



*Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile*

# La Diagnosi energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica

*Casi di studio*

*Il Policlinico Militare del Celio ed il Teatro Regio di Torino  
Lucca: 12 Ottobre 2017*

ing. Nicolandrea Calabrese  
[nicolandrea.calabrese@enea.it](mailto:nicolandrea.calabrese@enea.it)

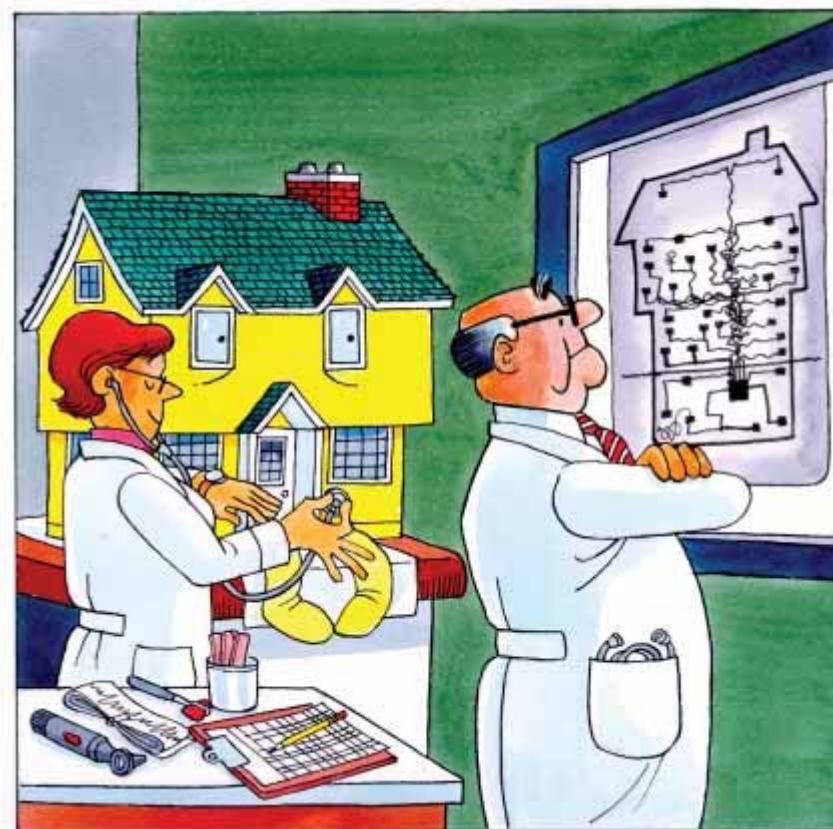
   [www.lubec.it](http://www.lubec.it)

## PROGRAMMA DEI LAVORI

- Il concetto di diagnosi energetica: Leggi e norme di riferimento
- Distinzione tra APE e Diagnosi Energetica: le norme UNI TS 11300
- Casi studio:
  - Policlinico Militare del Celio
  - Teatro Regio di Torino

## Cos'è una DIAGNOSI ENERGETICA

**DIAGNOSI ENERGETICA:** elaborato tecnico che individua e quantifica le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, individua gli interventi per la riduzione della spesa energetica e i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio nel sistema di certificazione energetica e la motivazione delle scelte impiantistiche che si vanno a realizzare. La diagnosi deve riguardare sia l'edificio che l'impianto.



## Cos'è una **DIAGNOSI ENERGETICA**

La definizione di **DIAGNOSI ENERGETICA** compare, per la prima volta, nella Direttiva sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici **2006/32/CE** recepita con il **Dlgs 115/2008**. Successivamente, il Dlgs 102/2014 (recepimento della Direttiva sull'Efficienza Energetica 2012/27/UE) abroga la definizione di diagnosi energetica: di conseguenza, si è resa necessaria l'integrazione allo stesso con il **Dlgs 141/2016** attraverso il quale torna in vigore la definizione di diagnosi energetica in Italia.

Il Dlgs 141/2016 inserisce, all'art .2 lettera b-bis) del **Dlgs 102/2014**, la seguente definizione di diagnosi energetica:

“Procedura sistematica finalizzata a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi - benefici e a riferire in merito ai risultati”

## Cos'è una **DIAGNOSI ENERGETICA**

Nel 2011, viene pubblicato il rapporto tecnico **UNI CEI/TR 11428**: “Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica” che definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica comune a tutte le diagnosi energetiche. Si applica a tutti i sistemi energetici, a tutti i vettori di energia e a tutti gli usi dell'energia.

Come definito dal punto 4.1 del rapporto UNI CEI/TR 11428 ***“La diagnosi energetica è intrapresa nell'intento di rendere disponibile una descrizione del sistema energetico (in questo caso, l'edificio), definendo i possibili interventi di miglioramento dell'efficienza e quantificandone i conseguenti risparmi”***.



## Cos'è una **DIAGNOSI ENERGETICA**

Dopo il rapporto tecnico **UNI CEI/TR 11428**, viene pubblicato un set di norme di primaria importanza per l'attuazione del Dlgs 102/2014.

Sul tema specifico delle Diagnosi energetiche di edifici, trattasi di:

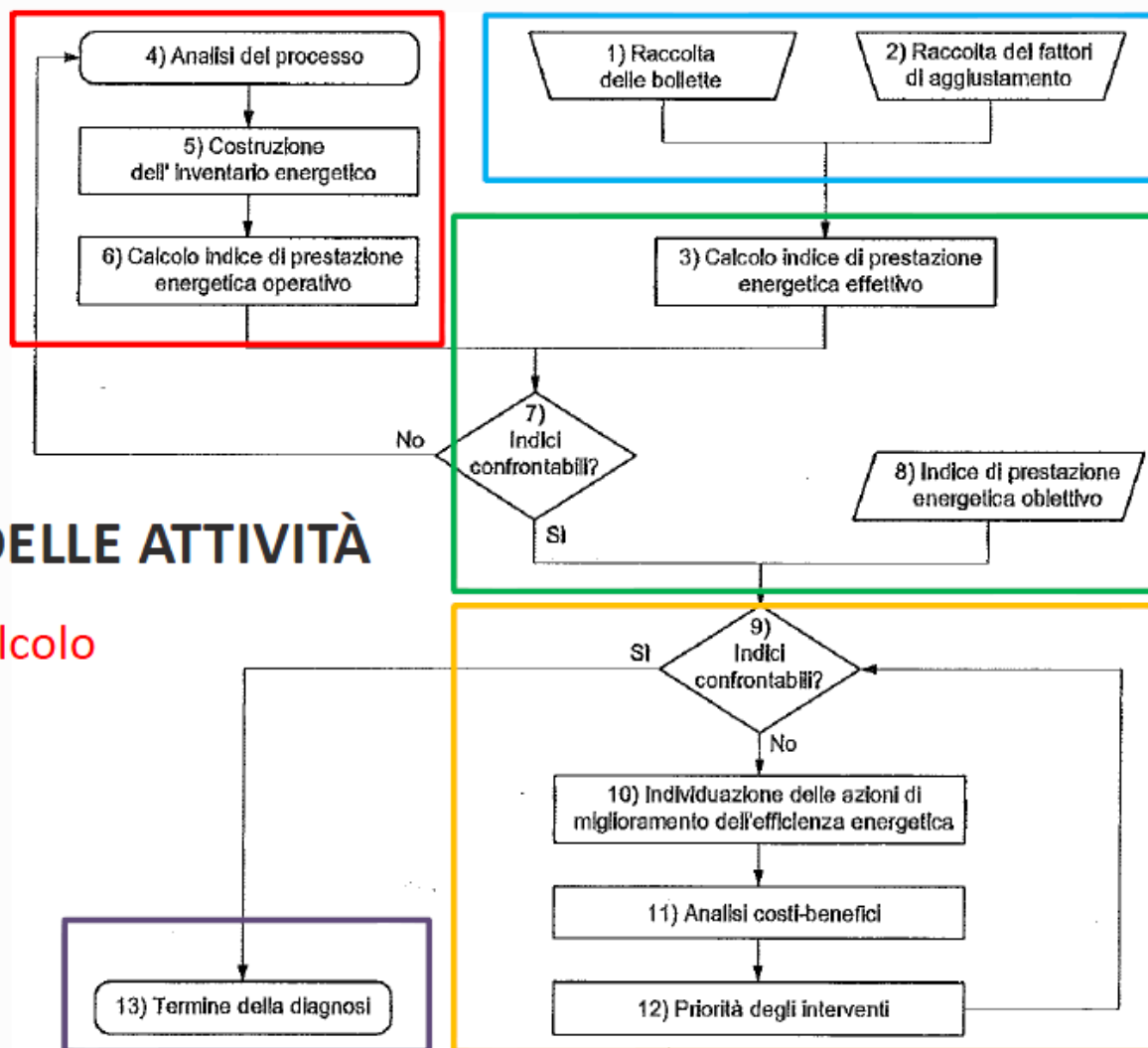
- **UNI CEI EN 16247-1: 2012** “Diagnosi Energetiche - Parte 1: Requisiti generali” che definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica comune a tutte le diagnosi energetiche;
- **UNI CEI EN 16247-2: 2014** “Diagnosi Energetiche - Parte 2: Edifici” che si applica alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, definendone i requisiti, la metodologia e la reportistica;

L'ultima norma elencata reca undici appendici che risultano essere un importante riferimento per la predisposizione di una diagnosi energetica.

**Nota:** è possibile che la UNI CEI/TR 11428:2011 venga ritirata per gli aspetti già normati dalla UNI CEI EN 16247-2

## UN PO' DI NORMATIVA

La **UNI CEI TR 11428** (*Diagnosi energetiche requisiti - ottobre 2011*) definisce:



## DIAGRAMMA DI FLUSSO DELLE ATTIVITÀ

- Costruzione del modello di calcolo
- Raccolta dati reali dell'edificio
- Validazione del modello
- Interventi migliorativi
- Report di calcolo

## UNI CEI/TR 11428:2011

### Requisiti fondamentali per il conseguimento degli obiettivi preposti:

- **Completezza:** Definizione puntuale del sistema energetico;
- **Attendibilità:** Raccolta di dati con sopralluoghi e indagini approfondite, in numero e qualità idonee;
- **Tracciabilità:** Ricostruzione del percorso logico e tecnico seguito nel processo di diagnosi;
- **Utilità:** Valutazione dei possibili interventi migliorativi effettuata con un'analisi costi-benefici.
- **Verificabilità:** Verifica dell'effettivo aumento di efficienza energetica a seguito degli interventi proposti in linea con quanto preventivato.



## Norma UNI CEI EN 16247 parte 1 e 2:2012

La **UNI CEI EN 16247-1** (*Requisiti generali - settembre 2012*) definisce:

- requisiti dell'AUDITOR ... (le competenze del professionista);
- metodologia comune ... (gli elementi-fasi che compongono la diagnosi);
- risultati audit energetici ... (report di diagnosi).

La **UNI CEI EN 16247-2** (*Edifici - agosto 2014*) aggiunge:

- definizione di diagnosi energetica della **UNI CEI EN 16247-1**;
- flusso delle attività della **UNI CEI TR 11428**;
- **analisi economica (CAPITALIZZAZIONE)**.

