

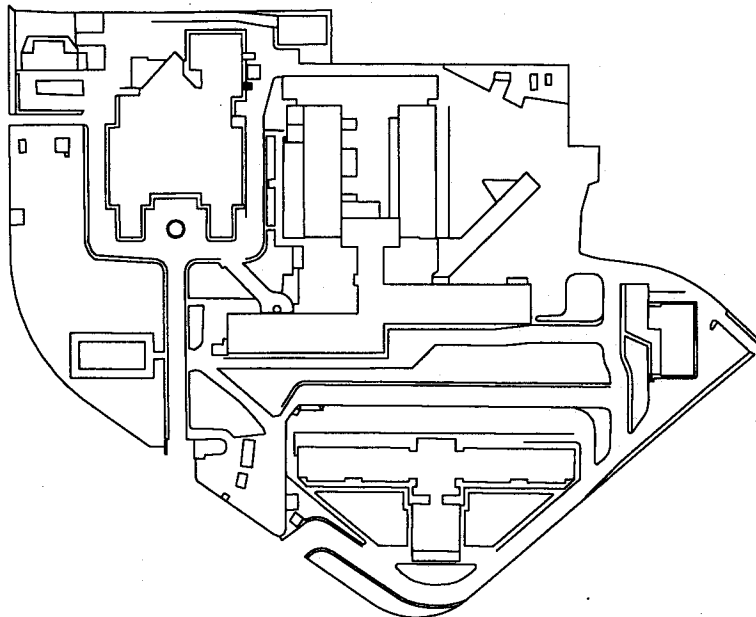


MINISTERO DELL'AMBIENTE

Programma Operativo Interregionale
"Energie rinnovabili e risparmio energetico"
2007-2013



ISTITUTO PER LO STUDIO E LA CURA DEI TUMORI
IRCCS "FONDAZIONE SENATORE G.PASCALE"
VIA MARIANO SEMMOLA - NAPOLI



PROGETTO PRELIMINARE - INTERVENTI PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL COMPLESSO OSPEDALIERO NELL'AMBITO DELLE LINEE DI ATTIVITÀ 2.2 "INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI E UTENZE ENERGETICHE PUBBLICHE O AD USO PUBBLICO" E 2.5 "INTERVENTI SULLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEL CALORE, IN PARTICOLARE DA COGENERAZIONE E PER TELERISCALDAMENTO E TELERAFFRESCAMENTO"

ELABORATO:
RELAZIONE TECNICA

COD.

RT

SCALA

DATA

NOVEMBRE 2010

S.C. ING. G. PASCALE

ING. ROBERTO SAMARELLI

Consulenza:

Università del Sannio

Dipartimento di Ingegneria

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
ING. ROBERTO SAMARELLI

DISEGN.

CONTR.

RIFERIMENTO

SC Prog.Man.imp.

N.

DATA

CAUSALE

COMPIL.

FILE RT.PDF

REVISIONI

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INTRODUZIONE AI PROGETTO DI EFFICIENTAMENTO DELL'INVOLUCRO	4
3. EDIFICIO PLESSO DEGENZE ANALISI DEI CARICHI TERMICI INVERNALI	5
4. EDIFICIO DAY-HOSPITAL ANALISI DEI CARICHI TERMICI INVERNALI	8
5. EDIFICIO RIPARTIZIONE SCIENTIFICA ANALISI DEI CARICHI TERMICI INVERNALI	11
6. ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI DEGLI EDIFICI PRINCIPALI	14
7. APPROFONDIMENTO DAY-HOSPITAL: ANALISI ENERGETICA DINAMICA DELLE RICHIESTE DI ENERGIA TERMICA PER IL RISCALDAMENTO INVERNALE E LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	17
8. APPENDICE 1	22
9. APPENDICE 2	24
10. INTRODUZIONE AL PROGETTO DI EFFICIENTAMENTO IMPIANTISTICO	27
11. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO OSPEDALIERO E DEI SUOI IMPIANTI	28
12. ANALISI ENERGETICA PRELIMINARE DEL COMPLESSO OSPEDALIERO	33
13. DIAGNOSI: I PUNTI DI CRITICITÀ E GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ...	42
14. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	43
14.1 COGENERAZIONE	43
14.1.1 INDICE DI RISPARMIO DI ENERGIA PES	46
14.1.2 RISULTATI AMBIENTALI CONSEGUITI	47
14.2 SOLARE TERMICO	49
14.3 PRODUZIONE FRIGORIFERA PIÙ EFFICIENTE E GEOTERMIA	51
14.4 SOSTITUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE	55
14.5 OTTIMIZZAZIONE DEI CIRCUITI IDRONICI SECONDARI	57
14.6 RIFACIMENTO DELLE COIBENTAZIONI DELLA DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	60
14.7 SISTEMA DI REGOLAZIONE, SUPERVISIONE E MONITORAGGIO	62
15. ASPETTI ENERGETICI E AMBIENTALI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI	69
16. NUOVO ASSETTO DELLA CENTRALE TERMOFRIGORIFERA	70
17. ELENCO ELABORATI GRAFICI ALLEGATI	74

1. PREMESSA

L'istituto Ospedaliero "G. Pascale" ha avviato un processo di riqualificazione dei propri edifici ed impianti, volto al miglioramento delle condizioni di occupazione, alla riduzione dei consumi energetici da fonte tradizionale associati all'utilizzo degli edifici e alla sicurezza degli addetti e dei fruitori. In particolare tale riqualificazione si inserisce in piano di interventi strutturali già individuati dall'Istituto per il biennio 2010-2011 e che vengono riassunti, a titolo informativo al paragrafo seguente.

Per quanto concerne l'efficientamento degli impianti di climatizzazione, ovvero, la riduzione dei consumi di energia primaria, come è noto, è possibile intervenire a livello di involucro edilizio (migliorandone la qualità), a livello di impianti (scegliendo soluzioni più efficienti), sfruttando le fonti rinnovabili disponibili in loco, o intervenendo sulle condizioni climatiche interne.

E' evidente che, con riferimento all'ultimo punto, le norme vigenti e la destinazione d'uso non consentono modifiche ai rigorosi standard progettuali interni, in termini di temperatura, umidità, qualità dell'aria, secondo quanto stabilito per l'edilizia ospedaliera.

Intervenendo sull'involucro è possibile ridurre il fabbisogno termico invernale ed estivo dell'edificio, e, ricorrendo a soluzioni impiantistiche più efficienti, è possibile, parimenti, un migliore sfruttamento/conversione dell'energia primaria in energia termica richiesta all'utenza.

Nel presente progetto preliminare, anche alla luce della disponibilità economica finanziabile, si sono ritenuti prioritari i seguenti interventi:

- 1. sostituzione e/o riqualificazione delle tecnologie utilizzate per il riscaldamento ed il raffreddamento degli ambienti al fine di promuovere l'efficienza energetica delle apparecchiature di produzione e di distribuzione dell'energia termofrigorifera attraverso anche l'utilizzo di fonti rinnovabili. Il cuore della proposta di efficientamento impiantistico risulta un sistema di trigenerazione (motore endotermico con accoppiato generatore elettrico, modulo di recupero termico e gruppo/frigo ad assorbimento) che eroga contemporaneamente circa il 40% della potenza elettrica e circa il 25 - 30% della potenza termofrigorifera assorbita a regime dal Complesso Ospedaliero. Accanto a tale sistema si è inoltre previsto la sostituzione di uno dei gruppo frigo esistente aria/acqua con compressori a vite (EER=2,8; IPLV=4,2) con un gruppo acqua/acqua con compressori centrifughi di ultima generazione del tipo a levitazione magnetica (EER=5; IPLV=7,1); il calore di condensazione del gruppo frigo a compressione centrifugo, così come quello del gruppo ad assorbimento del sistema di trigenerazione, avverrà attraverso un campo di sonde geotermiche verticali che sfruttano il calore del terreno come serbatoio naturale di energia termica. Gli interventi di efficientamento delle apparecchiature di produzione di energia termica si completeranno con l'utilizzo di solare termico per la produzione dell'acqua calda sanitaria, caldaie a condensazione per il riscaldamento ambientale in luogo degli attuali generatori di vapore, i quali introducono allo stato notevoli perdite sia exergetiche che energetiche. Infine si interverrà sulle reti di distribuzione dell'energia termofrigorifera sia con la ricoibentazione delle reti termofluidiche principali (contenimento delle dispersioni termiche), sia dotando le elettropompe di sistema di regolazione della portata attraverso convertitori di frequenza elettrici (riduzione dei consumi di pompaggio). Tali interventi sono stati individuati e dimensionati a valle di un'analisi energetica preliminare del complesso, riportata al paragrafo 12 della presente relazione.*
- 2. intervento sull'involucro edilizio dell'edificio adibito a Day-Hospital, data l'elevata cantierabilità, e dato che l'edificio è già, relativamente alla parte interna, oggetto di ristrutturazione.*

E' evidente che l'intervento sulla centrale termofrigorifera e sul Day-Hospital, sono il primo passo in quanto successivamente, anche mediante ricorso a fonti economiche e/o finanziamenti propri o tramite terzi, l'Istituto provvederà a intervenire sugli involucri edilizi anche degli altri edifici.

In tale ottica, volendo valutare i potenziali di risparmio degli interventi, già nel presente progetto sono stati parametricamente valutati i risparmi conseguibili con riferimento ai fabbisogni energetici, in termini di potenza ed energia termica annuale, per gli altri 2 edifici principali (Plesso Degenze e Ripartizione Scientifica).

2. INTRODUZIONE AL PROGETTO DI EFFICIENTAMENTO DELL'INVOLUCRO

Nella presente sezione, per sommi capi e nell'ottica di una semplice analisi di pre-fattibilità, sono valutati i carichi termici INVERNALI ed ESTIVI dei tre edifici principali dell'azienda ospedaliera "G. Pascale", Istituto Nazionale per lo Studio e la Cura dei Tumori, sita in Napoli. In particolare, i calcoli dei carichi termici hanno interessato:

1. Edificio adibito a degenze ospedaliere;
2. Edificio adibito a day-hospital;
3. Edificio adibito a ripartizione scientifica.

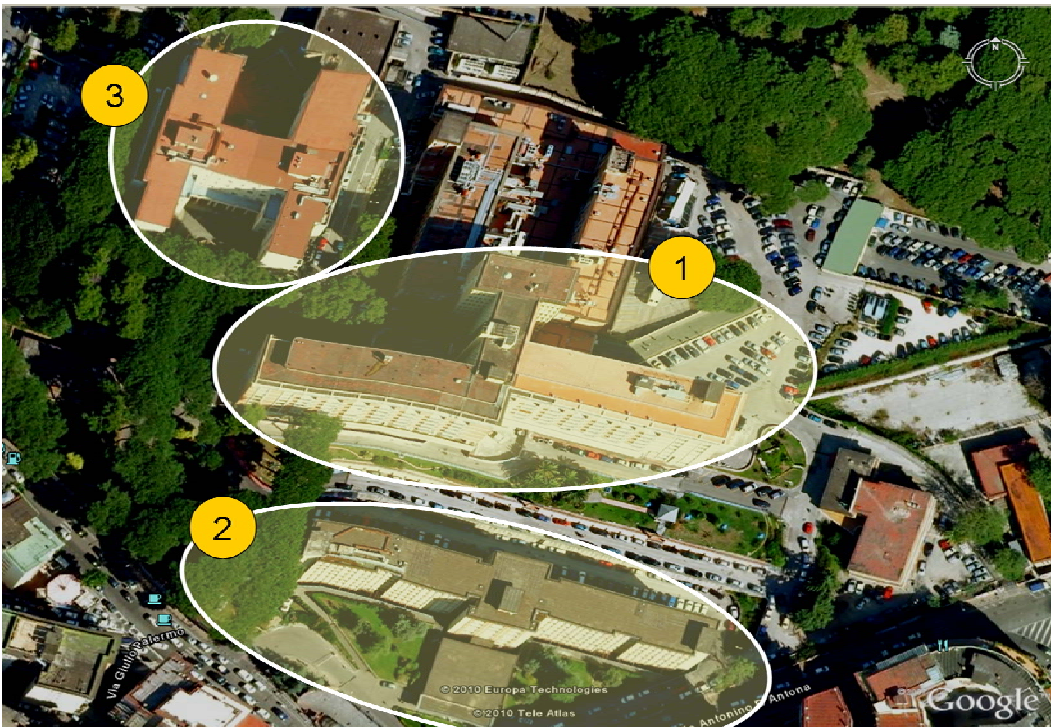


Figura 1: Foto aerea del complesso nella sua interezza

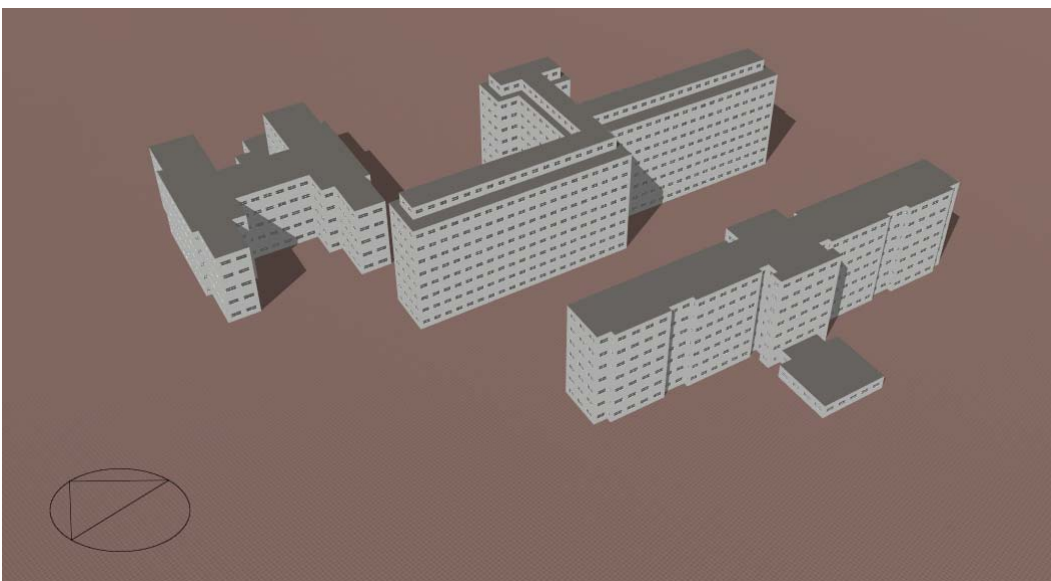


Figura 2: Rendering del modello di calcolo

3. EDIFICIO PLESSO DEGENZE ANALISI DEI CARICHI TERMICI INVERNALI

L'edificio adibito a plesso degenze ha una forma articolata, presentando un corpo rettangolare allungato, con ali sfalsate, ed un corpo, anch'esso rettangolare, posto in adiacenza, con sviluppo in direzione Nord-Est. Globalmente sono presenti 9 piani fuori terra, per un'altezza complessiva di 34 m circa.

Localizzazione: Napoli.

- ✘ Zona climatica C, 1034 GG;
- ✘ Temperatura esterna di progetto = 2 °C dal D.P.R. 1052/1977;
- ✘ Temperatura interna di progetto = 20 °C (D.P.R. 412/1993).

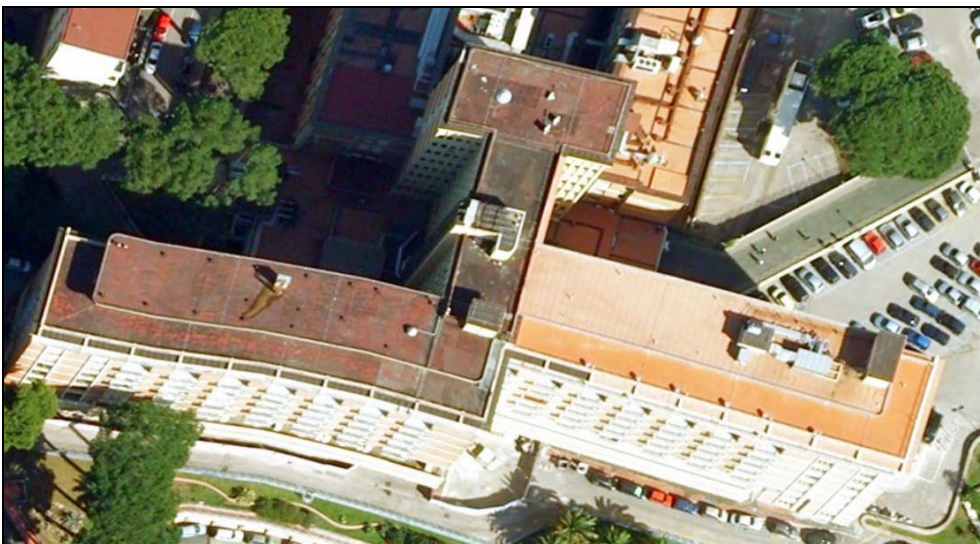


Figura 3: Foto aerea dell'edificio adibito a plesso degenze

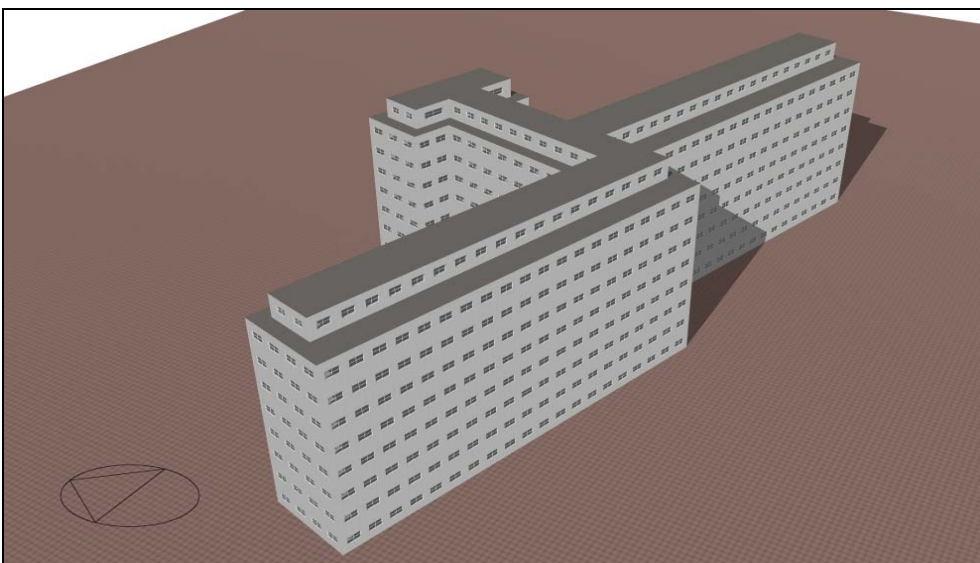


Figura 4: Rendering del modello di calcolo del plesso degenze

PLESSO DEGENZE: Involucro edilizio attuale (presunto e/o dedotto da descrizioni).

- ✦ Parete esterna: maschi murari in doppio tavolato di mattoni forti, ciascuno caratterizzato da laterizi forati da 10 cm, con intercapedine inclusa di 20 cm. Il muro è intonaco solo sul lato interno, mentre sul lato esterno è esposto il laterizio a vista; la trasmittanza termica complessiva di calcolo è valutata pari a 1.38 W/(m²K).
- ✦ Solaio a terra: struttura in latero-cemento non isolata; trasmittanza termica complessiva di calcolo valutata pari a 2.68 W/(m²K).
- ✦ Copertura: elemento strutturale in latero-cemento, senza presenza di isolamento termico; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.86 W/(m²K).
- ✦ Finestre: vetro-camera semplice 3/6/3, con riempimento della camera in aria; infisso in metallo; trasmittanza termica di calcolo pari a 3.2 W/(m²K). *Solo al secondo piano, sono presenti taluni componenti finestrati di migliore fattura, che, in ogni caso, non costituiscono la totalità delle finestre di tale piano.*

Edificio attuale. Valutazione dei carichi termici in regime di riscaldamento

Nel calcolo dei carichi termici sono state considerate le condizioni al contorno proprie della norma UNI 10339/1995 "Impianti aerulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura", in particolare per quanto riguarda gli affollamenti (0.1 persone/m²) ed il volume d'aria di rinnovo (11 x 10⁻³ m³/s persona) in utenze ospedaliere. Ciò determina circa 1 volume/ora di aria di rinnovo.

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in riscaldamento
	m ²	m	m ³	kW
Piano Terra	2080	3.80	7904	108.1
Primo Piano	2080	3.80	7904	102.2
Secondo Piano	2080	3.80	7904	100.9
Terzo Piano	2080	3.80	7904	100.7
Quarto Piano	2080	3.80	7904	101.3
Quinto piano	2080	3.80	7904	103.9
Sesto piano	2080	3.80	7904	111.2
Settimo piano	2080	3.80	7904	149.7
Ottavo piano	1000	3.50	3500	104.34
Totali	17640		66'732	982.4

L'edificio richiede una potenza media in riscaldamento, in condizioni nominali, pari a circa 14.7 W/m³.

Ai sensi del decreto legislativo 192/2005 e del D.P.R. 59/2009, qualora un edificio esistente fosse interessato da interventi di ristrutturazione parziale e/o totale, gli interventi sulle murature e sulle pareti vetrate devono essere tali da indurre trasmittanze termiche inferiori ai limiti di legge stabiliti per la specifica zona climatica (allegato C del D. Lgs. 311/2006).

Ciò implica, nelle condizioni climatiche di Napoli (Zona Climatica C, 1034 GG), le seguenti trasmittanze massime ammesse per i componenti dell'involucro edilizio su cui si interviene:

	PARETI ESTERNE	COPERTURA	SOLAIO A TERRA	FINESTRE
U_{LEGGE} W/(m ² K)	0.40	0.38	0.42	2.6

PLESSO DEGENZE: involucro edilizio riqualificato.

- ✦ Parete esterna: si prevede, rispetto allo stato di fatto, rimozione dei mattoni forati sul lato esterno dell'edificio, installazione all'interno dell'intercapedine di polistirene estruso (a celle chiuse) in lastre, 10 cm, conducibilità termica (λ) = 0.04 W/mK, ri-posizionamento dei mattoni sul lato esterno. L'intervento, pertanto, non altera l'estetica dell'edificio, ma riduce solo lo spessore dell'attuale intercapedine, riempiendola parzialmente con uno strato isolante. La trasmittanza termica complessiva di calcolo risulta pari a 0.28 W/(m²K).
- ✦ Solaio a terra: su tale componente non si ritiene di intervenire; la trasmittanza termica complessiva di calcolo resta pari a 2.68 W/(m²K).
- ✦ Copertura: elemento strutturale in latero-cemento. La riqualificazione prevede adozione, sul lato esterno, di cappotto termico costituito da 10 cm di polisterene estruso in lastre, conducibilità termica (λ) = 0.04 W/mK, con trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 0.35 W/(m²K).
- ✦ Finestre: Adozione di vetro-camera semplice 4/12/4, con riempimento camera in argon e una lastra basso-emissiva; infisso in Legno, trasmittanza termica di calcolo pari a 1.95 W/(m²K).

Edificio riqualificato. Valutazione dei carichi termici in regime di riscaldamento

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in riscaldamento
	m ²	m	m ³	kW
Piano Terra	2080	3.80	7904	89.3
Primo Piano	2080	3.80	7904	82.1
Secondo Piano	2080	3.80	7904	80.2
Terzo Piano	2080	3.80	7904	79.7
Quarto Piano	2080	3.80	7904	79.8
Quinto piano	2080	3.80	7904	80.3
Sesto piano	2080	3.80	7904	81.9
Settimo piano	2080	3.80	7904	87
Ottavo piano	1000	3.50	3500	50.1
Totali	17640	33.9	66'732	710.4

L'edificio richiede una potenza media in riscaldamento, in condizioni nominali, pari a circa 10.6 W/m³, con un risparmio sulla taglia di impianto di circa il 28%.

4. EDIFICIO DAY-HOSPITAL ANALISI DEI CARICHI TERMICI INVERNALI

L'edificio Day-Hospital ha una forma rettangolare allungata, simmetrica rispetto ad un corpo centrale più largo, elevandosi per 7 piani fuori terra, con un'altezza complessiva di 26.6 piani fuori terra.

A Sud-Ovest, l'edificio presenta un blocco posto in adiacenza, monopiano.

Localizzazione: Napoli.

- ✘ Zona climatica C, 1034 GG;
- ✘ Temperatura esterna di progetto = 2 °C dal D.P.R. 1052/1977;
- ✘ Temperatura interna di progetto = 20 °C (D.P.R. 412/1993).



Figura 5: Foto aerea dell'edificio adibito a Day-Hospital

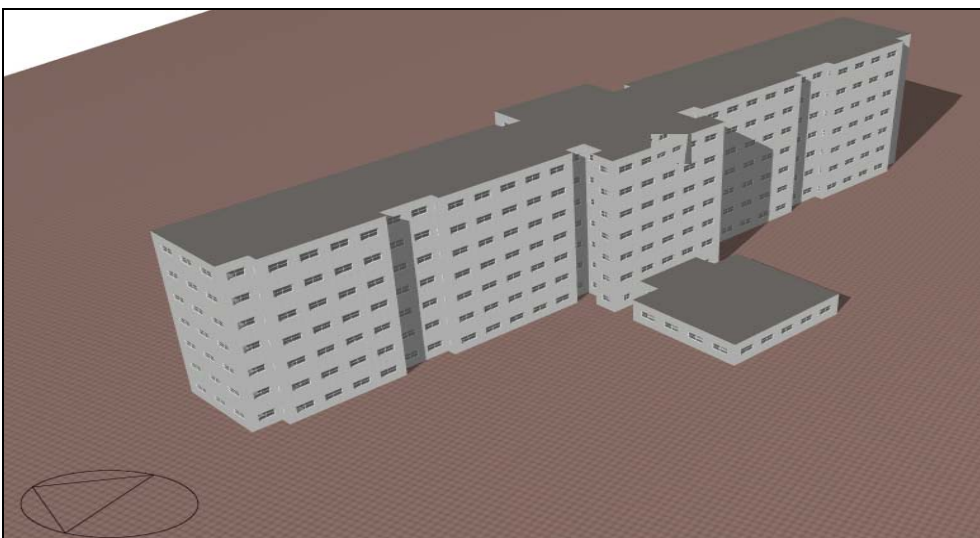


Figura 6: Rendering del modello di calcolo dell'edificio Day-Hospital

DAY-HOSPITAL: involucro edilizio attuale (presunto e/o dedotto da descrizioni).

