorare le temperature dei vari ambienti dell'ospedale, non è possibile giudicare se il sistema di riscaldamento/climatizzazione sia eccessivo o meno.
Si è quindi preferito realizzare degli interventi, che indipendentemente dalla gestione che si fa dell'impianto, portino comunque dei risparmi in termini di consumi ed economici.
Dall'analisi dei consumi emerge quindi, che l'ospedale ha un fabbisogno costante ed importante di energia elettrica e vapore, per cui l'intervento che appare più conveniente è **l'installazione di un motore a gas, con relativo alternatore per la produzione di energia elettrica, in coppia con un generatore a recupero, che sfrutti i fumi del motore per attuare la cogenerazione**, consentendo all'ospedale la produzione contemporanea di energia elettrica e vapori a costi più vantaggiosi e con minor impatto sull'atmosfera.
Il sistema può essere completato con un **gruppo frigo ad assorbimento**, che sfrutti il vapore in eccesso prodotto durante il periodo estivo, per la produzione di freddo necessario alla climatizzazione.
L'analisi dei consumi di energia elettrica e gas naturale dell'ospedale, insieme a quella del fabbisogno estivo per il condizionamento ha permesso di individuare una fascia di potenze ottimale per il sistema rigenerativo.
Questa fascia si attesta tra i 400 ed 600 kW elettrici, con conseguenti rigeneratori che vanno da 180 a 350 kW frigo, una lista dei modelli considerati è contenuto nella Tabella 3.

Tedom Quanto D580	Pot. ele:	600 kW
	Pot. Frigo Chiller	350 kW
Tedom Quanto D400	Pot. ele:	400 kW
	Pot. Frigo Chiller	180 kW
Jenbacher JMS 312	Pot. ele:	625 kW
	Pot. Frigo Chiller	350 kW
Jenbacher JMS 312	Pot. ele:	526 kW
	Pot. Frigo Chiller	250 kW
3 x Tedom T200 SP	Pot. ele:	600 kW
	Pot. Frigo Chiller	350 kW

Tabella 3: Modelli e potenze dei cogeneratori considerati

Ciò permetterebbe quindi di diminuire le spese e le emissioni dovuti ai consumi dell'ospedale, anche se non incide per quel che riguarda la reale diminuzione dei consumi.

Questo intervento permetterebbe inoltre di riconsiderare le metodologie di sostituzione delle macchine termiche dell'ospedale, soggette in questi anni a turnover.

Si permetterebbe così un risparmio dovuto all'acquisto di macchinari con potenze inferiori, ed un miglior sfruttamento di quelli già presenti, ma non a fine vita.

Un ulteriore intervento per quel che riguarda l'impianto termico è da effettuarsi sulle UTA.

Le Unità Trattamento Aria dell'ospedale sono tutte spinte sia in mandata che in ripresa da motori elettrici e la regolazione è ottenuta tramite regolazione meccanica.

Ciò comporta un grosso spreco di energia in perdite di carico, che può essere ridotto tramite la **regolazione di velocità dei motori elettrici asserviti alle ventole dell'UTA, tramite inverter**.

L'intervento comporterebbe delle lievi modifiche delle UTA, ma permetterebbe un controllo della portata di aria ottimale, che non preveda l'introduzione di perdite di carico ed un consumo decisamente minore dei motori come mostrato in Figura 12, dove l'area verde indica il risparmio che si ottiene con l'utilizzo dell'inverter.

È tuttora in fase di studio un sistema BMS (Building Management System), per la regolazione della climatizzazione dell'edificio, in modo da ottimizzare al meglio gli interventi proposti.

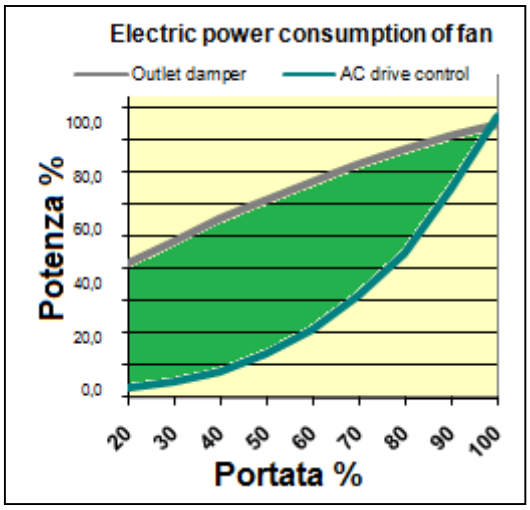

Figura 12: Confronto tra controllo meccanico e con inverter

1.2.4 Intervento sull'impianto ed utenze elettriche

L'intervento per l'introduzione di inverter può anche essere considerato un intervento sulle utenze elettriche, come verrà considerato quello per **l'introduzione sui motori elettrici asserviti ai gruppi di pompaggio**.

Anche in questo caso la portata di fluido può essere più efficientemente regolata tramite la variazione dei giri dei motori elettrici asserviti alla girante della pompa, rispetto al caso precedente dovranno però essere considerate delle curve differenti mostrate in Figura 13.