## ANALISI ECONOMICA UNI EN 15459:2008

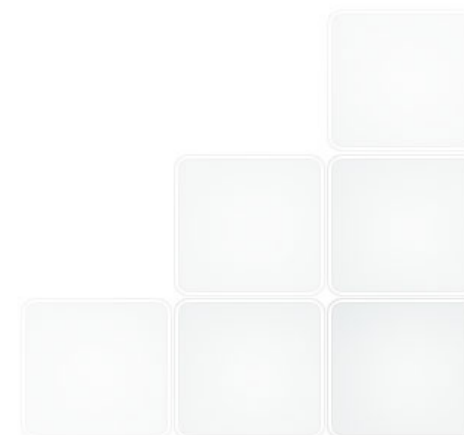
### Vita utile componenti -Estratto allegato A

<b>Descrizione</b>	<b>Durata di vita (anni)</b>	<b>Manutenzione annuale (% del valore iniziale)</b>	<b>Smaltimento finale (% del valore iniziale)</b>
Caldaia a condensazione	20	1...2	-
Sistemi di regolazione	15...25	4	-
Valvole di regolazione automatiche	15	6	-
Pompe di calore	15...20	2...4	-
Circolatori	10...20	2	-
Circolatori elettronici	10...15	1,5...2	-
Valvole azionate elettricamente	10	1	5
Valvole termostatiche	20	1,5	5

## PROCEDURA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA

E' possibile suddividere la diagnosi energetica nelle seguenti fasi:

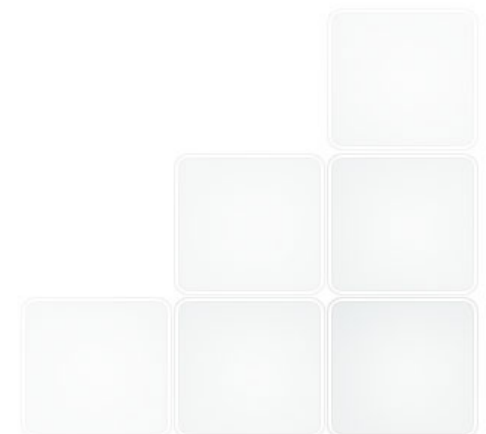
- 1.RILIEVO DELL'EDIFICIO E DEGLI ALLOGGI.
- 2.RILIEVO DEGLI IMPIANTI.
- 3.ELABORAZIONE DEI DATI (confronto risultati con consumi reali).
- 4.VALIDAZIONE SUL CAMPO DEL MODELLO DI CALCOLO.
- 5.SIMULAZIONE DEGLI INTERVENTI MIGLIORATIVI.
- 6.ANALISI ECONOMICA.
- 7.CALCOLO CLASSE ENERGETICA.



## Struttura del report di diagnosi

Il rapporto della diagnosi energetica dovrà contenere:

- **Documento informativo di sintesi**
- **Ambito di intervento**
- **Sezione tecnica di diagnosi energetica**
- **Scelta degli scenari di intervento di Opportunità di Risparmio Energetico**
- **Sezione implementazione**
- **Conclusioni**
- **Allegati**



## INDICE «Tipo» DI UN RAPPORTO DI ANALISI ENERGETICA:

INDICE	
PREMESSA	7
a) Obiettivi dell'Analisi energetica	7
b) Articolazione del Rapporto di Analisi energetica	9
ANALISI ENERGETICA	11
1 Presentazione generale del sito	11
2 Il sistema edificio impianto	13
2.1 Involucro	14
2.1.1 PVE - Pareti Verticali Esterne	15
2.1.2 SSP – Solai Superiori	16
2.1.3 SIE – Solai Inferiori	18
2.1.4 SER – Serramenti	19
2.2 Sistemi di climatizzazione invernale/estiva e di produzione di ACS	22
2.2.1 Impianto di climatizzazione con centrale di produzione nel primo piano interrato	24
2.2.2 Impianto di climatizzazione sala conferenze	38
2.3 Simulazione sistema edificio impianto con software Edilclima	39
2.4 Impianti elettrici	43
2.4.1 Cabina elettrica locale 103	46
2.4.2 Ascensori	47
2.4.3 UPS	48
2.4.4 Attrezzature informatiche	49
2.4.5 Illuminazione	49
2.4.6 Valutazione livelli di illuminamento	50
3 ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI	51
3.1 Metano	51
3.1.1 Consumo dell'impianto di climatizzazione invernale + ACS	51
3.2 Energia elettrica	55
3.2.1 Fabbisogno elettrico dell'impianto di climatizzazione	56

3.2.2 Fabbisogno elettrico pompaggio fluido termovettore	59
3.2.3 Fabbisogno elettrico apparecchiature informatiche (IT)	60
3.3 Risultati simulazione sistema edificio impianto con software Edilclima	62
3.4 Fabbisogno di energia primaria ed emissioni di CO <sub>2</sub>	68
3.5 Principali indicatori di prestazione energetica	68
4 Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione	69
4.1 Costo del gas metano	69
4.2 Costi dell'energia elettrica	69
4.3 Costi totali energia	70
5 INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	70
5.1 Individuazione delle potenziali aree d'intervento	70
5.2 Interventi sull'involucro	72
5.2.1 Coibentazione dei Solai Superiori a terrazza SSP	72
5.2.2 Pellicole sui serramenti SER	80
5.2.3 Sostituzione infissi	84
5.3 Interventi sugli impianti meccanici	85
5.3.1 Termoregolazione	85
5.3.2 Sostituzione caldaie con caldaie a condensazione	91
5.4 Interventi sugli impianti elettrici	94
5.4.1 Sostituzione delle pompe con nuove versioni ad alta efficienza azionate da inverter	94
5.4.2 Sostituzione dei corpi illuminanti con nuovi elementi a tecnologia LED	97
5.4.3 Installazione sensori di presenza nei WC	99
5.4.4 Installazione nuovo interruttore nella cabina elettrica MT	100
5.4.5 Ulteriori interventi elettrici per il miglioramento energetico	102
5.5 Utilizzo delle fonti rinnovabili	104
5.5.1 Impianto fotovoltaico	104
5.6 Monitoraggio dei consumi	110

## INDICE DI UN RAPPORTO DI ANALISI ENERGETICA:

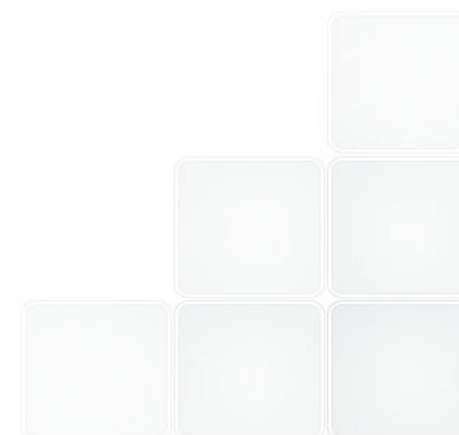
5.7 Riepilogo degli interventi .....	116
CONCLUSIONI .....	121

### ALLEGATI:

Allegato 1: Calcoli Simulazione numerica sistema edificio-impianto;

Allegato 2: Abaco serramenti;

Allegato 3: Schema funzionale centrale termofrigorifera;



## PROGRAMMA DEI LAVORI

- Il concetto di diagnosi energetica: Leggi e norme di riferimento
- Distinzione tra APE e Diagnosi Energetica: le norme UNI TS 11300
- Casi studio:
  - Policlinico Militare del Celio
  - Teatro Regio di Torino

## Distinzione tra APE e Diagnosi Energetica

### TIPO DI VALUTAZIONE

**Confronto tra valutazione da progetto e  
valutazione dei risultati reali di un'ottimizzazione e  
gestione degli impianti e/o di una riqualificazione  
energetica**





## UNI TS 11300 parte 1 – 2 – 3 – 4

**Norma numero :** UNI/TS 11300-1:2014

**Titolo :** Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

**ICS :** [91.120.10]

**Stato :** IN VIGORE 

---

**Norma numero :** UNI/TS 11300-2:2014

**Titolo :** Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali

**ICS :** [91.140.01] [17.200.10]

**Stato :** IN VIGORE 

---

**Norma numero :** UNI/TS 11300-3:2010

**Titolo :** Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva

**ICS :** [91.140.30]

**Stato :** IN VIGORE  → **In aggiornamento**

---

**Norma numero :** UNI/TS 11300-4:2012

**Titolo :** Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

**ICS :** [91.120.10]

**Stato :** IN VIGORE 



## UNI TS 11300-1: 2014

Nel caso di applicazione all'intero edificio in modo omogeneo (progetto di nuovi edifici o ristrutturazioni globali o diagnosi energetica dell'intero edificio) si fa riferimento al prospetto 2, ricavato dalla UNI EN 15603.

prospetto 2 – Classificazione tipologie di valutazione energetica per applicazioni omogenee all'intero edificio

Tipo di valutazione		Dati di ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto ( <i>Design Rating</i> )	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard ( <i>Asset Rating</i> )	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all'utenza ( <i>Tailored rating</i> )	In funzione dello scopo		Reale

La valutazione energetica sul progetto (A1) o standard (A2) permette di determinare un fabbisogno convenzionale, utile per confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo. La valutazione adattata all'utenza (A3) può consentire una stima realistica dei consumi energetici.