- ✖ Parete esterna: tamponature esterne in doppio tavolato di mattoni forti, ciascuno caratterizzato da laterizi forati da 10 cm, con intercapedine inclusa di 20 cm. Il muro è intonaco solo sul lato interno, mentre sul lato esterno è esposto il laterizio a vista; la trasmittanza termica complessiva valutata da calcolo risulta pari a 1.38 W/(m²K).
- ✖ Solaio a terra: struttura in latero-cemento non isolata; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.68 W/(m²K).
- ✖ Copertura: elemento strutturale in latero-cemento, senza presenza di isolamento termico; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.86 W/(m²K).
- ✖ Finestre: vetro-camera semplice 3/6/3, con riempimento della camera in aria; infisso in metallo; trasmittanza termica di calcolo pari a 3.2 W/(m²K).

Edificio attuale. Valutazione dei carichi termici in regime di riscaldamento.

Nel calcolo dei carichi termici sono state considerate le condizioni al contorno proprie della norma UNI 10339/1995 “Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”, in particolare per quanto riguarda gli affollamenti (0.1 persone/m²) ed il volume d’aria di rinnovo (11 x 10⁻³ m³/s persona) in utenze ospedaliere.

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in riscaldamento
	m ²	m	m ³	kW
Piano Terra	1532	3.8	5821.6	78.2
Primo Piano	1532	3.8	5821.6	74.4
Secondo Piano	1532	3.8	5821.6	73.7
Terzo Piano	1532	3.8	5821.6	74.1
Quarto Piano	1532	3.8	5821.6	76.3
Quinto piano	1532	3.8	5821.6	85.5
Sesto piano	1532	3.8	5821.6	133
Corpo antistante	285	3.8	1083	29.7
Totali	11009		41'834.2	624.9

L’edificio richiede una potenza media in riscaldamento, in condizioni nominali, pari a circa 14.9 W/m³.

Ai sensi del decreto legislativo 192/2005 e del D.P.R. 59/2009, qualora un edificio esistente fosse interessato da interventi di ristrutturazione parziale e/o totale, gli interventi sulle murature e sulle pareti vetrate devono essere tali da indurre trasmittanze termiche inferiori ai limiti di legge stabiliti per la specifica zona climatica (allegato C del D. Lgs. 311/2006).

Ciò implica, nelle condizioni climatiche di Napoli (Zona Climatica C, 1034 GG), le seguenti trasmittanze massime ammesse per i componenti dell’involucro edilizio su cui si interviene:

	PARETI ESTERNE	COPERTURA	SOLAIO A TERRA	FINESTRE
U _{LEGGE} W/(m ² K)	0.40	0.38	0.42	2.6

DAY-HOSPITAL: involucro edilizio riqualificato.

- ✘ Parete esterna: la riqualificazione delle topanature esterne prevede, rispetto allo stato di fatto, rimozione dei mattoni forati sul lato esterno dell'edificio, installazione all'interno dell'intercapedine di polistirene estruso in lastre (celle chiuse), 10 cm, conducibilità termica (λ) = 0.04 W/mK, riposizionamento dei mattoni sul lato esterno. L'intervento, pertanto, non altera l'estetica dell'edificio, ma riduce solo lo spessore dell'attuale intercapedine, riempiendola parzialmente con uno strato isolante. La trasmittanza termica complessiva di calcolo risulta pari a 0.28 W/(m²K).
- ✘ Solaio a terra: su tale componente non si ritiene di intervenire; la trasmittanza termica complessiva di calcolo resta pari a 2.68 W/(m²K).
- ✘ Copertura: elemento strutturale in latero-cemento, con adozione, sul lato esterno, di cappotto termico costituito da 10 cm di polisterene estruso in lastre, conducibilità termica (λ) = 0.04 W/mK, con trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 0.35 W/(m²K).
- ✘ Finestre: prevista adozione di vetro-camera semplice 4/12/4, con riempimento camera in argon e una lastra basso-emissiva; infisso in Legno, trasmittanza termica di calcolo pari a 1.95 W/(m²K).

Edificio riqualificato. Valutazione dei carichi termici in regime di riscaldamento.

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in riscaldamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	1532	3.8	5821.6	64
Primo Piano	1532	3.8	5821.6	59.1
Secondo Piano	1532	3.8	5821.6	57.8
Terzo Piano	1532	3.8	5821.6	57.6
Quarto Piano	1532	3.8	5821.6	58
Quinto piano	1532	3.8	5821.6	59.8
Sesto piano	1532	3.8	5821.6	66
Corpo antistante	285	3.8	1083	15
Totali	11009		41'834.2	437.3

L'edificio richiede una potenza media in riscaldamento, in condizioni nominali pari, a circa 10.4 W/m³, con un risparmio sulla taglia di impianto di circa il 30%.

5. EDIFICIO RIPARTIZIONE SCIENTIFICA ANALISI DEI CARICHI TERMICI INVERNALI

L'edificio Ripartizione Scientifica ha una forma ad "H" simmetrica, elevandosi per 5 piani, fino ad un'altezza fuori terra di circa 20.50 m. A Nord-Est presenta, in adiacenza, un blocco ad un solo piano, destinato alla Radiologia.

Localizzazione: Napoli.

- ✘ Zona climatica C, 1034 GG;
- ✘ Temperatura esterna di progetto = 2 °C dal D.P.R. 1052/1977;
- ✘ Temperatura interna di progetto = 20 °C (D.P.R. 412/1993).

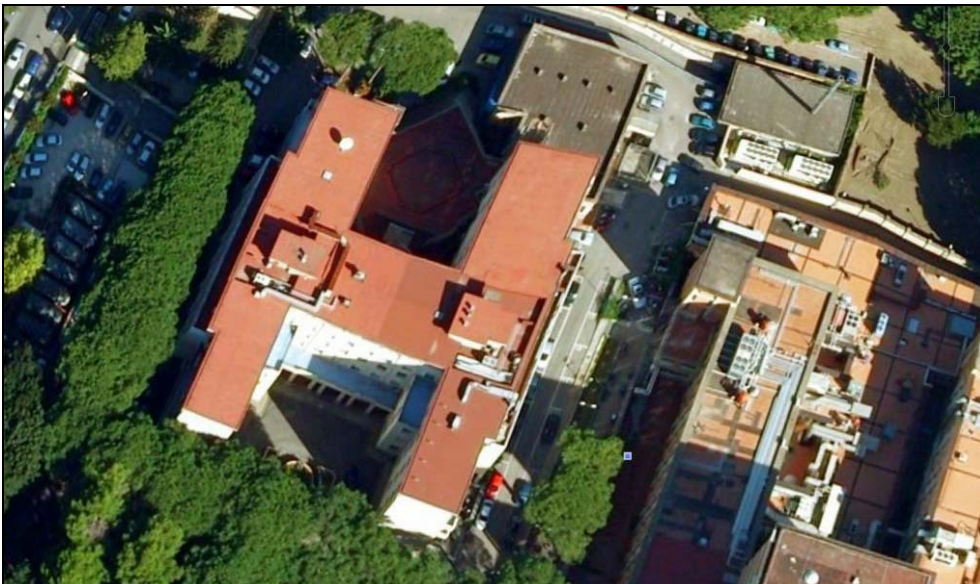


Figura 7: Foto aerea dell'edificio oggetto di interesse (Ripartizione Scientifica)

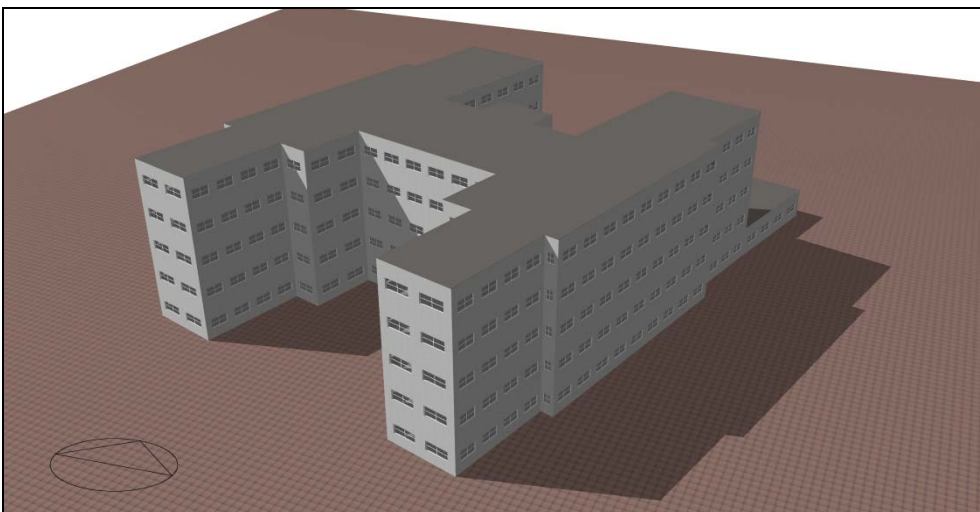


Figura 8: Rendering del modello di calcolo dell'edificio Ripartizione Scientifica

EDIFICIO RIPARTIZIONE SCIENTIFICA: involucro edilizio attuale (presunto e/o dedotto da descrizioni).

- ✘ Parete esterna: maschi murari in tufo intonacato su entrambe le facce; la trasmittanza termica complessiva valutata da calcolo risulta pari a 2.30 W/(m²K).
- ✘ Solaio a terra: struttura in latero-cemento non isolata; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.68 W/(m²K).
- ✘ Copertura: elemento strutturale in latero-cemento, senza presenza di isolamento termico; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 2.86 W/(m²K).
- ✘ Finestre: vetro-camera semplice 3/6/3, con riempimento della camera in aria; infisso in metallo; trasmittanza termica di calcolo pari a 3.2 W/(m²K).

Edificio attuale. Valutazione dei carichi termici in regime di riscaldamento.

Nel calcolo dei carichi termici sono state considerate le condizioni al contorno proprie della norma UNI 10339/1995 "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura", in particolare per quanto riguarda gli affollamenti (0.1 persone/m²) ed il volume d'aria di rinnovo (11 x 10⁻³ m³/s persona) in utenze ospedaliere.

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in riscaldamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	1660	4.10	6806	113.7
Primo Piano	1660	4.10	6806	110.7
Secondo Piano	1660	4.10	6806	112.1
Terzo Piano	1660	4.10	6806	121.3
Quarto Piano	1660	4.10	6806	171.7
Blocco Radiologia	216	4.10	886	27.8
Totali	8516		34'916	657

L'edificio richiede una potenza media in riscaldamento, in condizioni nominali pari a circa 18.8 W/m³.

Ai sensi del decreto legislativo 192/2005 e del D.P.R. 59/2009, qualora un edificio esistente fosse interessato da interventi di ristrutturazione parziale e/o totale, gli interventi sulle murature e sulle pareti vetrate devono essere tali da indurre trasmittanze termiche inferiori ai limiti di legge stabiliti per la specifica zona climatica (allegato C del D. Lgs. 311/2006).

Ciò implica, nelle condizioni climatiche di Napoli (Zona Climatica C, 1034 GG), le seguenti trasmittanze massime ammesse per i componenti dell'involucro edilizio su cui si interviene:

	PARETI ESTERNE	COPERTURA	SOLAIO A TERRA	FINESTRE
U _{LEGGE} W/(m ² K)	0.40	0.38	0.42	2.6

EDIFICIO RIPARTIZIONE SCIENTIFICA: involucro edilizio riqualificato.

- ✖ Parete esterna: l'intervento di riqualificazione prevede intervento sui maschi murari in tufo intonacato, mediante installazione di cappotto con esterno, realizzato in polistirene estruso in lastre (celle chiuse), 10 cm, conducibilità termica (λ) = 0.04 W/mK, con trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 0.34 W/(m²K). E' prevista, e considerata nei calcoli, nuova intonacatura esterna.
- ✖ Solaio a terra: su tale componente non si ritiene di intervenire; la trasmittanza termica complessiva di calcolo resta pari a 2.68 W/(m²K).
- ✖ Copertura: elemento strutturale in latero-cemento, con adozione, sul lato esterno, di cappotto termico costituito da 10 cm di polisterene estruso in lastre, conducibilità termica (λ) = 0.04 W/mK, con trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a 0.35 W/(m²K).
- ✖ Finestre: Vetro-camera semplice 4/12/4, con riempimento camera in argon e una lastra basso-emissiva; infisso in Legno, trasmittanza termica di calcolo pari a 1.95 W/(m²K).

Edificio riqualificato. Valutazione dei carichi termici in regime di riscaldamento.

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza riscaldamento in
	m ²	m	m ³	kW
Piano Terra	1660	4.10	6806	77.7
Primo Piano	1660	4.10	6806	72.1
Secondo Piano	1660	4.10	6806	71.2
Terzo Piano	1660	4.10	6806	72.7
Quarto Piano	1660	4.10	6806	79.6
Blocco Radiologia	216	4.10	886	13.4
Totali	8516		34'916	386.7

L'edificio richiede una potenza media in riscaldamento, in condizioni nominali, pari a circa 11.1 W/m³, con un risparmio sulla taglia di impianto di circa il 40%.

Per quanto caratterizzati da un livello di approssimazione tale da valere solo ai fini di un'analisi di pre-fattibilità, i calcoli sopra riportati denunciano un significativo miglioramento delle prestazioni energetiche ottenibili in termini di potenza termica richiesta agli impianti di riscaldamento in regime invernale.

Sebbene i menzionati calcoli facciano esclusivo riferimento alle potenze termiche calcolate in condizioni nominali, da questi si deduce chiaramente anche un potenziale notevole miglioramento conseguibile su base stagionale, mediante importante riduzione dell'energia richiesta durante l'intera stagione per la climatizzazione invernale degli ambienti interni agli edifici analizzati.

6. ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI DEGLI EDIFICI PRINCIPALI

Con riferimento ai medesimi edifici in precedenza analizzati (1. Edificio adibito a degenze ospedaliere, 2. Edificio adibito a day-hospital, 3. Edificio adibito a ripartizione scientifica) per quanto concerne i carichi nominali di progetto invernale, nelle seguenti pagine sono analizzati, sia per quanto riguarda l'assetto attuale dei fabbricati, sia in virtù degli interventi di riqualificazione energetica in precedenza proposti, i carichi termici in regime estivo.

Nelle more di un migliore livello di approssimazione, è stata considerata una temperatura interna degli ambienti pari a 26 °C, un carico di illuminazione generale pari a 5.65 W/m², un carico termico indotto da strumentazioni sanitarie, computer e di laboratorio pari a 25.25 W/m². Tali ultimi due dati sono stati desunti dalle fonti ASHRAE (Application Handbook 2007) e UK NCT (British National Childbirth Trust).

Affollamenti (0.1 persone/m²) e volume d'aria di rinnovo (11 x 10⁻³ m³/s persona) sono i medesimi in precedenza valutati in utenze ospedaliere dalla UNI 10339.

Per quanto riguarda gli involucri edilizi analizzati, ovviamente questi sono i medesimi considerati per il regime invernale. L'unica differenziazione consiste nell'adozione di schermature mobili, in alluminio, poste esternamente alle finestrate, con adozione di sistemi a lamelle orizzontali con trattamento alto-riflettente rispetto a tutte le lunghezze d'onde caratterizzanti la radiazione solare.

In regime estivo, i miglioramenti scaturiti dai bilanci di potenza sono di minore entità rispetto a quelli potenziali per il regime invernale. Questo accade per le 2 ragioni principali di seguito esposte:

1. I carichi termici sono prettamente connessi a sorgenti endogene (macchinari, luci, persone), rispetto ai quali il miglioramento dell'involucro edilizio non determina alcun beneficio;
2. il super-isolamento, ottenuto mediante cappotto esterno, è annualmente vantaggioso; su base stagionale, localmente, può essere penalizzante nelle ore in cui, a causa di elevati carichi endogeni e solari, la temperatura interna è maggiore di quella esterna, ragione per cui una parete con trasmittanza molto bassa ostacola lo smaltimento del flusso termico (dall'interno verso l'esterno), attraverso l'involucro edilizio.

In ogni caso, come visibile nelle tabelle seguenti, l'utilizzo delle schermature esterne, obbligatorie anche secondo la legislazione vigente, nonché i maggiori effetti di sfasamento ed attenuazione ottenuti mediante riqualificazione dell'involucro edilizio, non solo consentono carichi di picco più bassi in regime estivo, ma una maggiore costanza delle temperature interne, con funzionamento migliore da parte degli impianti di climatizzazione (COP più alti) e miglior comfort interno agli ambienti.

PLESSO DEGENZE: involucro edilizio attuale.**ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI**

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in raffrescamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	2080	3.80	7904	108.7
Primo Piano	2080	3.80	7904	138.0
Secondo Piano	2080	3.80	7904	147.3
Terzo Piano	2080	3.80	7904	150
Quarto Piano	2080	3.80	7904	151.4
Quinto piano	2080	3.80	7904	153.4
Sesto piano	2080	3.80	7904	163.5
Settimo piano	2080	3.80	7904	222.1
Ottavo piano	1000	3.50	3500	168.7
Totali	2080	33.9	66'732	1403.1

L'edificio richiede una potenza media in raffrescamento, in condizioni nominali, pari a circa 21.3 W/m³.

PLESSO DEGENZE: involucro edilizio riqualificato.**ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI**

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in raffrescamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	2080	3.80	7904	108.7
Primo Piano	2080	3.80	7904	132.5
Secondo Piano	2080	3.80	7904	142.3
Terzo Piano	2080	3.80	7904	145.4
Quarto Piano	2080	3.80	7904	146.4
Quinto piano	2080	3.80	7904	146.9
Sesto piano	2080	3.80	7904	148.5
Settimo piano	2080	3.80	7904	157.1
Ottavo piano	1000	3.50	3500	94
Totali	2080	33.9	66'732	1221.8

L'edificio richiede una potenza media in raffrescamento, in condizioni nominali pari a circa 18.3 W/m³, con un risparmio sulla taglia di impianto di circa il 13%.

DAY-HOSPITAL: involucro edilizio attuale**ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI**

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in raffrescamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	1532	3.8	5821.6	77.5
Primo Piano	1532	3.8	5821.6	98.9
Secondo Piano	1532	3.8	5821.6	105.7
Terzo Piano	1532	3.8	5821.6	107.8
Quarto Piano	1532	3.8	5821.6	110
Quinto piano	1532	3.8	5821.6	123.4
Sesto piano	1532	3.8	5821.6	212.9
Corpo antistante	285	3.8	1083	41.9
Totali	1532 + 285	26.6	41'834.2	878.1

L'edificio richiede una potenza media in raffrescamento, in condizioni nominali, pari a circa 21.0 W/m³.

DAY-HOSPITAL: involucro edilizio riqualificato**ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI**

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in raffrescamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	1532	3.8	5821.6	77.2
Primo Piano	1532	3.8	5821.6	95.4
Secondo Piano	1532	3.8	5821.6	102.5
Terzo Piano	1532	3.8	5821.6	104.7
Quarto Piano	1532	3.8	5821.6	105.6
Quinto piano	1532	3.8	5821.6	106.8
Sesto piano	1532	3.8	5821.6	116.9
Corpo antistante	285	3.8	1083	18.2
Totali	1532 + 285	26.6	41'834.2	727.3

L'edificio richiede una potenza media in raffrescamento, in condizioni nominali pari a circa 17.4 W/m³, con un risparmio sulla taglia di impianto di circa il 17%.

EDIFICIO RIPARTIZIONE SCIENTIFICA: involucro edilizio attuale**ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI**

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in raffrescamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	1660	4.10	6806	102.4
Primo Piano	1660	4.10	6806	128.9
Secondo Piano	1660	4.10	6806	138.6
Terzo Piano	1660	4.10	6806	155.4
Quarto Piano	1660	4.10	6806	248.7
Blocco Radiologia	216	4.10	886	29.15
Totali	1660 + 216	20.50	34'916	803.15

L'edificio richiede una potenza media in raffrescamento, in condizioni nominali, pari a circa 23.0 W/m³.

EDIFICIO RIPARTIZIONE SCIENTIFICA: involucro edilizio riqualificato**ANALISI DEI CARICHI TERMICI ESTIVI**

Zona Termica	Area in pianta	Altezza	Volume	Potenza in raffrescamento
	m ²	M	m ³	kW
Piano Terra	1660	4.10	6806	93.8
Primo Piano	1660	4.10	6806	115.6
Secondo Piano	1660	4.10	6806	124
Terzo Piano	1660	4.10	6806	128.2
Quarto Piano	1660	4.10	6806	142.6
Blocco Radiologia	216	4.10	886	13.6
Totali	1660 + 216	20.50	34'916	617.8

L'edificio richiede una potenza media in raffrescamento, in condizioni nominali pari a circa 17.7 W/m³, con un risparmio sulla taglia di impianto di circa il 23%.

7. APPROFONDIMENTO DAY-HOSPITAL: ANALISI ENERGETICA DINAMICA DELLE RICHIESTE DI ENERGIA TERMICA PER IL RISCALDAMENTO INVERNALE E LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Nelle righe seguenti, partendo da condizioni al contorno convenzionali per quanto concerne i profili di utilizzo dell'edificio in esame, e rimandando a una taratura del modello di simulazione energetica rigorosa per una valutazione dettagliata (per la quale saranno necessari approfondimenti), è stimata la richiesta di energia termica dell'edificio day-hospital.

In particolare, con riferimento a condizioni di utilizzo tipiche per questa destinazione d'uso, sono valutate le richieste di energia termica per la climatizzazione invernale ed il raffrescamento estivo.

L'analisi va intesa come studio di pre-fattibilità, essendo, per futuri approfondimenti, necessario conoscere le reali condizioni d'uso ed esercizio dell'edificio, relativamente a temperature invernali ed estive previste, condizioni concernenti il controllo dell'umidità, affollamenti diurni e notturni, potenze elettriche installate per macchinari ed illuminazione.

Le analisi energetiche dinamiche, riassunte nel seguito, sono state condotte sia per l'edificio attuale che per l'edificio riqualificato.

PRINCIPALI CONDIZIONI AL CONTORNO CONSIDERATE

1. Clima esterno: File climatico dinamico ASHRAE IWEC per Napoli.
2. Temperatura interna invernale: 23 °C, con set-back notturno a 18 °C.
3. Temperatura interna estiva: 26 °C, con set-back notturno a 30 °C.
4. Affollamento diurno: 0.1 persone/m².
5. Potenza elettrica dovuta a macchinari: 10 W/m².
6. Potenza elettrica dovuta a illuminazione: 5.65 W/m².
7. Scheduling di affollamento, utilizzo macchinari, utilizzo illuminazione: come da profili tipici, indicati in letteratura, per la destinazione d'uso day-hospital (*fonte Hospital-Day-Patients, UK NCT - British National Childbirth Trust*).

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO

Rispetto all'edificio base, così come in precedenza descritto nell'analisi relativa ai carichi termici invernali, la riqualificazione prevede azione sull'involucro mediante i diversi interventi di seguito sommariamente descritti:

1. **SOSTITUZIONE FINESTRE COMPRENSIVE DI INFISSI.** L'intervento proposto nasce dall'esigenza di contenere l'energia termica dispersa attraverso i componenti vetrati dell'involucro edilizio, sia per trasmissione sia a causa dei flussi energetici convettivi associati ai flussi di massa. I serramenti attuali (vetrocamera semplice 3/6/3, $U = 3.20 \text{ W/m}^2\text{K}$), con telaio in metallo, non consentono il contenimento di spifferi ed infiltrazioni d'aria. La proposta progettuale consiste nell'adozione di infissi in Legno, classificati alla tenuta al vento e dotati di componente trasparente in vetrocamera basso-emissivo con riempimento in argon ($U = 1.95 \text{ W/m}^2\text{K}$).

2. PARETI VERTICALI. Il secondo intervento proposto riguarda l'isolamento delle pareti perimetrali verticali. L'attuale trasmittanza termica della parete (presunta) risulta piuttosto elevata ($1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$), causando notevoli dispersioni di energia termica per trasmissione. A tale proposito, l'intervento di isolamento delle tamponature esterne, così come in precedenza illustrato nell'analisi relativa ai carichi termici, potrebbe essere condotto secondo 3 diverse modalità in contemporanea:

- ✦ Isolamento a cappotto dell'intelaiatura esterna dell'edificio, per quanto concerne il sistema di travi, pilastri e setti, realizzato in polistirene estruso in lastre (celle chiuse), 10 cm, conducibilità termica (λ) = 0.04 W/mK , posto in opera mediante tasselli.
- ✦ Isolamento in intercapedine delle tamponature, mediante insufflaggio di materiale isolante nella cavità compresa tra i due tavolati in laterizio. Tale scelta consente di non intervenire dall'esterno e di non rimuovere la fodera in mattoni a vista attuale. Per le ragioni di cui sopra, pur consapevoli di poter ottenere prestazioni inferiori rispetto ad un isolamento a cappotto dall'esterno, si propone un intervento di veloce messa in opera. L'insufflaggio di materiale isolante, sebbene non consenta l'eliminazione dei ponti termici (eliminati isolando a cappotto travi e pilastri), produrrà una notevole diminuzione del coefficiente di dispersione della parete. Il materiale, proposto per il riempimento dell'intercapedine, è la perlite espansa, isolante granulare leggero, atossico, non putrescibile, con ottime proprietà termoisolanti ($\lambda = 0.04\text{--}0.06 \text{ W/mK}$).
- ✦ Riempimento dei vani sottofinestra con lastre in polistirene estruso (celle chiuse), previo utilizzo, dall'interno, di idonea barriera al vapore.

Complessivamente, l'intervento è stimato consenta di portare la trasmittanza di calcolo, dagli attuali $1.38 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Figura 9: Spartitura del prospetto esterno dell'edificio Day-Hospital

3. SOLAIO A TERRA. Su tale componente non si ritiene di intervenire; la trasmittanza termica complessiva di calcolo resta pari a $2.68 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

4. COPERTURA. Attualmente si stima presenti strato strutturale in latero-cemento, senza presenza di isolamento termico; trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a $2.86 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. L'intervento proposto propone adozione, sul lato esterno, di cappotto termico costituito da 10-12 cm di polisterene estruso in lastre, conducibilità termica (λ) = $0.04 \text{ W}/\text{mK}$, con trasmittanza termica complessiva di calcolo pari a $0.35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. E' prevista la protezione del materiale e della struttura edilizia mediante guaina impermeabilizzante posta al di sopra.
5. SCHERMATURE. Per il regime estivo, è prevista adozione di schermature mobili, in alluminio, poste esternamente alle finestrate, con adozione di sistemi a lamelle orizzontali con trattamento alto-riflettente rispetto a tutte le lunghezze d'onde caratterizzanti la radiazione solare.

RICHIESTA DI ENERGIA TERMICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

	Volume	Energia termica richiesta	$EP_{i,inv}$ calcolato in condizioni <i>tailored</i>
	m^3	kWh	$\text{kWh}/\text{m}^3\text{anno}$
EDIFICIO ATTUALE	41'834	620'000	14.8
EDIFICIO RIQUALIFICATO	41'834	355'000	8.49

L'edificio riqualificato consente un risparmio, in termini di energia termica per il riscaldamento invernale, pari al 47%.

