

Workshop Unione degli Industriali di Napoli

Napoli, 31 marzo 2017

EFFICIENZA ENERGETICA DELL'EDILIZIA PUBBLICA E PRIVATA

Analisi energetica nelle strutture pubbliche:

*Diagnosi termoenergetica dinamica di un padiglione
dell'A.O.R.N. A. Cardarelli di Napoli*



Siram
by VEOLIA



Unione Industriali
Napoli

Ing. PhD Claudio De Stasio

email: c.destasioclaudio@studiumpower.it

Diagnosi energetica: Riferimenti normativi



IL DECRETO LEGISLATIVO N.115 DEL 2008

Definizione: DIAGNOSI ENERGETICA:

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



Pubblica Amministrazione:

Il D.Lgs. n. 115/2008 prevede **l'obbligo di diagnosi energetiche** per gli **edifici pubblici** o ad uso pubblico, in caso di **interventi di ristrutturazione** degli impianti termici o di ristrutturazioni edilizie che riguardino almeno il **15%** della **superficie esterna dell'involucro edificio** che racchiude il volume lordo riscaldato;



Diagnosi energetica: Riferimenti normativi

IL DECRETO LEGISLATIVO 4 LUGLIO 2014, N.102

Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

Pubblica Amministrazione:

- obiettivo al 2020 di riduzione di **15,5 Mtep di energia finale**
 - di cui lo **0,25% nella PA centrale (circa 400.000 m² l'anno)**
- Articolo 5- comma1:** «A partire dal 2014 e fino al 2020, ...,sono realizzati attraverso le misure previste dal presente articolo interventi sugli immobili della pubblica amministrazione centrale, inclusi gli edifici periferici, in grado di conseguire la riqualificazione energetica almeno pari al **3%** anno della superficie coperta climatizzata o che , in alternativa, comportino un risparmio energetico cumulato nel 2014-2020 di **0,04 MTep**».
- **140 miliardi di euro** totali di investimenti stimati
 - **1,7 milioni di unità di lavoro** aggiuntive
 - Per la realizzazione degli interventi, le PA centrali favoriscono il ricorso allo strumento del **FTT** e ai contratti di rendimento energetico e possono agire tramite l'intervento di una o più **ESCO**.

Ridurre i consumi mediante interventi che perseguono **l'efficienza energetica** nel settore pubblico costituisce un **obbligo normativo** per la **pubblica amministrazione**.

Tale azione di efficientamento energetico dei patrimoni immobiliari pubblici, rientra nelle attività della P.A., in quanto ad essa attribuita dalla legge.

Diagnosi energetica: Riferimenti normativi

IL DECRETO LEGISLATIVO 4 LUGLIO 2014, N.102

Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

I soggetti obbligati:

- **Grandi Imprese** (imprese che occupino più di 250 persone, il cui fatturato annuo superi i 50 Milioni di Euro o il cui bilancio annuo supera i 43 milioni di Euro);
- **Imprese a forte consumo di energia**
 - a) abbiano utilizzato, per lo svolgimento della propria attività, almeno 2,4 GWh di energia elettrica oppure almeno 2,4 GWh di energia diversa dall'elettrica;
 - b) il **rapporto tra il costo effettivo** del quantitativo complessivo **dell'energia** utilizzata per lo svolgimento della propria attività, e il valore del **fatturato**, determinato ai sensi dell'articolo 5, non sia risultato **inferiore al 3%**.

Come redigere una diagnosi energetica?

- Norme UNI CEI EN 16247

Chi può redigere una diagnosi energetica?

- **ESCo** certificate UNI CEI 11352
- **Esperti in gestione energia EGE** certificati UNI CEI 11339
- **Auditor Energetico** –Figura prevista ma non ancora normata e pertanto, al momento, non esistente



Workflow



Convenzione di ricerca tra Siram e dipartimento di ingegneria industriale dell'università Federico II di Napoli.

(2013-2015)



Analisi termo-energetica dinamica di due padiglioni dell'A.O.R.N. Cardarelli di Napoli: **il padiglione D ed il Padiglione L (DEA)**.

Calibrazione del modello energetico

(2016-2017)



Antonio Cardarelli
AZIENDA OSPEDALIERA DI RILIEVO NAZIONALE



Installazione del sistema di Monitoraggio (**Desigo insight**)

(2015-2016)

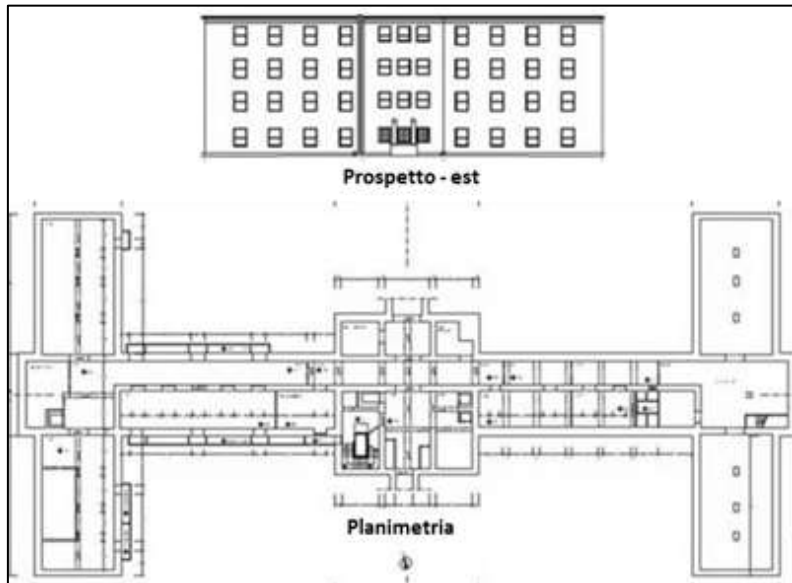


Raccolta e razionalizzazione dei dati di monitoraggio

L' Azienda Ospedaliera "Antonio Cardarelli"

L'azienda ospedaliera **A. Cardarelli** è un ospedale di Rilevanza Nazionale situato nel cuore della zona ospedaliera di Napoli assicura l'assistenza sanitaria su un ampio territorio, esteso oltre che alla provincia di Napoli, anche alle altre province della Campania.

- 21 padiglioni
- Superficie occupata **250'000 m²**
- Epoca di costruzione **dal 1927 al 1990**



Fasi del lavoro

Sopralluoghi e reperimento di informazioni sulle caratteristiche dell'edificio e degli impianti

Elaborazione dei dati da censimento

Modellazione dell'edificio mediante analisi energetica dinamica

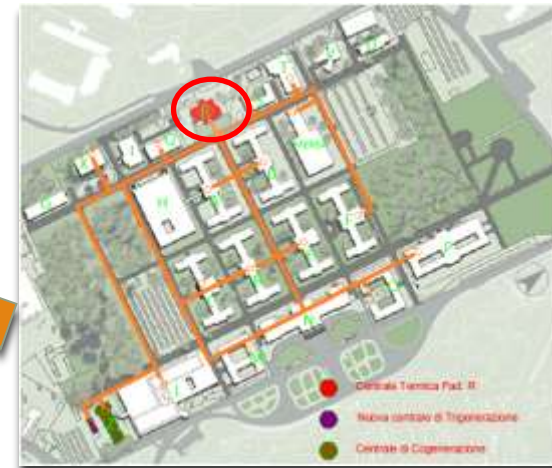
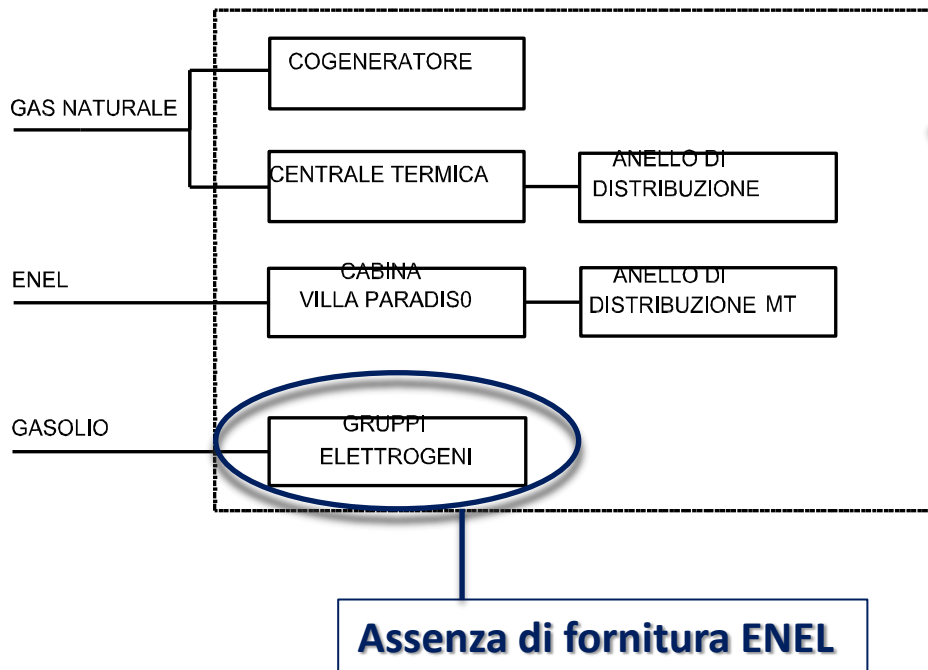
Valutazione delle prestazioni attuali