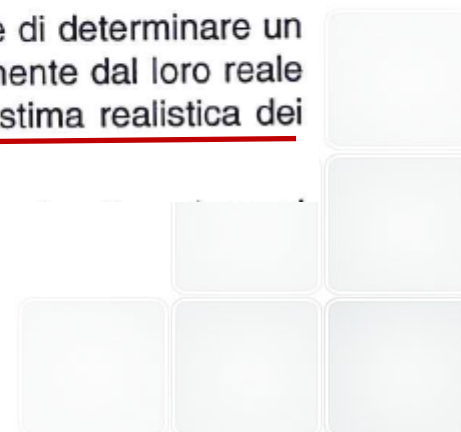
## UNI TS 11300-1: 2014

prospetto 3

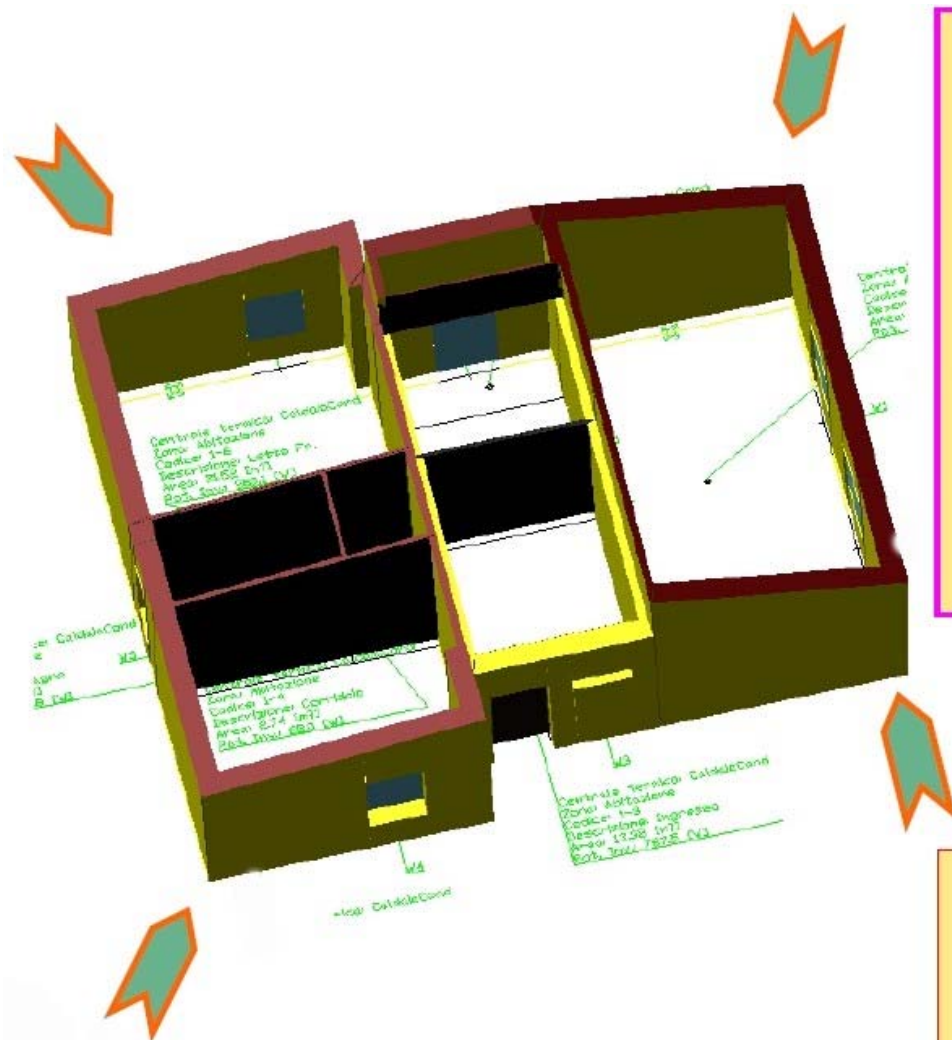
### Classificazione tipologie di valutazione energetica e relative applicazioni

		Edificio		
		Progetto	Reale	Misto
Utenza	Standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Richiesta del permesso di costruire (nuova costruzione)</li> <li>- Certificazione energetica del progetto (nuova costruzione)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificazione energetica dell'edificio</li> <li>- Qualificazione energetica dell'edificio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Richiesta di titolo abilitativo (ristrutturazione)</li> <li>- Certificazione energetica del progetto (ristrutturazione)</li> </ul>
	Reale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottimizzazione del progetto (nuova costruzione)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnosi energetica (analisi dell'esistente)</li> <li>- Validazione modelli di calcolo (confronto con consumi reali)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottimizzazione del progetto (ristrutturazione)</li> </ul>

La valutazione energetica sul progetto (A1) o standard (A2) permette di determinare un fabbisogno convenzionale, utile per confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo. La valutazione adattata all'utenza (A3) può consentire una stima realistica dei consumi energetici.



## TIPO DI VALUTAZIONE: Esempio



### INTERVENTI PROPOSTI

#### ISOLAMENTO A CAPPOTTO

ISOLAMENTO DEL SOLAIO SU CANTINA

ISOLAMENTO DEL TETTO

SOSTITUZIONE CALDAIA CON UNA A  
CONDENSAZIONE CON SONDA ESTERNA

INSERIMENTO VALVOLE TERMOSTATICHE

FINESTRE CON  $U < 2,8 \text{ W}/(\text{M}^2 \text{ K})$

### ALTRI INTERVENTI RICHIESTI

FOTOVOLTAICO

SOLARE TERMICO

## TIPO DI VALUTAZIONE: Esempio

### CONSUMI E RISPARMI

#### CONSUMO IN REGIME DI FUNZIONAMENTO INTERMITTENTE (REALE) (UNI 13790 e UNI 10348)

Litri di GPL consumati per la climatizzazione invernale (confronto tra la situazione attuale con due possibili soluzioni di isolamento delle pareti esterne: 8 e 12 cm di spessore)	2711 (base)	[litri/anno]	2277	[€/anno]
	1070 (8cm)	[litri/anno]	899	[€/anno]
	961 (12cm)	[litri/anno]	807	[€/anno]

#### CONSUMO IN REGIME DI FUNZIONAMENTO CONTINUO (NORMALIZZATO) (UNI 13790 E UNI 10348)

Litri di GPL consumati per la climatizzazione invernale (confronto tra la situazione reale con due possibili soluzioni di isolamento delle pareti esterne)	5460 (base)	[litri/anno]	4587	[€/anno]
	1391 (8 cm)	[litri/anno]	1169	[€/anno]
	1240 (12 cm)	[litri/anno]	1042	[€/anno]

Da notare l'enorme differenza tra i valori convenzionali, calcolati in regime continuo, e quelli reali, calcolati in regime intermittente. Nel primo caso, con 8 cm di isolante risulta un risparmio annuo di costi di combustibile (identificabile con il flusso di cassa) pari a  $4587 - 1169 \text{ €} = 3418 \text{ €/anno}$ ; nel secondo caso il risparmio è "solo" di  $2277 - 899 = 1378 \text{ €/anno}$ .

Effettuare i calcoli del VAN con il primo valore porterebbe a errori inaccettabili.

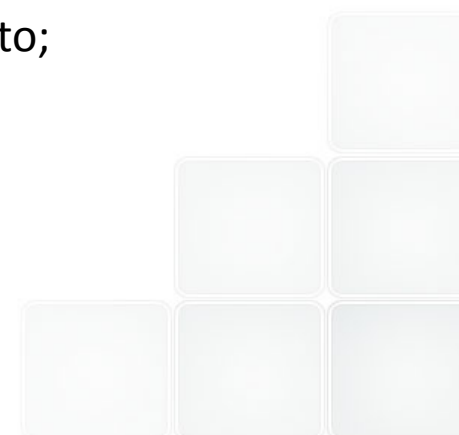
## Es. Le differenti condizioni climatiche realmente registrate nella località d'interesse, rispetto ai valori standard (calcolo A1 e A2), incidono pesantemente sul calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio:

In termini matematici i GRADI GIORNO si esprimono, secondo la UNI EN ISO 15927-6:2008 “Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 6: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno)”, come:

$$GG = \sum_{e=1}^n (T_0 - T_e)$$

dove

- n: numero di giorni del periodo convenzionale di riscaldamento;
- $T_0$  : temperatura ambiente convenzionale;
- $T_e$  : temperatura media esterna giornaliera;
- e
- $T_e < T_0$ .



# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



**Es. Le differenti condizioni climatiche realmente registrate nella località d'interesse, rispetto ai valori standard (calcolo A1 e A2), incidono pesantemente sul calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio:**

## Località Roma

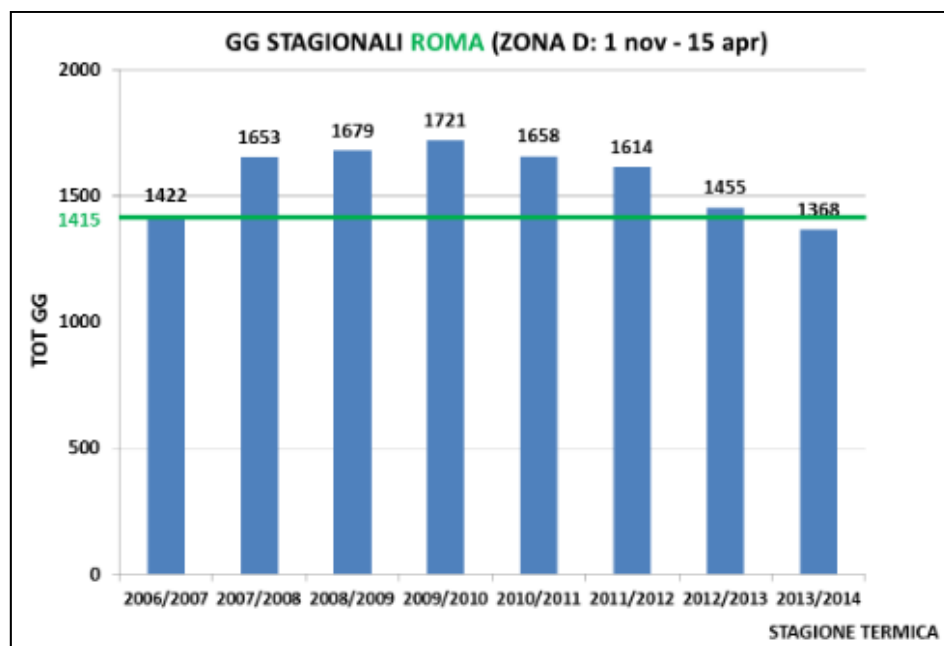


Grafico gradi giorno rilevati a Roma - Fonte Climate Network

Regime normativo  UNI 10349:2016  UNI 10349:1994

**Dati geografici**

Comune: Roma  
 Provincia: Roma  
 Gradi giorno: 1415 gg  
 Distanza dal mare: < 40 km  
 Regione di vento: C  
 Direzione prevalente vento: SO  
 Velocità vento media: 1,70 m/s  
 Velocità vento max: 3,40 m/s  
 Codice ISTAT: 58091

**Dati invernali**

Stazione di rilevazione per:  
 Temperatura: RM - Roma  
 Irraggiamento: RM - Roma  
 Ventosità: RM - Roma

Temperatura esterna:  
 Località di rif.: Roma  
 Della località: 0,0 °C  
 Variazione: 0,0 °C  
 Adottata: 0,0 °C

Periodo convenzionale riscaldamento:  
 Zona climatica: D  
 Durata: 166 giorni  
 Dal giorno: 01 novembre  
 Al giorno: 15 aprile

Irradianza solare massima sul piano orizzontale: 320,6 W/m²

**Dati estivi**

Località riferimento estiva: Roma

Temperatura bulbo secco: 34,0 °C  
 Temperatura bulbo umido: 25,2 °C  
 Umidità relativa: 50,0 %  
 Umidità assoluta: 17,2 g/kg  
 Escursione termica giornaliera: 11,0 °C

Stagione	Periodo	G.G.
2013/2014	01/11/13-15/04/14	1.210,11
2014/2015	01/11/14-15/04/15	1.210,24
2015/2016	01/11/14-15/04/16	1.150,79

G.G. registrati a Roma in zona San Giovanni in Laterano (Roma centro):