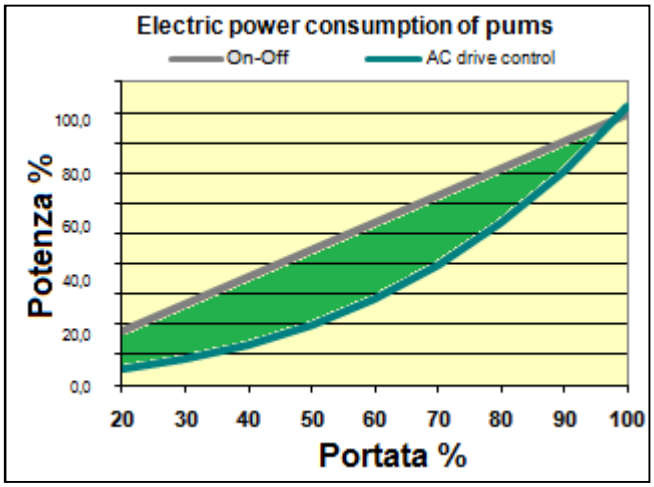

Figura 13:Confronto tra funzionamento on/off ed inverter

L'introduzione degli inverter in questo caso dovrà essere valutata caso per caso, poiché i gruppi di pompaggio sono asserviti a processi molto diversi tra loro.

Un ulteriore miglioramento che si può prendere in considerazione per l'ottica del risparmio energetico è la sostituzione delle lampade per l'illuminazione degli interni.

L'ospedale è attualmente illuminato tramite le tipologie di lampade della Tabella 4.

Tipologia di lampada	# primo liv	# secon liv	# terzo liv	# quarto liv	# degenze	totale
Plafoniera 2X36 W T8	156	262	123	102	0	643
Plafoniera 36 W T8	206	284	303	145	0	938
Plafoniera 2X18 W T8	77	137	3	0	103	320
Tubo da 58 W	199	75	103	61	0	438
Plafoniera da 20 W	3	5	27	11	0	46
Plafoniera da 18 W T8	0	34	101	34	103	272
Plafoniera 4X18 W T8	0	26	6	0	0	32
Dicroica da 35 W	0	7	81	42	0	130
Plafoniera 3X36 T8	0	0	11	0	0	11
Plafoniera sale mediche	0	0	10	0	0	10
Testaletto	0	0	0	0	206	206
Tubo da 18 W	0	0	0	0	103	103
Totale	641	830	768	395	515	3149

Tabella 4:Tipologie di lampade per l'ospedale di Poggibonsi

Dalla Tabella 4, si nota che le tipologie di lampade maggiormente utilizzate sono i tubi fluorescenti T8: questa tipologia di lampade presenta il grande vantaggio di essere estremamente economica in fase di acquisto, ma presenta limiti per quel che riguarda la regolazione dell'intensità luminosa ed un consumo di energia elettrica, durante il suo utilizzo, elevato rispetto ad altre tipologie più moderne, oggi in commercio.

Si ritiene quindi che le lampade attuali possono essere sostituite con profitto con dei **modelli di nuova generazione a LED, con modelli fluorescenti con consumi ridotti del 10% o con modelli fluorescenti a lunga durata**.

La sostituzione è consigliata solamente per quelle tipologie presenti in numero maggiore come i tubi da 36W, quelli da 58W e quelli da 18W.

Una zona dell'ospedale in cui si manifestano grandi sprechi è quella degli interpiani tecnici, in questa zona, in cui sono presenti le UTA con relativi circuiti associati e quadri elettrici con relative centraline, le luci sono accese per tutte le 24 ore del giorno tutti i giorni, anche se il suo utilizzo è limitato al solo periodo in cui si effettuano le manutenzioni su detta area.

È stata quindi valutata l'introduzione di un **sistema di controllo di accessi collegato all'impianto di illuminazione**, in modo da avere l'illuminazione solo in presenza di manutentori all'interno.

1.3 Valutazioni tecniche ed economiche degli interventi proposti

Per ciascuno degli interventi proposti sono stati valutati sia i vantaggi, in termini di miglioramento della struttura, sia quelli relativi all'aspetto di consumi ed economico.
Nel seguito saranno presentati uno ad uno.

1.3.1 Valutazione dell'installazione di un sistema trigenerativo

Dall'analisi descritta precedentemente, si è visto come, oltre che da un punto di vista tecnico, anche da un punto di vista economico l'introduzione di un sistema trigenerativo sia vantaggiosa.
Rimane quindi da effettuare la scelta più adatta tra le varie tipologie di macchine considerate, che possono essere riassunte in quattro tipologie:

- Unica macchina da 400 kW elettrici;
- Unica macchina da 500 kW elettrici;
- Unica macchina da 600 kW elettrici;
- Tre macchine da 200 kW elettrici ciascuna.