Ipotesi di riqualificazione sul **modello base**

Calibrazione del modello base

Fonti Energetiche

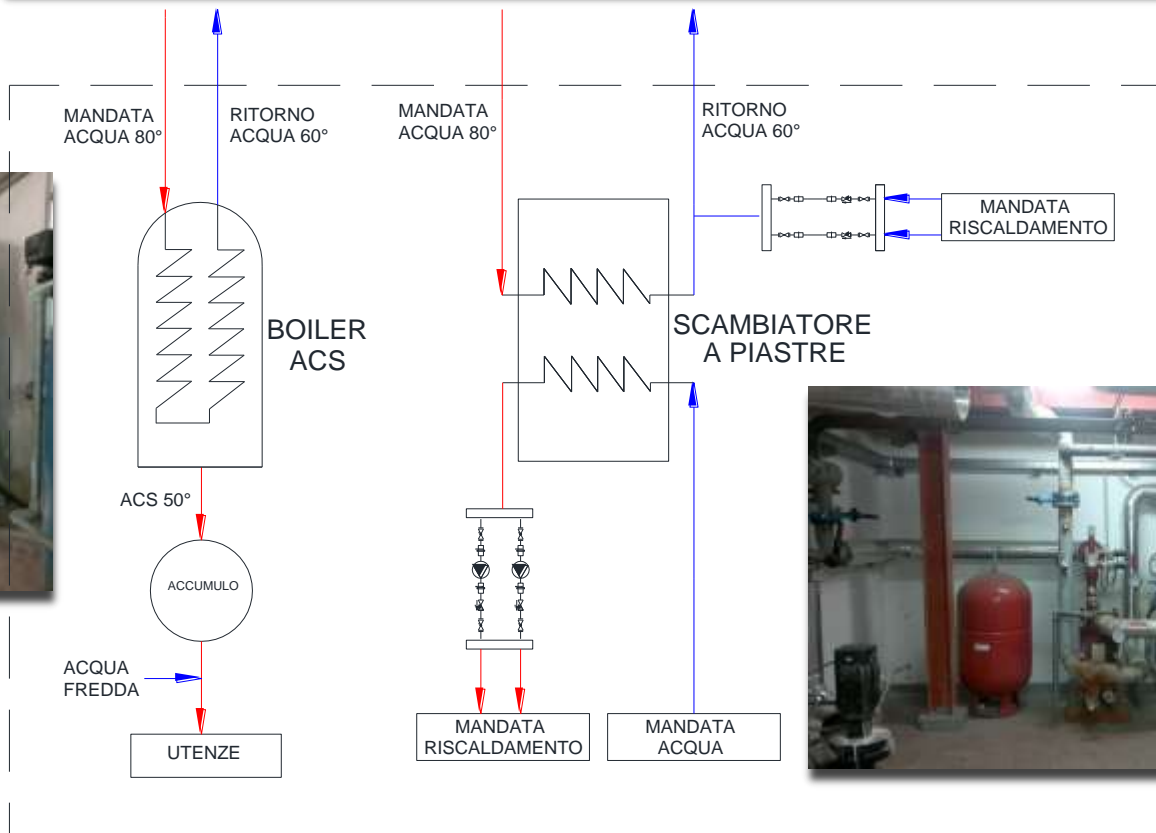
La produzione e distribuzione dell'energia termica ed elettrica a servizio dell'intero ospedale è di tipo centralizzato. Le centrali tecniche sono allocate ai margini del complesso in padiglioni ad esse dedicati (isole tecniche).



Sotto-centrali termiche

La centrale termica soddisfa il fabbisogno energetico per il condizionamento invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

ACQUA CALDA SANITARIA, HEATING, RE-HEATING da/per anello teleriscaldamento



Padiglione D

Il Padiglione D ospita il Dipartimento di Gastroenterologia del complesso ospedaliero.

	Posti letto
Degenze	130
Terapia intensiva	20
Ambulatori	> 40

Sup interna	8'827 m²
Volume	40'000 m ³
Rapporto S/V	0.202 m ⁻¹
% Finestrato	13.1 %



Padiglione D: Termofisica dell'involucro edilizio, Analisi

Termografia

È la tecnica che consente, senza contatto, acquisizione ed analisi di informazioni termiche/radiative provenienti da manufatti. Consente la visualizzazione qualitativa bidimensionale della misura dell'irraggiamento infrarosso emesso da una superficie e quindi la distribuzione termica degli oggetti esaminati e le eventuali anomalie.

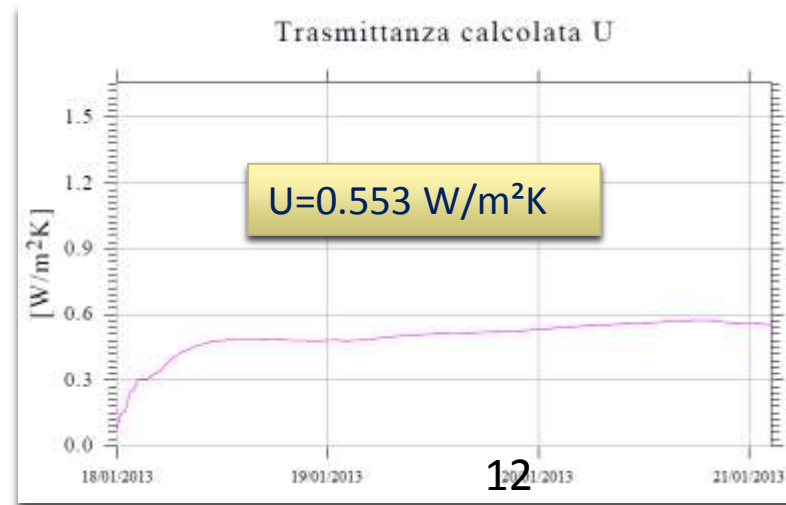
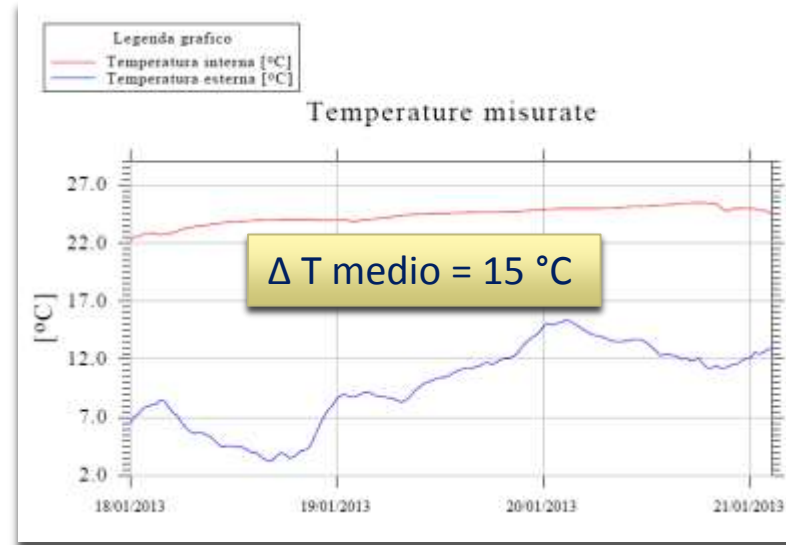
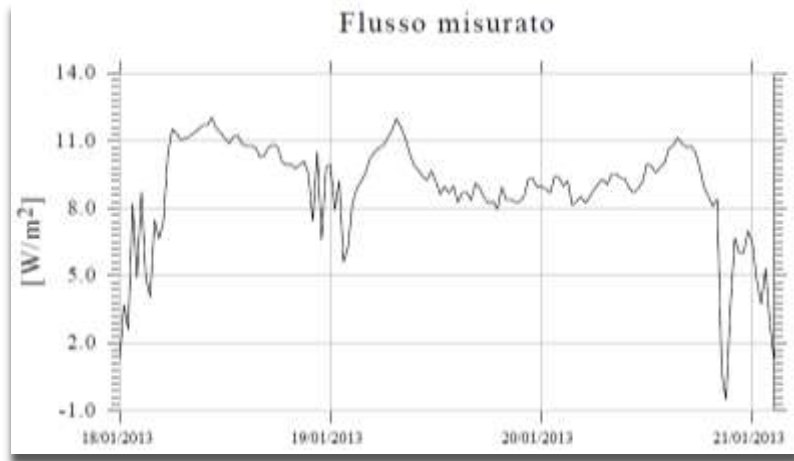