## PROGRAMMA DEI LAVORI

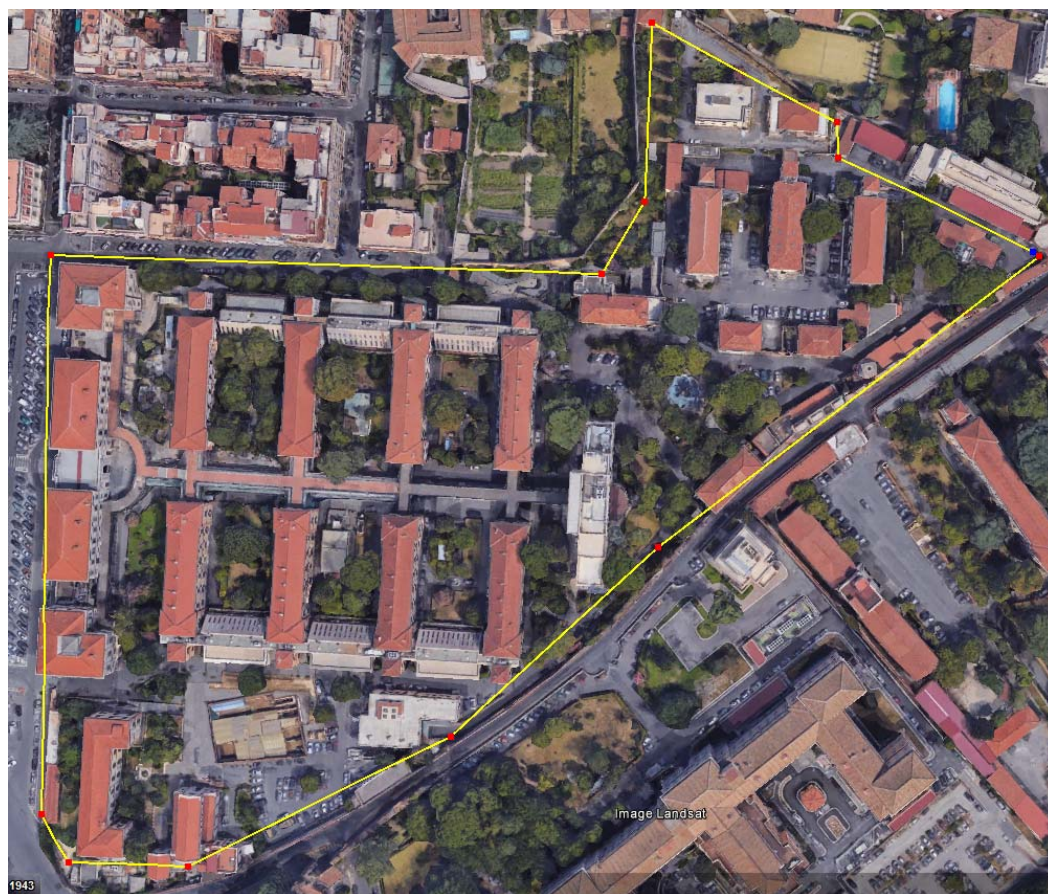
- Il concetto di diagnosi energetica: Leggi e norme di riferimento
- Distinzione tra APE e Diagnosi Energetica: le norme UNI TS 11300
- Casi studio:
  - Policlinico Militare del Celio
  - Teatro Regio di Torino



# Casi di studio: Esempio 1

## IL CASO DEL POLICLINICO DEL CELIO

Accordo di collaborazione tra Difesa Struttura di Progetto Energia ed ENEA



### ANALISI ENERGETICA

## «Ospedale Militare-CELIO»

Gli edifici che costituiscono il Policlinico Militare del Celio sono 46 in tutto:

- Superficie complessiva: 43.765 m<sup>2</sup>
- Volume complessivo: 177.000 m<sup>3</sup>

Gli edifici oggetto di diagnosi sono **31**:

- Superficie complessiva riscaldata: 35.433 m<sup>2</sup>
- Volume complessivo riscaldato: 144.000 m<sup>3</sup>

## Casi di studio: Esempio 1

### IL POLICLINICO MILITARE DEL CELIO

**Il 15 luglio 1885 veniva effettuata la “posa della prima pietra”.**

**L'Ospedale verrà ultimato il 20 maggio 1891**



**Ingresso principale al Policlinico Militare Celio su Piazza Celimontana**

## Dati Climatici Roma

**Dati progetto** | **Dati climatici** | Regime normativo | Dati default

**Dati geografici**

Comune: Roma  
 Provincia: Roma  
 Gradi giorno: 1415 gg  
 Altezza s.l.m.: 20 m  
 Latitudine Nord: 41 ° 53 '  
 Longitudine Est: 12 ° 28 '  
 Codice Catastale: H501 CAP: 100  
 Distanza dal mare: < 40 km  
 Regione di vento: C  
 Direzione preval. vento: SO  
 Velocità vento media: 2,60 m/s  
 Velocità vento max: 5,20 m/s  
 Codice ISTAT: 58091

**Dati invernali**

Località di riferimento per:  
 Temperatura: Roma  
 Irraggiamento: Latina  
 Ventosità: Roma

Temperatura esterna:  
 Della località: 0,0 °C  
 Variazione: 0,0 °C  
 Adottata: 0,0 °C

Periodo convenzionale riscaldamento:  
 Zona climatica: D  
 Durata: 166 giorni  
 Dal giorno: 01 novembre  
 Al giorno: 15 aprile

Irradianza solare massima sul piano orizzontale: 313,7 W/m<sup>2</sup>

**Dati estivi**

Località riferimento estiva: ROMA CIAMPINO

Temperatura bulbo secco: 33,0 °C  
 Temperatura bulbo umido: 23,3 °C  
 Umidità relativa: 45,0 %  
 Umidità assoluta: 14,6 g/kg  
 Escursione termica giornaliera: 11,5 °C

Gradi Giorno misurati:

**2013-2014**  
 dal 11/11/2013 al 15/04/2014 =  
**gg 1.205,11**

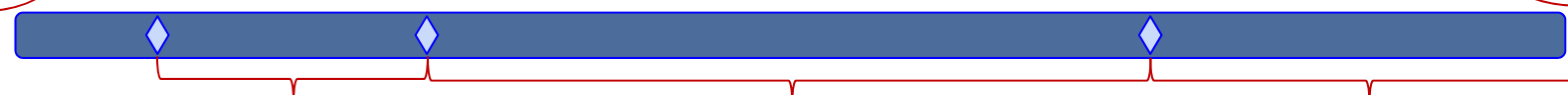
**2014-2015**  
 dal 1/11/2014 al 15/04/2015 =  
**gg 1.210,24**

**2015-2016**  
 dal 1/11/2015 al 15/04/2016 =  
**gg 1.150,79**

## Le fasi della diagnosi energetica

08/2016

09/2017



**Fase I**  
Reperimento dei dati



- Consumi energetici e relativi costi per l'approvvigionamento;
- Modalità di esercizio delle centrali termofrigorifere e della centrale elettrica;
- Schemi impiantistici disponibili;
- Elaborati costruttivi dell'edificio (piante, sezioni, prospetti).

**Fase II**  
Definizione del "sistema edificio-impianto"



- Individuazione dei dati mancanti relativi alle centrali termofrigorifere ed elettriche, attraverso la redazione di un inventario tecnico dei principali componenti;
- misure in sito;
- Sviluppo di un modello statico del "sistema edificio-impianto", validato con i dati di consumo reali;
- sopralluoghi meccanici ed elettrici.

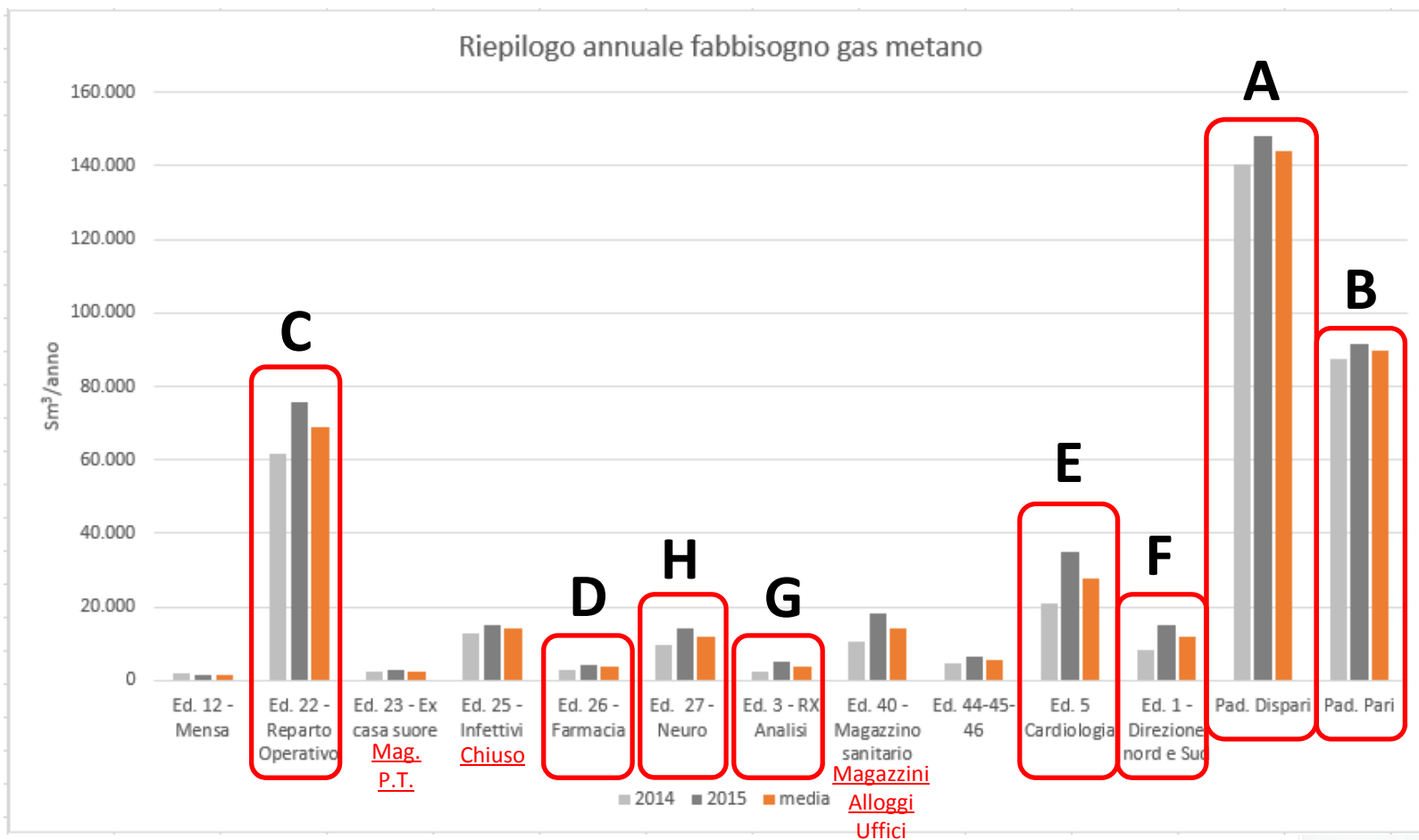
**Fase III**



**Individuazione delle opportunità di intervento rilevate anche alla luce dei meccanismi incentivanti vigenti nell'ambito dell'efficienza energetica.**