E' da notare come, dalle somme delle distinte di fornitura del 2009, la richiesta di energia per il riscaldamento del totale complesso del Pascale sia pari a 5'409'000 kWh (energia primaria).

Considerando che l'edificio Day-Hospital rappresenta circa il 29% del volume complessivo dell'Istituto ospedaliero ($41'834 \text{ m}^3$ rispetto ad un totale di circa $143'500$), ma che, essendo utilizzato solo di giorno, potrebbe richiedere circa 1/5 dell'energia termica complessivamente fornita, ed ipotizzando un rendimento dell'impianto di riscaldamento (vetusto) di circa il 60%, il risultato della firma energetica determinerebbe una richiesta di energia termica di circa il $649'000 \text{ kWh}_{termicib}$, denunciando un'ottima corrispondenza con i risultati della simulazione energetica ($620'000 \text{ kWh}_{termicib}$, scarto = 4.5%).

I risultati di cui sopra denunciano una soddisfacente affidabilità della analisi energetica dinamica.

RICHIESTA DI ENERGIA TERMICA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

	Volume	Energia termica richiesta	$EP_{e,inv}$ calcolato in condizioni <i>tailored</i>
	m^3	kWh	$\text{kWh}/\text{m}^3\text{anno}$
EDIFICIO ATTUALE	41'834	210'000	5.0
EDIFICIO RIQUALIFICATO	41'834	185'000	4.4

L'edificio riqualificato consente un risparmio, in termini di energia termica per il raffrescamento estivo, pari a circa il 12%.

In regime estivo, i miglioramenti scaturiti dai bilanci di potenza sono di minore entità rispetto a quelli potenziali per il regime invernale. Questo accade per le 2 ragioni principali già esposte in precedenza, nell'analisi relativa ai carichi termici:

1. I carichi termici sono prettamente connessi a sorgenti endogene;
2. il super-isolamento, ottenuto mediante cappotto esterno, è annualmente vantaggioso; su base stagionale, localmente, può essere penalizzante nelle ore in cui, a causa di elevati carichi endogeni e solari, la temperatura interna è maggiore di quella esterna.

Anche in questo caso, per valutare l'affidabilità della simulazione energetica dinamica, si è ritenuto necessario un confronto tra i risultati ottenuti e quelli desumibili dalle distinte dei contratti di fornitura.

Con riferimento all'intero complesso, andando a visionare le bollette mensili, è stata valutata, nei mesi invernali, la energia richiesta media per gli sui elettrici.

Ciò a consentito di isolare, nella stagione estiva, l'energia elettrica utilizzata per il funzionamento degli impianti di raffrescamento. Tale energia risulta stimata pari a 842'974 kWh_{elettrici}, rispetto ad un consumo totale annuo pari a 6'625'064. Pertanto:

- ✖ *in piena estate, l'energia elettrica per il raffrescamento rappresenta il 35% (luglio) ed il 36% (agosto) della totale elettricità assorbita.*
- ✖ *con riferimento all'interno annuo, la climatizzazione estiva pesa per circa il 12.7% del consumo elettrico.*

Come detto in precedenza, l'edificio Day-Hospital rappresenta circa il 29% del volume complessivo dell'Istituto ospedaliero (41'834 m³ rispetto ad un totale di circa 143'500). Anche ora, essendo utilizzato solo di giorno, si stima potrebbe richiedere circa 1/5 dell'energia complessivamente fornita.

Stimando, come visto in precedenza, una richiesta di energia elettrica complessiva per la climatizzazione estiva pari a 842'974 kWh_{elettrici}, questo implica che, con riferimento al solo edificio Day-Hospital, sono richiesti circa 168'600 kWh_{elettrici}.

Confrontando tale numero (168'600 kWh, energia elettrica) con quello scaturito dalla simulazione energetica dinamica (210'000 kWh, energia termica), risulta un COP (Coefficiente di Prestazione) dei chiller, valutato su base medio-stagionale, alquanto basso, pari a circa 1.25 Wh_{termici} / Wh_{elettrici}.

Anche tale risultato, seppur necessitante di approfondimento, comunque risulta essere verosimile, considerando le carenti tecnologie, gestioni di utilizzo e controllo delle macchine frigorifere. Anche in questo caso, i risultati della simulazione energetica dinamica, pur con tutte le approssimazioni prima descritte, dinamica può essere considerata affidabile.

COMMENTI A MARGINE

Una fase successiva del lavoro, propedeutica allo sviluppo della soluzione progettuale definitiva, dovrà consistere in un audit energetico accurato dell'edificio. A tale proposito, risulta opportuno sottolineare che le metodologie di calcolo da utilizzare saranno non quelle standard ("design" e "asset" rating), definite dal D.M. 26.06.2009 (Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica degli Edifici), bensì le metodologie di calcolo "tailored rating", introdotte dal medesimo provvedimento legislativo.

Tale scelta è legata al fatto che sarà necessaria una diagnosi energetica calata nelle specificità delle condizioni al contorno peculiari dell'edificio, e, in senso più ampio, del complesso ospedaliero in esame, al

fine di ottenere una valutazione affidabile, “tagliata su misura” (dall’inglese “tailored”) e non riferita a condizioni convenzionali d’uso, rispetto alla quale condurre poi un ottimale intervento di progettazione e riqualificazione energetica.

Alla analisi “tailored rating” (semi-stazionaria), potrà essere affiancata, come ulteriore strumento di valutazione e diagnostica, un’analisi energetica in regime dinamico, avvalendosi, così come fatto già in questa sede di progetto preliminare, di strumenti di calcolo opportuni, validati in letteratura tecnica e, più in generale, dalla comunità scientifica internazionale.

Tali sofisticate procedure di calcolo, seppur complesse, sono opportune da utilizzare laddove, soprattutto in edifici altamente energivori e richiedenti elevati standard di comfort, un audit energetico accurato, foriero di una costruzione di uno scenario prestazionale verosimile, risulta necessario per una corretta progettazione della riqualificazione.

8. APPENDICE 1

PARAMETRI PRESTAZIONALI MASSIMI (TRASMITTANZE TERMICHE E INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA INVERNALE – EP_i) E MINIMI (RENDIMENTI DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO) PREVISTI DALLA LEGISLAZIONE ATTUALE (D. LGS. 192/2005 E D.P.R. 59/2009)

TRASMITTANZE TERMICHE (ALLEGATO C, D. LGS. 311/2006)

TABELLA 2.1 Strutture opache verticali (U limite in W/m²K)			
Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006	Dal 1 gennaio 2008	Dal 1 gennaio 2010
A	0.85	0.72	0.62
B	0.64	0.54	0.48
C	0.57	0.46	0.40
D	0.50	0.40	0.36
E	0.46	0.37	0.34
F	0.44	0.35	0.33

TABELLA 3.1 Coperture (U limite in W/m²K)			
Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006	Dal 1 gennaio 2008	Dal 1 gennaio 2010
A	0.80	0.42	0.38
B	0.60	0.42	0.38
C	0.55	0.42	0.38
D	0.46	0.35	0.32
E	0.43	0.32	0.30
F	0.41	0.31	0.29

TABELLA 3.2 Pavimenti verso locali non riscaldati o esterno (U limite in W/m²K)			
Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006	Dal 1 gennaio 2008	Dal 1 gennaio 2010
A	0.80	0.74	0.65
B	0.60	0.55	0.49
C	0.55	0.49	0.42
D	0.46	0.41	0.36
E	0.43	0.38	0.33
F	0.41	0.36	0.32

TABELLA 4.a Chiusure trasparenti (U limite in W/m²K)			
Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006	Dal 1 gennaio 2008	Dal 1 gennaio 2010
A	5.5	5.0	4.6
B	4.0	3.6	3.0
C	3.3	3.0	2.6
D	3.1	2.8	2.4
E	2.8	2.4	2.2
F	2.4	2.2	2.0

TABELLA 4.b Vetri (U limite in W/m²K)			
Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006	Dal 1 luglio 2008	Dal 1 gennaio 2011
A	5.0	4.5	3.7
B	4.0	3.4	2.7
C	3.0	2.3	2.1
D	2.6	2.1	1.9
E	2.4	1.9	1.7
F	2.3	1.7	1.3

RENDIMENTI MINIMI DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO INVERNALE

Rendimento globale medio stagionale (η_g) $\geq (75 + 3\log P_n)\%$ se $P_n < 1000$ kW
Rendimento globale medio stagionale (η_g) $\geq 84\%$ se $P_n \geq 1000$ kW

**INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (EP)
IN ENERGIA PRIMARIA**

	TABELLA 1.6 EP, limite dal 1 gennaio 2010 (valori in kWh/m ³ anno)									
	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	< 600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	> 3000 GG
≤ 0.2	2	2	3.6	3.6	6	6	9.6	9.6	12.7	12.7
≥ 0.9	8.2	8.2	12.8	12.8	17.3	17.3	22.5	22.5	31	31

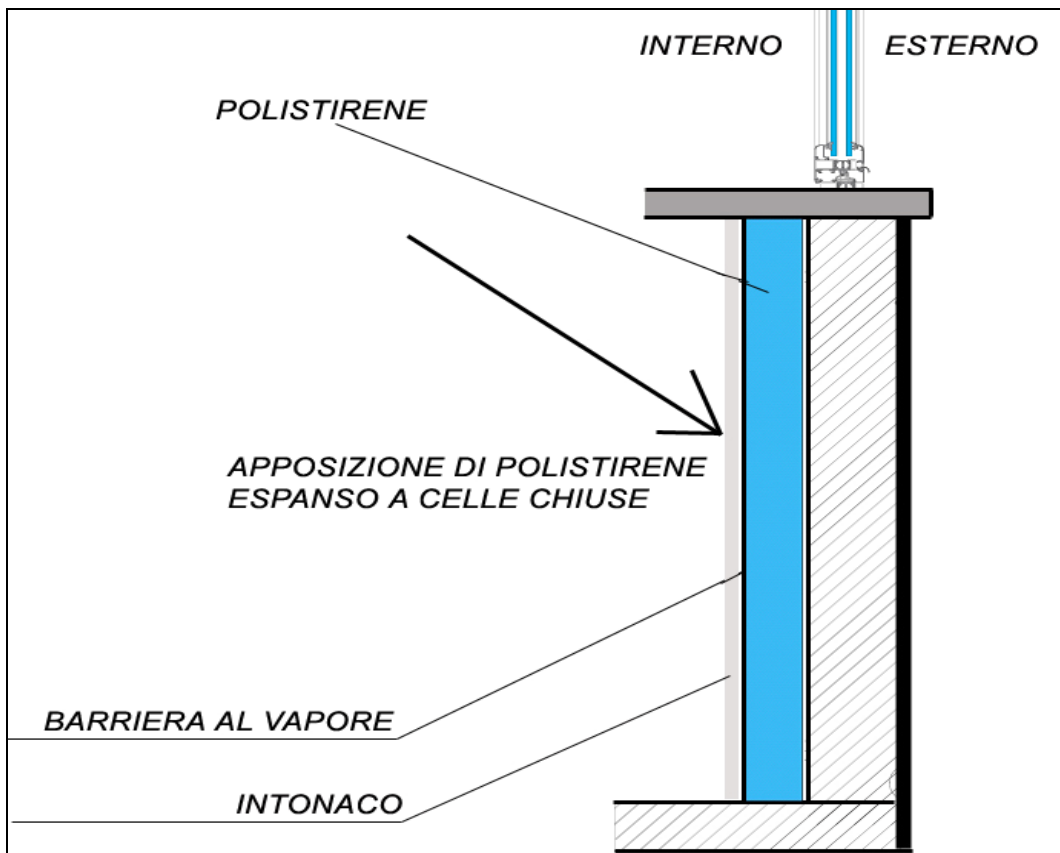
**INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (EP)
IN ENERGIA TERMICA**

Secondo il D.P.R. 59/2009, tale indice è imposto che debba risultare:

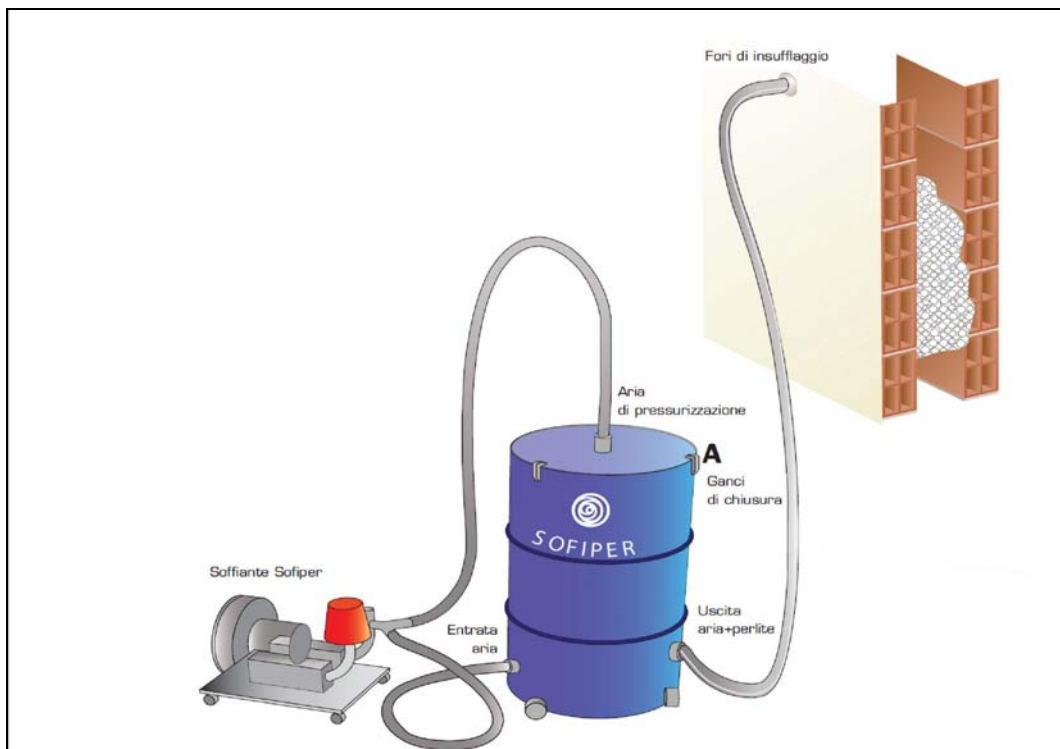
- ✘ ≤ 14 kWh/m² (altri edifici) nelle zone climatiche A e B;
 - ✘ ≤ 10 kWh/m² (altri edifici) nelle zone climatiche C, D, E ed F.
-

9. APPENDICE 2

ESEMPI FOTOGRAFICI ED ABACCHI DI IMMAGINI RELATIVI AGLI INTERVENTI PREVISTI



Intervento per l'isolamento dei cassonetti (Polistirene dall'interno con barriera al vapore)



Intervento per l'isolamento delle tamponature (insufflaggio di perlite)

Fonte: <http://www.perlite.it/pdf/Edilizia/STPeralit25-Idroperalit.pdf>



Intervento per l'isolamento dei ponti termici costituiti da travi e pilastri (cappotto esterno)

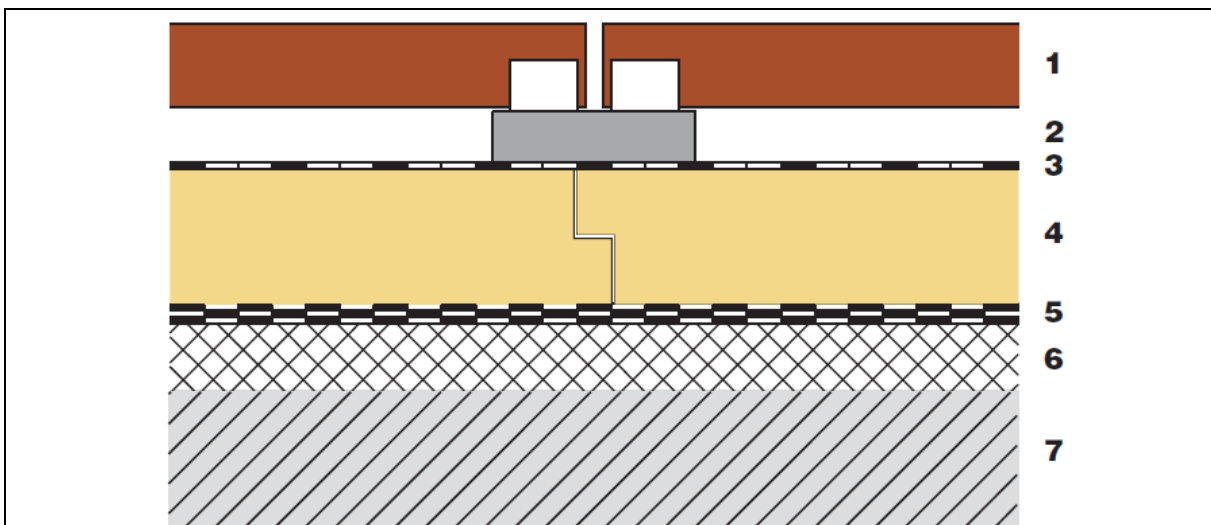


fig.17 - Stratigrafia di tetto rovescio pedonabile

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 pavimentazione | 4 URSA XPS |
| 2 distanziatori | 5 manto impermeabile |
| 3 strato di separazione | 6 massetto di pendenza |
| | 7 solaio di copertura |

Intervento per l'isolamento della copertura (tetto rovescio pedonabile)

Fonte: http://www.portaledesign.com/download//URSA_XPS_coperture.pdf



Intervento di sostituzione dei serramenti in alluminio con infissi in legno



Intervento di apposizione delle schermature esterne per il controllo dell'irraggiamento solare

10. INTRODUZIONE AL PROGETTO DI EFFICIENTAMENTO IMPIANTISTICO

Nella presente relazione sono considerati i benefici in termini di risparmio energetico ed ambientale derivanti da proposte operate nel sistema impiantistico che andranno a sommarsi a quelli derivanti dall'efficientamento dell'involucro edilizio.

Come riportato nella premessa generale della presente relazione, il complesso degli interventi impiantistici riguarderanno essenzialmente la sostituzione e/o riqualificazione delle tecnologie utilizzate per il riscaldamento ed il raffreddamento degli ambienti al fine di promuovere l'efficienza energetica delle apparecchiature di produzione e di distribuzione dell'energia termofrigorifera attraverso anche l'utilizzo di fonti rinnovabili.

Il cuore della proposta risulta un sistema di trigenerazione (motore endotermico con accoppiato generatore elettrico, modulo di recupero termico e gruppo/frigo ad assorbimento) che eroga contemporaneamente circa il 40% della potenza elettrica e circa il 25 – 30% della potenza termofrigorifera assorbita a regime dal Complesso Ospedaliero. Accanto a tale sistema si è inoltre previsto la sostituzione di uno dei gruppo frigo esistente aria/acqua con compressori a vite ($EER=2,8$; $IPLV=4,2$) con un gruppo acqua/acqua con compressori centrifughi di ultima generazione del tipo a levitazione magnetica ($EER=5$; $IPLV=7,1$); il calore di condensazione del gruppo frigo a compressione centrifugo, così come quello del gruppo ad assorbimento del sistema di trigenerazione, avverrà anche attraverso un campo di sonde geotermiche verticali che sfruttano il calore del terreno come serbatoio naturale di energia termica. Gli interventi di efficientamento delle apparecchiature di produzione di energia termica si completeranno con l'utilizzo di solare termico per la produzione dell'acqua calda sanitaria, caldaie a condensazione per il riscaldamento ambientale in luogo degli attuali generatori di vapore, le quali introducono allo stato notevoli perdite sia exergetiche che energetiche. Infine si interverrà sulle reti di distribuzione dell'energia termofrigorifera sia con la riorientazione delle reti termofluidiche principali (contenimento delle dispersioni termiche), sia dotando le elettropompe di sistema di regolazione della portata attraverso convertitori di frequenza elettrici (riduzione dei consumi di pompaggio).

11. DESCRIZIONE DEL COMPLESSO OSPEDALIERO E DEI SUOI IMPIANTI

L'approccio utilizzato nell'individuazione e sviluppo degli interventi di riqualificazione impiantistica è orientato ad una grande attenzione verso gli aspetti di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni di inquinanti; inoltre vengono nel seguito proposti interventi atti a migliorare la sicurezza, affidabilità e disponibilità connessa agli impianti tecnologici.

In virtù di tale premessa, la conoscenza degli impianti nella loro configurazione attuale è ritenuta necessaria per l'individuazione degli interventi individuati al fine di raggiungere gli obbiettivi sopra richiamati. Di seguito si passa a descrivere brevemente la composizione degli impianti attualmente previsti.

Il complesso ospedaliero è composto essenzialmente da 5 edifici quali:

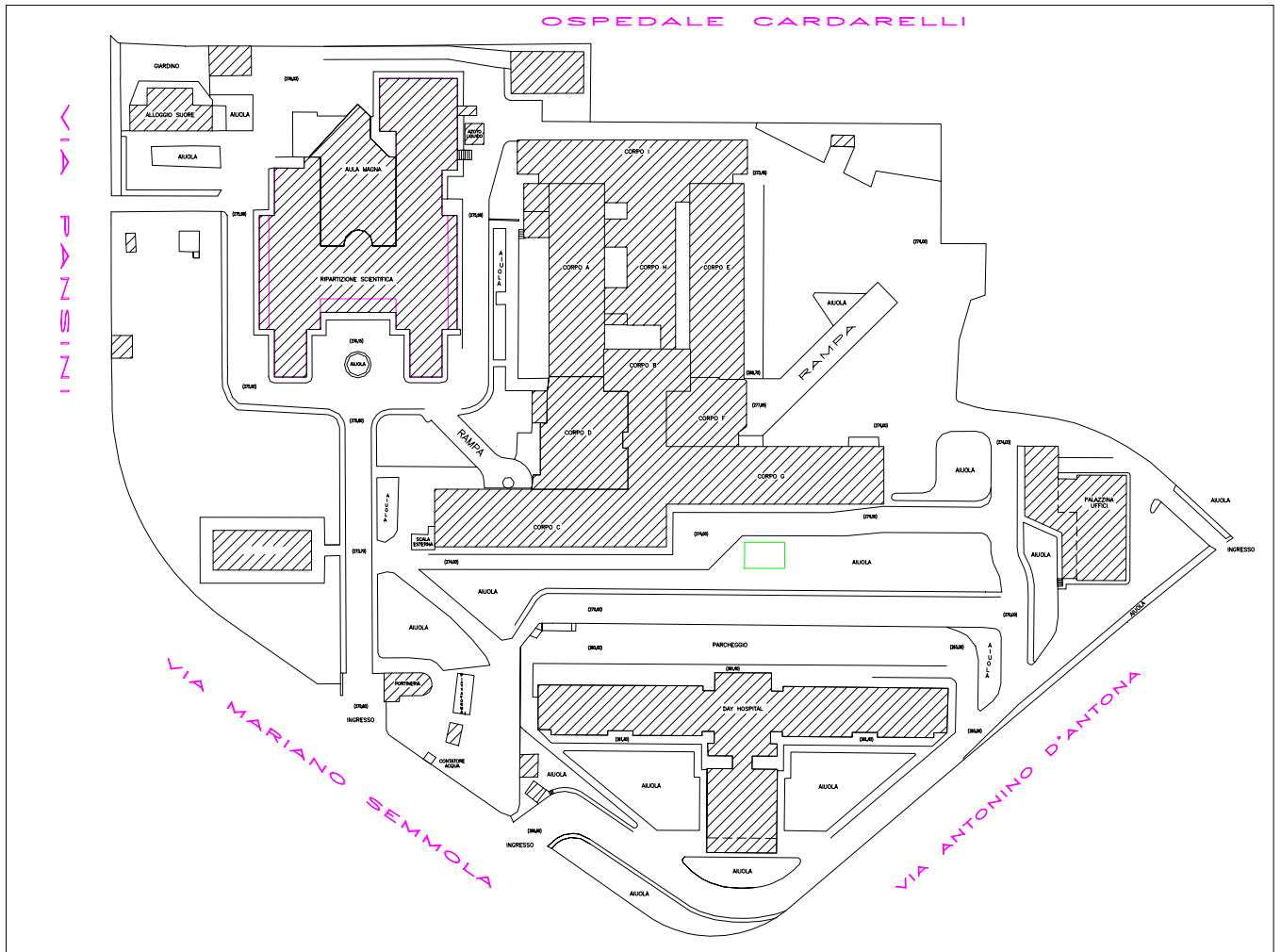
- Palazzina Uffici (circa 1.300 m²)
- Day Hospital (circa 12.000 m²)
- Ripartizione scientifica (circa 8.500 m²)
- Edificio ospedaliero (costituito da 8 corpi adiacenti per un totale di circa 20.000 m²)

L'edificio ospedaliero a sua volta è formato da più corpi adiacenti:

- i corpi B, C, e G ospitano sostanzialmente le degenze;
- i corpi A, E, H, I ospitano le strutture specialistiche quali le sale operatorie, la medicina nucleare, ecc.
- il corpo D rappresenta la centrale termica.

In riferimento alle degenze, recentemente l'amministrazione ha operato la completa ristrutturazione del corpo C che rappresenta, nell'ambito dell'edificio ospedaliero, circa 8.000 m² adibiti a degenza: tali spazi saranno a breve operativi e porteranno i posti letto dai circa 180 attuali a circa 300; si è ritenuto quindi di caratterizzare energeticamente il complesso ospedaliero tenendo conto del suddetto assetto

Di seguito si riporta la planimetria del complesso con l'indicazione dei vari corpi.



A servizio dell'intero complesso ospedaliero, a meno della palazzina uffici dotata di impianto autonomo (composto da caldaia a gas da circa 230 kW – gruppo frigorifero da 60 kWf) è presente una centrale termofrigorifera al piano -1 del corpo D in cui viene prodotto il vapore sia per gli utilizzi tecnologici (sterilizzazione e cucina) sia per l'alimentazione degli scambiatori del circuito di riscaldamento e del circuito acqua calda sanitaria.

Nello stesso locale sono presenti tutte le distribuzioni e le elettropompe per la distribuzione dell'acqua calda e refrigerata a servizio dell'impianto di riscaldamento e condizionamento estivo; la produzione di acqua refrigerata per l'impianto centralizzato è affidata a due refrigeratori installati all'aperto di fronte il corpo "Piastra Radiologica".

La centrale termofrigorifera descritta alimenta tutti gli edifici dal punto di vista termico mentre i soli corpi dell'edificio principale per quanto concerne il condizionamento estivo.