*Presenza di **ponti termici** sulle discontinuità strutturali in calcestruzzo armato*

Padiglione D: Termofisica dell'involucro edilizio, Analisi

Termoflussimetria

- Periodo di misurazione: 18-21 Gennaio 2013
- Temperatura media interna: 24 °C
- Temperatura media esterna: 10°C



La misura della conduttanza è andata ad asintoto rapidamente, confermando condizioni al contorno ΔT adeguate in termini di mono-dimensionalità del flusso termico.

Padiglione D: Termofisica dell'involucro edilizio

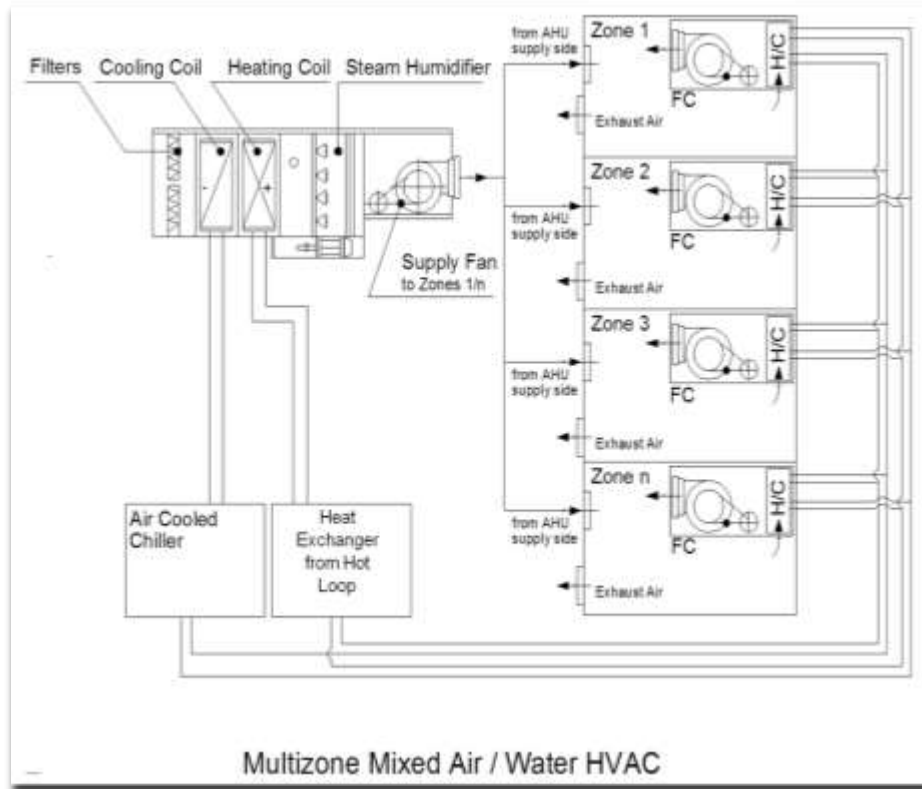


- **Copertura:** elemento strutturale in latero-cemento, senza presenza di isolamento termico.
intonaco interno (2 cm)
strato laterocementizio (36 cm),
massetto di allettamento e pendenze (14 cm).
Conduttanza termica complessiva di calcolo pari a **1.502 W/m²K**.
- **Parete esterna:**
intonaco interno (0.2 cm)
muratura ad un solo strato di tufo (74 cm)
intonaco esterno (0.4 cm)
Trasmittanza termica di calcolo pari a **0.553 W/m²K**.
- **Finestre:**
vetro-camera semplice 3/6/3 (aria)
infisso in alluminio senza taglio termico.
Trasmittanza termica di calcolo pari a **3.2 W/m²K**.
- **Solaio a terra:** struttura in latero-cemento non isolata, a diretto contatto con il suolo.
Trasmittanza termica di calcolo **1.3 W/m²K**.

Padiglione D: Impianti

Il controllo del microclima in ambiente è realizzato attraverso un **impianto di climatizzazione** misto del tipo **aria-acqua**:

- l'aria primaria è costituita da sola aria esterna trattata e portata alle condizioni termogrometriche desiderate,
- l'acqua è inviata ai terminali idraulici (fan coils, radiatori).



In copertura sono presenti:

- 8 Unità di Trattamento dell'Aria
- 2 Refrigeratori condensati ad aria da 406 kWf e 370 kWf

Padiglione D: Impianti, Analisi

Con l'attività di sopralluogo sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- raccolta delle informazioni sui dati di targa delle diverse tecnologie impiantistiche;
- censimento delle unità terminali degli impianti di condizionamento (numero e tipologia di radiatori e fan coils)

ZONA TERMICA	m ² ZONA TERMICA	STANZA	ARIA PRIMARIA				
			BOCCHETTE MANDATA				
			COD BOCCHETTA	N°	TIPO(diff, griglia)	DIMENS.(b x h)	PORTATA [mc/h]
A	878.13	CORRIDOIO	BOCM(01)-CORR-A-0-D			BP	750
			BOCM(02-03)-CORR-A-0-D	2		DN200	200÷220
			BOCM(04-09)-CORR-A-0-D	6		DN250	300
			BOCM(10-14)-CORR-A-0-D	5		DN350	290
		SOGGIORNO	BOCM(15)-SOGG-A-0-D	1		400X100	430
CENSIMENTO BOCCHETTE E DIFFUSORI ARIA PRIMARIA							
E	82.27	STANZA 02	BOCM(02)-STZ02-E-0-D	1		DN150	100÷130
		UFFICIO	BOCM(03)-UFF-E-0-D	1		DN150	100÷130
		DOTTORE	BOCM(04)-DOTT-E-0-D	1	D	200X100	100÷200
		DEPOSITO 02	BOCM(05)-DEP02-E-0-D	1		DN150	100÷130
			TOT	5			
F	145.23	DEGENZA 01	BOCM(01)-DEG01-F-0-D	1		300X100	200÷220
		DEGENZA 02	BOCM(02)-DEG02-F-0-D	1		300X100	300
		DEGENZA 03	BOCM(03)-DEG03-F-0-D	1		300X100	200÷220
		DEGENZA 04	BOCM(04)-DEG04-F-0-D	1		300X100	200÷220
		BAGNO					
			TOT	4			

DESTINAZIONI D'USO	m ² ZONA TERMICA	STANZA	RADIATORI		
			COD TERMINALI CONDIZ	NUM	[kcal/h]
AREA COMUNE	878.13	CORRIDOIO	RAD(01-07)-CORR-A-0-D	7	1097
			RAD(08-15)-CORR-A-0-D	8	853
			RAD(16-17)-CORR-A-0-D	2	610
			RAD(18)-CORR-A-0-D	1	523
			RAD(19)-CORR-A-0-D	1	488
		SOGGIORNO	RAD(20-24)-CORR-A-0-D	5	610
CENSIMENTO RADIATORI					
UFFICI	185.33	BAGNO 01	RAD(03)-WC01-B-0-D	1	523
			RAD(04)-WC01-B-0-D	1	366
		FARMACIA	RAD(05)-FARM-B-0-D	1	628
		INFERMIERIA 01	RAD(06)-INF01-B-0-D	1	523
		INFERMIERIA 02	RAD(07)-INF02-B-0-D	1	628

DESTINAZIONI D'USO	m ² ZONA TERMICA	STANZA	F.COILS			
			COD TERMINALI CONDIZ	NUM	FUNZ CALDO/FREDDO	
UFFICI		DEPOSITO 01				
		STANZA 01	FANC(01)-STZ01-E-0-D	1	1890/1300	
			FANC(02)-STZ02-E-0-D	1	1300/1895	
				FANC(03)-STZ03-E-0-D	1	1300/1895
				FANC(04)-STZ04-E-0-D	1	1890/1300
		DEPOSITO 02				
		TOT	4			

Codifica ogni terminale di impianto

Padiglione D: Impianti, Analisi

Analogamente, sono stati censiti tutti gli altri dispositivi sorgente di carico termico o alimentati elettricamente, quali le apparecchiature elettromedicali presenti nei differenti reparti.