**Nota: i lavori si sono fermati dal 01/01/2017 al 20/07/2017**

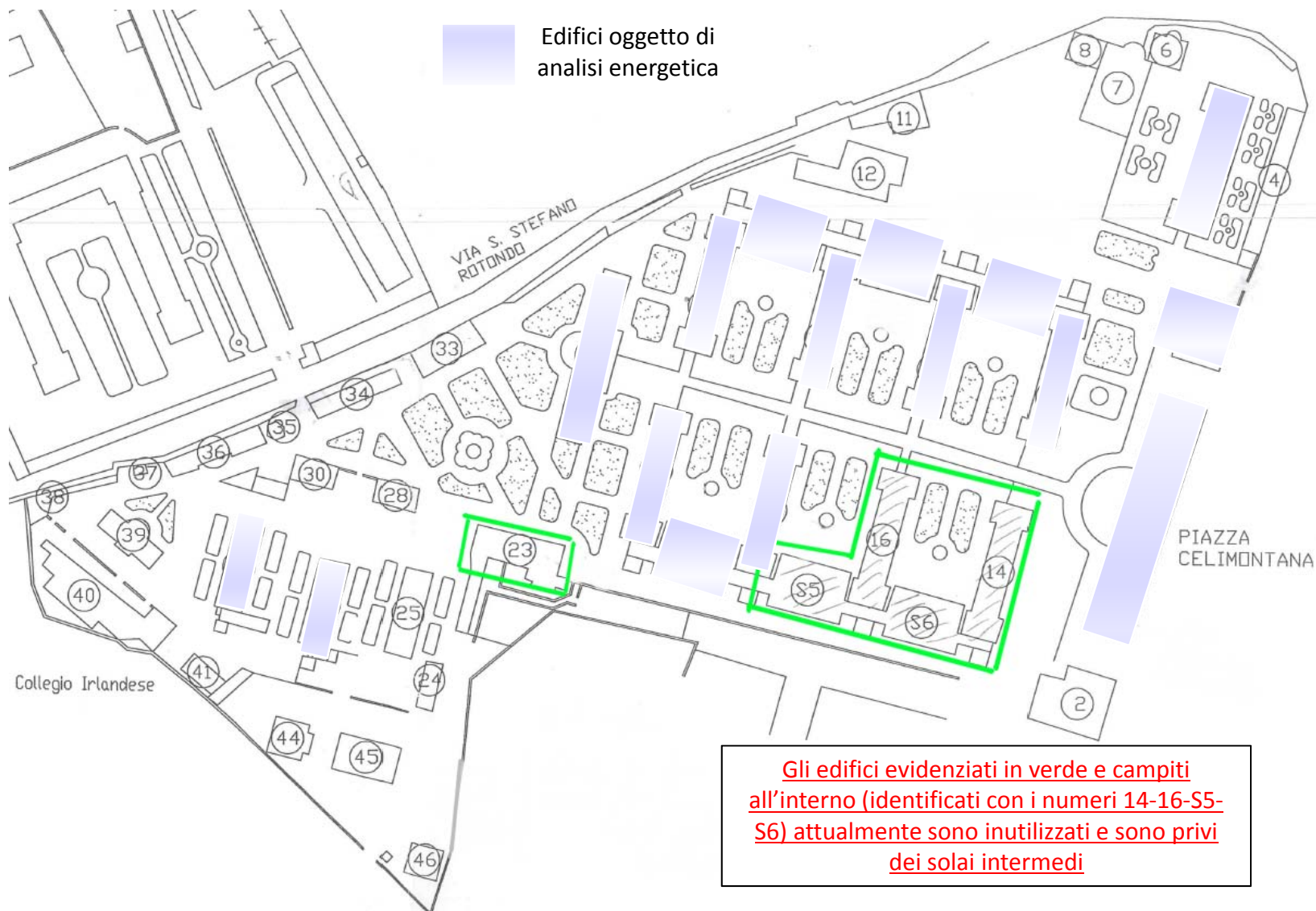
## Fabbisogno annuale gas metano Policlinico Militare del Celio



Sommando tutti i fabbisogni di gas metano (anno 2015) si ottengono 435.109 Sm<sup>3</sup>, pari a circa € 383.000,0\*

\*Il dato di fabbisogno di gas metano si riferisce all'anno 2015; il dato di spesa per il gas metano è calcolato ipotizzando un costo specifico pari a € 0,88 per Sm<sup>3</sup> IVA compresa

## Edifici oggetto di analisi energetica:



## Valutazione fabbisogno energetico specifico di gas metano rilevato da analisi bollette:

	SUP NETTA RISC. (modello)	CONSUMO reale 2014 (Sm3)	CONSUMO reale 2015 (Sm3)	CONSUMO reale 2016 (Sm3)	I 2014 consumo/m q	I 2015 consumo/ mq	I 2016 consumo/ mq
PAD DISPARI	7.806,24	140.314,94	148.080,77	120.045,02	17,97	18,97	15,38
PAD PARI	3.670,01	87.650,11	91.599,55	81.450,34	23,88	24,96	22,19
PAD 1	1.818,00	8.547,26	14.906,50	15.493,63	4,70	8,20	8,52
PAD 3	1.153,00	2.426,69	5.123,71	5.719,30	2,10	4,44	4,96
PAD 5	1.245,00	20.976,00	34.816,00	10.707,00	16,85	27,96	8,60
PAD 22	1.164,00	61.839,36	75.800,74	83.874,91	53,13	65,12	72,06
PAD 26	804,85	2.749,82	4.411,97	6.821,76	3,42	5,48	8,48
PAD 27	596,00	9.804,96	14.379,55	11.225,28	16,45	24,13	18,83

nota 1,3 e 26 non hanno ACS

  Fabbisogni gas metano compatibili con destinazione uso «UFFICI»

  Fabbisogni gas metano compatibili con destinazione uso «OSPEDALI»

  Fabbisogni gas metano molto più elevati rispetto a quanto atteso

\*Dall'analisi delle bollette afferenti la CT Dispari e la CT Pari è emerso che, nonostante gli edifici serviti dalle stesse siano molto simili per tipologia e destinazione d'uso, il fabbisogno di gas metano di C.T. Pari risulta essere molto più elevato!! Si precisa che la C.T. Pari serve 3 di 7 edifici per la quale era stata progettata e dimensionata (4 edifici sono dismessi).

ANNO 2015	Montecitorio	San Macuto	Sede ENEA	ENAC	Comando Generale Carabinieri	Nuovo Ospedale San Giovanni di Dio di Firenze
Smc Metano	354.505,00	189.121,00	36.869,00	221.246,00	221.246,00	1.058.000,00
Supecie riscaldata	45.000,00	29.000,00	6.909,00	39.485,00	67.302,00	30.218,00
Smc metano/mq	7,88	6,52	5,34	5,60	3,29	35,01

## Fornitura energia elettrica Policlinico Militare del Celio

### Gli impianti elettrici

La consegna avviene in media tensione a 20.000 V – 50 Hz-Trifase. La potenza contrattuale è di circa 3.000 kW.

Al piano seminterrato dell'**Edificio 1** è posizionata la cabina di trasformazione MT/BT, costituita da 3 trasformatori ciascuno da 1.600 kVA.

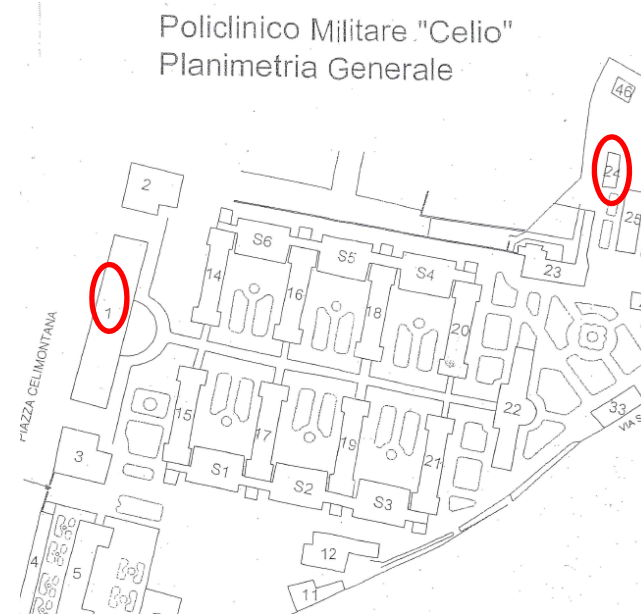


TRASFORMATORE					
N° DI COSTR.	16889	POTENZA	1600	kVA	
ANNO DI COSTR.	1994	TENSIONI PRIM.	20 ± 2x 2,5 %	kV	
N° FASI	3	NOMINALI SEC.	0,4	kV	
FREQUENZA	50	HZ	CORRENTI PRIM.	46,2	A
TIPO RAFFR.	AN	NOMINALI SEC.	2300,4	A	
SIMBOLO DI COLL.	DYn11	LIVELLI DI ISOL.	II 125 - III 50 / - FI 5		
TENSIONE DI C.T.O C.T.O	6,70	%			
TEMP. SIST. ISOL.	155	SOVRATEMP.	100	°C	
CLASSI AMB. CLIM. E DI COMP.	100				
MASSA TOTALE	4400	KG.			

E' presente anche una seconda cabina di trasformazione secondaria (**Edificio 24**), alimentata sempre dalla cabina Edificio 1 costituita da 1 trasformatore da 1.000 kVA.