Se si facessero solo considerazioni di natura economica, allora la scelta sarebbe molto semplice e ricadrebbe sulla macchina da 400 kW elettrici, ma andando ad analizzare gli eventuali guadagni che si otterrebbero, si nota come, anche a fronte di un tempo di ritorno dell'investimento più elevato, sul lungo periodo, la soluzione con potenza maggiore comporta dei risparmi maggiori e quindi dei guadagni maggiori. Un discorso analogo può essere riservato all'unità da 500 kW elettrici, la cui differenza di costo iniziale non è poi giustificata dai guadagni inferiori, inoltre ad un'analisi dei consumi dell'ospedale si osserva che una macchina con questa potenza avrebbe bisogno di integrazioni consistenti, sia da parte della rete per la produzione di energia elettrica, sia da parte delle caldaie presenti per la produzione di energia termica, in quasi tutti i periodi dell'anno.
La soluzione da 600 kW, pur presentando dei tempi di ritorno più lunghi (si parla comunque di mesi o al massimo di poco più di un anno), è quella che tecnicamente rappresenta il progetto più solido.

Non è da sottovalutare inoltre che la scelta di un cogeneratore con potenza inferiore ai 600 kW avrebbe comportato di conseguenza il dimensionamento del gruppo frigo ad assorbimento ad un valore più basso.

È necessario aprire una parentesi per discutere del dimensionamento del gruppo frigo. All'atto della scelta della potenza frigo del gruppo, si può anche in questo caso ragionare in due modi differenti: si possono considerare le esigenze di climatizzazione della struttura, e quindi richiedere una macchina che copra il fabbisogno rimasto scoperto; oppure si può richiedere una macchina con una potenza frigorifera, tale da poter essere alimentata dal vapore in surplus prodotto dal cogeneratore durante il periodo estivo ed intermedio. Quest'ultima è la linea adottata in questo studio, in quanto il fabbisogno di freddo è coperto dal gruppo recentemente acquistato dall'ospedale, quindi la potenza frigo del gruppo ad assorbimento sarà un surplus il più possibile a buon mercato.

È stato quindi deciso di proporre un gruppo frigo ad assorbimento che il cogeneratore sia in grado di alimentare in autonomia.

L'ultima scelta riguarda se adottare una macchina unica o una soluzione modulare. Il vantaggio di adottare un'unica macchina si esaurisce a livello di costo di acquisto e di rendimenti migliori alla potenza nominale, poiché predisporre il funzionamento di tre moduli di potenza inferiore è decisamente più vantaggioso.

In primo luogo si disporrebbe di riserva sul posto senza ulteriori costi, sicuramente non si avrebbe il 100% di riserva, ma in caso di guasto di una delle tre macchine si potrebbe comunque disporre del 66% della potenza installata e considerando la presenza di caldaie e generatori di vapore in loco, l'ospedale non risentirebbe di tale evento. Se si ha un'unica macchina, in caso di guasto, l'apporto che viene a mancare è del 100%.

In secondo luogo, ci sono da considerare le fermate necessarie alla manutenzione: una unità composta da moduli, potrebbe essere manutenuta a rotazione limitando la perdita di potenza al solo 33%, come nel caso di guasto, e se si sceglie un periodo adeguato, incidendo anche in modo minore sui consumi. Al contrario, se si dispone di un solo gruppo, le ore perse per la manutenzione si fanno decisamente sentire di più sul computo totale.

Infine se si ha la possibilità di modulare con tre gruppi, piuttosto che con uno solo, si riesce a lavorare con rendimenti più costanti andando inoltre ad abbassare il minimo tecnico totale dell'impianto.

In ultimo si consideri la scelta del tipo di controllo da adottare per il cogeneratore. I dati della simulazione spingono la decisione verso la scelta dell'inseguimento elettrico, per cui è questo il tipo di controllo che si consiglia, è però auspicabile discutere di questo con il costruttore della macchina, ed andare a verificare questa scelta sul campo, all'atto dell'installazione della stessa.

Si è ora in grado di poter dire quale è la scelta migliore per la struttura, stimando anche quali sono i ricavi che maturano da detta scelta.

La scelta ricade su un'unità trigenerativa composta da tre macchine da 200 W elettrici ciascuna, associate ad un gruppo frigo ad assorbimento dalla potenza frigo di 350 W, il controllo è quello dell'inseguimento elettrico.

In Tabella 5 ed Figura 14 in sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore attuale Netto (15 anni)	Tep risparmiate annue
€ 955.000	€ 236.290	€ 1.205.894	529