DESTINAZIONI D'USO	m ² ZONA TERMICA	STANZA	CORPI ILLUMINANTI			
			COD APPARATO	N°	TIPOLOGIA	Pot. [We]
AREA COMUNE	878.13	CORRIDOIO	LAMP(01-60)-CORR-A-0-D	60	FLUORESCENTE LINEARE	72
			LAMP(61-75)-CORR-A-0-D	15	FLUORESCENTE LINEARE	36
			LAMP(76-79)-SOGG-A-0-D	4	FLUORESCENTE LINEARE	72
			TOT	79		5148
UFFICI	82.27	UFFICIO	LAMP(10-12)-UFF-E-0-D	3	FLUORESCENTE LINEARE	72
			LAMP(13-16)-DR-E-0-D	4	FLUORESCENTE LINEARE	72
		DOTTORE	LAMP(17)-DR-E-0-D	1	FLUORESCENTE LINEARE	36
			LAMP(18)-DEP-E-0-D	1	FLUORESCENTE LINEARE	36
			TOT	18		1152

CENSIMENTO CORPI ILLUMINANTI

Descrizione	Costruttore	Modello	POTENZA [W]	POTENZA [VA]	Struttura	ZONA TERMICA
ELETTROCARDIOGRAFO	BTL INDUSTRIES LTD	BTL 08 SD		30	Epatologia ed Unità Pancreas	B
DISTRIBUTORI			450			C
DISTRIBUTORI			450			C
DISTRIBUTORI			450			C
ECOTOMOGRFO PORTATILE	ALOKA CO LTD	SSD 500		160	Epatologia ed Unità Pancreas	F
CONGELATORE DA LABORATORIO	ANGELANTONI INDUSTRIE SPA	PLATINUM 500 VERTICALE		1980	Epatologia ed Unità Pancreas	H
FRIGORIFERO BIOLOGICO	KW APPARECCHI SCIENTIFICI SRL	KBPR 180 VT	160		Epatologia ed Unità Pancreas	H
BILANCIA PESAPERSONE	SECA CORP	/		23	Epatologia ed Unità Pancreas	H
TESTA LETTO, APPARECCHIO	SS ITALIA SRL	ORIONE			Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
DEFIBRILLATORE	LAERDAL MEDICAL	HEART START HS1		37.8	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	H
FRIGORIFERO BIOLOGICO	KW APPARECCHI SCIENTIFICI SRL	KBPR 180 VT	160		Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	H
DIAFANOSCOPIO	IREM SNC	A04 90X43		30	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	H
POMPA DI INFUSIONE	B. BRAUN COMBI	INFUSOMAT EMS		12	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	H
SISTEMA ANTIDECUBITO					Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	H
ECOTOMOGRFO					Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	H
DISTRIBUTORI						E
DISTRIBUTORI						E
DISTRIBUTORI						E
DIAFANOSCOPIO	/	/		50	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
DIAFANOSCOPIO	COSTRUTTORE GENERICO	/		50	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
REGISTRATORE SU CARTA	HEWLETT PACKARD CO	DESKJET 710 C		240	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
MODULO / ACCESSORIO PER APPARECCHIA	MENFIS BIOMEDICA SRL	/	350		Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
ANALISI FUNZIONALITA' ESOFAGEA, SISTEM	MENFIS BIOMEDICA SRL	DYNO COMPACT	60		Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
MONITOR PER COMPUTER	BELINEA MONITORS	10 30 26		288	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
POMPA PERISTALTICA	OLYMPUS OPTICAL CO LTD	OPF		240	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
CARRELLI SERVITORI PER ENDOSCOPI	MOVI SPA	10606501	1800		Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G
INSUFFLATORE D'AS	OLYMPUS OPTICAL CO LTD	OBCU		345	Gastroenterologia ed Endoscopia Digestiva	G

CENSIMENTO APPARECCHIATURE ELETTRO-MEDICALI

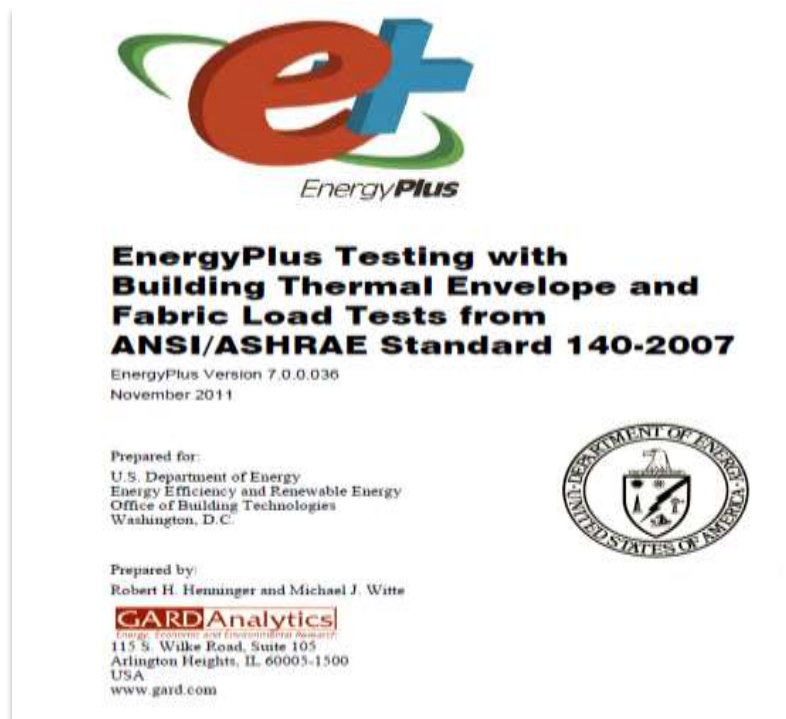
Fondamentale per la caratterizzazione delle prestazioni energetiche nelle condizioni reali di esercizio e **difficilmente valutabile** con modelli tipo ASHRAE

Padiglione D: Impianti, Analisi

ANALISI ENERGETICA IN CONDIZIONI DI CALCOLO **STAZIONARIE**:

Permette la valutazione degli indicatori di prestazione energetica, avvalendosi di **input standardizzati**.

E' adatta per la classificazione delle prestazioni di un edificio, allorquando bisogna svincolarsi da condizioni di utilizzo troppo specifiche

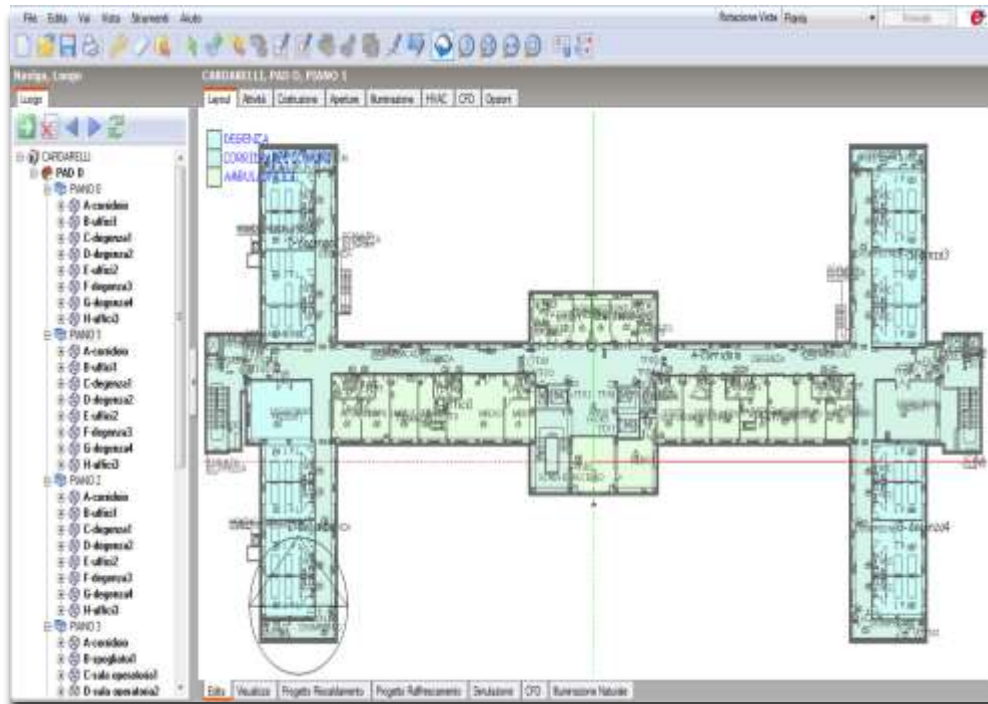


Con l'obiettivo di ricostruire lo scenario prestazionale attuale, e quindi consapevolmente valutare il potenziale risparmio ottenibile mediante interventi di riqualificazione, l'edificio è stato modellato secondo condizioni al contorno reali in un codice di simulazione termo-energetica dinamica.