Gli altri edifici sono per lo più alimentati da impianti autonomi presenti nei cortili o sulle coperture degli edifici. Essendo l'edificio principale composto da numerosi reparti specialistici (sale operatorie, radiologia, TAC, Pet ecc) anche questi sono provvisti di impianti autonomi (solo frigoriferi e a pompa di calore).

La centrale termica è composta essenzialmente da 4 generatori di vapore di cui uno dimesso (GV1) delle seguenti caratteristiche:

Sigla	Potenza Termica Nominale [kW]	Pressione Esercizio [Bar]
GV1	1163	8
GV2	2791	8
GV3	2907	8
GV4	1163	8

Il vapore prodotto, come detto in precedenza, alimenta sia le utenze tecnologiche sia tre scambiatori di calore per il circuito di riscaldamento (Pot. 2.000 kW cadauno), sia i due scambiatori (per un totale di circa 830 kW) a servizio dei boiler (tre da 3000 litri) per la produzione dell'acqua calda sanitaria. Dagli scambiatori di calore l'acqua viene inviata ai collettori di distribuzione da cui si dipartono tutte le utenze dell'impianto di riscaldamento a mezzo di elettropompe centrifughe. Analogamente per il circuito sanitario dove si dipartono i vari rami d'alimentazione delle singole utenze sui cui ricircoli sono presenti le relative elettropompe.

Di seguito si riporta l'elenco delle elettropompe esistenti con il relativo circuito servito.

Sigla	Descrizione circuito	Potenza elettrica (kw)
P1	Circuito ritorno A.R. evaporatore	3
P2	Circuito ritorno A.R. evaporatore 3	3
P3	P3 Circuito ritorno A.R. evaporatore 3	3
P4	P4 Circuito ritorno A.R. evaporatore 3	3
P4a	P4a Circuito ritorno A.R. evaporatore 3	3
P5	P5 CDZ corpo A,E,F	7,5
P6	P6 CDZ corpo A,E,F	7,5
P7	P7 CDZ corpo A,E,F	7,5
P8	Radiatori corpo E	0,75
P9	Radiatori corpo E	0,75
P10	Areatori cucine	0,75
P11	Areatori cucine	0,75
P12	Ritorno caldo FAN COIL corpo F	0,75
P13	Ritorno caldo FAN COIL corpo F	0,75
P14	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria	3
P15	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria	3
P16	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria	3
P17	Primario gruppi frigo	12,5
P18	Primario gruppi frigo	12,5
P19	Primario gruppi frigo	12,5
P20	Caldo D.H.	3
P21	Caldo D.H.	3
P22	Caldo Piastra radiologica	3
P23	Caldo Piastra radiologica	3
P24	Caldo Ristrutturazione scientifica	3
P25	Caldo Ristrutturazione scientifica	3
P26	Caldo Corpo G	2,2
P27	Caldo Corpo G	2,2
P28	Caldo Corpo B,C	2,2
P29	Caldo Corpo B,C	2,2
P30	FAN COIL corpo G	2,2
P31	FAN COIL corpo G	2,2
P31a	FAN COIL corpo G	2,2
P32	FAN COIL corpo G	2,2
P33	FAN COIL corpo G	4
P34	Caldo	1,1
P35	Caldo	0,34

P36	Primario ACS	0,32
P37	Primario ACS	0,32
P41	Ricircoli ACS corpo G	0,6
P42	Ricircoli ACS corpo G	0,6
P43	Ricircoli ACS corpo A,G	0,24
P44	Ricircoli ACS D.H.	0,24
P45	coli ACS piastra radiolog	0,24
P46	Ricircoli ACS corpo E	0,24

Per quanto concerne il condizionamento estivo, esiste una produzione centralizzata dell'acqua refrigerata prodotta da due gruppi frigoriferi marca "SEVESO" (Pot. 700 kW cadauno; vedi figura sottostante); il fluido termovettore prodotto da tali unità è inviata ad un collettore generale (in centrale termica) da cui spillano i vari circuiti dell'edificio ospedaliero e della ripartizione scientifica.



Inoltre sono presenti alcuni gruppi frigoriferi/pompe di calore installate nei pressi dei locali/reparti da essi condizionati; di seguito si riporta l'elenco di tutte le unità frigorifere presenti nel complesso.

Nomenclatura Pompa di Calore	Casa costruttrice Pompa di calore	Reparto servito
Pompa di calore PDC-01	YORK	STABULARIO
Pompa di calore PDC-02	RHOSS	RISONANZA MAGNETICA
Pompa di calore PDC-03	RHOSS	RISONANZA MAGNETICA
Pompa di calore PDC-04	SEVESO CLIMA	CENTRALE FRIGO GENERALE
Pompa di calore PDC-05	SEVESO CLIMA	CENTRALE FRIGO GENERALE
Pompa di calore PDC-06	RHOSS	RISONANZA MAGNETICA
Pompa di calore PDC-07	RHOSS	CICLOTRONE AMBIENTI
Pompa di calore PDC-08	RHOSS	CICLOTRONE APP. RADIOLOGIA
Pompa di calore PDC-09	YORK	RADIOTERAPIA
Pompa di calore PDC-10	SEVESO CLIMA	RADIOTERAPIA SIEMENS
Pompa di calore PDC-11	YORK	RADIOTERAPIA PHILIPS
Pompa di calore PDC-12	YORK	PET
Pompa di calore PDC-13	CLIMAVENTA	TAC
Pompa di calore PDC-14	DAIKIN	TAC
Pompa di calore PDC-15	CLIVET	TERAPIA METABOLICA
Pompa di calore PDC-16	RC GROUP	TRAPIANTO MIDOLLO OSSEO
Pompa di calore PDC-17	MACQUAY	DAY HOSPITAL
Pompa di calore PDC-18	FERROLI	UFFICI

La somma delle potenze delle macchine frigorifere locali risulta pari a circa 900 kW ed esse incidono quasi tutte sull'edificio ospedaliero

Il livello termico del fluido termovettore caldo disponibile al secondario degli scambiatori di calore risulta essere di circa 55°C; a tale temperatura vengono alimentati i terminali di impianto installati nel complesso. Per quanto riguarda l'acqua refrigerata, essa è distribuita a 7°C.

Dal punto di vista elettrico il complesso dispone attualmente di una cabina elettrica principale situata al piano seminterrato dell'edificio ospedaliero, dove è presente l'arrivo in MT e la trasformazione in BT (6 trafo da 800 kVA) funzionale ai fabbisogni elettrici di tale edificio e delle utenze tecnologiche; sono altresì presenti le alimentazioni in MT per le cabine di trasformazione dell'edificio Day Hospital e dell'edificio della Ripartizione Scientifica.

12. ANALISI ENERGETICA PRELIMINARE DEL COMPLESSO OSPEDALIERO

La caratterizzazione energetica del Complesso Ospedaliero è stata effettuata attraverso un'analisi dei consumi di energia elettrica e termica desunti dalle bollette energetiche nonché mediante misure a campione di tipo

- amperometriche, effettuate sui quadri elettrici principali al fine di stimare la potenza elettrica prelevata dai vari edifici;
- meccanico (pressione/portata) al fine di stimare le portate di acqua calda e refrigerata elaborate dalle elettropompe presenti in centrale e sottocentrale dei diversi edifici.

Tali misure, unitamente ad un puntuale censimento delle apparecchiature, hanno consentito di suddividere i carichi complessivi per i vari edifici presenti nel complesso; tale procedimento è stato adottato nelle more dell'installazione di specifiche apparecchiature (analizzatori di rete sui quadri elettrici principali, contatori di calorie termiche e frigorifere nelle varie sottocentrali; misuratori di portata e temperatura sulle apparecchiature principali di produzione di energia termofrigorifera) le quali consentiranno non solo di effettuare un'analisi e diagnosi energetica di dettaglio ma anche il monitoraggio, nel tempo, delle prestazioni raggiunte con gli interventi di efficientamento.

Il fabbisogno energetico del complesso deriva dall'analisi dei consumi di energia elettrica e dei consumi medi di metano rilevati dalle relative bollette 2009. Poiché, come detto nel paragrafo precedente, in tale periodo non era operativo il corpo C in quanto in ristrutturazione, ai fabbisogni derivanti dall'analisi delle bollette sono stati aggiunti quelli del corpo C (desunti dai dati contenuti nel progetto esecutivo degli interventi di ristrutturazione del corpo C).

Ciò premesso si procede alla caratterizzazione energetica partendo dai consumi individuati nelle bollette. Il fabbisogno complessivo annuale di energia elettrica è di circa 6.600.000 kWh; quello di energia termica, afferente la centrale termofrigorifera principale, è di circa 8.000.000 kWh. È immediato rilevare che l'indice energetico di utenza, inteso come rapporto tra energia termica ed energia elettrica richiesta, risulti (~ 1,33) minore di quanto riscontrabile in sistemi ospedalieri di dimensioni confrontabili, per effetto da un lato di uno sviluppo nel tempo di impiantistica autonoma, alimentata da fonte elettrica, per le aree specialistiche; dall'altra dalla connotazione di alta specializzazione dell'istituto comportante un ridotto numero di posti letto rispetto alla superficie totale dell'ospedale. Quindi nell'individuare la taglia dell'impianto di cogenerazione risulta necessario non solo riferirsi ai consumi mensili, ma stimare anche i profili di carico nelle giornate tipo (stagione invernale, estiva, mezza stagione) per non incorrere in dannosi sovradimensionamenti che diventerebbero penalizzanti per la gestione e l'efficienza energetica.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i prelievi di energia termica ed elettrica.

Consumi di energia elettrica Azienda Ospedaliera Pascale - Anno 2009					
Mese	Energia Consumata (kWh)			Totale kWh	Picco mensile kW
	F1	F2	F3		
Dic. 2008	183.000	96.400	193.900	473.300	1080
Gennaio	192.600	109.200	189.600	491.400	1140
Febbraio	200.500	106.500	170.500	477.500	1172
Marzo	208.200	110.000	192.200	510.400	1064
Aprile	180.090	88.000	177.500	445.590	1024
Maggio	199.100	119.900	207.800	526.800	1324
Giugno	238.500	134.900	228.831	602.231	1360
Luglio	315.500	169.300	271.400	756.200	1616
Agosto	286.000	172.400	317.643	776.043	1568
Settembre	255.400	136.600	213.700	605.700	1624
Ottobre	204.400	119.700	180.800	504.900	1100
Novembre	185.200	98.700	171.100	455.000	1000
Tot.	2.648.490	1.461.600	2.514.974	6.625.064	

Mese	Consumo gas	Energia per riscaldamento	Energia per acqua calda sanitaria	Energia per servizi ospedalieri	Fabbisogno totale di energia termica
	Nm³	kWh	kWh	kWh	kWh
Dic. 2008	101.334	778.245	97.281	97.281	972.806
Gennaio	126.031	967.918	120.990	120.990	1.209.898
Febbraio	106.950	821.376	102.672	102.672	1.026.720
Marzo	117.045	898.906	112.363	112.363	1.123.632
Aprile	67.974	522.040	65.255	65.255	652.550
Maggio	37.099		178.075	178.075	356.150
Giugno	19.775		94.920	94.920	189.840
Luglio	19.775		94.920	94.920	189.840
Agosto	19.775		94.920	94.920	189.840
Settembre	37.099		178.075	178.075	356.150
Ottobre	67.974	522.040	65.255	65.255	652.550
Novembre	101.334	778.245	97.281	97.281	972.806
Tot.	822.165	5.288.771	1.302.007	1.302.007	7.892.784

Tab. 3 – Fabbisogni Complessivi anno 2009		
Consumo gas metano	836.919*	Stm ³ /anno
Fabbisogno elettrico	6.625.064	kWh/anno
Fabbisogno complessivo di energia primaria	25.940.000	kWh/anno
	2.230	tep/anno
Emissioni complessive di gas serra	5.352 t/anno di CO ₂ equivalente	

Nota: - PCI metano pari a 9.6 kWh/m³; rendimento di produzione E.E. pari a 0,37.

*: al consumo indicato in tabella è stato aggiunto quello della centrale termica a servizio della palazzina uffici.

Appare evidente che nel corso del 2009 ci sono stati dei cali di richiesta energetica dovuti essenzialmente alle seguenti motivazioni:

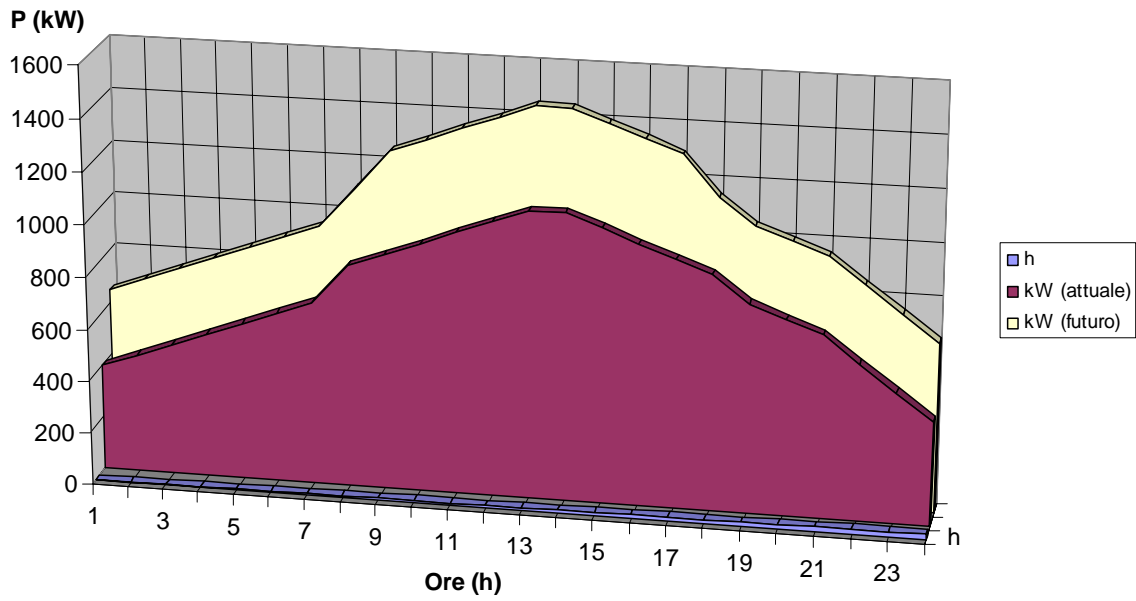
- Utilizzo ridotto dell'edificio ospedaliero, area assistenza, in quanto oggetto di ristrutturazione e potenziamento capacità ricettiva;

- Utilizzo ridotto aree specialistiche (sale operatorie e diagnostica) dovuto a temporanea capacità ricettiva ridotta;
- Rifunionalizzazione di aree facenti parte del Day-Hospital.

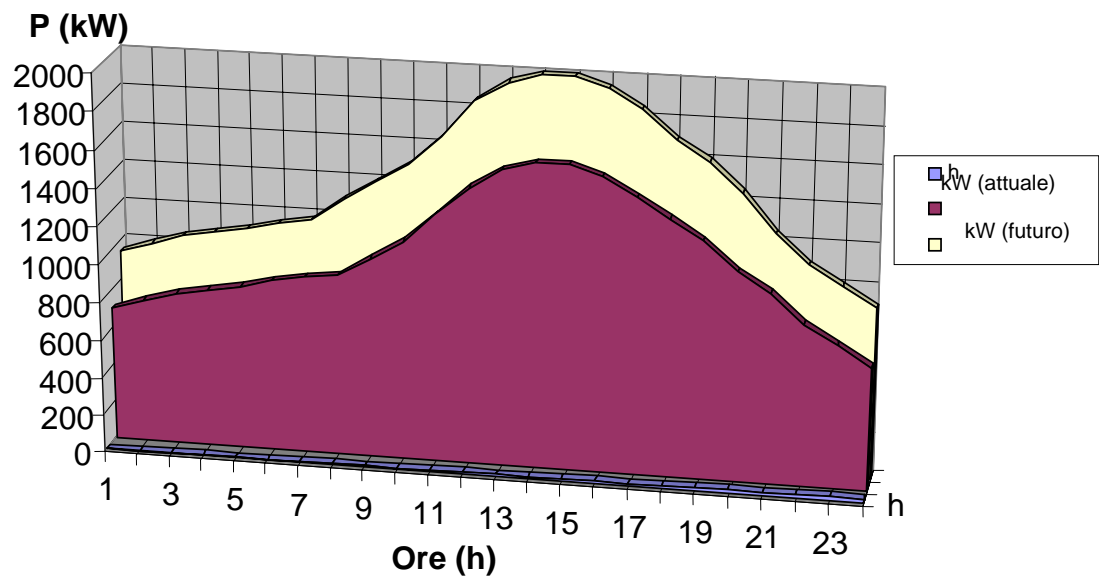
Evidentemente il progetto di efficientamento deve tenere necessariamente conto dell'analisi dei consumi prevedibili a regime dal Complesso e pertanto nel seguito si riportano i diagrammi dei prelievi di potenza stimati in tale condizione che costituiscono la base del dimensionamento degli interventi di riqualificazione impiantistica.

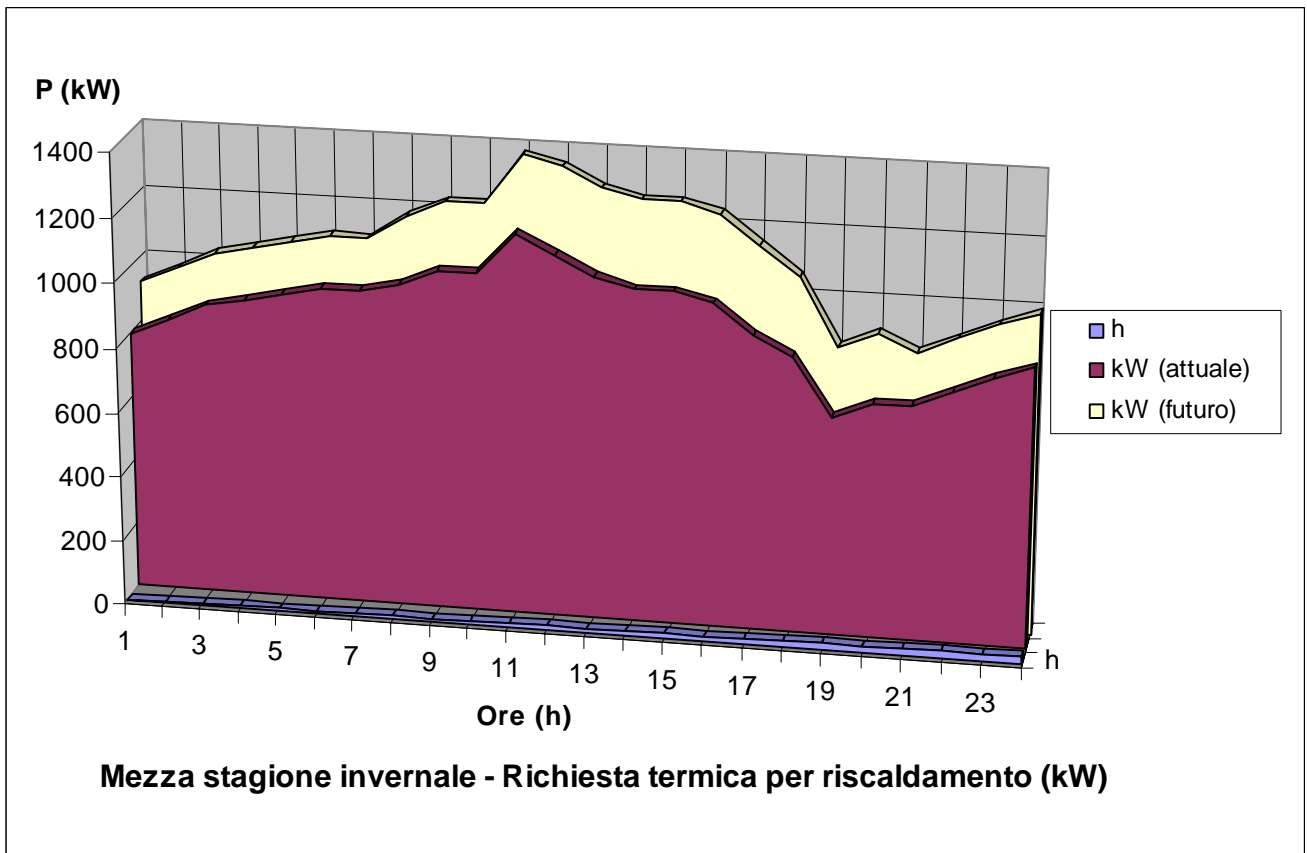
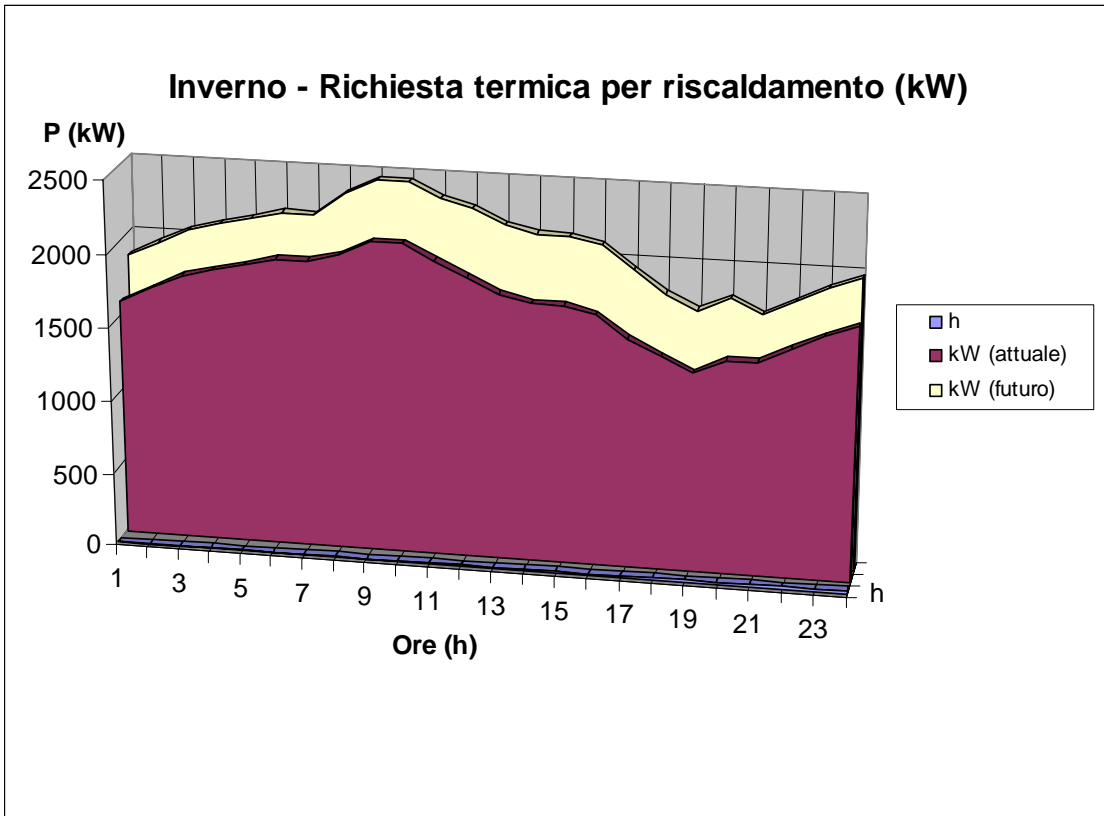
Nota: nei seguenti diagrammi la dizione "attuale" indica quella riferita ai dati estrapolati dalle bollette; la dizione "futuro" indica la situazione a regime.