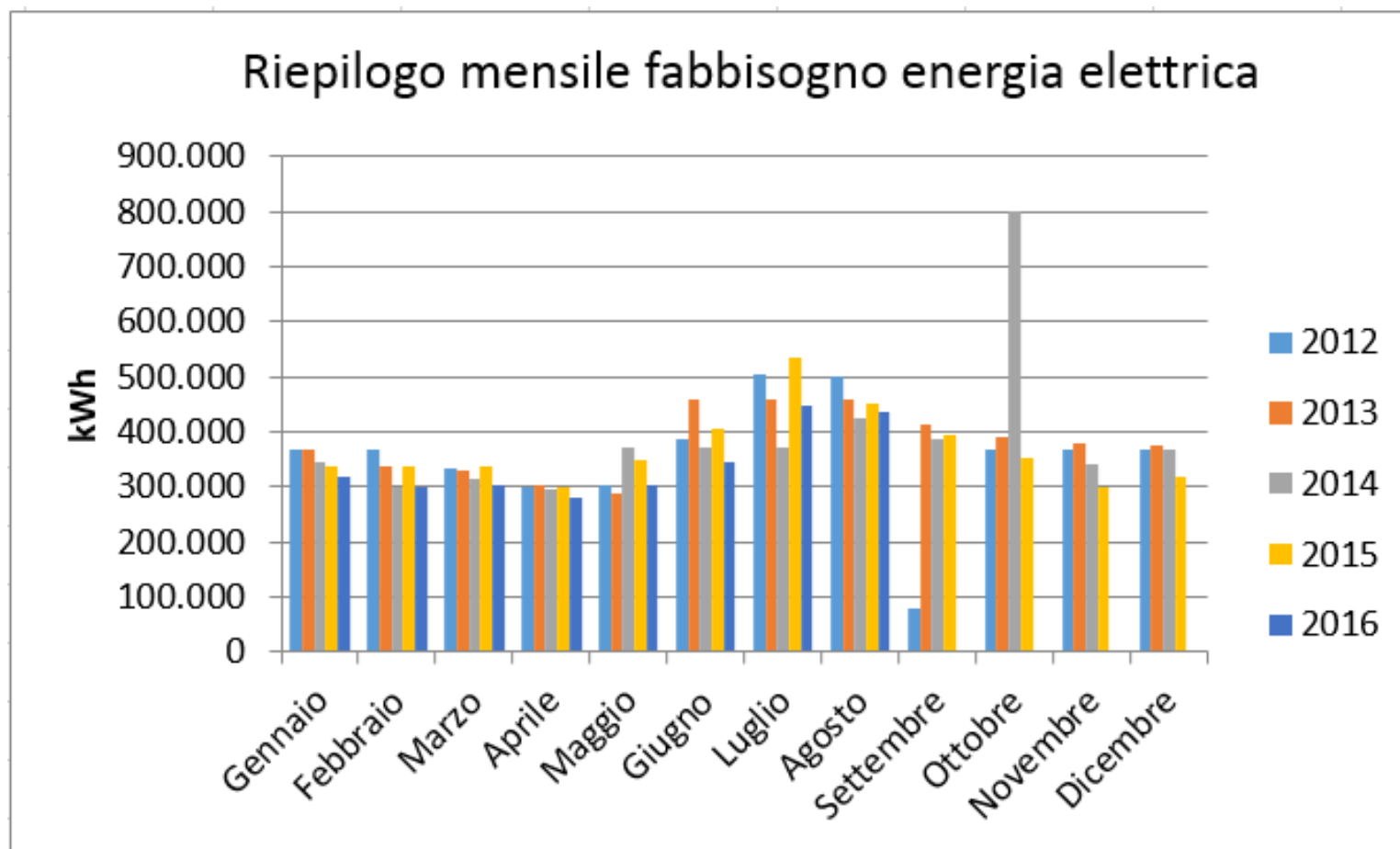


ABB		ALTA TENSIONE	
TRANSFORMATORE TRIFASE IN RESINA - 50Hz - RAFFREDDAMENTO NATURALE			
N° DI MATRICOLA:	1LES84039	NORME IEC 726	
TIPO	DTE 1000/24		
ANNO DI FABBRICAZIONE	2004		
POTENZA (kVA)	1000	3-4	21000
IMPEDENZA 75°C (%)	5,72	4-5	20500
POTENZA ACUSTICA (dB(A))	< 75	5-6	20000 28,87
TEMPERATURA AZ/RT (%)	100 / 100	6-7	19500
SISTEMA DI ISOLAMENTO AZ/RT	F / F	7-8	19000
MATERIALE AZ/RT	AL / AL		
COLLEGAMENTI AZ/RT	Dyn11		
PERD. (%)	0,205		
TRASFORMAZIONE AL P.P.500	P1		
CLASSE CLIMATICA	02		
CLASSE AMBIENTALE	02		
BRACCIO PROTEZIONE	02		
CUNICIA BASSA	02		
PROTEZIONE	02		





## Fabbisogno annuale energia elettrica Policlinico Militare del Celio

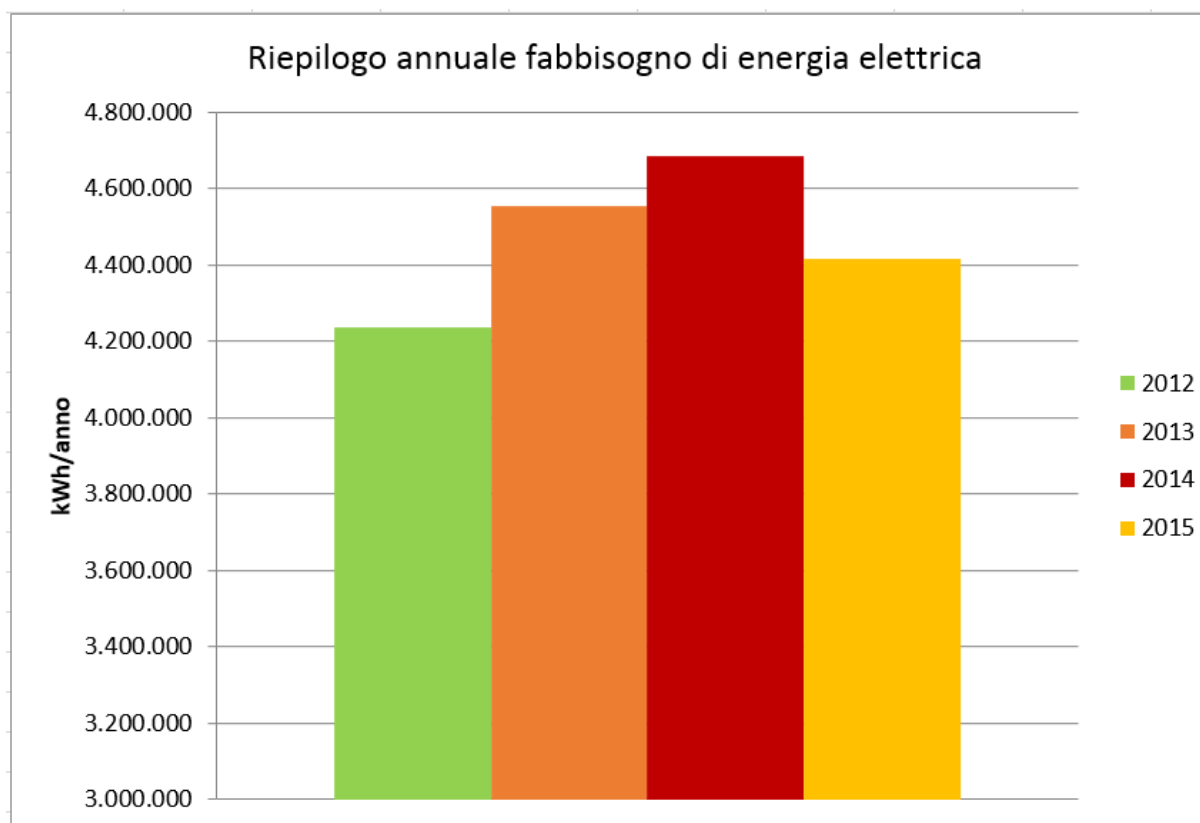


Nota:

Si riportano i fabbisogni annui per gli anni 2012 ÷ 2015. I dati inerenti l'anno 2016 non sono completi.

## Fabbisogno annuale energia elettrica Policlinico Militare del Celio

Si riportano i fabbisogni annui per gli anni 2012 ÷ 2015.



Il fabbisogno di energia elettrica rilevato dalle bollette (anno 2015) è stimato in 4.416.120,0 kWh pari a circa € 1.014.515,0\*

\*Il dato di fabbisogno dell'energia elettrica si riferisce all'anno 2015; il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato al costo specifico di € 0,23 per kWh elettrico IVA compresa

## Procedura ripartizione dei fabbisogni elettrici:

### Apparecchiature elettromedicali

Esempio Stralcio  
Pad. 19:

Struttura	Reparto	Stanza	Inv.	Descrizione	Costruttore	Modello	Fabbisogno [W]	Utilizzo	Coeff. Util.	h / giorn	gg sett	Fabbisogno elettrico annuale kWh
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA A	M000934	ANESTESIA, APPARECCHIO PER	DRAEGER MEDICAL AG & CO KG	FABIUS	154	Continuati vo	1	7	5	259
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA B	M000984	ANESTESIA, APPARECCHIO PER	DRAEGER MEDICAL AG & CO KG	FABIUS	154	Continuati vo	1	7	5	259
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA C	M000994	ANESTESIA, APPARECCHIO PER	DRAEGER MEDICAL AG & CO KG	FABIUS	220	Continuati vo	1	7	5	370
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T PRESALA	M000948	ANESTESIA, APPARECCHIO PER	SOXIL SPA	JOLLYTRONIC	*	Continuati vo	1	7	5	
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA B	M002437	ANESTESIA, APPARECCHIO PER	DRAEGER MEDICAL AG & CO KG	PRIMUS	352	Continuati vo	1	7	5	591
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA C	M001247	APPARECCHIO ELETTROMEDICALE, ALIMENTATORE PER	MAQUET GMBH & CO KG	1150 ALPHAMAQUET	800	Scorta	0,1	8	5	154
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO TERRA	M004275	APPARECCHIO MOTORIZZATO, GENERATORE PER	AESULAP AG & CO KG	GD 670 MICRO SPEED UNI	704	Continuati vo	1	2	5	338
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA B	M000975	ASPIRATORE FUMI CHIRURGICI	VALLEYLAB INC	OPTIMUMM 8	660	Continuati vo	1	4	5	634
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T PRESALA	M000942	ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	MEDAP MEDIZINISCHE APPARATE GMBH	/	180	Continuati vo	1	4	5	173
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T STANZINO	M001315	ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	STORZ KARL GMBH & CO KG	26200 B	170	Continuati vo	1	4	5	163
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA C	M000987	ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	ALSA APPARECCHI MEDICALI SRL	SUPERSUCTION 4T 5	220	Poco usato	0,3	4	5	63
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA C	M000988	ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	HERAEUS INSTRUMENTS GMBH	TWISTA P 1050	180	Poco usato	0,3	4	5	52
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T	M001654	ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	HERAEUS INSTRUMENTS GMBH	TWISTA P 1050	180	Poco usato	0,3	4	5	52
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T SALA B	M000973	ASPIRATORE MEDICO CHIRURGICO	HERAEUS INSTRUMENTS GMBH	TWISTA P 1050	180	Continuati vo	1	4	5	173
Policlinico Militare Celio	BLOCCO OPERATORIO 2	PAD19 PIANO T STERILIZZAZIONE	M000952	AUTOCLAVE	GETINGE INFECTION CONTROL AB	GE 2410 EN EC1	3600	Continuati vo	1	6	5	5.184

## Procedura ripartizione dei fabbisogni elettrici:

### Apparecchiature Elettromedicali (Fonte ELCOMED):

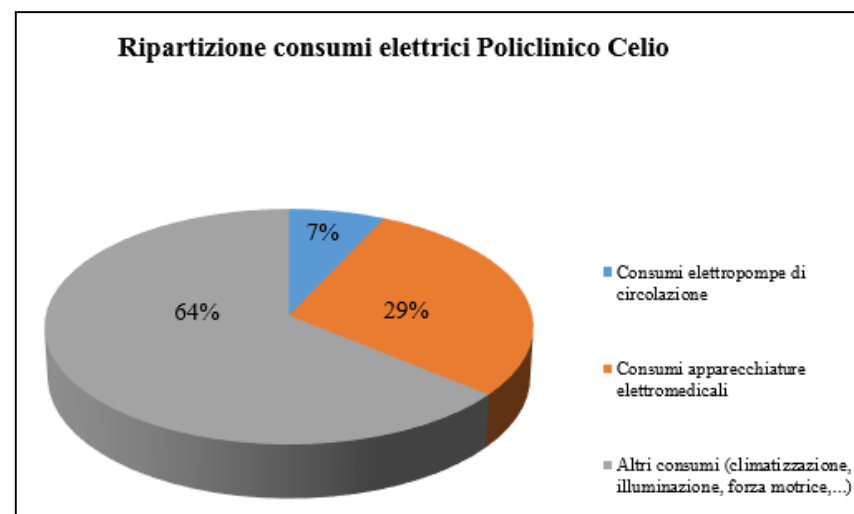
PAD	DESCRIZIONE	COSTRUTTORE	MOD	CONSUMO (W)	COEF. UTIL	h/gg	gg/settim	h/anno	kWh/anno
21	ELETTROBISTURI	COVIDIEN	VALLEYLAB FT10	950	1	2	5	520	494

### Elettropompe di circolazione:

CT	Cod.	Marca	Modello	Potenza (W)	Portata [m <sup>3</sup> /h]	Prevalenza [m c.a.]	Note	ore di funzionamento	Fabbisogno [kWh]
15-17-19-21-S1-S2-S3	P02	LOWARA		750				8760	6570
	P03	SIGMA s.p.a.	6.95.2D	1100	10,0-40,0	8,2-1,9		8760	9636
	P04	DAB	KLP 55/1200 T	1300	27,5	11,7-2,0		8760	11388
	P05	DAB	KLP 55/1200 T	1300	27,5	11,7-2,0		8760	11388