Modellazione e Prestazione attuale

La **modellazione** dell'edificio è stata effettuata con il software *Design Builder* in termini di:

- geometria della struttura;
- **stratigrafia delle pareti;**
- caratterizzazione degli involucri finestrati;
- **suddivisione in zone termiche e destinazioni d'uso**



Le **zone termiche** sono state scelte in funzione di:

- numero occupanti;
- **attività svolte;**
- temperatura di set-point;
- **aria di rinnovo;**
- illuminazione;
- **presenza di apparecchiature.**

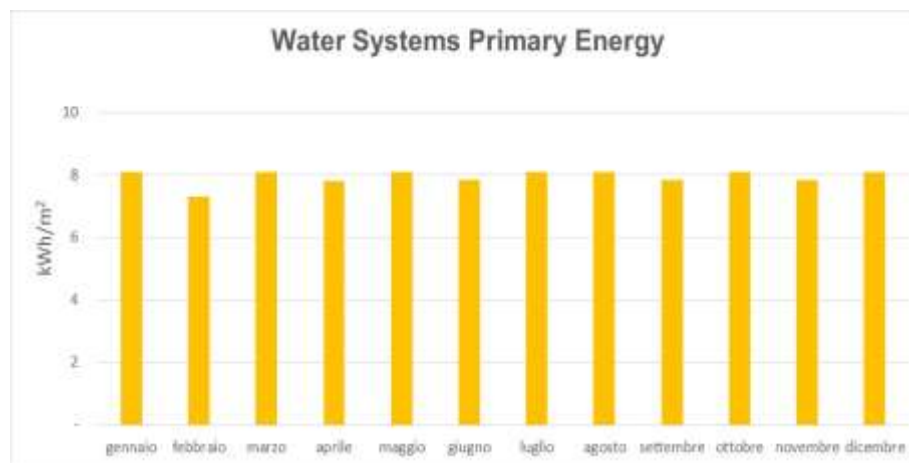
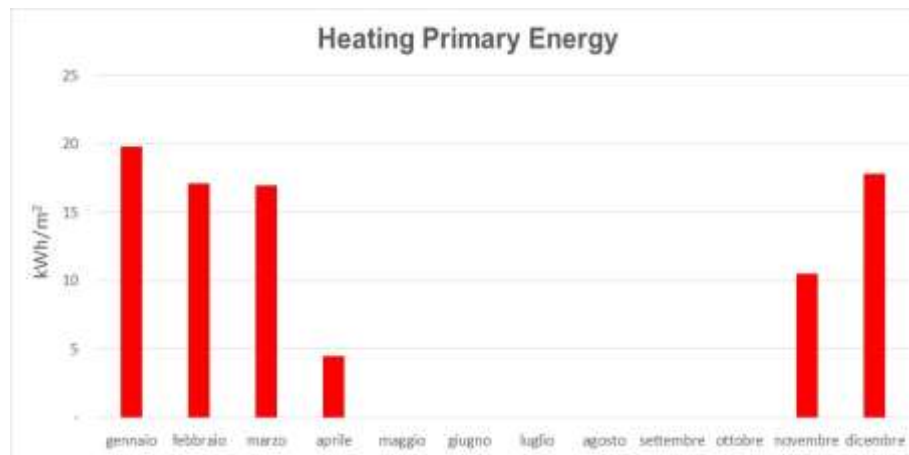
Modellazione e Prestazione attuale

Periodo di riscaldamento in deroga alla vigente normativa, in quanto il DPR 412/93 classifica gli ospedali in **classe E3**.

Pertanto, le strutture ospedaliere non sono soggette ai limiti convenzionali di accensione degli impianti, stabiliti relativamente alle zone climatiche.

Richiesta di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria.

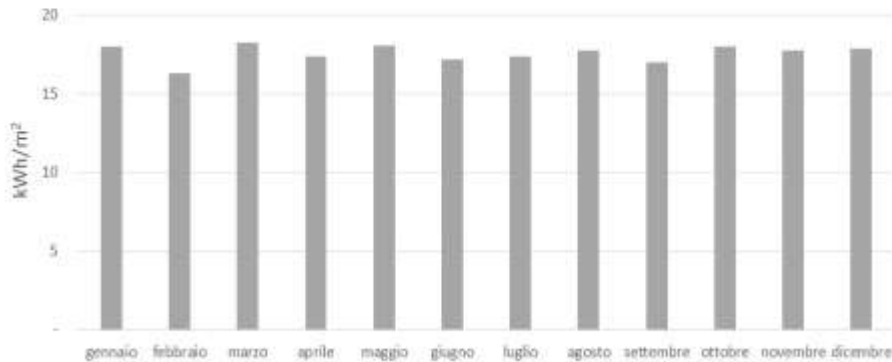
Energia primaria	[kWh/m ²]
Riscaldamento	86.84
ACS	95.22



Modellazione e Prestazione attuale

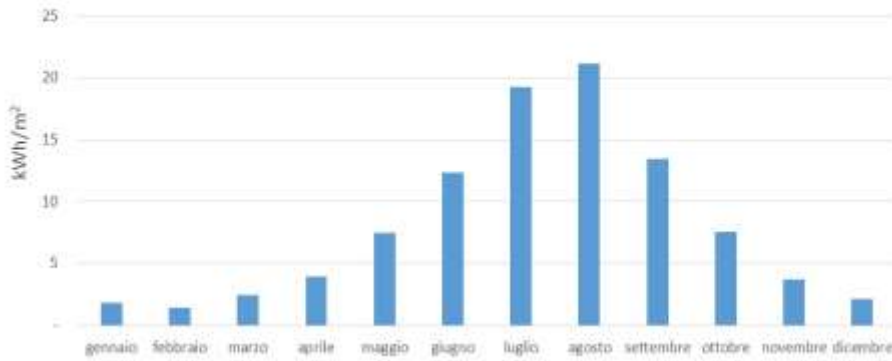
La domanda totale di energia elettrica comprende i **carichi elettrici puri** (luci e apparecchiature), l'energia elettrica per il **raffrescamento** estivo e l'energia elettrica per l'azionamento degli **ausiliari**.

Energia primaria per gli altri usi



Energia primaria	[kWh/m ²]
Energia per gli altri usi	227.59
Energia raffrescamento	96.48

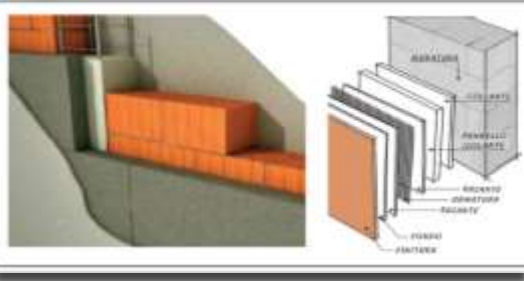
Energia primaria per raffrescamento



Richiesta di energia primaria per la climatizzazione degli ambienti in regime estivo.