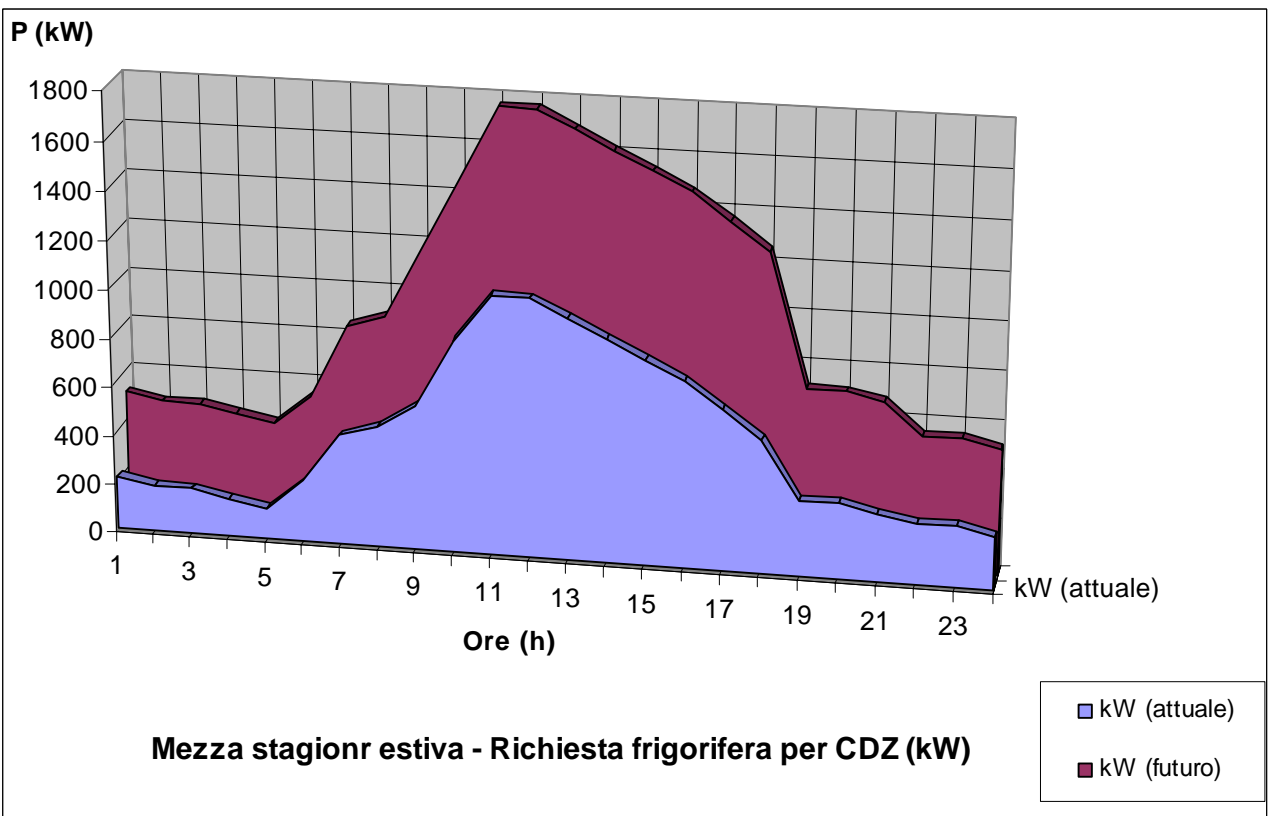
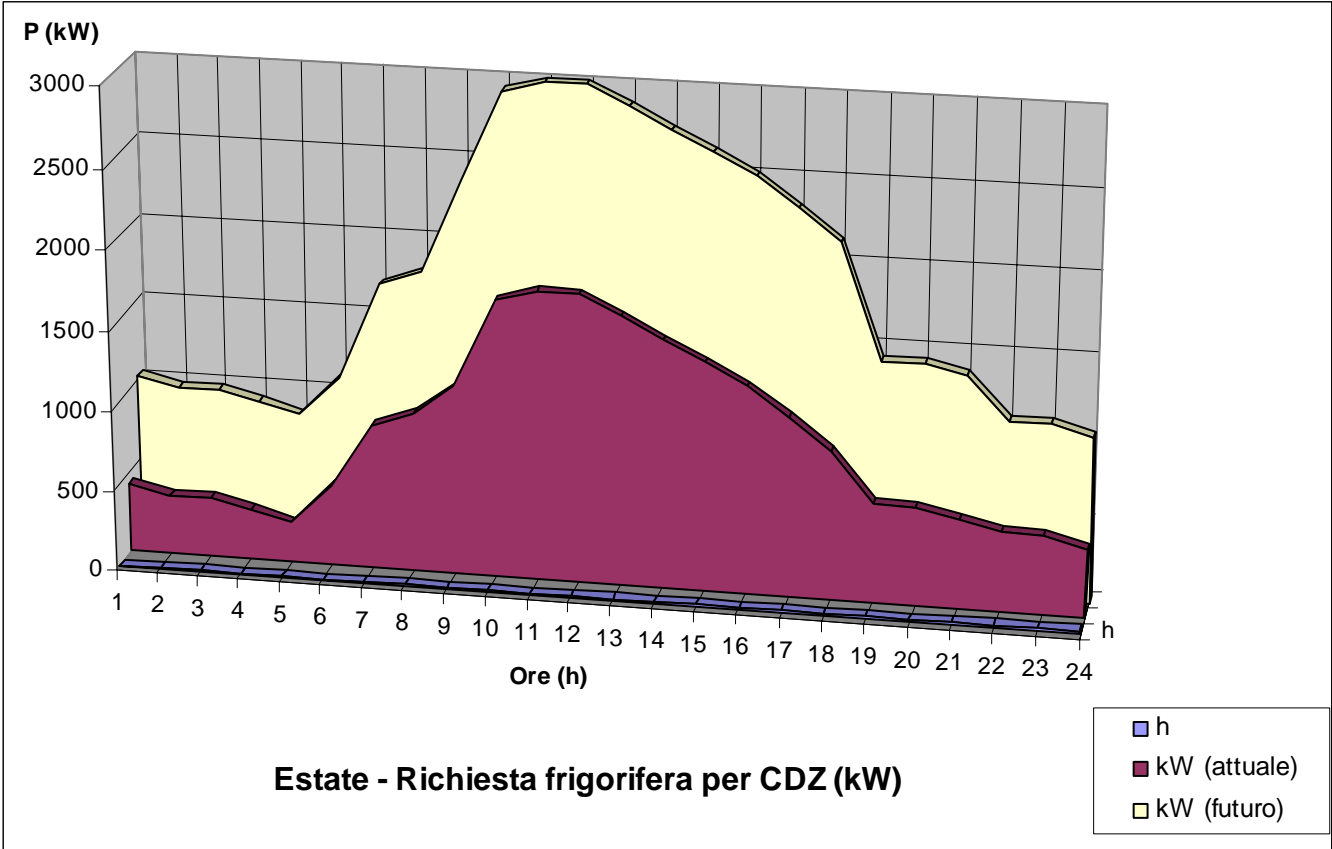
Inverno - Prelievi di potenza elettrica (kW)

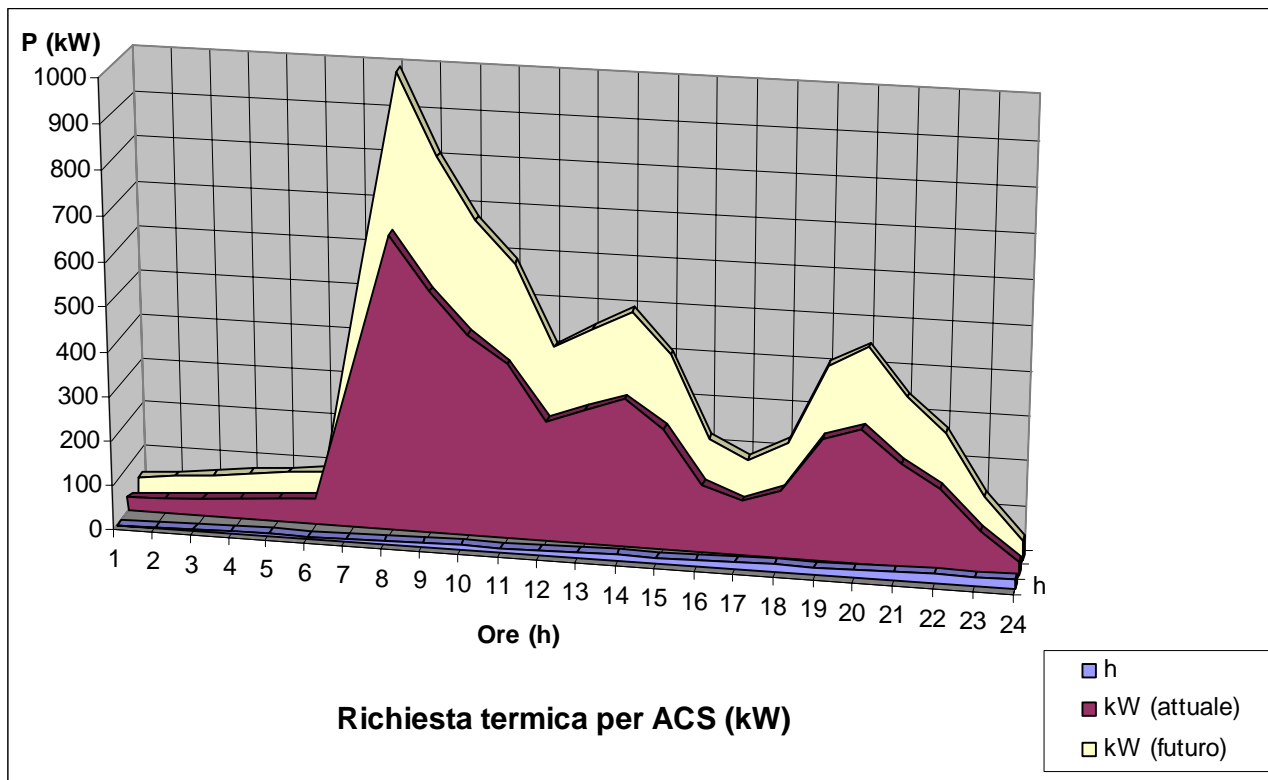


Estate - Prelievi di potenza elettrica (kW)

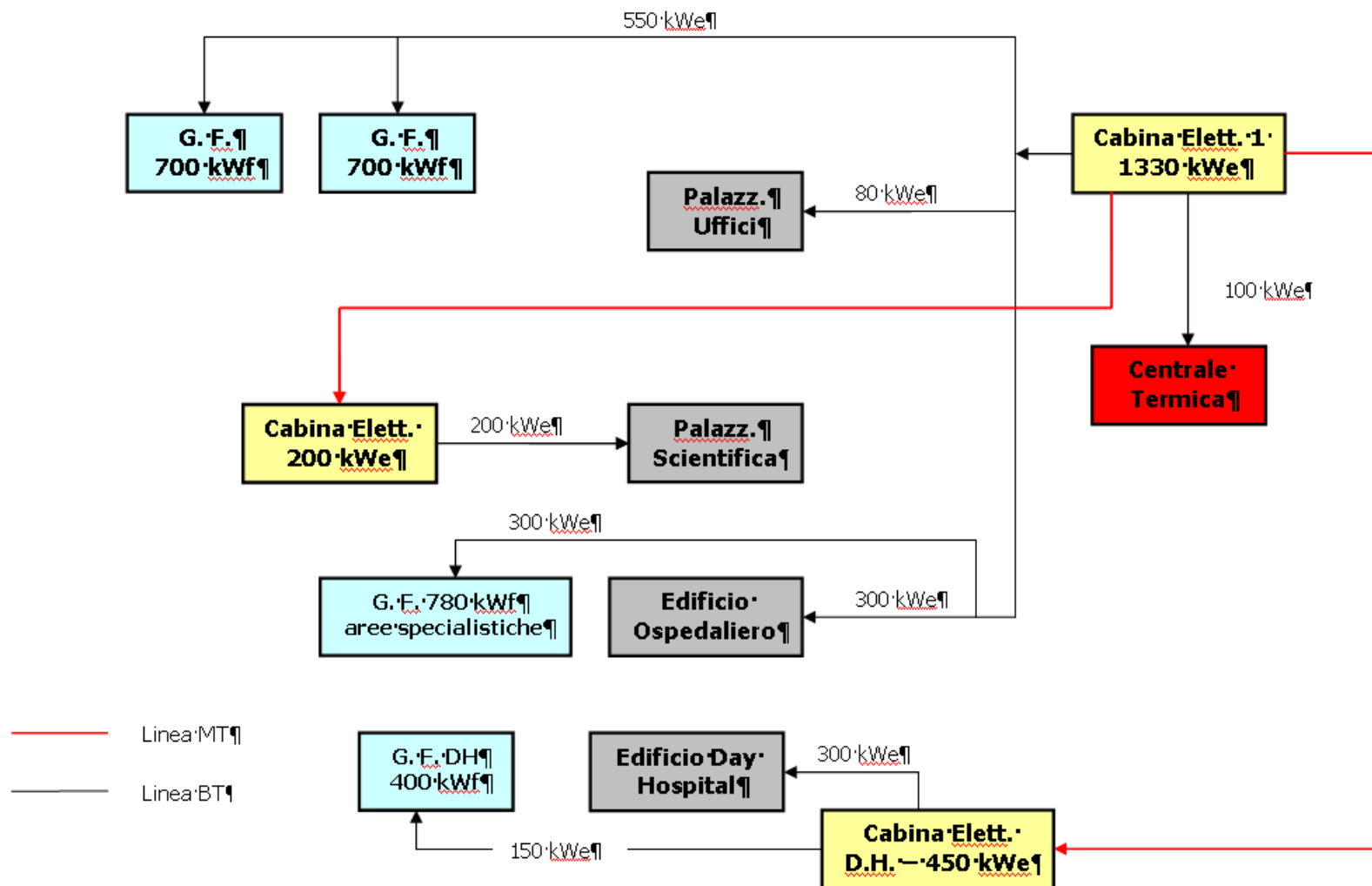




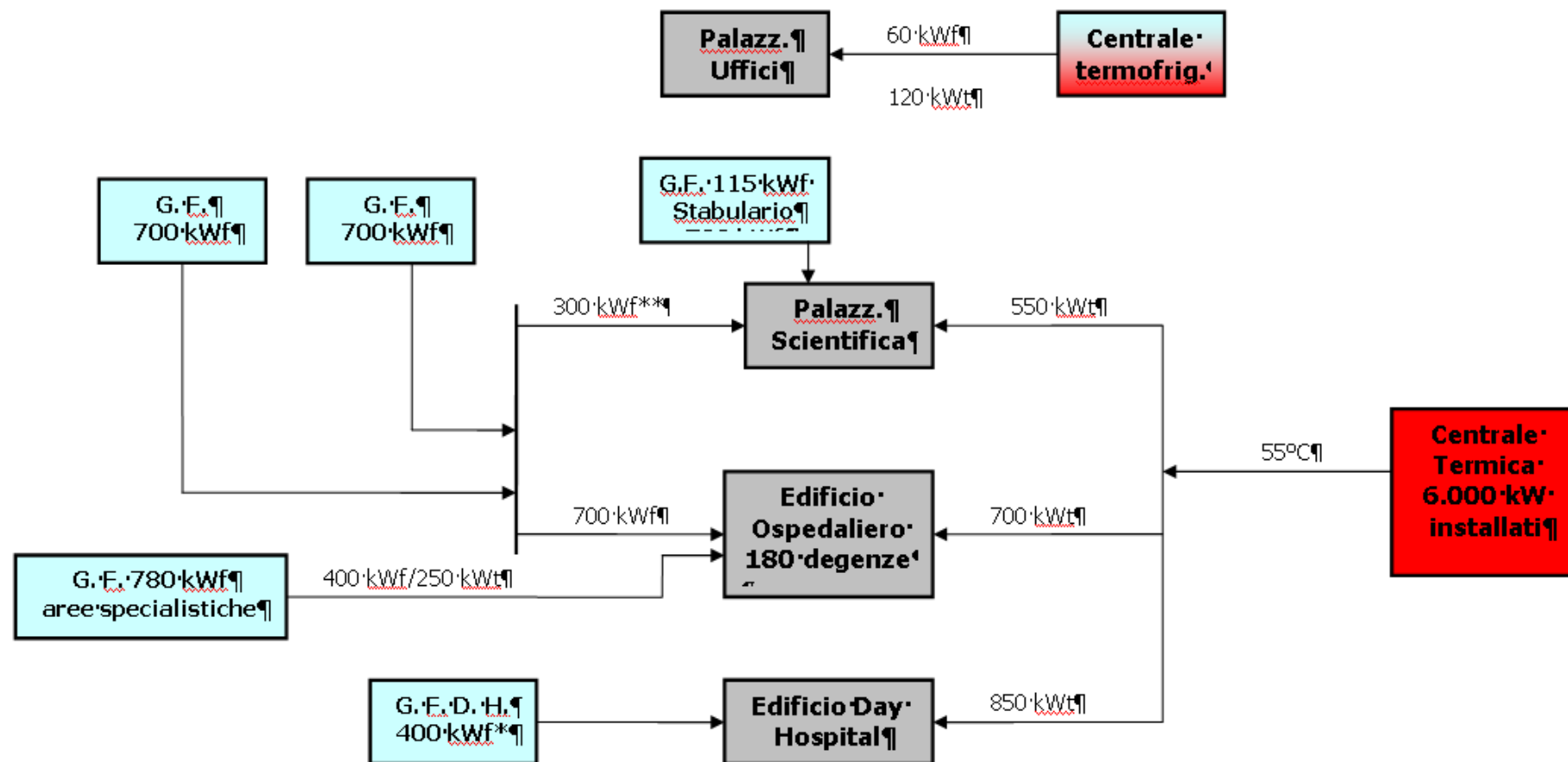




Le figure seguenti riportano schematicamente lo stato di fatto dei prelievi di potenza dell'impianto elettrico e termofrigorifero.



SCHEMA A BLOCCHI DEI PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA – STATO DI FATTO



SCHEMA A BLOCCHI PRELIEVI DI POTENZA TERMOFRIGORIFERA – STATO DI FATTO

13. DIAGNOSI: I PUNTI DI CRITICITÀ E GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE

In base allo studio dello stato di fatto degli impianti e dall'analisi energetica svolta nel paragrafo precedente, si evidenziano le seguenti principali criticità:

- *assenza di utilizzo di energia da fonte rinnovabile o ad essa assimilabile;*
- *sistema di generazione del fluido termovettore caldo poco efficiente (produzione di vapore a otto bar per inviare acqua a 55°C alle utenze).*
- *eccessiva decentralizzazione della produzione del fluido termovettore freddo; inoltre tale produzione utilizza gruppi frigoriferi poco efficienti (sostanzialmente con EER pari a 2,5)*
- *sistema di distribuzione dei fluidi termovettori poco efficiente anche in termini di cattiva coibentazione delle reti.*
- *sistema di gestione centralizzata degli impianti sostanzialmente assente.*

In riferimento a tale diagnosi, nei paragrafi successivi vengono analizzati e descritti gli interventi proposti in linea con quanto richiesto dal bando di gara; da un lato quindi si propone un miglioramento dell'affidabilità ed efficienza degli impianti (in termini di energia, sicurezza, continuità di servizio, riduzione dei consumi/emissioni), dall'altro si propongono interventi che mirano all'utilizzo delle fonti di energia rinnovabili o ad esse assimilabili; anche questi ultimi, oltre a operare una sensibile riduzione dell'impatto ambientale, implicano anche un sostanziale risparmio energetico.

Gli interventi di efficientamento di natura impiantistica saranno:

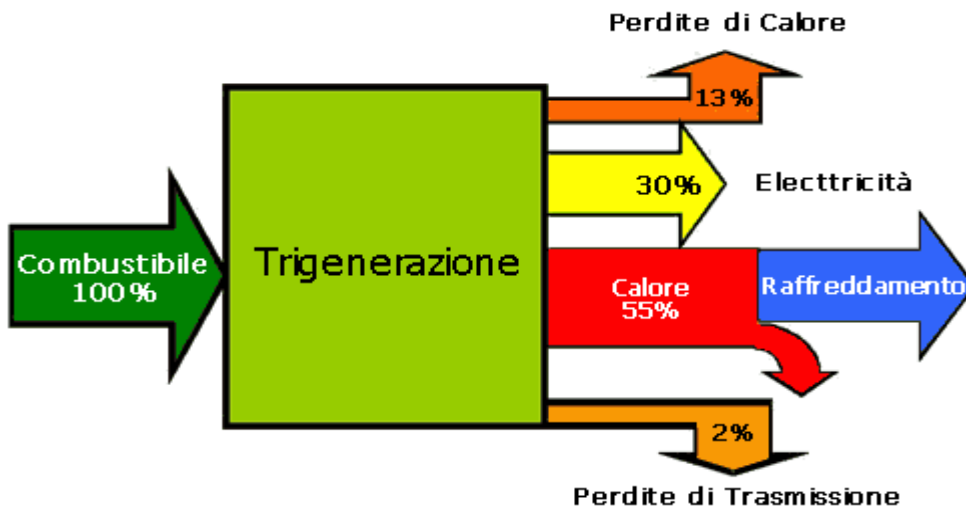
- impianto di trigenerazione;
- gruppo frigorifero ad altissima efficienza anche con utilizzo di sonde geotermiche verticali per la condensazione;
- adozione di un impianto solare termico per la produzione di circa 1/3 del fabbisogno energetico per preparazione di acqua calda sanitaria;
- installazione di due caldaie a condensazione per la produzione del fluido termovettore caldo a 60°C;
- adozione di pompe di circolazione a portata variabile;
- potenziamento della coibentazione per le tubazioni dei circuiti primari (dalla centrale alle sottocentrali);
- adozione di un sistema di supervisione e controllo degli impianti;

Per quegli interventi proposti che prevedono un miglioramento di efficienza energetica, se ne valuterà il grado di efficacia mediante la valutazione della quantità di energia primaria equivalente risparmiata (TEP/anno – Tonnellate Equivalenti di petrolio/anno) rispetto alle soluzioni impiantistiche esistenti. Infine la valutazione, ove applicabile, della riduzione della quantità CO₂ immessa in atmosfera connessa con la proposta migliorativa, permetterà di valutarne la riduzione dell'impatto ambientale rispetto alla soluzione esistente.

14. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

14.1 COGENERAZIONE

Dalla tabella e dagli andamenti tipo giornalieri esposti al paragrafo 3, si desume che per la struttura in esame i fabbisogni delle diverse forme di energia: elettrica, termica e frigorifera, sono caratterizzati da un buon livello di contemporaneità, sia in termini giornalieri che stagionali. Ciò ha determinato la scelta di un impianto di cogenerazione ovvero di un sistema di produzione combinata di energia elettrica e termofrigorifera (Trigenerazione); di seguito si riporta schematicamente lo schema della trigenerazione.



In particolare, in base ai dati espressi precedentemente, si è previsto un motore alternativo alimentato a gas metano della potenzialità di circa 1060 kW elettrici in quanto tale potenzialità viene impegnata dalla struttura durante l'intero anno; infatti la configurazione di funzionamento maggiormente conveniente risulta essere quella in cui tutta l'energia autoprodotta venga consumata sul posto; altra condizione necessaria per un'applicazione conveniente della cogenerazione è che l'energia termica disponibile dai reflui sia utilmente impiegata per sopperire ai fabbisogni della struttura per tutto l'anno (anche nella mezza stagione).

Mediante la trigenerazione l'energia termica recuperata (circa 1250 kW con rendimento termico pari al 47%) proviene in parte dai gas di scarico (recupero ad alta temperatura) ed in parte dal circuito dell'acqua di raffreddamento e dal circuito di lubrificazione (recupero a bassa temperatura); l'acqua calda di recupero è resa alle utenze alla temperatura di 90°C. Il calore recuperato verrà utilizzato in inverno ad integrazione delle caldaie ed in estate per alimentare un gruppo frigorifero ad assorbimento di potenzialità pari a circa 800 kWf. La potenza del cogeneratore è stata dimensionata garantendo il pieno sfruttamento dell'energia elettrica e termica prodotta nelle fasce tariffarie "pregiate" (F1+F2) sia in inverno che in estate; pertanto, eliminando le ore "vuote" (cioè le ore della fascia F3 in cui la richiesta delle utenze è minima e dove si rischierebbe di produrre energia elettrica in eccesso o comunque ad un costo pari a quello del kWh), il piano di produzione elettrico e termico previsto è di circa 4900 ore/anno ottimizzando il rapporto costi (di gestione e manutenzione)/benefici (riduzione dei consumi delle fonti primarie). La vite utile del motore viene stimata in circa 60.000 ore che, con il numero di ore di funzionamento riportate sopra, corrisponde a circa 12 anni di vita.

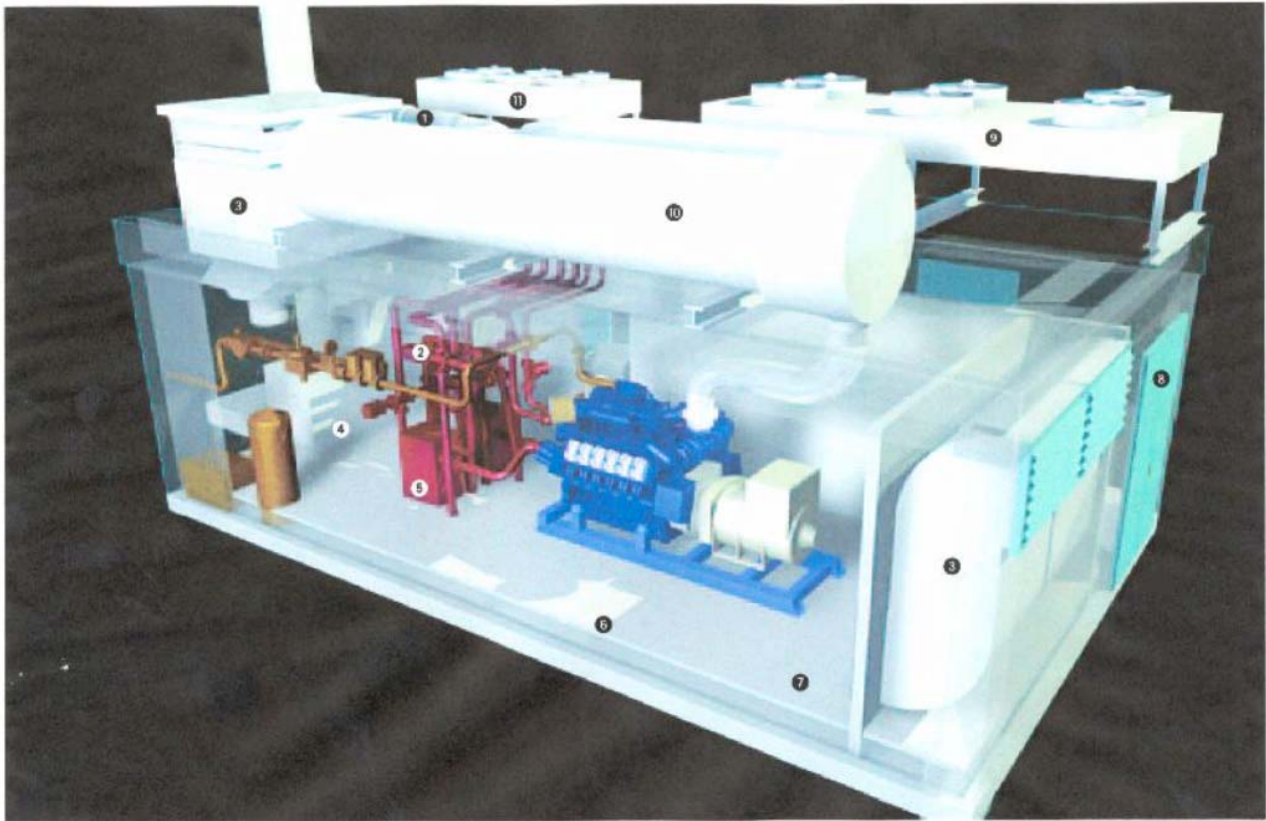
In base a quanto premesso sopra e ai rendimenti propri della macchina presa a riferimento, l'energia elettrica prodotta nel periodo annuale (E_e) risulta quindi essere pari a $5,21 \times 10^6$ kWh/anno, mentre quella termica (E_t) è pari a $6,12 \times 10^6$ kWh/anno.

Nella tabella seguente sono riassunte le principali prestazioni del gruppo preso a riferimento.

PRESTAZIONI DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE	
<i>MOTORE</i>	
Numero cilindri / disposizione	20 / V
Cilindrata motore [dm3]	48,67
Velocità [1/min]	1.500
Pressione minima alimentazione gas metano [mbar]	80
Emissioni di NOx [mg/Nm ³]	< 250
Emissioni di CO [mg/Nm ³]	< 300
<i>GENERATORE</i>	
Efficienza (cos phi=1,0; U=0,4 kV; 50 Hz, carico 100%)	97,1 %
Efficienza (cos phi=0,8; U=0,4 kV; 50 Hz, carico 100%)	96,0 %
<i>BILANCIO ENERGETICO</i>	
Consumo combustibile (carico 100%-PCI= 9,6 kWh/Sm ³) [m3/h]	281
Potenza meccanica introdotta (carico 100%) (in base a ISO 3046/1) [kW]	2315
Potenza elettrica generata (carico 100%) (cos phi = 1,0) [kW]	1.063
Totale potenza termica utile (carico 100%) [kW]	1252
Efficienza elettrica a pieno carico	39,8 %
Efficienza termica a pieno carico	46,8 %
Efficienza totale a pieno carico	86,6 %
Efficienza elettrica al 75% del carico	38,7 %
Efficienza termica al 75% del carico	47,8 %

Si prevede di installare il cogeneratore all'interno di un container silenziato completo di tutte le apparecchiature accessorie per il recupero termico e lo smaltimento, posizionato nella parte più esterna del piazzale antistante l'edificio della Medicina nucleare; da qui, mediante tubazioni interrato, verrà portato il fluido termovettore caldo recuperato dall'unità cogenerativa alla centrale per il collegamento agli impianti esistenti. Sulla copertura dell'ex locale inceneritore, oggi archivio, verrà installato l'assorbitore con la relativa torre di raffreddamento.