Tabella 5: Resoconto dell'investimento del cogeneratore

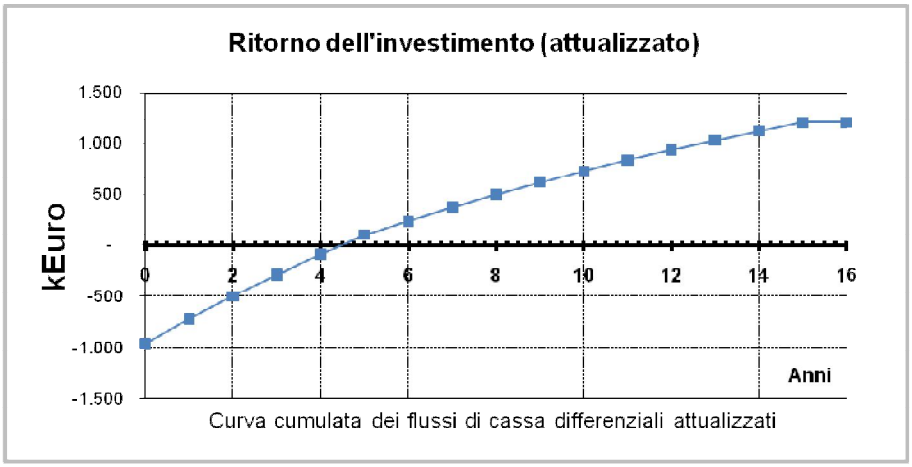

Figura 14: Ritorno dell'investimento del cogeneratore attualizzato

Si presenta inoltre una ulteriore valutazione dell'investimento, dal punto di vista di un investitore esterno che realizzi l'impianto per l'ospedale e poi gli venda l'energia.

I risultati sono riassunti nella Figura 15 e nella Tabella 6.

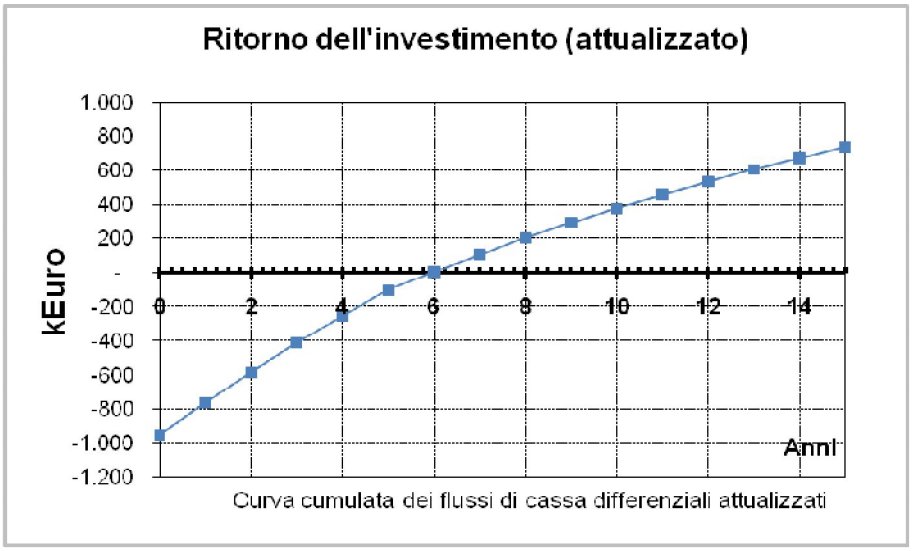

Figura 15: Ritorno dell'investimento per un investitore esterno

Costo energia x struttura (€/MWh)	Risparmio anno x struttura (IVA esclusa)	Valore attuale Netto x esterno (15 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 36,00	€ 48.242,42	€ 737.531,00	5,15%

Tabella 6: Resoconto investimento per esterno

1.3.2 Valutazione della sostituzione delle lampade attuali

In seguito alle analisi di investimento considerate nel capitolo precedente è ora possibile fare delle considerazioni per andare a capire quale sia, tra quelli proposti, l'investimento che più è conveniente per la struttura.

Per la valutazione economica è stato necessario stimare le ore di funzionamento dei corpi illuminanti, ciò è stato effettuato seguendo i dettami della norma UNI EN 15193:2008.

Si veda caso per caso.

1.3.2.1 Plafoniera da 36 W T8

I modelli possono essere suddivisi in prima battuta in due categorie:

- Apparecchi a LED;
- Tubi fluorescenti di nuova generazione.

Gli apparecchi a LED rappresentano la nuova tecnologia che si sta affermando sul mercato dell'illuminazione, ma come si è già disquisito presenta vantaggi e svantaggi.

In questo caso il tempo di ritorno degli investimenti con apparecchi a LED, è doppio (nel caso del tubo di sostituzione) e più che triplo (nel caso della plafoniera). Questa però, in presenza di un valido supporto tecnico alla scelta eventuale, non è una discriminante fondamentale.

Purtroppo in questo caso non si hanno delle ottime garanzie tecniche, poiché la tecnologia LED non è ancora matura e presenta degli interrogativi.

Ad esempio non si hanno dei riscontri sull'effettiva durata degli apparecchi, ed inoltre questa è molto soggetta alle condizioni di utilizzo. Inoltre non si hanno delle indicazioni precise sul decadimento del flusso luminoso nel tempo. Questi fattori non possono essere trascurati, poiché parte del guadagno si ottiene proprio in funzione della lunga durata degli apparecchi.