Riqualificazione Energetica

1 Isolamento a cappotto



Pannello in schiuma di polyiso		
Conducibilità [W/mK]	d [kg/m ³]	Cp [J/kgK]
0.026 ÷ 0.028	15 ÷ 25	1464

U_{PARETE} (W/m²K)

Parete attuale	0.553
ISO 4 cm	0.264 (52%)
ISO 8 cm	0.171 (69%)
ISO 12 cm	0.127 (77%)

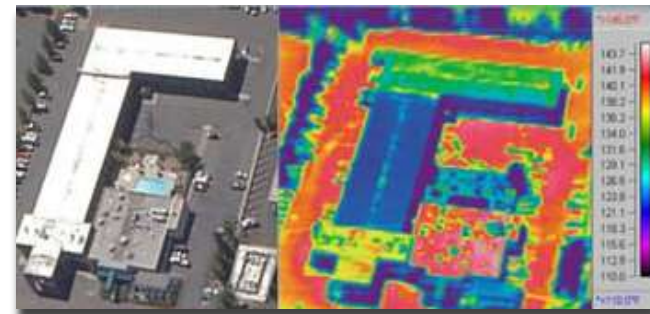
Le riduzioni derivanti dalla domanda di energia primaria per il **riscaldamento**, rispetto al caso dell'edificio base (**86.84 kWh/m²**), sono le seguenti:

- ⊕ isolamento a cappotto per 4 cm di spessore: **6.84%**;
- ⊕ isolamento a cappotto per 8 cm di spessore: **8.36%**;
- ⊕ isolamento a cappotto per 12 cm di spessore: **9.13%**.

2 Isolamento copertura



Cool Roof



L'isolamento della copertura comporta risparmi percentuali non significativi (**0.86%**) anche con l'applicazione di un intonaco alto-riflettente (**0,96%**).

3 Sostituzione infissi

I vetri **basso-emissivi** lasciano entrare all'interno dell'edificio la radiazione solare, limitano l'emissione della radiazione termica (infrarossa) emessa dai corpi riscaldanti e riducono le elevate dispersioni in regime invernale. Essi, tuttavia, possono essere causa di surriscaldamento estivo degli ambienti.



Primary energy	Vetri basso emissivi	Vetri basso emissivi riflettenti
Cooling	0.13%	2.31%
Heating	2.46%	2.17%

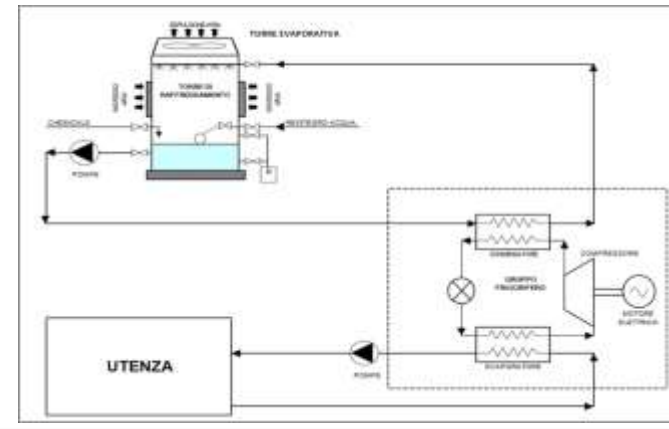
I vetri **riflettenti** permettono la riflessione all'esterno di gran parte dell'energia raggiante solare e riducono i contributi positivi al carico termico in regime estivo. Lo svantaggio è rappresentato da una diminuzione del guadagno gratuito invernale.

Riqualificazione Energetica

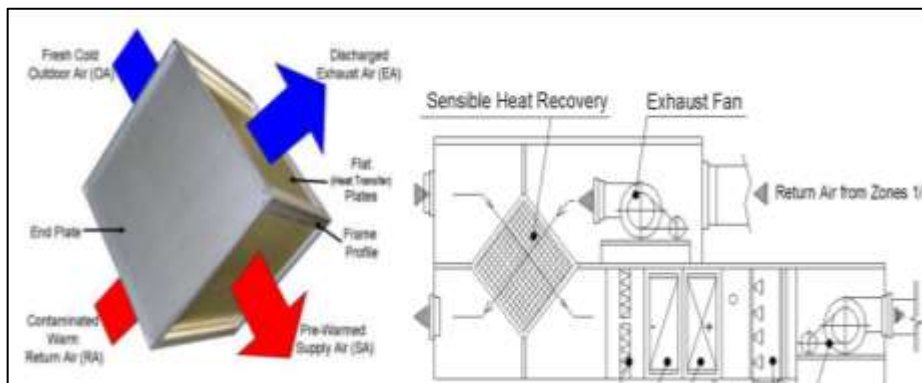
4 Sostituzione gruppi frigo

La derivante riduzione della domanda di energia primaria per il **raffrescamento**, rispetto al caso dell'edificio base (96.48 kWh/m²) è pari 51.96 kWh/m², con una riduzione percentuale del **46.15%**.

Fluido refrigerante	R134a
N° circuiti frigoriferi	2
EER	3.9
N° torri evaporazione	4



5 Recuperatori di calore



La derivante riduzione della domanda di energia primaria per il **riscaldamento**, rispetto al caso dell'edificio base (86.84 kWh/m²) è pari 67.37 kWh/m², con una riduzione percentuale del **9.26%**.

N° recuperatori a piastre	8
Efficienza nominale	80%

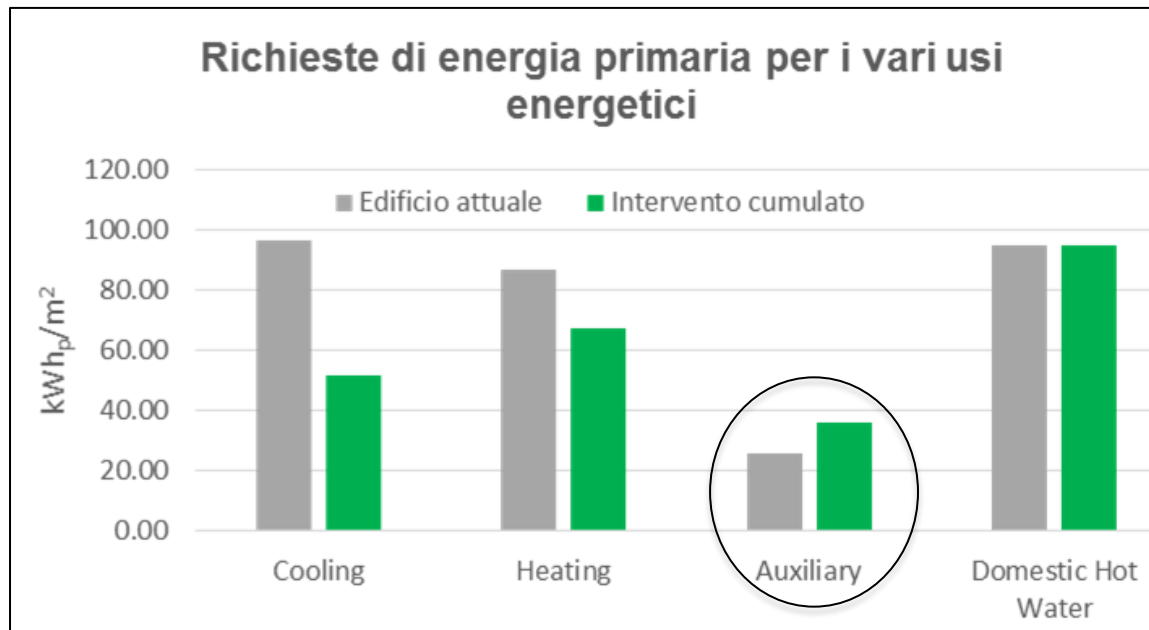
Analisi di fattibilità

Tipo intervento		ΔE_p [kWh/m ²]	Costo intervento [k€]	SPB [anni]	
Isolamento verticale	4 cm	5.73	209		
	8 cm	6.93	248	>30	✗
	12 cm	13.05	288		
Isolamento copertura		1.5	41.5	>30	✗
Isolamento copertura + cool roof		1.61	45.4	>30	✗
Vetri basso-emissivi		2.45	336	>30	✗
Vetri riflettenti		3.99	338	>30	✗
Recuperatori di calore		19.47	56	4.5	✓
Gruppo frigo a condensazione ad acqua		34.2	280	10	✓

Tutti gli interventi sull'involucro edilizio presentano tempi di ritorno dell'investimento superiori alla loro vita utile.
Gli interventi più convenienti riguardano la riqualificazione degli impianti.

Intervento cumulato

L'intervento di efficientamento energetico cumulativo (sostituzione gruppi frigo e recuperatori di calore) ha portato ad una riduzione dell'energia primaria globale del **10.97%**.