Di seguito si riporta immagine di un'installazione tipo in container.



In riferimento all'impiantistica elettrica, l'alternatore, collegato al motore primo endotermico, sarà del tipo a 2 coppie polari con velocità sincrona di 1500 giri/minuto e potenza di 1250 kVA, corrispondente a 1000 kW a $\cos\phi$ 0,8; l'alternatore, con tensione d'uscita 400 V trifase con neutro, sarà del tipo con eccitazione permanente e previsto per erogare continuamente la potenza di 10000 kW. Quando la richiesta del presidio sanitario è inferiore a 1000 kW l'eccedenza di potenza sarà immessa nella rete del distributore, viceversa, quando la richiesta del presidio è superiore a 1000 kW l'eccedenza sarà prelevata dalla rete del distributore; per tale motivo, nell'ambito del contratto con il distributore, dovrà prevedersi l'installazione di un contatore d'energia bidirezionale.

A valle dell'interruttore di macchina e dei sistemi di sincronizzazione per il parallelo, per le misure e per i controlli, il generatore si collega, sul lato bassa tensione, ad un trasformatore di 1250 kVA, triangolo - stella con neutro gruppo 11 - 10000 V/400 V, che sul lato M.T. si collega al relativo quadro, posto nel locale elettrico del prefabbricato destinato al gruppo di generazione, completo di T.A., T.V. e dell'interruttore a protezione della linea che lo collega ad un nuovo quadro M.T. da installare nei locali della nuova cabina elettrica del presidio ospedaliero.

La linea M.T. di collegamento tra i due quadri sarà realizzata con cavi elettrici installati parte in canalina metallica e parte in tubazione interrata; a tale linea si accompagnerà il conduttore di terra che si collegherà all'impianto di terra alla nuova installazione.

Il nuovo quadro M.T. è destinato a sostituire quello esistente ed a razionalizzare l'alimentazione del complesso; infatti con la sostituzione del vecchio quadro M.T. le alimentazioni per il Day Hospital e per l'edificio della ripartizione scientifica saranno spostate su due partenze già predisposte sul quadro della nuova cabina di trasformazione.

In tale ottica il nuovo quadro di media tensione sarà costituito dai seguenti scomparti:

- Scomparto arrivo distributore e protezione generale
- 2 Scomparti per misure voltometriche
- Scomparto per l'alimentazione della nuova cabina elettrica
- Scomparto con l'interruttore d'interfaccia del gruppo di generazione
- Scomparto per l'alimentazione vecchia cabina ospedale.

L'interruttore della protezione d'interfaccia è pilotato da una serie di relè di tensione e frequenza che, quando i relativi valori eccedono le tolleranze previste per il parallelo, fanno aprire l'interruttore di interfaccia; se tale apertura non dovesse avvenire in un tempo inferiore ad un secondo interverrà, come rinalzo, l'interruttore sul lato bassa tensione del generatore.

Con l'intervento dell'interruttore d'interfaccia, o di quello di rinalzo, l'alimentazione del gas al cogeneratore dovrà essere interrotta e la macchina fermata per poter riiniziare, poi, una nuova operazione di messa in parallelo alla rete del distributore.

I nuovi quadri di media tensione saranno del tipo protetto sui quattro lati, 16 kA – 1 sec., con interruttori in esafluoruro di zolfo e con relè elettronici.

L'energia in bassa tensione per i servizi ausiliari del gruppo di cogenerazione sarà prelevata dalla sezione emergenza della nuova cabina di trasformazione.

14.1.1 INDICE DI RISPARMIO DI ENERGIA PES

In riferimento all'adozione di un impianto di cogenerazione, è prescritta la verifica, prevista dalla Autorità per L'Energia Elettrica e il Gas nella delibera 19/03/2002 "Condizioni per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore come cogenerazione ai sensi dell'art. 2, comma 8, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n.79.", basata sul calcolo di due parametri fondamentali:

- l'indice di risparmio di energia IRE : rapporto tra il risparmio di energia primaria conseguito dalla sezione di cogenerazione, rispetto alla produzione separata delle stesse quantità di energia elettrica e calore, e l'energia primaria richiesta dalla produzione separata;
- il limite termico LT che è il rapporto tra l'energia termica utile annualmente prodotta e l'effetto utile complessivamente generato su base annua dalla sezione di cogenerazione, pari alla somma dell'energia elettrica e dell'energia termica utili.

A tale normativa si affianca il D.Lgs. 20/07 che recepisce la direttiva 2004/8/CE la quale normalizza a livello europeo la cogenerazione ad alto rendimento; essa introduce un nuovo indice denominato PES (Primary Energy Saving).

In virtù di tale recepimento a livello nazionale si individua il seguente scenario normativo in materia di cogenerazione:

- fino al 31/12/2010 la cogenerazione ad alto rendimento è quella che soddisfa la delibera 42/02 dell'autorità dell'energia e del gas (indici IRE ed LT):
- dal 01/01/2011 un impianto di cogenerazione sarà ad alto rendimento se risponderà nei limiti stabiliti

al parametro **PES** (Primary Energy Saving).

Stante tale scenario, di seguito si procede al calcolo di verifica dell'indice PES (indice di risparmio percentuale il cui valore rappresenta il risparmio percentuale di energia primaria che si ottiene rispetto all'impiego di fonti energetiche non cogenerative)

$$PES = \left(1 - \frac{1}{\frac{CHPE_{\eta}}{RefE_{\eta}} + \frac{CHPH_{\eta}}{RefH_{\eta}}} \right) \times 100 \% \geq 10\%$$

Dove nel caso in esame:

$CHPE_{\eta}$ e' il rendimento elettrico della produzione mediante cogenerazione, definito come elettricità annua da cogenerazione divisa per il carburante di alimentazione usato per produrre la somma del rendimento annuo di calore utile e dell'elettricità da cogenerazione. Allorché un'unità di cogenerazione genera energia meccanica, l'elettricità annuale da cogenerazione può essere aumentata di un fattore supplementare che rappresenta la quantità di elettricità che e' equivalente a quella dell'energia meccanica. Questo fattore supplementare non crea un diritto al rilascio delle Garanzie d'origine di cui all'art. 4;

$CHPH_{\eta}$ e' il rendimento termico della produzione mediante cogenerazione, definito come il rendimento annuo di calore utile diviso per il combustibile di alimentazione usato per produrre la somma del rendimento annuo di calore utile e dell'elettricità da cogenerazione;

$RefH_{\eta}$ e' il valore di rendimento di riferimento per la produzione separata di calore; *pari a 0,9* secondo la direttiva 2004/8/CE

$RefE_{\eta}$ e' il valore di rendimento di riferimento per la produzione separata di elettricità *pari a 0,52* secondo la direttiva 2004/8/CE

Applicando tali valori di rendimento si ottiene un risparmio di energia primaria pari al 20,3% per la produzione energetica in cogenerazione.

14.1.2 RISULTATI AMBIENTALI CONSEGUITI

Per quantificare il risparmio di energia primaria ottenuta ricorrendo alla cogenerazione, bisogna considerare le utenze a cui è destinata l'energia termica recuperata e valutare il consumo energetico che si avrebbe alimentando le stesse utenze con sistemi di produzione non cogenerativi.

Delle 4900 ore annue di funzionamento del cogeneratore si prevede di destinare la potenza termica recuperata per circa 1500 ore all'assorbitore e per 3400 ore alle altre utenze termiche.

In quest'ultimo caso, considerando pari al 90% il rendimento di un sistema tradizionale per la produzione di energia termica e ipotizzando di utilizzare l'80% dell'energia termica fornita dal cogeneratore, il risparmio di energia termica ottenibile è pari a:

$1252 \times 3400 \times 0,8 = 3,41 \times 10^6$ kWh/anno, che corrisponde a una riduzione dei consumi di metano pari a $0,39 \times 10^6$ Nm³ e una conseguente riduzione delle emissioni di anidride carbonica pari a 776 tCO₂/anno (corrispondenti a 324 TEP).

Per la valutazione del risparmio di energia primaria connesso all'uso dell'assorbitore si deve fare riferimento alle figure 2 e 3, dalle quali si evincono i rendimenti e i coefficienti di prestazione dell'assorbitore stesso e di un sistema tradizionale per la produzione di energia frigorifera (E_f) costituito da un gruppo frigorifero alimentato dalla rete elettrica.



Fig.3

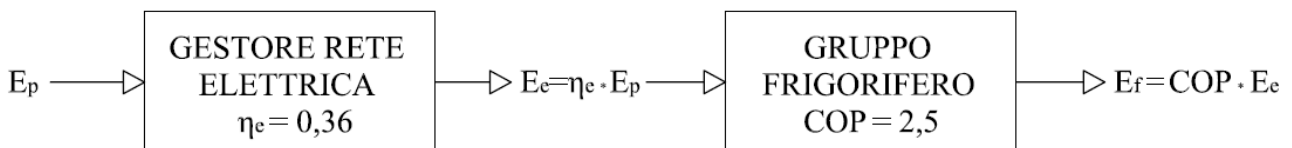


Fig.4

Considerando la potenza termica fornita (1252 kW), il suo coefficiente prestazionale (0,7) e il periodo di funzionamento (1500 h/anno), l'energia frigorifera prodotta dall'assorbitore è pari a $1,31 \times 10^6$ kWh/anno.

Per produrre la stessa energia frigorifera utilizzando un gruppo frigorifero ad alimentazione elettrica bisogna utilizzare $5,3 \times 10^5$ kWh/anno di energia elettrica (figura 4); tale energia frigorifera corrisponde a circa $1,47 \times 10^6$ kWh di energia primaria (126 TEP).

Il ricorso alla cogenerazione per la produzione di energia frigorifera comporta quindi riduzione delle emissioni di CO₂ di 302 tCO₂/anno.

Atteso che i valori di emissione di NO e CO sono nei limiti delle normative vigenti l'utilizzo del cogeneratore risulta un evidente vantaggio di carattere ambientale legato essenzialmente alle minori emissioni di anidride carbonica (CO₂) ridotte di circa 1188 t/anno.

14.2 SOLARE TERMICO

Si prevede l'adozione di un impianto solare termico per soddisfare parte del fabbisogno energetico per la produzione dell'acqua calda sanitaria. In particolare tale impianto sarà realizzato:

- in accordo alla Norma UNI 9182: Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- In accordo alle indicazioni della WHO Bulletin OMS, vol. 681990 – metodo di prevenzione e controllo della Legionellosi suggerito dalla Organizzazione Mondiale della Sanità
- In accordo al Decreto Legislativo sul risparmio energetico del 29 dicembre 2006, n.311 (05/02/07) e successive modificazioni e integrazioni
- Facendo le opportune considerazioni che nel Comune di Napoli l'insolazione annua (su di una superficie orientata a Sud e con inclinazione pari alla latitudine) supera i 1500 kWh/m²

Si propone una soluzione consistente in un impianto solare termico con potenza di 250 kWt di picco per la produzione di acqua calda sanitaria con integrazione da centrale termica.

Tale potenza corrisponde a circa un terzo di quella richiesta dalle utenze e che, attualmente, è fornita interamente da sistemi di produzione tradizionali che non fanno ricorso a fonti rinnovabili.

La superficie captante della radiazione solare è costituita da pannelli piani a tubi sotto vuoto con assorbitore in rame, protezione realizzata con lastre di vetro prismatico temperato e isolamento termico in lana di roccia ad alta densità. Tale tipologia consente rendimenti elevati grazie alle basse dispersioni termiche .

I pannelli adottati hanno una superficie complessiva di circa 2,5m², con portata supportabile di 40 l/h per metro quadro. Sono disposti a schiera di serie non superiore a cinque elementi. L'aumento del numero massimo di moduli collegabili comporterebbe un eccessivo incremento delle perdite di carico (proporzionali al quadrato della portata complessiva della serie).

L'angolo di orientamento ottimale è di 0° rispetto al Sud, ma scostamenti contenuti verso Est o Ovest non comportano significative perdite di rendimento, mentre l'angolo di inclinazione dal piano deve essere, per un funzionamento continuo nel periodo annuale, compreso tra 40° e 60°.

I pannelli dovranno essere installati su superfici in grado di garantire una buona insolazione, bisognerà, dunque, prevedere la formazione di possibili zone d'ombra; a tal proposito si rende necessario rispettare una distanza minima dei punti omologhi delle serie di moduli quando quest'ultimi sono disposti a schiera. Per un angolo di inclinazione pari a 45° e considerando le dimensioni dei pannelli tale distanza è pari a 6,5 m.

Data la potenza termica complessiva che si intende installare, considerando quella fornita dai pannelli pari a circa 700 W/m², la superficie captante totale da realizzare risulta prossima a 360 m² che, dato l'angolo di inclinazione dei pannelli e le distanze minime da rispettare, comporta l'impegno di 700 m² di superficie utile in pianta.

Per facilitare la disposizione dei moduli termici, che, anche in virtù delle considerazioni precedenti, si prevede di posizionare sulla copertura del corpo degenze, è stata prevista la realizzazione di n gruppi indipendenti ciascuno costituito da due serie a schiera di pannelli, per una superficie in pianta impegnata di

50 m², con le relative tubazioni di collegamento ai serbatoi di accumulo, realizzate in acciaio non legato con coibentazione realizzata nelle modalità previste dalla legge 10 e da i suoi decreti attuativi.

lo scambio termico con il fluido proveniente dai pannelli è realizzato con l'ausilio di due scambiatori a piastre (da realizzarsi in completa ridondanza per garantire sempre un funzionamento ottimale dell'impianto) l'acqua calda del circuito solare realizzerà un preriscaldamento dell'acqua sanitaria. Quest'ultima, dopo essere passata nello scambiatore, giungerà nei serbatoi di accumulo esistenti dove verrà, se necessario, ulteriormente riscaldata tramite scambiatore a serpentino alimentato con acqua calda proveniente dalla centrale termica.

L'adozione di scambiatori a piastre esterni per il circuito solare è consigliabile perchè, rispetto a quelli interni, consentono la trasmissione di potenze più elevate. Questa soluzione dà inoltre la possibilità di servire più serbatoi con un unico scambiatore e facilita, data l'autonomia di tali elementi, la realizzazione di eventuali varianti ed integrazioni del sistema di accumulo.

L'impianto per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari sarà del tipo a doppia regolazione: la prima (costituita da un termostato regolato a 60°C) serve a regolare la temperatura di accumulo, mentre la seconda (costituita da un miscelatore) serve a regolare la temperatura di distribuzione dell'acqua calda a 45°C. In base alle temperature normalmente utilizzate, la legionella non può svilupparsi nei bollitori, ma soltanto nelle reti di distribuzione e di ricircolo. Per ottenere la disinfezione termica di questi impianti si propone di utilizzare un miscelatore elettronico con centralina programmabile su due livelli di temperatura: quello per il funzionamento normale e quello per la disinfezione notturna.

Considerazioni energetiche

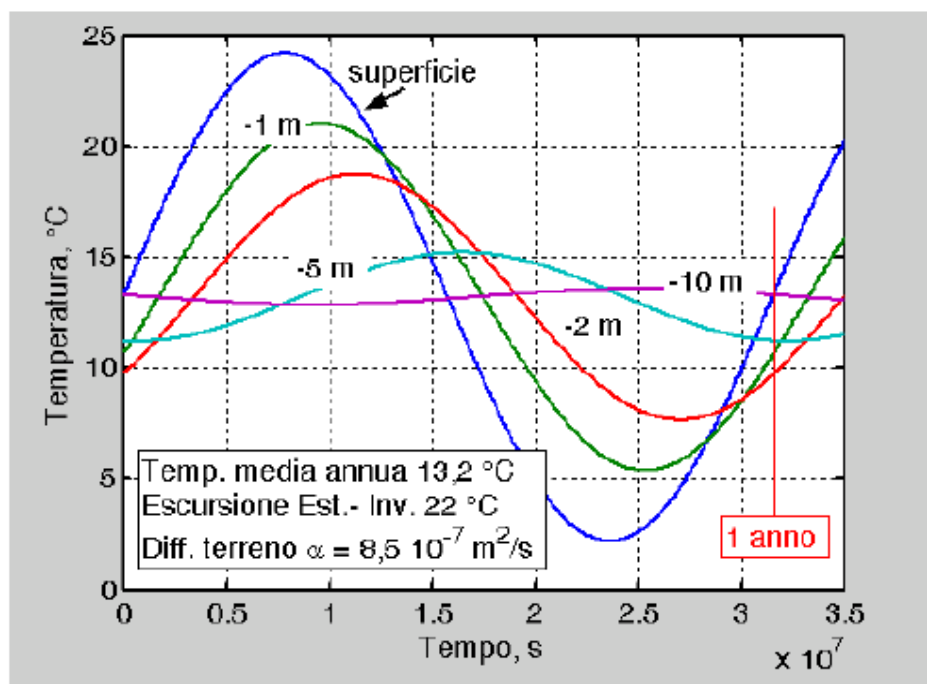
Come già detto è previsto un impianto di pannelli solari per il riscaldamento dell'acqua sanitaria per una potenza installata pari a 250 kW_t. Considerando (metodo Lin-Jordan) il tasso di nuvolosità giornaliera per Napoli, si stima un piano annuale di produzione di energia termica di circa 300.000 kWh_t/anno, che corrisponde ad un risparmio di energia primaria di 28,5 TEP/anno e a una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 65 tonnellate all'anno.

14.3 PRODUZIONE FRIGORIFERA PIÙ EFFICIENTE E GEOTERMIA

Per la produzione del fluido termovettore freddo si propone l'adozione di un gruppo frigorifero acqua/acqua con scambiatore di calore geotermico costituito da sonde verticali interrato (in parallelo con una torre evaporativa prevista per lo smaltimento del calore di condensazione in corrispondenza dei picchi di richiesta). Il principio di funzionamento di tale impianto consiste nello sfruttare il sottosuolo come sorgente termica per realizzare le fasi di condensazione del ciclo termodinamico del fluido frigorifero evolvente nella macchina. Per comprendere appieno l'incremento di efficienza ed il conseguente risparmio energetico ottenibile con tale soluzione, rispetto ad una più tradizionale gruppo frigorifero con condensazione ad aria, va considerato quanto segue:

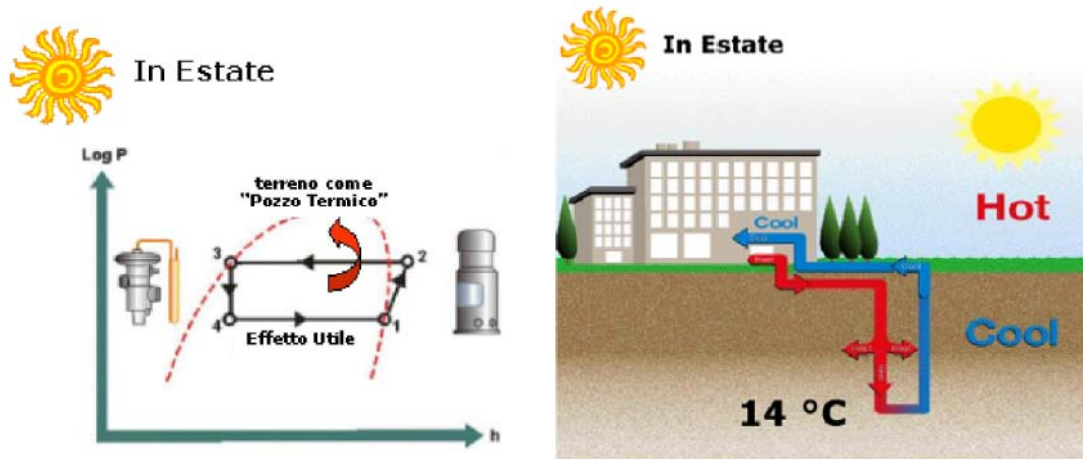
un gruppo frigorifero è un sistema termodinamico che lavora tra due sorgenti termiche; l'unità risulterà tanto più efficiente da un punto di vista energetico quanto minore è la differenza di temperatura tra le due sorgenti. Se un gruppo utilizza l'aria come sorgente esterna (unità "ad aria") trova un limite nelle sue prestazioni proprio nel periodo invernale più freddo e in quello estivo più caldo, ossia quando da un lato aumenta la richiesta di energia termica o frigorifera da parte delle utenze ma dall'altro la temperatura ambiente tende sempre più ad abbassarsi o ad innalzarsi, aumentando la distanza in temperatura tra le due sorgenti termiche tra le quali l'unità lavora.

Al contrario dell'aria, soggetta ad elevate escursioni termiche nell'arco della giornata e dell'anno, il terreno, grazie alla sua elevata inerzia termica, può essere considerato come un "serbatoio" a temperatura pressoché costante (circa 15°C) per tutto l'arco dell'anno, come riportato in figura.



La figura seguente mostra il comportamento dell'impianto geotermico nel funzionamento estivo, ossia quando l'effetto utile del ciclo termodinamico è "prelevato" dall'evaporatore dell'unità.

In questo caso è necessario smaltire il calore di condensazione per poter chiudere il ciclo termodinamico inverso e in quest'ottica disporre di un terreno ad una temperatura decisamente inferiore ai 20°C (14°C in figura) è una garanzia per una minimizzazione della temperatura e quindi della pressione di condensazione. Minore pressione di condensazione si traduce in una minore differenza di pressione a cavallo del compressore il quale quindi si troverà in favorevoli condizioni operative a tutto vantaggio del contenimento dell'assorbimento elettrico dell'unità, ossia a tutto beneficio della massimizzazione della sua efficienza energetica (alti valori di EER: Energy Efficiency Ratio).



Il nuovo gruppo frigorifero acqua/acqua sarà caratterizzato da compressore centrifugo "oil free" a levitazione magnetica, funzionante ad R134a; da evaporatore di tipo allagato; tale tipologia di unità, unitamente all'utilizzo delle sonde geotermiche, risulta la migliore possibile rispetto alle prestazioni energetiche (EER=5; IPLV=7,1): la proposta nel suo insieme va nella direzione dell'incremento dell'efficienza energetica del sistema di produzione dei fluidi termovettori nonché della semplificazione dell'impianto termico e quindi delle attività di gestione e manutenzione.

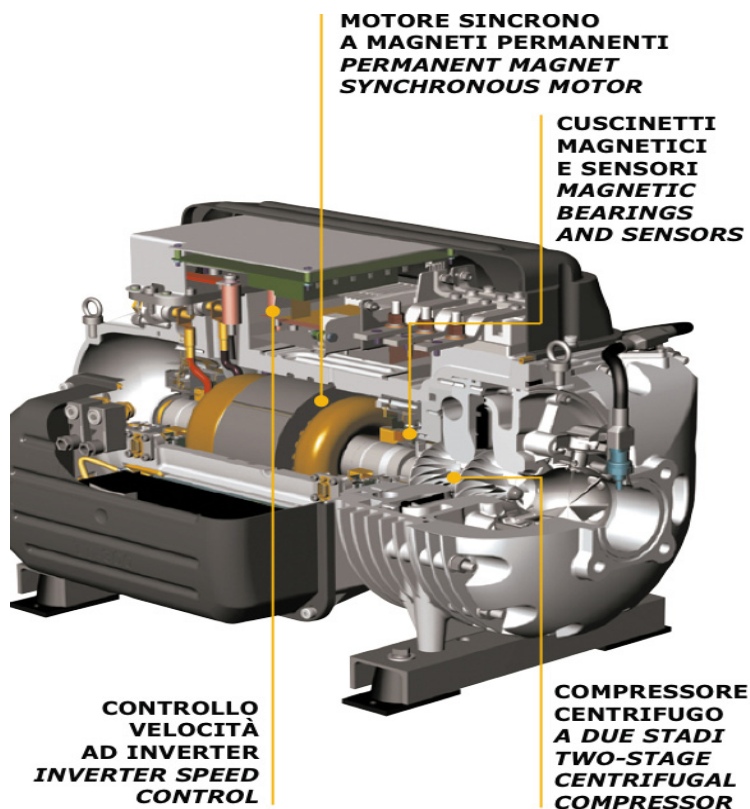
In particolare le principali innovazioni tecnologiche si riferiscono a:

Compressore centrifugo

Compressore miniaturizzato altamente innovativo, con cuscinetti a levitazione magnetica e controllo digitale della velocità delle giranti, che consente di raggiungere valori di efficienza ai carichi parziali mai raggiunti fino ad oggi. La compressione avviene attraverso due giranti ad elevatissimo numero di giri, mosse da un motore a variazione continua di frequenza, che eroga esattamente la potenza frigorifera richiesta dall'impianto. Cuscinetti a levitazione magnetica mantengono sospeso nello spazio senza attriti l'albero ruotante ad altissima velocità. Questa tecnologia, derivata dalle applicazioni aerospaziali, consente numerose caratteristiche favorevoli:

- Eliminazione dell'olio, che comporta migliori prestazioni degli scambiatori di calore grazie all'assenza del velo d'olio che, con altri tipi di compressore, si interpone tra refrigerante e superfici di scambio.
- Assenza di usura nel tempo, con conseguente allungamento della vita dei compressori.
- Assenza di vibrazioni nella macchina in ogni condizione di lavoro, comprese le fasi di avviamento.
- Compressore centrifugo con controllo integrato di regolazione continua della velocità delle giranti, fino a 48000 giri al minuto.

- L'alta velocità delle giranti ha permesso la loro miniaturizzazione riducendo le dimensioni ed il peso del compressore a soli 120 kg.
- Compressori di pari potenza frigorifera pesano normalmente 5 volte di più ed hanno dimensioni doppie.
- Bassissime correnti durante le fasi di avviamento (soft start), 5 A contro 500-600 di un compressore a vite di pari potenza.



Evaporatore allagato dedicato

L'evaporatore allagato è caratterizzato da basse perdite di carico sia sul lato gas che sul lato acqua. L'evaporatore abbinato a compressori centrifughi di nuova generazione, oil-free, non presenta le problematiche connesse alla necessità di separare l'olio dal refrigerante e non richiede dispositivi per questa operazione. Il completo annegamento dei tubi nell'evaporatore è garantito da un sensore elettronico di livello che controlla il liquido nel condensatore.