Inoltre, negli ultimi tempi sono stati presentati degli studi che affermano come un'esposizione continuata alla luce di alcune tipologie di LED possa essere nociva alla vista umana (ad esempio lo studio dell'AFSSA[1], "Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes" , segnalato dall'ADUC[2]). Ciò dimostra che la situazione non è ancora sicura, quindi non si ritiene sia consigliabile intraprendere un investimento consistente in questa direzione.

Le soluzioni rimaste sono quindi delle sostituzioni con tubi fluorescenti di ultima generazione. In questo caso ci si trova di fronte ad una tecnologia consolidata che permette di agire in tranquillità; sotto il profilo economico gli investimenti proposti sono praticamente equivalenti, quindi si possono tranquillamente adottare delle considerazioni di natura tecnica.

Si preferisce adottare il tubo fluorescente di nuova generazione a risparmio energetico, poiché coniuga sia i vantaggi di un minor consumo di energia elettrica, tema oggi molto attuale, sia i vantaggi derivati da meno frequenti sostituzioni, rappresentando quindi una maggiore garanzia anche dal punto di vista economico.

Inoltre, il breve tempo di ritorno permetterebbe, in caso un rapido miglioramento della tecnologia LED, di pianificare una eventuale sostituzione senza andare ad inficiare la realizzazione di questo investimento.

In Tabella 7 ed in Figura 16 sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

[1] Agenzia francese per gli alimenti, l'ambiente e la sicurezza.
[2] Associazione per i Diritti degli Utenti e dei Consumatori.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 21.738	€ 12.392	€ 75.142	19.152 kWh	4

Tabella 7: Resoconto dell'investimento lampada da 36 W

Figura 16: Ritorno dell'investimento lampada da 36 W attualizzato

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento, Tabella 8, o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo, Figura 17 e Tabella 9.

Anno	CF	CFA
1	€ 9.577,42	€ 9.165,00
2	€ 9.577,42	€ 8.770,33
3	€ 9.577,42	€ 8.392,66
4	€ 9.577,42	€ 8.031,26
5	€ 9.577,42	€ 7.685,41
6	€ 9.242,73	€ 7.097,46
7	€ 9.242,73	€ 6.791,82
8	€ 9.242,73	€ 6.499,35
9	€ 9.242,73	€ 6.219,48
10	€ 9.242,73	€ 5.951,65
TOT	€ 94.100,79	€ 74.604,43

Tabella 8: Risultati investimento lampada da 36 W con finanziamento

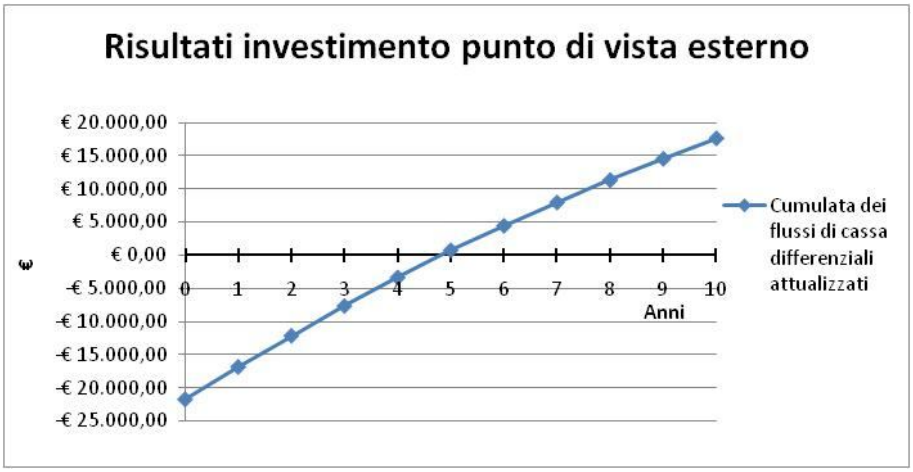

Figura 17: Risultati investimento lampada da 36 W punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura	Valore attuale Netto x esterno (10 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 0,21	€ 8.036	€ 11.555	5,32%

Tabella 9: Resoconto investimento lampada da 36 W punto di vista esterno

1.3.2.2 Plafoniera 2x36 W T8

Anche in questo caso si possono replicare le stesse argomentazioni, per cui la scelta ricade sul medesimo prodotto.

In Tabella 10 ed in Figura 18 sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 29.742	€ 16.955	€ 102.809	26.204 kWh	5

Tabella 10: Resoconto investimento lampada 2x36 W

Figura 18: Ritorno investimento lampada 2x36 W

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento, Tabella 11, o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo, Figura 19 e Tabella 12.