### Ripartizione Fabbisogni elettrici anno 2015 [kWh]:

TOT consumi elettrici da bolletta ANNO 2015	4.416.120,00
TOT consumi elettropompe (kWh/anno)	317.079,54
TOT consumi apparecchiature elettromedicali (kWh/anno)	1.284.120,12
Altri consumi elettrici (kWh/anno)	2.814.920,34



# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



**A**

## OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

Di seguito una comparazione tra i principali dati energetici del Celio e quelli riguardanti la media dei fabbisogni di strutture sanitarie quali «Uffici e ambulatori, Riabilitazione, Case di cura specialistica, Case di cura (Residenza Sanitaria Assistenziale), Ospedali del Servizio Sanitario Nazionale». \*Le Strutture Sanitarie considerate sono quelle con obbligo di diagnosi secondo il D. Lgs 102/2014

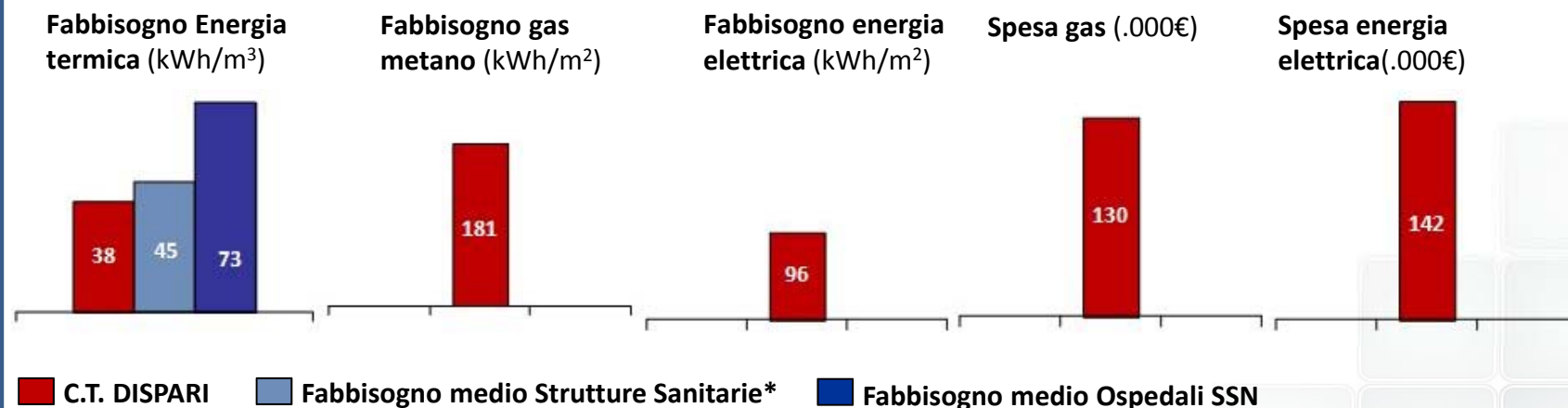
Consistenza



- **7.806 m<sup>2</sup>** di superficie netta climatizzata;
- **29.522 m<sup>3</sup>** di volume netto climatizzato;
- **principali utenze:** sale operatorie, ambulatori, degenze;
- **centrale termica:** 3 caldaie per una potenza complessiva di **1.344 kWt**
- **centrale frigorifera:** 7 gruppi frigo potenza complessiva di circa **806 kWf**
- **sistema elettrico:** servito dalle cabine elettriche del Policlinico
- **Fabbisogno annuo di gas metano\*\*** (anno 2015): 148.081 Sm<sup>3</sup>/anno
- **Fabbisogno annuo en. elettrica (escluse app. elettrom.)\*\*\*:** 744.815 kWh/anno

**I FABBISOGNI ELETTRICI SONO STATI CALCOLATI TENENDO CONTO DELLA SUPERFICIE RISCALDATA, DELLE APPARECCHIATURE ELETTROMEDICALI E DELLE ELETTROPOMPE DI CIRCOLAZIONE**

Riscaldamento



\*\* Il dato di fabbisogno di gas metano si riferisce all'anno 2015; il dato di spesa per il gas metano è calcolato ipotizzando un costo specifico di € 0,885 per Smc IVA compresa

\*\*\* Il dato di fabbisogno di energia elettrica si riferisce all'anno 2015; il dato di spesa è calcolato ipotizzando un costo specifico pari a € 0,19 per kWh elettrico IVA compresa

**A**

**OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)**

## Profili di utilizzo

### **Palazzine 15-17-19-21-S1-S2-S3**

1-OrariFunzionamento-Stg013-014

### **CT - Pal. Dispari (Degenze) - SIE136\_01\_01**

Giorno	Dalle	Alle	Dalle	Alle	Dalle	Alle
mar 01/10/2013	00:00	24:00:00	:	:	:	:
mar 30/09/2014	00:00	24:00:00	:	:	:	:

2-OrariFunzionamento-Stg014-015

mer 01/10/2014	00:00	24:00:00	:	:	:	:
mer 30/09/2015	00:00	24:00:00	:	:	:	:

3-OreFunzionamentoStag015-016

gio 01/10/2015	00:00	24:00:00	:	:	:	:
gio 07/04/2016	05:00	09:00	18:00	22:00	:	:
mar 06/09/2016	05:00	09:00	18:00	22:00	:	:

**A**

## OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

### 1 Simulazione numerica

**FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA**  
secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4

**SERVIZIO RISCALDAMENTO (impianto aeraulico)**

Edificio: **COMANDO GENERALE CC**

Caratteristiche impianto aeraulico:  
Tipo di impianto: **Ventilazione meccanica bifasciata**  
Dispositivi presenti: **Riscaldamento aia**

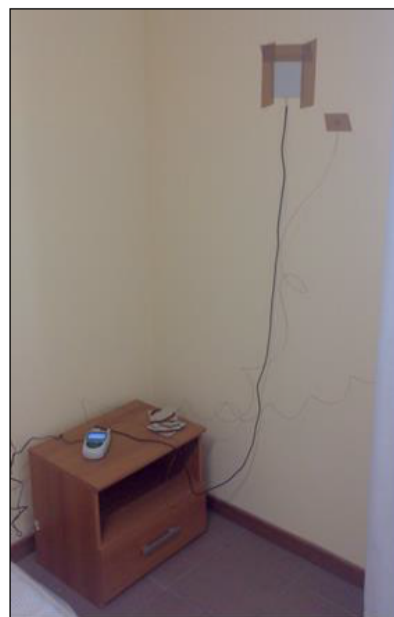
Dati per il calcolo della ventilazione meccanica effettiva:  
Fattore di efficienza della regolazione:  $FC_{reg} = 1,00$   
Ore di funzionamento dell'impianto:  $H = 12,00$

Potenze dei locali					
Zona	N°	Descrizione locale	Tipologia	Area (m <sup>2</sup> /h)	Area (m <sup>2</sup> /h)
1	2	place sans litants	dimensione + insonorizzazione	20000,00	40000,00
Totale				20000,00	40000,00

Caratteristiche dei condotti

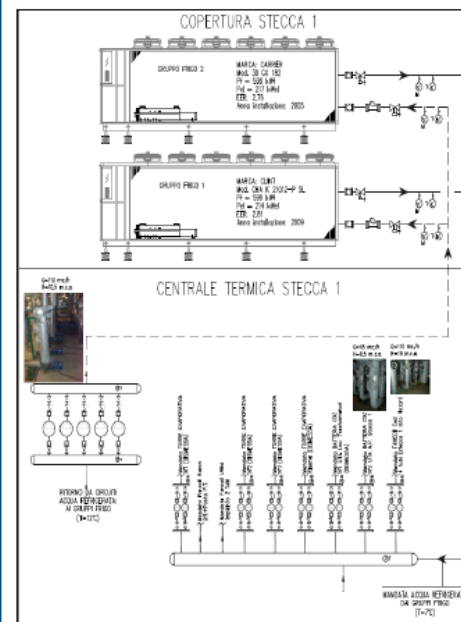
Sviluppo di un modello statico del "sistema edificio-impianto", validato con i dati di consumo reali.

### 2 Misure effettuate in situ



Sono state svolte specifiche ispezioni sui principali elementi dell'involucro edilizio. In particolare, con l'ausilio di un termoflussimetro, è stata misurata la trasmittanza delle Pareti Verticali delle "Stecche".

### 3 Rilievo impiantistico



Sono stati effettuati alcuni rilievi impiantistici della centrale termica e frigorifera, finalizzati alla redazione di un inventario tecnico dei principali componenti.

# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



A

## OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

Muri: M6 - Tufo 80

Codice  Descrizione

Dati generali | Stratigrafia | Verifica Termoigrometrica | Grafici | Risultati

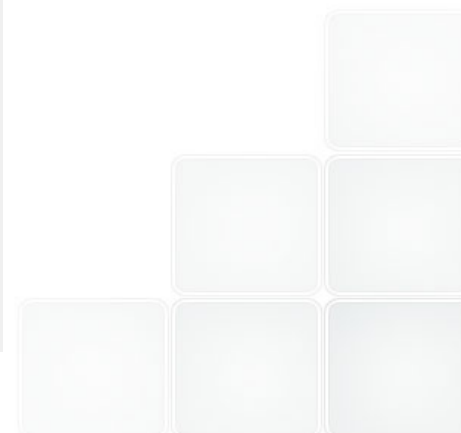
Trasmittanza U - Potenza	<input type="text" value="0,804"/>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza U - Energia	<input type="text" value="0,789"/>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore totale	<input type="text" value="800"/>	mm
Permeanza	<input type="text" value="0,026"/>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<input type="text" value="1280"/>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<input type="text" value="1216"/>	kg/m <sup>2</sup>

**Caratteristiche termiche dinamiche**

Trasmittanza periodica	<input type="text" value="0,008"/>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	<input type="text" value="0,010"/>	
Sfasamento dell'onda termica	<input type="text" value="-1,180"/>	h
Capacità termica areica	<input type="text" value="59,486"/>	kJ/m <sup>2</sup> K

**Resistenze termiche superficiali** ( rendi modificabili)

	Interna (Rsi)	Esterna (Rse)	
Potenza	<input type="text" value="0,130"/>	<input type="text" value="0,040"/>	m <sup>2</sup> K/W
Energia	<input type="text" value="0,130"/>	<input type="text" value="0,064"/>	m <sup>2</sup> K/W





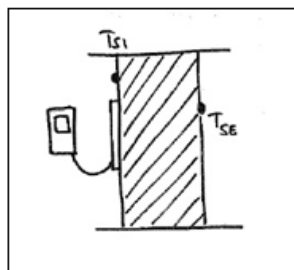
# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



## A OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

MISURE IN CAMPO:

- una piastra termoflussimetrica per la valutazione del flusso termico, in  $W/m^2$ , entrante o uscente;
- due sonde di temperatura per le superfici della parete ( $T_{si}$ : Temperatura superficiale parete interna,  $T_{se}$ : Temperatura superficiale parete esterna);
- un acquirente dati ALMEMO MA2590, per la registrazione nel tempo dei valori delle sonde.