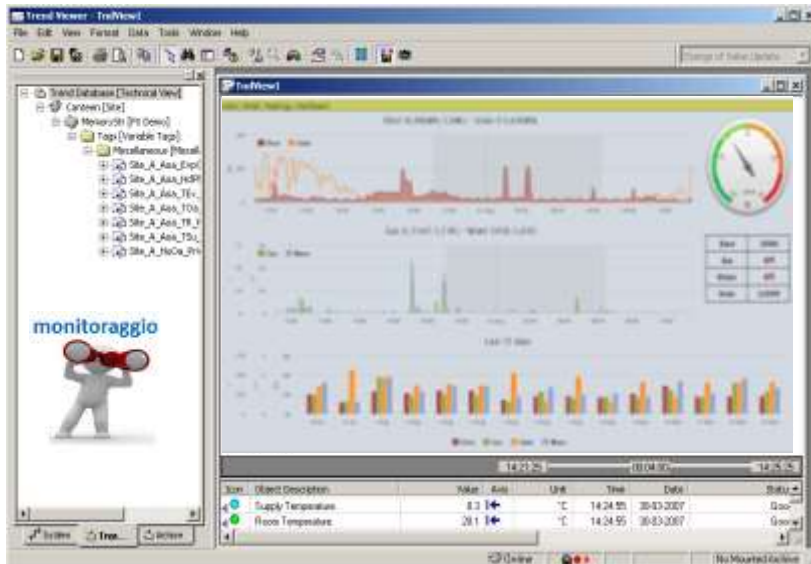


Si può giudicare realizzabile questo tipo di intervento solo a valle dell'analisi economica. Il valore del **DPB** è di circa 10 anni, di gran lunga inferiore alla vita utile dei nuovi componenti.

Sistema di monitoraggio

Il sistema di rilevamento e contabilizzazione dei consumi energetici consente il monitoraggio, su base oraria e per ogni sotto-centrale termica di:

- energia termica per ACS,
- energia termica per riscaldamento,
- energia termica per raffrescamento,
- energia elettrica.



Il piano di monitoraggio interessa l'intero complesso ospedaliero e consta dei seguenti elementi:

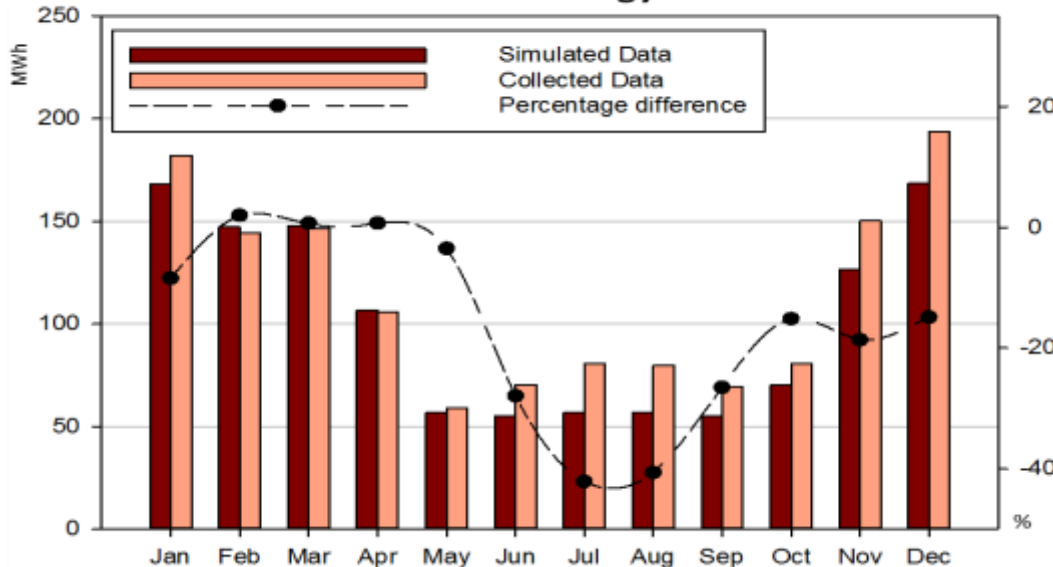
- sala regia,
- rete in fibra ottica,
- quadro di supervisione degli assorbimenti energetici,
- portale Web per la reportistica.

Confronto tra dati simulati e dati monitorati

CONFRONTO ANNUALE	Simulated Data [MWh/anno]	Collected Data [MWh/anno]
District thermal energy demand	1'214'454	1'362'012
Thermal energy for space heating	533'603	508'914
Baseboard: energy transfer	142'293	422'123
HeatingCoils: energy transfer	404'655	86'790
Thermal energy demand for space cooling	1'039'015	784'481
Thermal energy demand for DHW	667'506	853'099

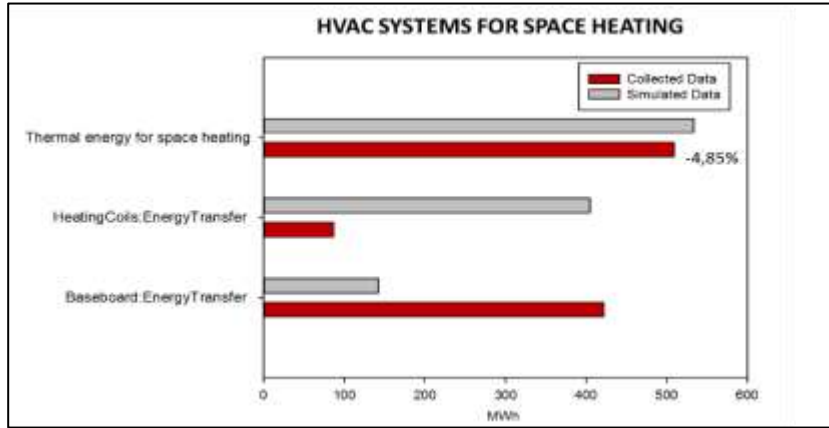
<10%

District thermal energy demand

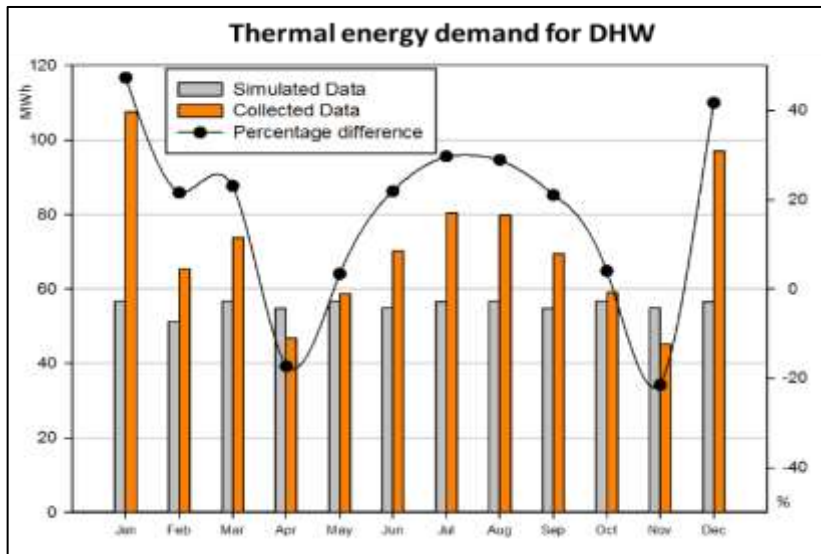


Il consumo complessivo di energia termica da teleriscaldamento monitorato, su base annua, si discosta di circa il 10% rispetto a quello ricavato attraverso la simulazione. **Ciò a conferma della bontà dello strumento utilizzato per la diagnosi energetica.**

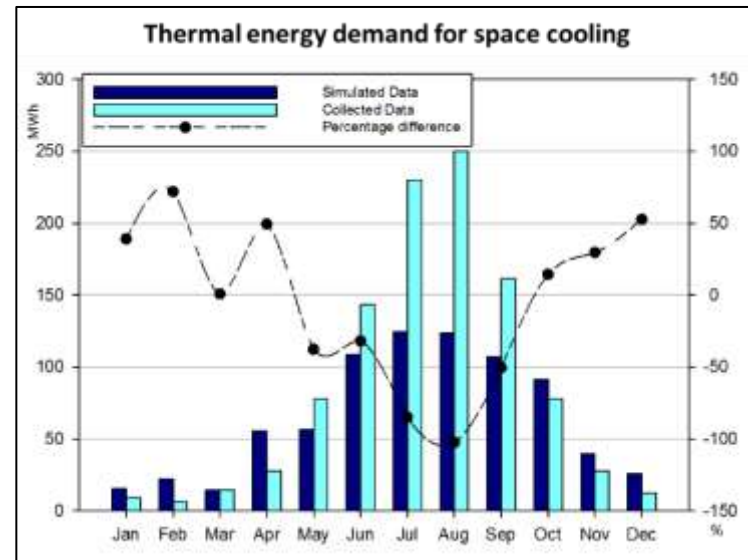
Confronto tra dati simulati e dati monitorati



Al contrario, su base annuale, emerge uno scostamento significativo nell'utilizzo dei sottosistemi impiantistici per il riscaldamento dei singoli ambienti.