Anno	CF	CFA
1	€ 13.103,80	€ 12.539,52
2	€ 13.103,80	€ 11.999,54
3	€ 13.103,80	€ 11.482,81
4	€ 13.103,80	€ 10.988,34
5	€ 13.103,80	€ 10.515,15
6	€ 12.645,88	€ 9.710,71
7	€ 12.645,88	€ 9.292,55
8	€ 12.645,88	€ 8.892,39
9	€ 12.645,88	€ 8.509,47
10	€ 12.645,88	€ 8.143,03
TOT	€ 128.748,35	€ 102.073,51

Tabella 11: Risultati investimento lampada da 2x36 W con finanziamento

Figura 19: Risultati investimento lampada da 2x36 W punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura	Valore attuale Netto x esterno (10 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 0,21	€ 10.994	€ 15.810	5,32%

Tabella 12: Resoconto investimento lampada da 2x36 W punto di vista esterno

1.3.2.3 Tubo da 58 W

Anche in questo caso si possono replicare le stesse argomentazioni per cui la scelta ricade sul medesimo prodotto.

In Tabella 13 ed in Figura 20 sono riassunti gli aspetti principali di questo investimento.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 11.431	€ 6.216	€ 36.790	15.667 kWh	3

Tabella 13: Resoconto investimento lampada 1x58 W

Figura 20: Ritorno investimento lampada da 58 W

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento, Tabella 14, o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo, Figura 21 e Tabella 15.

Anno	CF	CFA
1	€ 4.735,69	€ 4.531,76
2	€ 4.735,69	€ 4.336,61
3	€ 4.735,69	€ 4.149,86
4	€ 4.735,69	€ 3.971,16
5	€ 4.735,69	€ 3.800,16
6	€ 4.461,90	€ 3.426,27
7	€ 4.461,90	€ 3.278,73

8	€ 4.461,90	€ 3.137,54
9	€ 4.461,90	€ 3.002,43
10	€ 4.461,90	€ 2.873,14
TOT	€ 45.987,91	€ 36.507,66

Tabella 14: Risultati investimento lampada da 58 W con finanziamento

Figura 21: Risultati investimento lampada da 58 W punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura	Valore attuale Netto x esterno (10 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 0,131	€ 3.890	€ 6.010	5,77%

Tabella 15: Resoconto investimento lampada da 58 W punto di vista esterno

1.3.2.4 Lampade da 18 W T8

Anche in questo caso il tipo di lampada proposta sarà in linea con le scelte già compiute, è stata analizzata anche la possibilità di inserire dei sensori di presenza.

In Tabella 16 ed in Figura 22 sono riassunti gli aspetti principali dell'intervento di sostituzione dei tubi fluorescenti standard.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 26.517	€ 13.628	€ 80.598	11.681 kWh	2

Tabella 16: Resoconto investimento solo lampade 1x18 W

Figura 22: Ritorno investimento solo lampade da 1x18 W

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento, Tabella 17, o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo, Figura 23 e Tabella 15.

Anno	CF	CFA
1	€ 10.193,93	€ 9.754,96
2	€ 10.193,93	€ 9.334,89
3	€ 10.193,93	€ 8.932,91
4	€ 10.193,93	€ 8.548,23
5	€ 10.193,93	€ 8.180,13
6	€ 9.989,79	€ 7.671,12
7	€ 9.989,79	€ 7.340,78
8	€ 9.989,79	€ 7.024,67
9	€ 9.989,79	€ 6.722,18
10	€ 9.989,79	€ 6.432,70
TOT	€ 100.918,62	€ 79.942,57

Tabella 17: Risultati investimento lampada da 18 W con finanziamento

Figura 23: Risultati investimento lampada da 18 W punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura	Valore attuale Netto x esterno (10 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 0,43	€ 8.400	€ 14.124	5,33%

Tabella 18: Resoconto investimento lampada da 18 W punto di vista esterno

1.3.2.5 Interpiani

In questo caso sono state trattate due tipologie di investimento differenti; per quel che riguarda la sostituzione delle lampade, in questo caso, ci sono altri fattori che è necessario prendere in considerazione. Escludendo per i motivi già citati il tubo sostitutivo a LED, è ora più indicato prendere in considerazione il tubo fluorescente a lunga durata rispetto che quello a risparmio energetico. Non esistendo grandi differenze di carattere economico tra le tre tipologie, si preferisce, in un ambiente come l'interpiano, privilegiare la sicurezza piuttosto che il risparmio. Quindi la scelta ricade sulla lampada a lunga durata con vita fino a 75000 ore.

L'analisi economica congiunta dei due investimenti ha dato esito negativo per la convenienza, in quanto il minor numero di ore l'anno di funzionamento che si avrebbe in seguito all'istallazione del controllo, annulla i benefici dovuti alla sostituzione, sarà quindi considerato il solo investimento riguardante il sistema di controllo dell'illuminazione.

In Tabella 19 ed in Figura 24 sono riassunti gli aspetti principali dell'intervento di sostituzione dei tubi ed inserimento del sistema di controllo degli ingressi.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 18.895	€ 34.682	€ 238.624	274.766 kWh	51

Tabella 19: Resoconto investimento sistema controllo degli accessi

Figura 24: Ritorno investimento sistema controllo degli accessi

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento, Tabella 20, o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo, Figura 25 e Tabella 21.