Questa scelta consente di:

- ottimizzare l'intero funzionamento del chiller controllando simultaneamente la pressione di condensazione e l'annegamento dei tubi nell'evaporatore.
- Assicurare l'annegamento dei tubi anche ai carichi parziali dove la lettura del livello di liquido nell'evaporatore risulta più difficile a causa dell'evaporazione del liquido.
- Ridurre la quantità di gas refrigerante.

Di seguito si riporta la valutazione inerente il risparmio energetico conseguibile con tale proposta.

$$800 \text{ kW} \times 150 \text{ gg} \times 12 \text{ ore} / 5 = 288.000 \text{ kWh}$$

la medesima energia frigorifera, prodotta con i gruppi frigoriferi esistenti ($EER = 2,5$) comporta un impegno di energia elettrica pari a 576.000 kWh. Il risparmio, in termini di energia primaria, è pari a 800.000 kWh (69 TEP - 166 tonn/anno di CO₂)

14.4 SOSTITUZIONE DEI GENERATORI DI VAPORE

Dall'analisi dello stato di fatto degli impianti e in particolare riferimento al sistema di produzione centralizzato dell'acqua calda per il riscaldamento invernale, si è rilevato che quest'ultima viene distribuita alle utenze del complesso ospedaliero mediante una rete a basso livello entalpico ad una temperatura pari a circa 55° C. Tale livello termico viene attualmente ottenuto mediante due scambiatori a fascio tubiero alimentati da vapore saturo a 8 bar (a circa 170°C) con un evidente cattivo uso dell'energia primaria vista la distanza tra i due livelli termici richiamati.

Si propone, al fine di aumentare l'efficienza energetica del sistema di produzione del fluido termovettore caldo, vista anche la vetustà degli attuali generatori di vapore (almeno di tre su quattro), e in virtù del sopra richiamato livello termico degli utilizzatori (50°C), due caldaie a condensazione da circa 1300 kWt ognuna; tali apparecchiature sono caratterizzate da elevati rendimenti ($\eta_r = 107\%$) che permetteranno di ottenere un notevole risparmio energetico e gestionale come di seguito descritto.

Le caldaie a condensazione sono tra i più moderni ed ecologici sistemi di generazione del calore oggi in commercio. Riescono ad ottenere rendimenti molto elevati e riduzioni delle emissioni di NOx e CO fino al 70% rispetto agli impianti tradizionali.

Le normali caldaie, anche quelle definite "ad alto rendimento", riescono infatti ad utilizzare solo una parte del calore sensibile derivato dalla combustione: il loro rendimento è nell'ordine del 91-93% riferito al potere calorifico inferiore. Il vapore acqueo generato dal processo di combustione (circa 1,6 kg per m³ di gas) viene invece disperso in atmosfera attraverso il camino: la quantità di calore in esso contenuta, definito calore latente, rappresenta ben l'11% dell'energia liberata dalla combustione.

La caldaia a condensazione, a differenza della caldaia tradizionale, può invece recuperare una gran parte del calore contenuto nei fumi espulsi attraverso il camino.

La particolare tecnologia della condensazione consente infatti di raffreddare i fumi al di sotto del punto di rugiada, con un recupero di calore utilizzato per preriscaldare l'acqua di ritorno dall'impianto.

In generale con le caldaie a condensazione si raggiungono risparmi nell'ordine del 15-20% sulla fornitura di acqua calda a 80 °C, a 60 °C tale risparmio diviene del 20-30%. Esse infine esprimono il massimo delle prestazioni (risparmi fino al 40% e oltre) quando vengono utilizzate con impianti che funzionano a bassa temperatura (30-50°C), come ad esempio con impianti a pannelli radianti.

Per quantificare tale risparmio bisogna fare riferimento all'analisi dei consumi di metano rilevati nel periodo invernale e quindi della richiesta di energia termica delle utenze; di questa si ritiene che circa il 50% sia soddisfatta dalle caldaie a condensazione, pari a circa $2,82 \times 10^6$ kWh.

Per realizzare tale produzione con l'attuale sistema, il cui rendimento è dell'ordine dell'87%, bisogna impiegare $3,18 \times 10^6$ kWh di energia primaria pari a 273,5 TEP con un consumo di metano uguale a $0,33 \times 10^6$ Nm³ di metano con una conseguente immissione in atmosfera di 630 t_{CO2}.

Ricorrendo alle caldaie a condensazione, grazie al maggiore rendimento, si necessiterebbe di $2,64 \times 10^6$ kWh di energia primaria (pari a 227 TEP) con un consumo di metano di 0,27 Nm³ e un'emissione di 523 t_{CO2}.

La seguente tabella riepiloga a parità di energia resa i consumi dei due sistemi:

	Fabbisogno di energia primaria in TEP	Emissioni di CO ₂ in tonnellate
Sistema esistente (generatori di vapore)	273,5	630
Sistema proposto (caldaie a condensazione)	227	523

In conclusione l'adozione di caldaie a condensazione consentirebbe un risparmio di 46,5 TEP/anno e una riduzione delle emissioni di CO₂ pari a 107 tonnellate all'anno.

14.5 OTTIMIZZAZIONE DEI CIRCUITI IDRONICI SECONDARI

La configurazione attuale prevede che il vapore prodotto, come detto in precedenza, alimenti sia le utenze tecnologiche, sia tre scambiatori di calore per il circuito di riscaldamento, sia i due scambiatori a servizio dei boiler (tre da 3000 litri).

Dagli scambiatori di calore l'acqua viene inviata ai collettori di distribuzione da cui si dipartono tutte le utenze dell'impianto di riscaldamento a mezzo di elettropompe centrifughe. Analogamente per il circuito sanitario dove si dipartono i vari rami d'alimentazione delle singole utenze sui cui ricircoli sono presenti le relative elettropompe.

Per quanto concerne il condizionamento estivo, l'acqua refrigerata prodotta dai gruppi frigoriferi è inviata ad un collettore generale da cui spillano a mezzo di opportune elettropompe i vari circuiti serviti. Nel seguito sono riportate le presenti attualmente in Centrale Termofrigorifera.

Sigla	Circuito Servito
P1	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P2	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P3	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P4	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P4a	Circuito ritorno A.R. evaporatore
P5	CDZ corpo A,E,F
P6	CDZ corpo A,E,F
P7	CDZ corpo A,E,F
P8	Radiatori corpo E
P9	Radiatori corpo E
P10	Areatori cucine
P11	Areatori cucine
P12	Ritorno caldo FAN COIL corpo F
P13	Ritorno caldo FAN COIL corpo F
P14	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria
P15	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria
P16	Ritorno CDZ corpo E,F camera operatoria
P17	Primario gruppi frigo
P18	Primario gruppi frigo
P19	Primario gruppi frigo
P20	Caldo D.H.
P21	Caldo D.H.
P22	Caldo Piastra radiologica
P23	Caldo Piastra radiologica
P24	Caldo Ristrutturazione scientifica
P25	Caldo Ristrutturazione scientifica
P26	Caldo Corpo G
P27	Caldo Corpo G
P28	Caldo Corpo G
P29	Caldo Corpo B,C
P30	FAN COIL corpo G
P31	FAN COIL corpo G
P31a	FAN COIL corpo G
P32	FAN COIL corpo G
P33	FAN COIL corpo G
P34	Caldo

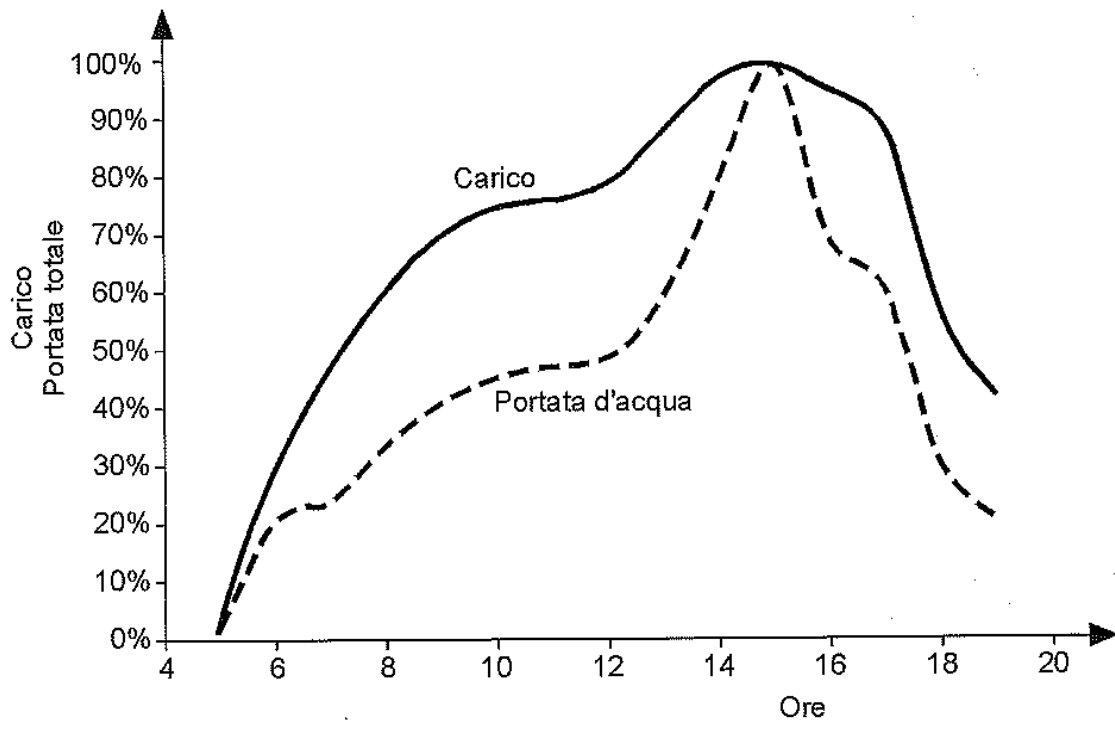
Sigla	Circuito Servito
P35	Caldo
P36	Primario ACS
P37	Primario ACS
P38	FAN COIL degenze
P39	FAN COIL degenze
P40	FAN COIL degenze
P41	Ricircoli ACS corpo G
P42	Ricircoli ACS corpo G
P43	Ricircoli ACS corpo A,G
P44	Ricircoli ACS D.H.
P45	Ricircoli ACS piastra radiologica
P46	Ricircoli ACS corpo E

Lo schema di distribuzione delle reti idroniche proposto prevede un sistema a portata variabile, con organi di regolazione dei terminali di impianto costituiti da valvole a due vie. Nello schema proposto, i circuiti primari facenti capo ai generatori di calore e ai gruppi frigoriferi, sono alimentati ciascuno da propria pompa a velocità di rotazione costante, mentre la rete di distribuzione dei circuiti secondari è alimentata da stazioni di pompaggio a velocità di rotazione variabile (tramite l'impiego di elettropompe con convertitori di frequenza-inverter). La logica di regolazione della velocità di rotazione delle pompe è quella di mantenere costante la prevalenza utile tra ramo di mandata e ramo di ritorno del circuito secondario in un punto opportuno della rete (intermedio, più sfavorito o altro). Secondo tale logica si adotterà un numero inferiore di elettropompe rispetto all'attuale (mantenendo sempre la logica della ridondanza).

La rete secondaria ed il relativo gruppo di pompaggio saranno dimensionati rispetto alla portata massima di acqua refrigerata effettivamente utilizzata nelle condizioni di progetto, e non rispetto alla somma delle massime portate calcolate per ogni singola utenza, anche quando tali portate sono richieste in tempi diversi.

Gli organi di regolazione dei terminali determineranno una diminuzione di portata quando il terminale richiederà minore potenza; in tal caso, tramite un rilevatore di pressione differenziale, l'inverter farà diminuire il numero di giri della pompa e conseguentemente la portata, ottenendo così un risparmio di energia elettrica assorbita dalle pompe e di energia termica per le minori perdite lungo il circuito.

Assumendo tipicamente che la portata massima istantaneamente utilizzata dai terminali è minore del 70% (vedi figura sottostante) rispetto alla somma delle portate di progetto ai terminali, si può concludere che il risparmio di energia stagionale di pompaggio è dell'ordine del 30% - 35% rispetto ad una soluzione tradizionale. Tale risparmio è stimabile in circa 20 TEP/anno con una riduzione delle emissioni di CO2 pari a 44 tonnellate all'anno.



14.6 RIFACIMENTO DELLE COIBENTAZIONI DELLA DISTRIBUZIONE PRINCIPALE

Si propone un intervento di adeguamento delle coibentazioni delle tubazioni esistenti convoglianti i fluidi termovettori caldo e freddo dalla centrale termica alle varie sottocentrali di edificio. Tali linee impiantistiche risultano allo stato attuale vetuste e dotate di un isolamento raramente conforme alle prescrizioni del DPR 412/93 e addirittura in alcuni tratti del tutto assente.

Nel caso di tubazioni convoglianti acqua refrigerata, una coibentazione non adeguata comporta, oltre al conseguente dispendio energetico, anche problemi di natura igienica a causa della condensa che può formarsi sulla superficie esterna dei tubi.

Per una stima del risparmio energetico conseguibile con un intervento di ricoibentazione delle linee esistenti, si è supposto che le coibentazioni esistenti abbiano un'efficienza pari a circa il 50% di quelle che si intende realizzare.

Si riporta di seguito le ipotesi adottate ed i calcoli eseguiti per le tubazioni convoglianti acqua calda nel caso di coibentazione esistente (1) e di ricoibentazione (2):

Tubazioni calde ipotesi di calcolo:

Diametro:	DN150
Temperatura media fluido termovettore:	55°C
Temperatura media aria esterna:	10°C
Ore di funzionamento:	3000 h
Conducibilità isolante di ricoibentazione k:	0,035 W/mK
Conducibilità isolante esistente k:	0,045 W/mK
Lunghezza complessiva delle tubazioni:	900 m
Spessore coibente caso (1):	30mm
Spessore coibente caso (2):	60mm

Per il calcolo della potenza dissipata per metro lineare si è fatto ricorso alla formula:

$$q = \Delta T / R_i + R_e$$

Dove:

ΔT = differenza di temperatura tra fluido convogliato e l'aria esterna

R_i = resistenza termica dell'isolante pari a: $\ln(r_2/r_1) / 2 \pi k$ con r_2 spessore esterno del tubo più coibente e r_1 spessore esterno del tubo

R_e = resistenza termica dell'aria esterna pari a: $1 / 2 \pi r_2 h_e$ con h_e conduttanza superficiale dell'aria esterna posta pari a 10 W/mq K

Caso (1):

$$q = 68,7 \text{ W/m}$$

$$Q = 61,8 \text{ kW}$$

Caso (2):

$$q = 31,2 \text{ W/m}$$

$$Q = 28,1 \text{ kW}$$

Ne consegue una riduzione di potenza complessivamente dispersa nei due casi pari a:

$$\Delta Q = 33,7 \text{ kW}$$

Considerando un rendimento dei sistemi di produzione pari a circa 0,8 si ritiene di poter ottenere un risparmio di energia primaria pari a:

$$E_p = 126.400 \text{ kWh/anno}$$

Ovvero:

$$10,9 \text{ tep/anno}$$

Con una conseguente riduzione delle emissioni di CO₂ pari a circa 26 tonn/anno.

14.7 SISTEMA DI REGOLAZIONE, SUPERVISIONE E MONITORAGGIO

Si provvederà a dotare gli impianti tecnologici del complesso di un moderno sistema di regolazione e supervisione;

Tale sistema sarà contraddistinto dalla possibilità di interagire in maniera globale con tutte le unità a microprocessore utilizzate per le parti denominate “servizi ausiliari”, quali cogeneratore, gruppo frigorifero, caldaia, elettropompe di circolazione ecc..

Gli impianti direttamente controllati saranno:

- produzione e distribuzione acqua calda e refrigerata;
- produzione e distribuzione energia elettrica;
- programmi orari di gestione impianti tecnici;
- Monitoraggio e controllo del funzionamento e dei consumi (elettrici e termofrigoriferi);
- segnalazioni ed allarmi.

Al fine di effettuare un controllo di tipo estensivo sui consumi energetici del complesso (energia termica e frigorifera e energia elettrica) e poterli ripartire per edificio e utenze significative verranno installati analizzatori di rete sulle principali partenze del quadro generale di bassa tensione e dei quadri principali di edificio; analogamente verranno installati contatori di calorie (del tipo ad ultrasuoni) su tutte le principali utenze termofrigorifere. Sia gli analizzatori di rete che i contatori di calorie saranno collegati via bus a un sistema di supervisione e monitoraggio che sarà capace di aggregare e rappresentare graficamente i dati raccolti (creazione di trend, individuazione dei picchi, calcolo dei coefficienti di efficienza degli impianti e del loro rendimento). Un Tool di analisi dei consumi permetterà di individuare eventuali anomalie e le azioni di ulteriore miglioramento della performance energetica del complesso.

Tale funzionalità, insieme alla disponibilità di programmi orari di funzionamento, sono un elemento fondamentale per il risparmio energetico e per un miglior utilizzo delle apparecchiature dell'impianto.

SISTEMA DI MONITORAGGIO

I moderni sistemi di controllo e gestione di infrastrutture impiantistiche sono rivolti in primo luogo a facilitare l'utilizzo da parte dell'utente ed al ridurre al minimo i consumi energetici e conseguentemente i costi operativi. Per soddisfare in modo adeguato entrambe queste esigenze, si rendono necessari degli ulteriori strumenti, basati sul sistema di automazione e controllo descritti successivamente.

Le soluzioni proposte per il raggiungimento di tali obiettivi sono:

- CC (Consumption Control) per la gestione energetica
- ADP (Advanced Data Processing) per la gestione finanziaria dell'impianto.

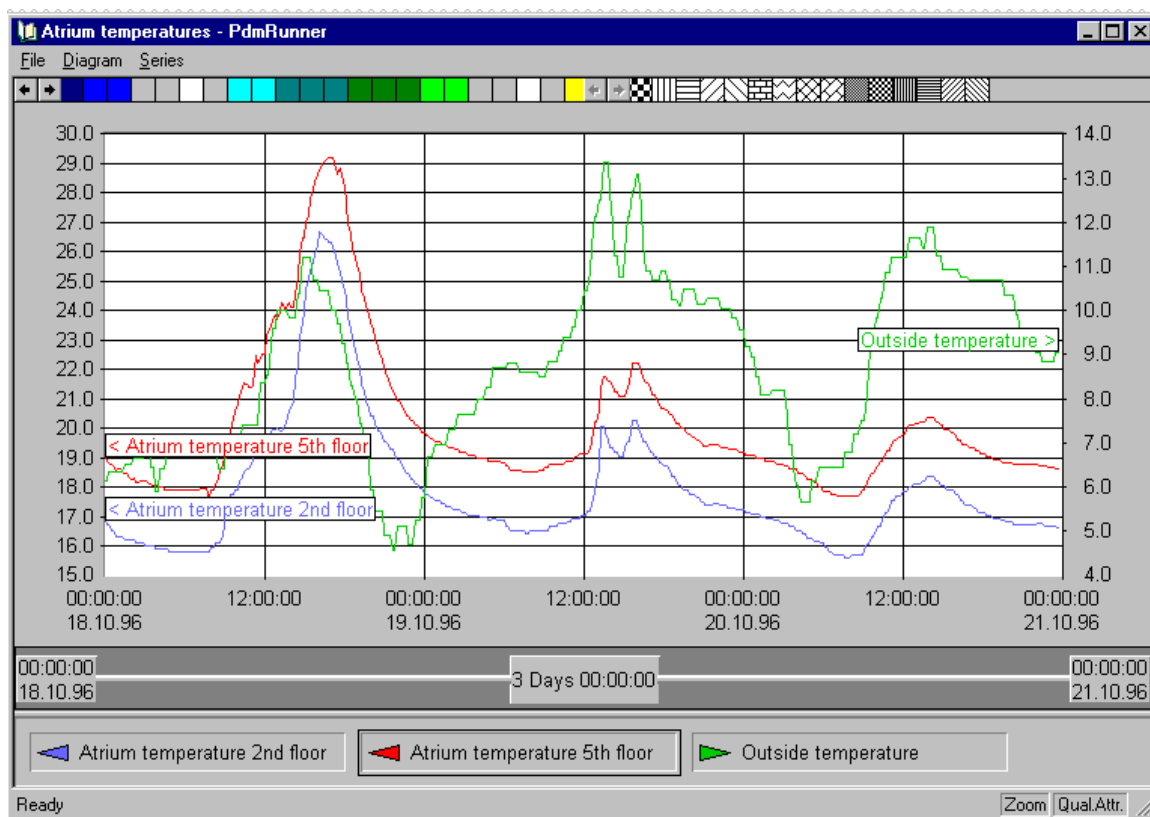
Queste applicazioni si adattano agevolmente alla topologia del sistema, fornendo un'assistenza continua durante il funzionamento dei diversi edifici.

Il software applicativo ADP analizza i dati dell'impianto di ogni singolo edificio provenienti dagli analizzatori di rete e dai misuratori di calorie, raccogliendoli e riordinandoli fino a stilare dei report significativi. Qualsiasi dato rilevante fornito dal sistema di controllo ed automazione può essere registrato e quindi utilizzato allo scopo di analisi (temperatura esterna, temperatura dei fluidi, stato di funzionamento

delle apparecchiature, ecc.). Sulla base di queste informazioni è poi possibile intraprendere dei provvedimenti per ottimizzare l'impianto, sotto un monitoraggio costante.

- Analisi dei dati di impianto dall'edificio.
- Analisi delle condizioni ambientali.
- Identificazione dell'obiettivo per l'ottimizzazione.
- Analisi dei processi all'interno del sistema di automazione e controllo degli edifici.
- Verifica del processo di automazione e controllo.

Una volta identificate le aree che potrebbero essere sede di potenziali risparmi energetici, è possibile sfruttare alcuni semplici strumenti di ottimizzazione, che permettono una conseguente riduzione dei costi. Ad esempio, se si utilizza ADP per controllare i profili di carico di una certa categoria di utilizzatori di energia in un determinato periodo di tempo, sarà possibile individuare chiaramente dove sia possibile ottenere dei risparmi grazie ad un processo di riorganizzazione. Di seguito è riportata una schermata tipo di tale sistema.



SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

Il sistema permetterà il controllo, in tempo reale, del buon funzionamento degli impianti controllati da parte di uno o più operatori, per mezzo della stazione operatore grafiche e dei terminali operatore portatili.

Gli applicativi messi a disposizione dal sistema di supervisione consentiranno di effettuare tutte le funzioni necessarie alla realizzazione dei compiti di gestione e manutenzione degli impianti.

Esso sarà capace di rappresentare graficamente gli impianti controllati, realizzare un ambiente di programmazione strutturata ad oggetti, di tipo grafico, allo scopo di permettere una semplice programmazione, gestire tutte le situazioni di allarme che intervengano nell'ambito del sistema,

l'archiviazione di tutte le operazioni effettuate dagli utenti del sistema con l'analisi statistica dei dati memorizzati. E' inoltre in grado di realizzare un'interfaccia grafica per la creazione e gestione di tutti i programmi orari, giornalieri, settimanali, annuali.

Il sistema sarà basato su una architettura ad intelligenza altamente distribuita, con proprietà DDC liberamente programmabile.

I componenti fondamentali del sistema adottato saranno:

- Moduli di comando: unità autonome di comando e controllo, posizionate in prossimità delle utenze da controllare ed in grado di svolgere autonomamente le funzioni richieste dalle utenze.
- Bus di comunicazione: mette in comunicazione i singoli moduli con gli altri
- Centrale operativa di supervisione e controllo: supporta l'interfaccia uomo/macchina con tecniche di dialogo grafico ed a menù.

Ai fini della miglior comprensione del progetto si è schematicamente diviso l'impianto di supervisione e controllo in due sottoinsiemi: il primo detto "supervisione e gestione" cui afferiscono i livelli di gestione e comunicazione/integrazione; il secondo detto "regolazione e controllo" a cui afferiscono i livelli di processo e di campo.

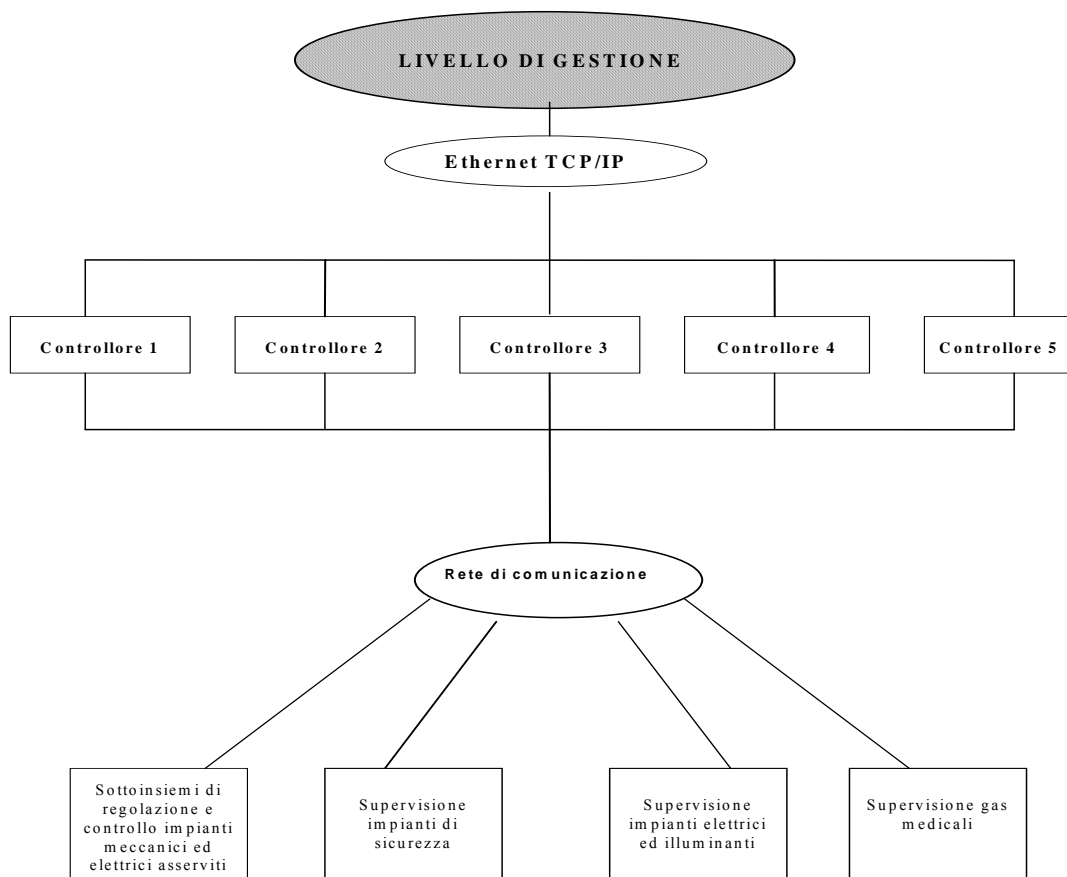
Lo scopo di tale sistema è di centralizzare ed unificare le diverse funzioni di comando e gestione degli impianti tecnici del complesso, in modo tale che essi possano essere controllati e gestiti da un unico punto di osservazione, onde conseguire un corretto e preciso funzionamento, nonché una ottimizzazione ed un'integrazione della gestione. Gli impianti controllati direttamente sono quelli relativi a: centrale di cogenerazione, climatizzazione, ventilazione e riscaldamento, centrali idriche e relativi elettrici asserviti; è previsto inoltre un interscambio di segnalazioni con il sistema di supervisione degli: impianti di sicurezza (rivelazione incendi, rivelazione gas, diffusione sonora), impianti gas medicali, impianti elettrici ed illuminazione.