$\Delta ACS = 21\%$

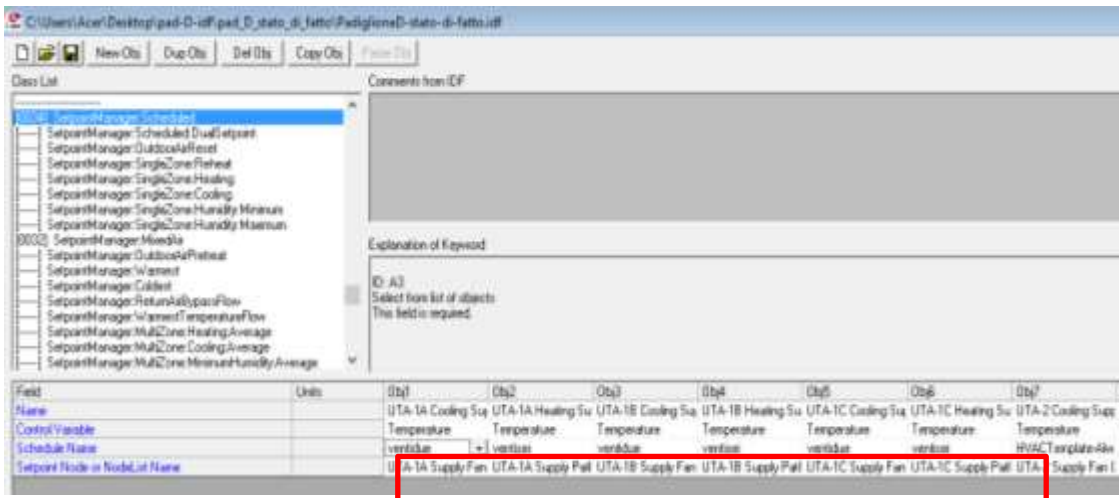


$\Delta Raffr. = 31\%$

Calibrazione del modello

Ridefinizione degli indici di priorità con cui i sistemi impiantistici intervengono per la climatizzazione di una stessa zona termica.

UTA + RADIATORI
UTA + FANCOIL



Setpoint Manager:
variazione dei profili di temperatura nelle condizioni di immissioni delle UTA in regime estivo ed invernale.

Il valore di temperatura nel modello calibrato è stato impostato pari a **70°C**, a fronte dei **50°C** previsti nel modello base.

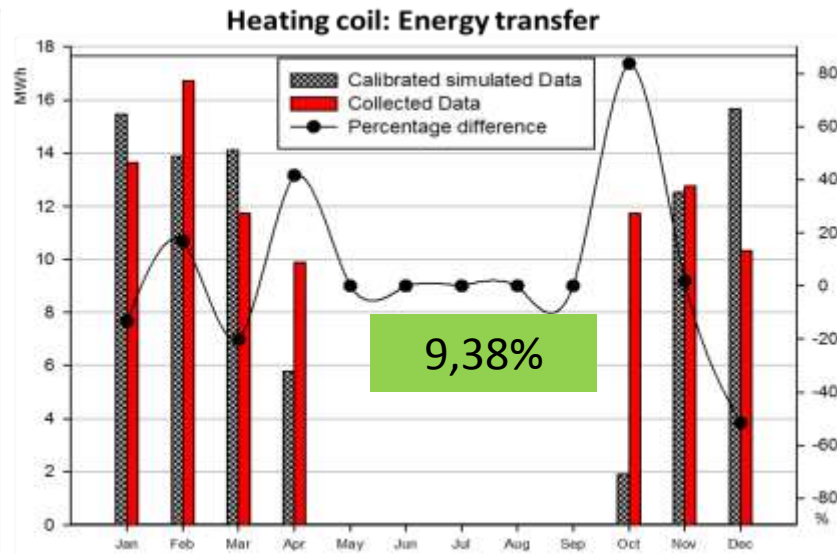
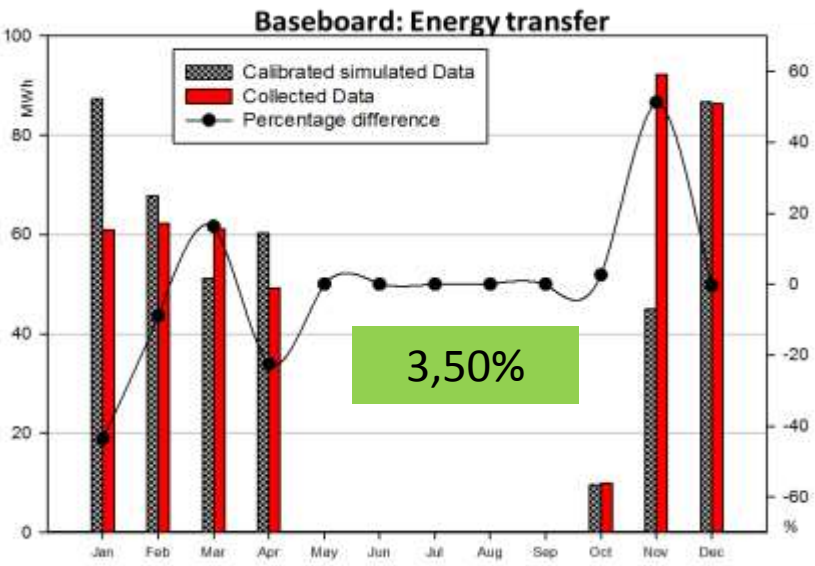
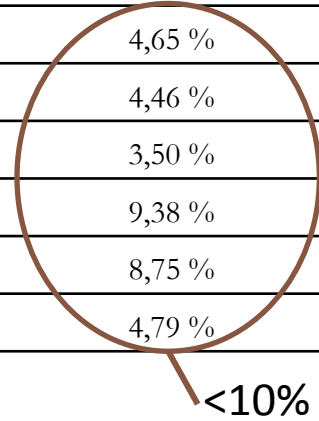


SCHEDULE COMPACT



Confronto tra dati simulati e dati monitorati

CONFRONTO ANNUALE	Calibrated simulated data	Collected data	Percentage difference
	[kWh/anno]	[kWh/anno]	
District thermal energy demand	1'301'539	1'362'012	4,65 %
Thermal energy for space heating	487'182	508'914	4,46 %
Baseboard: energy transfer	407'837	422'123	3,50 %
HeatingCoils: energy transfer	79'344	86'790	9,38 %
Thermal energy demand for space cooling	721'346	784'481	8,75 %
Thermal energy demand for DHW	814'358	853'099	4,79 %



Conclusioni

Definizione di un modello energetico in regime dinamico del complesso sistema edificio-impianto del Padiglione D dell'Ospedale "A. Cardarelli" di Napoli attraverso un audit energetico per la caratterizzazione delle strutture edilizie e dei sistemi impiantistici. struttura.

La termofisica dell'involucro non si è dimostrata essere un elemento di criticità.

- Gli elevati spessori delle murature, seppur privi di isolamento, determinano trasmittanze termiche dell'involucro verticale sufficientemente basse.
- Analogamente, il basso rapporto vetrato/opaco (13.1%) e il vetro-camera semplice installato, sono risultati soddisfacenti sotto il profilo del contenimento delle dispersioni.

Relativamente agli impianti, è stata rilevata l'opportunità di:

- sostituire l'attuale gruppo frigo con un nuovo gruppo raffreddato ad acqua;
- Riqualificare le U.T.A. con recuperatori di calore sensibile.

Calibrazione del modello rispetto ai dati resi disponibili dal sistema di monitoraggio.

Per ogni sotto-servizio energetico, lo scarto percentuale tra modello calibrato e dati monitorati è risultato essere inferiore al **10%**.

Workshop Unione degli Industriali di Napoli
Napoli, 31 marzo 2017

EFFICIENZA ENERGETICA DELL'EDILIZIA PUBBLICA E PRIVATA



*Diagnosi termoenergetica dinamica di un padiglione
dell'A.O.R.N. A. Cardarelli di Napoli*



Antonio Cardarelli
AZIENDA OSPEDALIERA DI RILIEVO NAZIONALE

Ing. PhD Claudio De Stasio

email: c.destasioclaudio@studiumpower.it

Grazie per l'attenzione...