Anno	CF	NCF
1	€ 32.235,71	€ 30.847,57
2	€ 32.235,71	€ 29.519,20
3	€ 32.235,71	€ 28.248,04
4	€ 32.235,71	€ 27.031,62
5	€ 32.235,71	€ 25.867,58
6	€ 27.434,13	€ 21.066,55
7	€ 27.434,13	€ 20.159,38
8	€ 27.434,13	€ 19.291,27
9	€ 27.434,13	€ 18.460,55
10	€ 27.434,13	€ 17.665,60
TOT	€ 298.349,19	€ 238.157,36

Tabella 20: Risultati investimento sistema controllo degli accessi con finanziamento

Figura 25: Risultati investimento sistema controllo degli accessi punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura	Valore attuale Netto x esterno (10 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 0,01	€ 27.133	€ 23.924	12,66%

Tabella 21: Resoconto investimento sistema controllo degli accessi punto di vista esterno

1.3.3 Valutazione di introduzione degli inverter

In questo caso la scelta è stata già effettuata a monte prima della valutazione dell'investimento. Al momento degli incontri con i produttori, infatti, è stata discussa la scelta dei modelli più adatti per le due tipologie di carico-motore su cui si va ad agire. L'unica scelta che rimane è se installare l'inverter al quadro elettrico o a bordo macchina. Viste le esigue differenze di prezzo, è meglio considerare questa scelta caso per caso. In ogni modo i risultati presentati considerano l'adozione dell'inverter più caro, per ogni applicazione.

I due investimenti saranno presentati divisi per maggior chiarezza.

In Tabella 22 ed in Figura 26 sono riassunti gli aspetti principali dell'intervento di introduzione di inverter per motori asserviti ad UTA.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 25.326	€ 40.267	€ 277.578	255.386 kWh	48

Tabella 22: Resoconto investimento inverter UTA

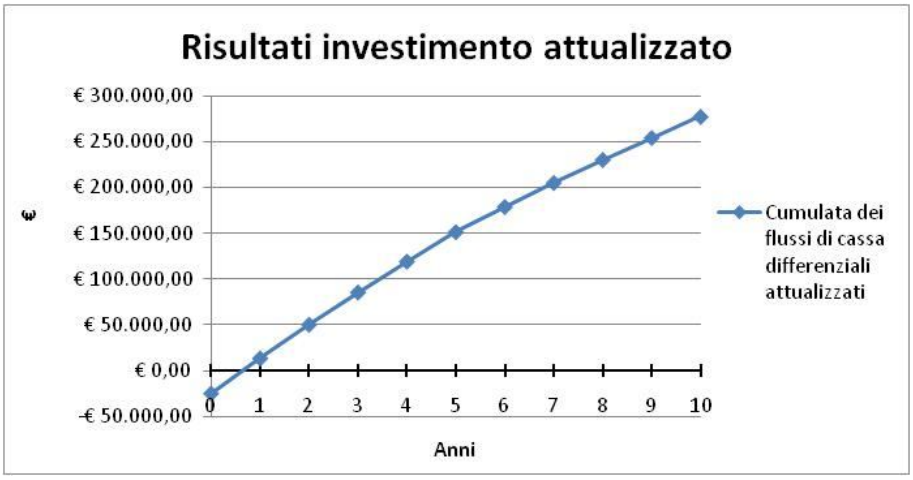

Figura 26: Ritorno investimento inverter UTA

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento, Tabella 23, o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo, Figura 25 e Tabella 24.

Anni	CF	NCF
1	€ 36.987,80	€ 35.395,02
2	€ 36.987,80	€ 33.870,83
3	€ 36.987,80	€ 32.412,28
4	€ 36.987,80	€ 31.016,54
5	€ 36.987,80	€ 29.680,89
6	€ 32.524,89	€ 24.975,73
7	€ 32.524,89	€ 23.900,22
8	€ 32.524,89	€ 22.871,02
9	€ 32.524,89	€ 21.886,15
10	€ 32.524,89	€ 20.943,68
TOT	€ 347.563,45	€ 276.952,35

Tabella 23: Risultati investimento inverter UTA con finanziamento

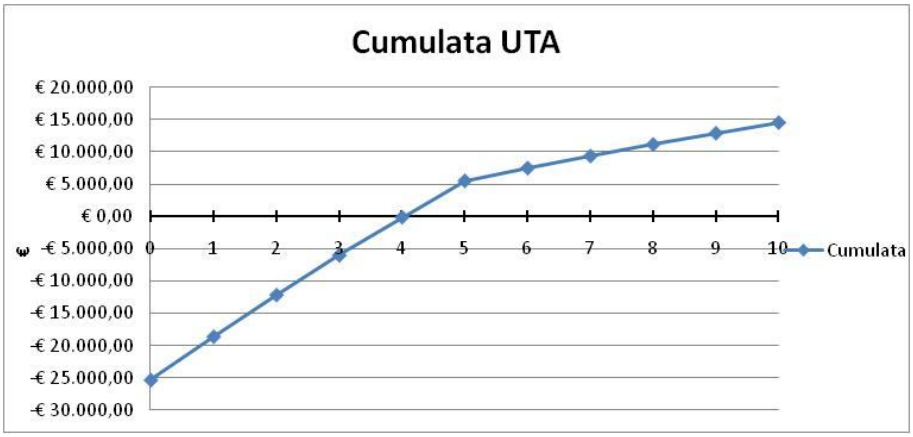

Figura 27: Risultati investimento inverter UTA punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura	Valore attuale Netto x esterno (10 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 0,01	€ 33.251	€ 14.474	5,72%