Architettura generale del sistema

La tecnologia del sistema è intrinsecamente semplice, esso sarà ripartito su quattro livelli:

1° Gestione dei servizi tecnologici e di sicurezza	Livello di gestione
2° Livello di coordinamento	Livello di comunicazione e integrazione
3° Processo	Livello di processo
4° Elementi in campo	Livello di campo

di cui i primi due livelli (gestione, comunicazione ed integrazione) fanno parte del sistema di supervisione e gestione di tutti gli impianti tecnici del complesso svolgendo funzioni di sistema informativo, e supporto delle decisioni, dedicato alla gestione integrata degli impianti; mentre gli altri due livelli (processo e campo) fanno parte del sistema di regolazione e controllo locale degli impianti termici ed elettrici asserviti svolgendo funzioni di automazione, ovvero tutte quelle funzioni di controllo e regolazione che possono essere svolte autonomamente, senza cioè interventi del gestore del sistema.



Descrizione del sistema

Il sistema di supervisione, come già detto, costituirà l'elemento centrale e caratterizzante del controllo degli impianti nel loro insieme. Esso dovrà realizzare l'integrazione all'interno di un ambiente omogeneo di tutte le componenti tecnologiche presenti. Per tali ragioni è richiesto che tutte le componenti del sistema di supervisione (sonde, valvole servocomandate, moduli DDC, controllori di campo, workstation), siano prodotte dallo stesso costruttore. In particolare, l'integrazione tra i vari sottosistemi dovrà avvenire direttamente al livello del controllore di campo senza coinvolgere in alcun caso la Workstation; essa dovrà svolgere unicamente compiti di interfaccia uomo/macchina ed archiviazione dati.

Attraverso il sistema dovrà essere possibile accedere ed interagire con ogni componente dei sottosistemi meccanici ed elettrici ad essi asserviti, oltre a quelli integrati per via seriale (Packages, supervisione, sistemi di sicurezza, elettrici ed illuminazione, gas medicali). Attraverso essa dovrà essere possibile leggere, modificare, impostare tutti i parametri ed i dati gestiti dai sottosistemi. Opportune password dovranno consentire l'accesso multilivello ai dati secondo le mansioni dell'Operatore del sistema.

Quattro controllori di campo dovranno consentire l'intercollegamento dei moduli DDC del Sistema al servizio degli impianti controllati direttamente (meccanici ed elettrici) o indirettamente (sicurezza) attraverso un interscambio di segnali; i controllori di campo dovranno essere a loro volta collegati direttamente alla rete Ethernet del comprensorio ed attraverso due LAN (Local Area Network) ridondanti per consentire la realizzazione di un Sistema di Supervisione Generale da cui sia possibile accedere ad ogni componente collegata.

Da ogni controllore di campo dovranno dipartirsi i bus di comunicazione facenti capo ai seguenti controlli di campo:

CONTROLORE 1 – 2 Centrale Termofrigorifera

CONTROLORE 3 – 4 Complesso ospedaliero

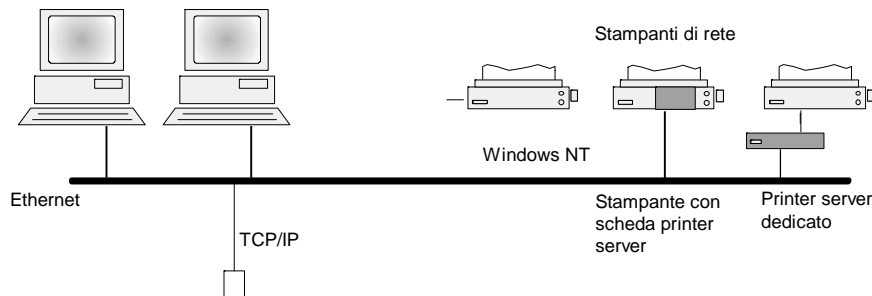
Ciò detto, occorre ancora osservare che le esigenze operative e gestionali hanno una tendenza a modificarsi nel tempo, assai più rapidamente delle esigenze impiantistiche; è quindi essenziale che l'architettura del sistema di supervisione, ferme restando le garanzie di sicurezza, offra la massima flessibilità sia dal punto di vista software che hardware, in modo da poter rispondere efficacemente ai cambiamenti.

Struttura del sistema

Al fine di garantire la massima flessibilità operativa e la massima apertura del sistema, nonché un'estrema facilità d'uso da parte del personale preposto alla sua gestione, dovrà essere utilizzata la piattaforma attualmente più diffusa sul mercato basata sui sistemi operativi Microsoft a 32 bit, ed in particolare Windows NT.

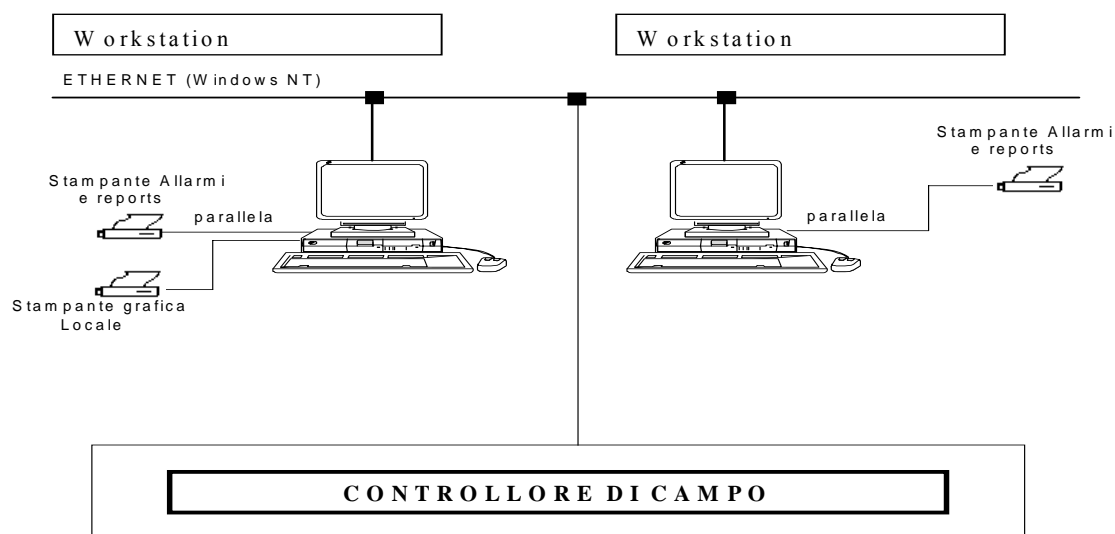
Livello di gestione

Il sistema si baserà su una rete di comunicazione (rete tecnica del compressorio) LAN Ethernet 10 Mbaud, non dedicata, ed utilizzerà un protocollo Ethernet TCP/IP.



Livello di comunicazione ed integrazione

Questo livello del sistema di supervisione dovrà essere incaricato di gestire la comunicazione con i diversi bus dei sottosistemi DDC e con le Workstations Operatore; l'accesso dinamico ai dati sia orizzontale (tra i controlli di campo) che verticale (con i moduli DDC) per mezzo della distribuzione dei database dei diversi controlli di campo e tramite l'immagine (database) real-time del processo. A questo livello dovrà essere disponibile una serie di applicativi per la realizzazione dei programmi necessari a soddisfare le necessità globali dell'impianto, necessità che coinvolgono diversi tipi di periferiche.



Livello di processo e di campo

Questo livello sarà costituito da unità autonome a microprocessore che dovranno effettuare la gestione degli impianti meccanici ed elettrici. Tali unità dovranno tra loro essere collegate da bus di comunicazione facenti capo alle interfaccia in grado di comunicare con il controllore di campo relativo.

Funzionamento del sistema

Il sistema svolgerà le seguenti funzioni principali del complesso:

La funzione di supervisione consente di rispondere prontamente e correttamente agli eventi che possono mettere in pericolo persone, beni e macchinari e inoltre genera un dettagliato rapporto delle azioni intraprese.

La funzione di manutenzione fornisce un concreto aiuto al personale addetto nel monitoraggio necessario alla manutenzione preventiva e nella pronta individuazione delle apparecchiature, oggetto di guasto.

La funzione di gestione dell'edificio permette di pianificare le attività di manutenzione e supervisione, ottimizza il comfort mantenendo al minimo, nel contempo, il consumo di energia ed elabora le strategie di sicurezza. L'elevata flessibilità di un tale sistema consente di tenere conto di cambiamenti dell'edificio susseguenti all'installazione del sistema di supervisione.

In merito agli impianti autonomi sparsi per tutto l'ospedale non è presente nessun controllo remoto, infatti in caso di guasto l'intervento di riparazione è richiesto solo dopo che il reparto ne avverte l'inefficienza. Il progetto onde far fronte a tale anomalia in modo da intervenire subito in caso di guasto, fermo o altro, prevede la remotizzazione di quasi tutte le pompe di calore con particolare riguardo per quelle a servizio dei reparti più sensibili (sale Operatorie, Tac, Radiologia, RMN, Trapianto Midollo Osseo ecc).

Gli interventi previsti riguardano il rifacimento completo dell'impianto elettrico, quadro elettrico e messa a terra della centrale termica, nonché il controllo remoto, su di un quadro sinottico in centrale termica, di tutti gli stati e gli allarmi relativi alle varie pompe di calore ed impianti autonomi sparsi per tutto l'ospedale. Nel seguito sono descritti i due interventi previsti.

Controllo Remoto Pompe di calore

Come accennato in precedenza, sono presenti numerosi impianti autonomi sparsi per tutto l'ospedale , l'intervento prevede il controllo remoto delle seguenti pompe di calore:

Nomenclatura Pompa di Calore	Casa costruttrice Pompa di calore	Reparto servito
Pompa di calore PDC-01	YORK	STABULARIO
Pompa di calore PDC-02	RHOSS	RISONANZA MAGNETICA
Pompa di calore PDC-03	RHOSS	RISONANZA MAGNETICA
Pompa di calore PDC-04	SEVESO CLIMA	CENTRALE FRIGO GENERALE
Pompa di calore PDC-05	SEVESO CLIMA	CENTRALE FRIGO GENERALE
Pompa di calore PDC-06	RHOSS	RISONANZA MAGNETICA
Pompa di calore PDC-07	RHOSS	CICLOTRONE AMBIENTI
Pompa di calore PDC-08	RHOSS	CICLOTRONE APP. RADIOLOGIA
Pompa di calore PDC-09	YORK	RADIOTERAPIA
Pompa di calore PDC-10	SEVESO CLIMA	RADIOTERAPIA SIEMENS
Pompa di calore PDC-11	YORK	RADIOTERAPIA PHILIPS
Pompa di calore PDC-12	YORK	PET
Pompa di calore PDC-13	CLIMAVENTA	TAC
Pompa di calore PDC-14	DAIKIN	TAC
Pompa di calore PDC-15	CLIVET	TERAPIA METABOLICA
Pompa di calore PDC-16	RC GROUP	TRAPIANTO MIDOLLO OSSEO
Pompa di calore PDC-17	MACQUAY	DAY HOSPITAL
Pompa di calore PDC-18	FERROLI	UFFICI

L'intervento consiste principalmente nel collegamento ai 4 morsetti di ciascuna pompa di calore degli stati e degli allarmi, con cavo multipolare in PVC sez. 1,5 mmq, al nuovo quadro sinottico e all'interfaccia grafica di tali impianti con il sistema di supervisione.

15. ASPETTI ENERGETICI E AMBIENTALI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Si riassumono in questo paragrafo i risultati, in termini di riduzione di consumi e di emissioni, connessi agli interventi proposti.

Globalmente le proposte afferenti all'efficientamento energetico del complesso ospedaliero, che comprende i sistemi descritti nei paragrafi seguenti e riepilogati nella tabella seguente, consentono di realizzare un risparmio energetico totale di circa **623 TEP/anno**; tale razionalizzazione energetica determina una riduzione di CO₂ immessa in atmosfera di circa **1486 t/anno**.

Interventi proposti	Risparmio di energia primaria in TEP/anno	Riduzione delle emissioni di CO ₂ in tonn/anno
Trigenerazione	450	1078
Adozione di gruppo frigorifero con compressori centrifughi e condensato con sonde geotermiche	69	166
Solare termico	28	67
Adozione di elettropompe a portata variabile	20	44
Sostituzione dei generatori di vapore con caldaie a condensazione	46	107
Riqualficazione della coibentazione dei circuiti principali	10	24
TOTALE	623	1486

E' da rilevare che il risparmio economico conseguibile, oltre ad essere direttamente legato al risparmio di energia e quindi dei costi di gestione dell'impianto, (si prevede un risparmio di circa il 30-40% degli attuali costi) è funzione anche della possibilità di accedere a tariffe più convenienti delle fonti primarie, quali ad esempio la tariffa agevolata per il metano grazie alla presenza del cogeneratore, consentendo un rientro medio del capitale investito per gli interventi sicuramente entro 5-6 anni di gestione.

16. NUOVO ASSETTO DELLA CENTRALE TERMOFRIGORIFERA

Di seguito viene descritto il nuovo assetto della centrale termofrigorifera che scaturisce dalle proposte di efficientamento sopra individuate e descritte ai paragrafi successivi; tale assetto è riportato nel grafico I2 allegato alla presente relazione.

La centrale termica

In centrale termica sono previste le seguenti apparecchiature :

- Due generatori di vapore da circa 2800 kWt cadauno (esistenti).
- Uno scambiatore a fascio tubiero alimentato sul primario da vapore e che restituisce al secondario acqua calda a 85°C da 2000 kWt (esistente).
- Due nuove caldaie a condensazione da 1300 kWt con produzione acqua calda a 60°C e ritorno a 45°C.
- Un collettore principale (a 85 °C) su cui si attestano le linee provenienti dallo scambiatore vapore/acqua, e dal recuperatore del cogeneratore.
- Un collettore principale (a 60 °C) su cui si attestano le linee provenienti dalle due caldaie a condensazione e una linea (di sicurezza) provenienti da uno scambiatore a piastre da 1500 kW alimentato sul primario dal collettore a 85°C.
- Collettori, elettropompe, organi di manovra, addolcitori, apparecchiature di sicurezza, etc.

E' prevista una distribuzione primaria su due livelli di temperatura:

- distribuzione primaria ad medio livello di temperatura (85°C);
- distribuzione primaria a basso livello di temperatura (60°C):

La scelta di tali livelli termici deriva dalla volontà di tenere vicine le temperature di produzione e di distribuzione ai terminali di impianto, al fine di minimizzare le perdite exergetiche. Nella scelta delle taglie delle apparecchiature si è tenuto conto sia dei fabbisogni energetici e dei livelli di temperatura, sia di voler assicurare una sufficiente ridondanza, al fine di evitare la messa in crisi del sistema per fermi macchina.

Di seguito vengono descritte le logiche dei flussi termici; in particolare:

- ai generatori di vapore è demandato il compito di soddisfare la produzione di vapore per i servizi ospedalieri quali la sterilizzazione e la cucina. Mediante scambiatore a fascio tubiero supporteranno quando necessario la produzione di acqua calda (ridondanza del sistema di produzione).
- Alle caldaie a condensazione è demandato il compito di soddisfare la produzione di acqua calda a basso profilo energetico con produzione di acqua calda a 60° con rendimenti convenzionali pari a circa 105%. Attraverso organi di manovra in sottocentrale si sopperisce, in caso di guasto di uno dei due generatori, alle necessità di energia termica spillando il fluido necessario dalla rete primaria ad alto livello di temperatura (si prevede l'interposizione di uno scambiatore di calore).

La produzione centralizzata del freddo

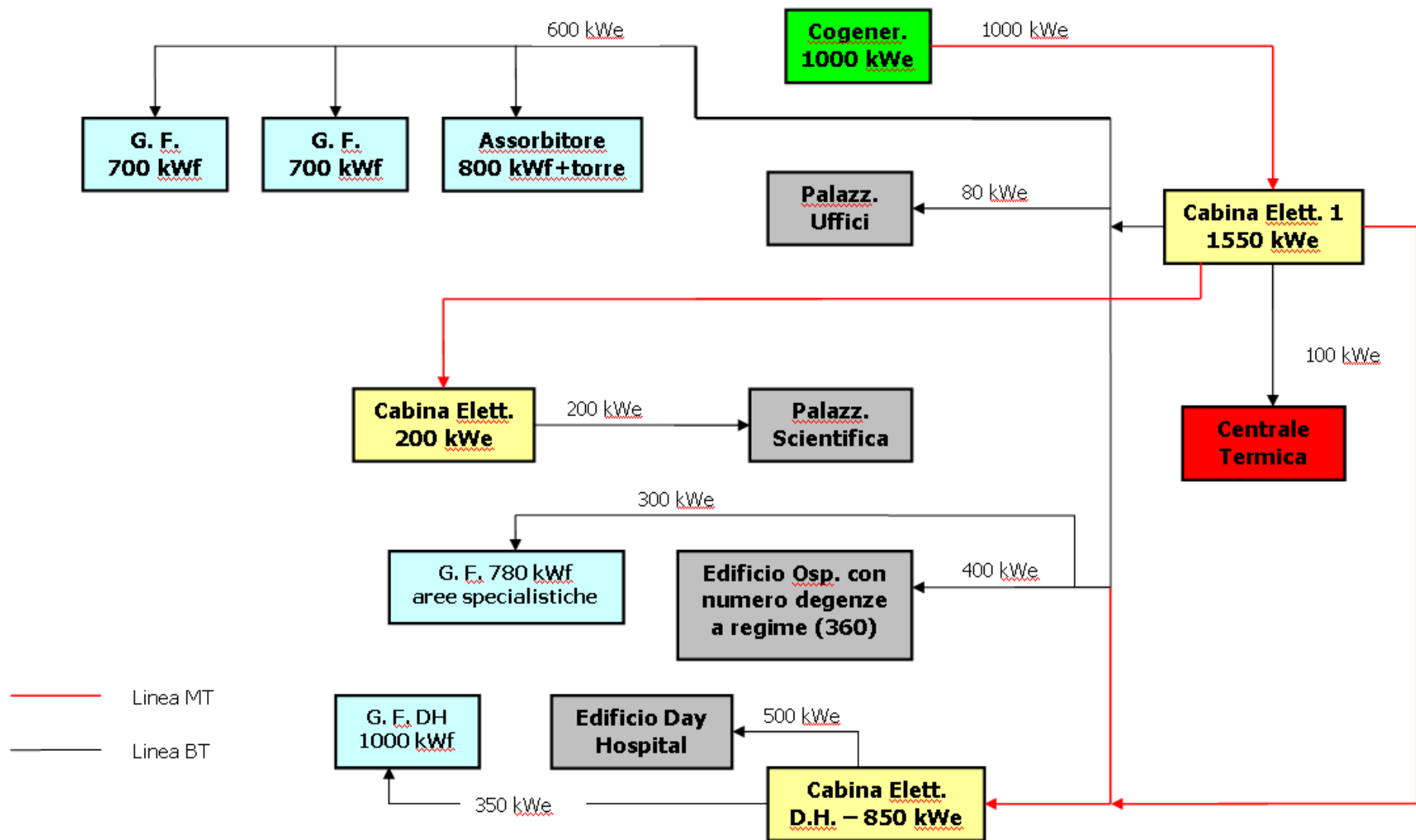
Per la produzione centralizzata dell'acqua refrigerata sono previsti :

- Due gruppi frigoriferi condensati ad aria da circa 700 kWf cadauno (esistenti, di cui uno di riserva).
- Un nuovo gruppo frigorifero ad assorbimento da circa 800 kWf, alimentato dall'acqua calda reflua proveniente dal cogeneratore e condensato mediante sonde geotermiche in parallelo con una torre evaporativa a basso impatto acustico. Tale gruppo frigorifero verrà utilizzato prioritariamente per la produzione centralizzata di acqua refrigerata in aggiunta ai gruppi frigoriferi esistenti. Tale strategia permetterà di ottenere oltre ad un significativo risparmio energetico, di cui al paragrafo 1.3.4.1, un aumento dell'affidabilità (in termini di ridondanza) del sistema di produzione in oggetto.
- Un nuovo gruppo frigorifero acqua/acqua da circa 800 kWf con compressori centrifughi, condensato mediante sonde geotermiche in parallelo con una torre evaporativa a basso impatto acustico.
- Collettori, pompe, organi di manovra, addolcitori, apparecchiature di sicurezza, etc.

I due nuovi gruppi frigoriferi e le relative torri verranno installati sulla dell'ex locale inceneritore; sarà prevista a tale scopo un'opportuna carpenteria metallica e schermi fonoisolanti/fonoassorbenti per mitigare l'impatto acustico di questa installazione.

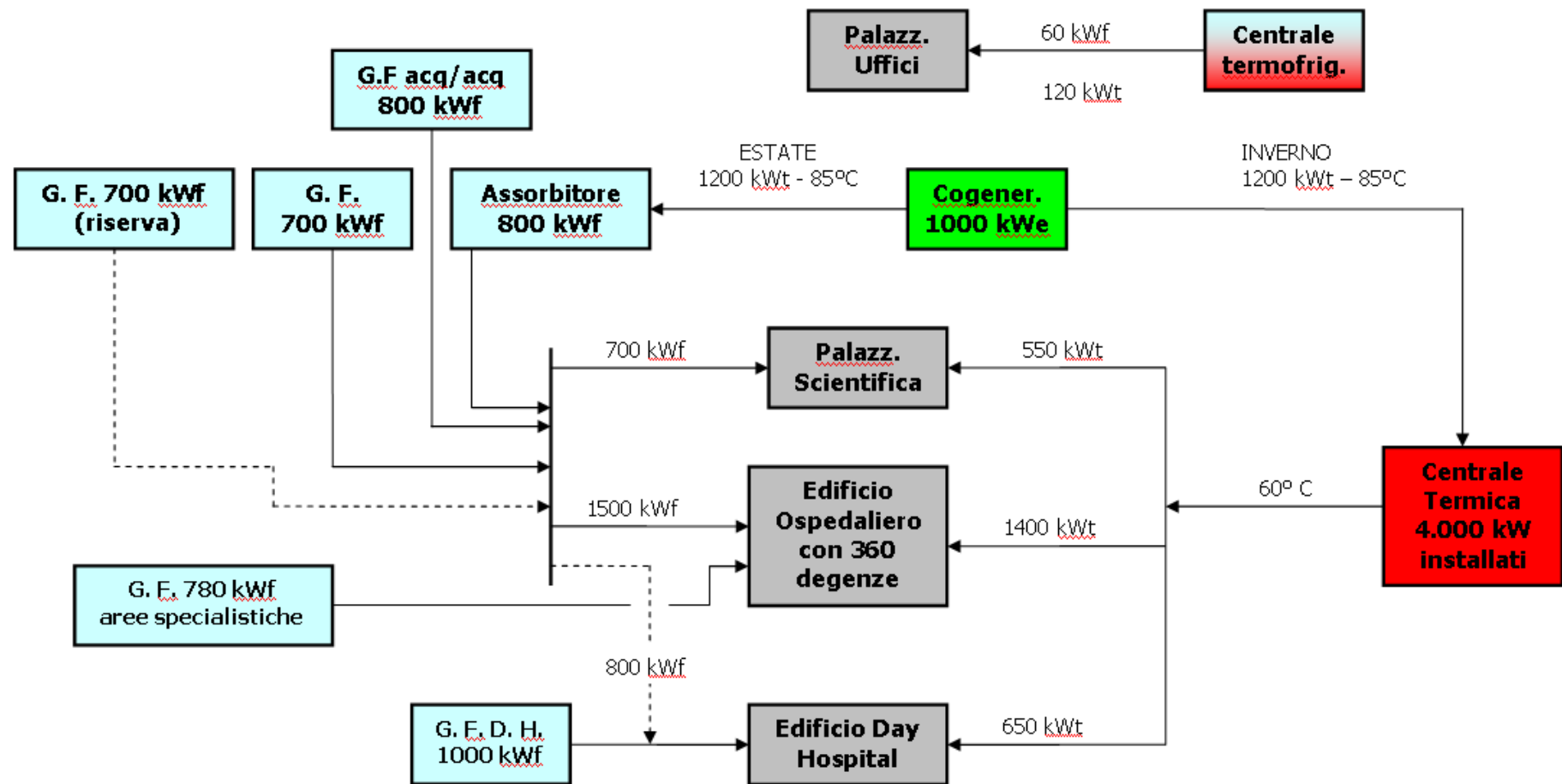
Nell'ambito degli interventi proposti si provvederà a collegare l'edificio Day Hospital al sistema centralizzato di produzione dell'energia frigorifera mediante un sistema di tubazioni interrato, mantenendo il funzionamento in parallelo di un gruppo frigorifero dedicato.

Nelle pagine seguenti si riportano graficamente i prelievi stimati per i vari edifici del complesso, inseriti nel nuovo contesto impiantistico definito dagli interventi di efficientamento impiantistici oggetto della presente relazione.



Totale E.E. prelevata: 2550 kW

SCHEMA A BLOCCHI DEI PRELIEVI DI ENERGIA ELETTRICA – STATO DI PROGETTO



SCHEMA A BLOCCHI PRELIEVI DI POTENZA TERMOFRIGORIFERA – STATO DI PROGETTO

17. ELENCO ELABORATI GRAFICI ALLEGATI

I.01 - Schema funzionale a blocchi centrale termofrigorifera nella configurazione ante efficientamento;

I.02 - Schema funzionale a blocchi centrale termofrigorifera nella configurazione post efficientamento;

I.03 - Schema elettrico unifilare quadro di parallelo;

I.04 - Schema a blocchi impianto di supervisione e monitoraggio;

I.05 - Planimetria componenti impianto di trigenerazione;

I.06 - Planimetria centrale termofrigorifera;

I.07 - Planimetria sottoservizi con rete tubazioni oggetto di riqualificazione energetica – tabella isolamenti;

I.08 - Schema funzionale a blocchi impianto solare termico.