Tabella 24: Resoconto investimento inverter UTA punto di vista esterno

In Tabella 25 ed in Figura 28 sono riassunti gli aspetti principali dell'intervento di introduzione di inverter per motori asserviti a pompe.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 10.062	€ 10.306	€ 67.463	65.363 kWh	12

Tabella 25: Resoconto investimento inverter pompe

Figura 28: ritorno investimento inverter pompe

Si presentano anche i risultati nel caso in cui si realizzi l'investimento tramite finanziamento, Tabella 26, o nel caso in cui l'investimento sia realizzato da un terzo, Figura 29 e Tabella 27.

Anni	CF	NCF
1	€ 9.003,01	€ 8.615,32
2	€ 9.003,01	€ 8.244,33
3	€ 9.003,01	€ 7.889,31
4	€ 9.003,01	€ 7.549,58
5	€ 9.003,01	€ 7.224,48
6	€ 7.860,78	€ 6.036,26
7	€ 7.860,78	€ 5.776,32
8	€ 7.860,78	€ 5.527,58
9	€ 7.860,78	€ 5.289,55
10	€ 7.860,78	€ 5.061,77
TOT	€ 84.318,97	€ 67.214,52

Tabella 26: Risultati investimento inverter pompe con finanziamento

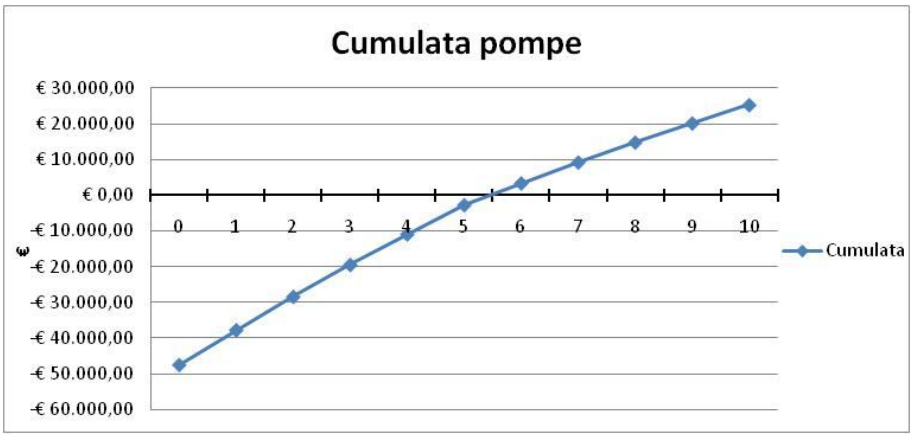

Figura 29: Risultati investimento inverter pompe punto di vista esterno

Costo risparmio x struttura (€/kWh)	Risparmio anno x struttura	Valore attuale Netto x esterno (10 anni)	Percentuale di interessi x esterno annua
€ 0,062	€ 10.042	€ 25.354	5,34%

Tabella 27: Resoconto investimento inverter pompe punto di vista esterno

1.3.4 Valutazioni finali

Completata la scelta della tipologia di investimenti da intraprendere, si ha la possibilità di tracciare il quadro generale dell'ospedale al termine dei lavori di ristrutturazione energetica propositi.
In Tabella 28 ed in Figura 30 sono riassunti gli aspetti principali del totale degli interventi proposti.

Costo iniziale	Risparmio primo anno	Valore Attuale Netto (10 anni)	Minor consumi annui	Tep risparmiate annue
€ 1.107.430	€ 384.133	€ 1.710.662	668.219 kWh	654

Tabella 28: Resoconto dell'investimento totale per l'ospedale di Poggibonsi

Figura 30: Ritorno dell'investimento totale per l'ospedale di Poggibonsi

Come si vede dai risultati ottenuti, gli investimenti proposti potrebbero portare un notevole risparmio alla struttura ospedaliera. Considerando il consumo totale di energia elettrica della struttura, che per il 2009 si attestava sui 6.391.000 kWh, si otterrebbe un **risparmio annuo di circa il 10%**. Considerando poi che i tempi di realizzazione fisica degli investimenti proposti sono brevi, l'investimento che richiederebbe più tempo è quello del cogeneratore, che dall'ordine alla messa in opera richiederebbe un periodo di circa 18 settimane: ci si trova di fronte ad una ottima opportunità per l'ospedale.
Inoltre con la realizzazione totale degli interventi si avrebbe una **diminuzione delle emissioni in atmosfera di CO_2 pari a 1838 tonnellate anno**.