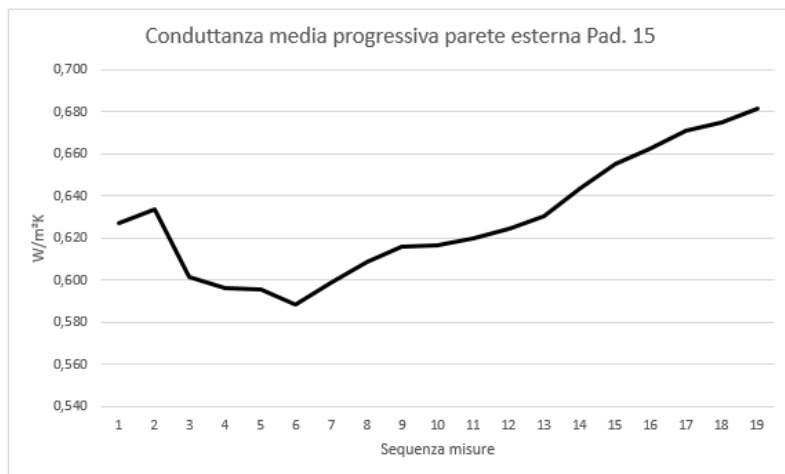
Schema disposizione sensori



Acquisitore ALMEMO 2590



Installazione delle sonde lato interno



Conduttanza, media progressiva

A cui corrisponde una trasmittanza pari a:

$$U_T = \frac{1}{R_T} = 0.569 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$



Installazione della termocoppia lato esterno



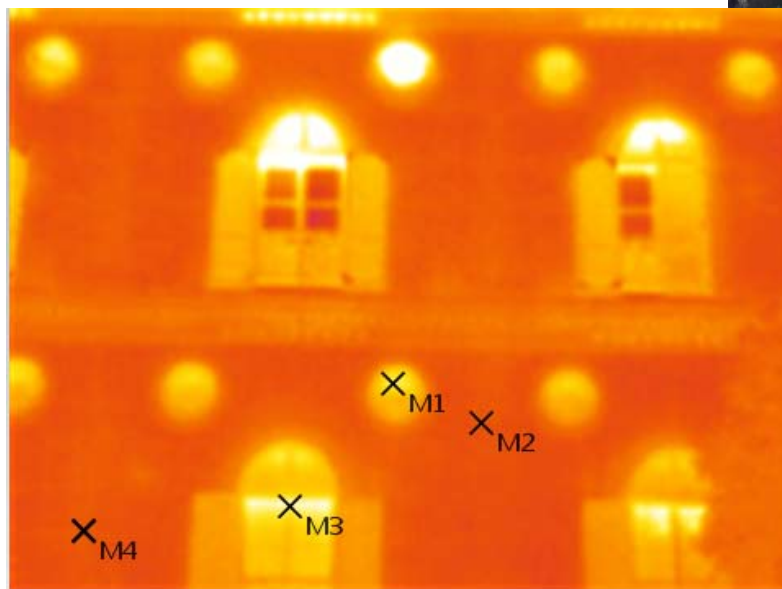
# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



## **A** OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

Analisi termografica Pad. 15:  
 $T_{\text{esterna}} = 5^{\circ} \text{C} - U.R._{\text{esterna}} = 58\%$   
Esposizione Ovest

	N.	Temp. [°C]
▶	M1	14,0
	M2	8,8
	M3	14,3
	M4	8,9

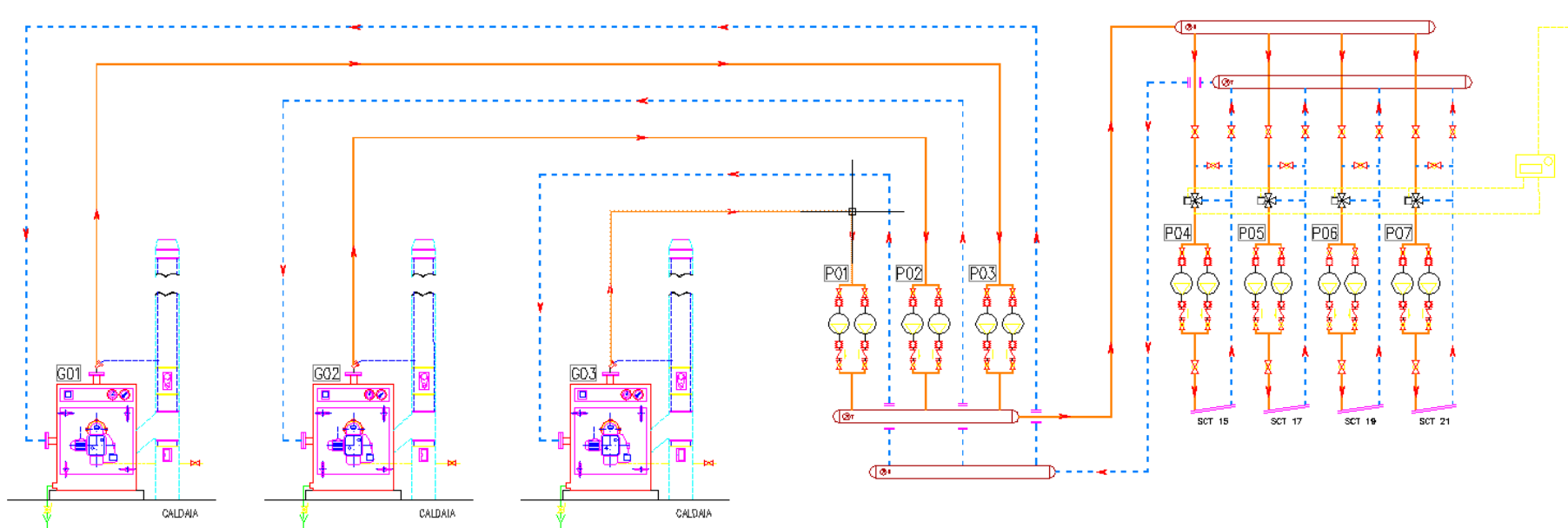


# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica

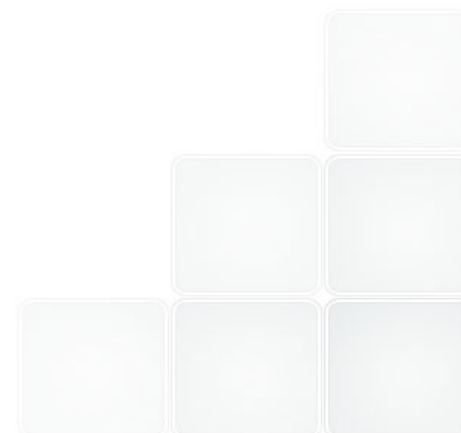


## A Gli impianti di riscaldamento e produzione di ACS:

CENTRALE TERMICA DISPARI



CT	Marca	Modello	Pot. Foc. (kW)	Pot. Utile (kW)	Rendimento di combustione (2011)
15-17-19-21	RIELLO	RTQ 448 3s	448,00	427,40	96,4
	RIELLO	RTQ 448 3s	448,00	427,40	97,9
	RIELLO	RTQ 448 3s	448,00	427,40	98,0

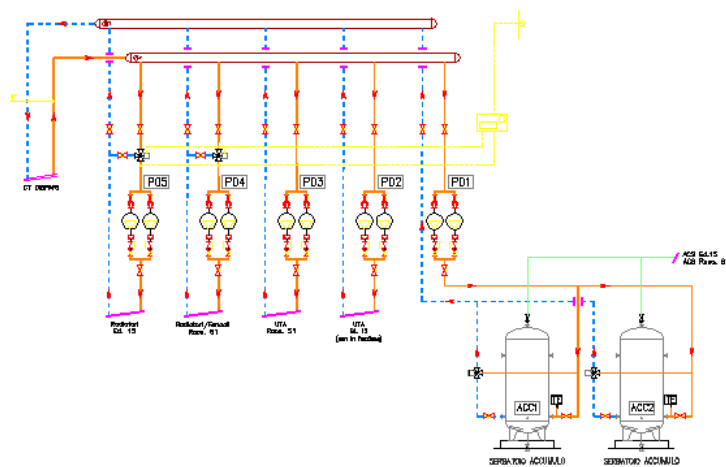


# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica

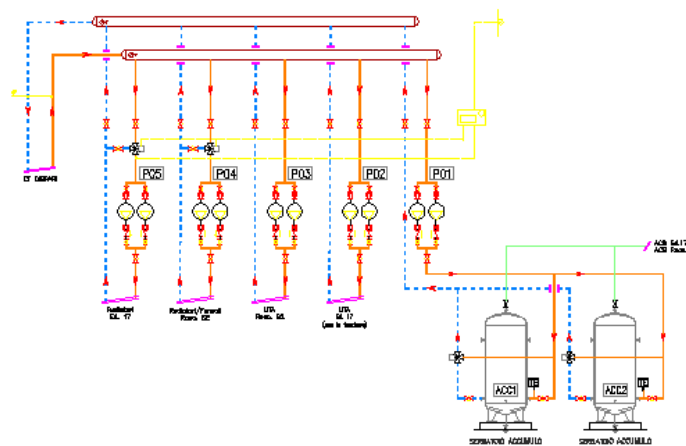


## A Gli impianti di riscaldamento e produzione di ACS:

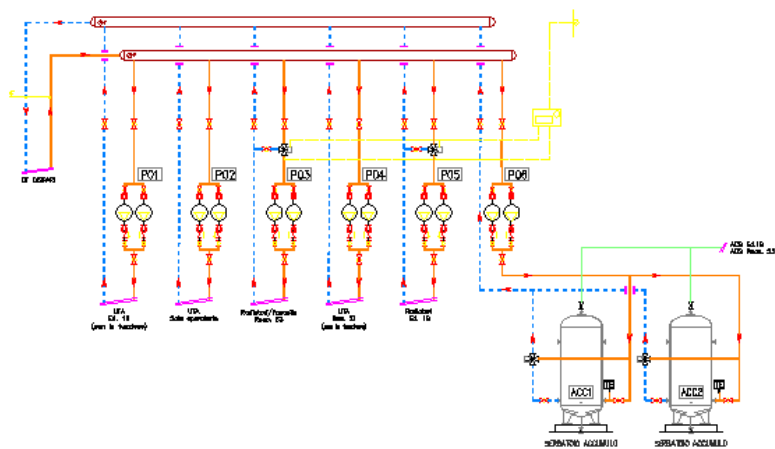
SOTTOCENTRALE TERMICA 15-S1



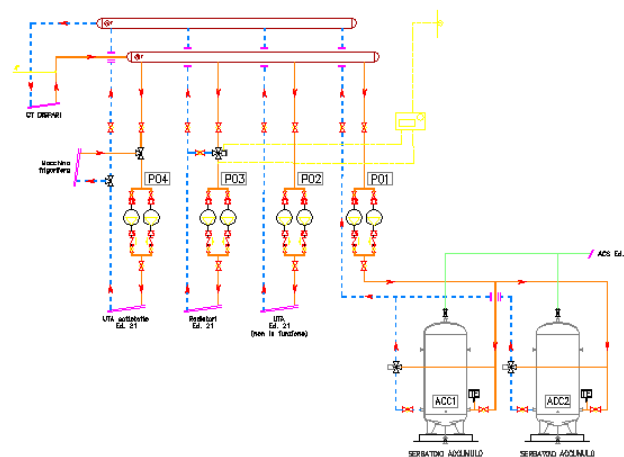
SOTTOCENTRALE TERMICA 17-S2



SOTTOCENTRALE TERMICA 19-S3



SOTTOCENTRALE TERMICA 21



## La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



### **A** Gli impianti di climatizzazione a servizio degli edifici

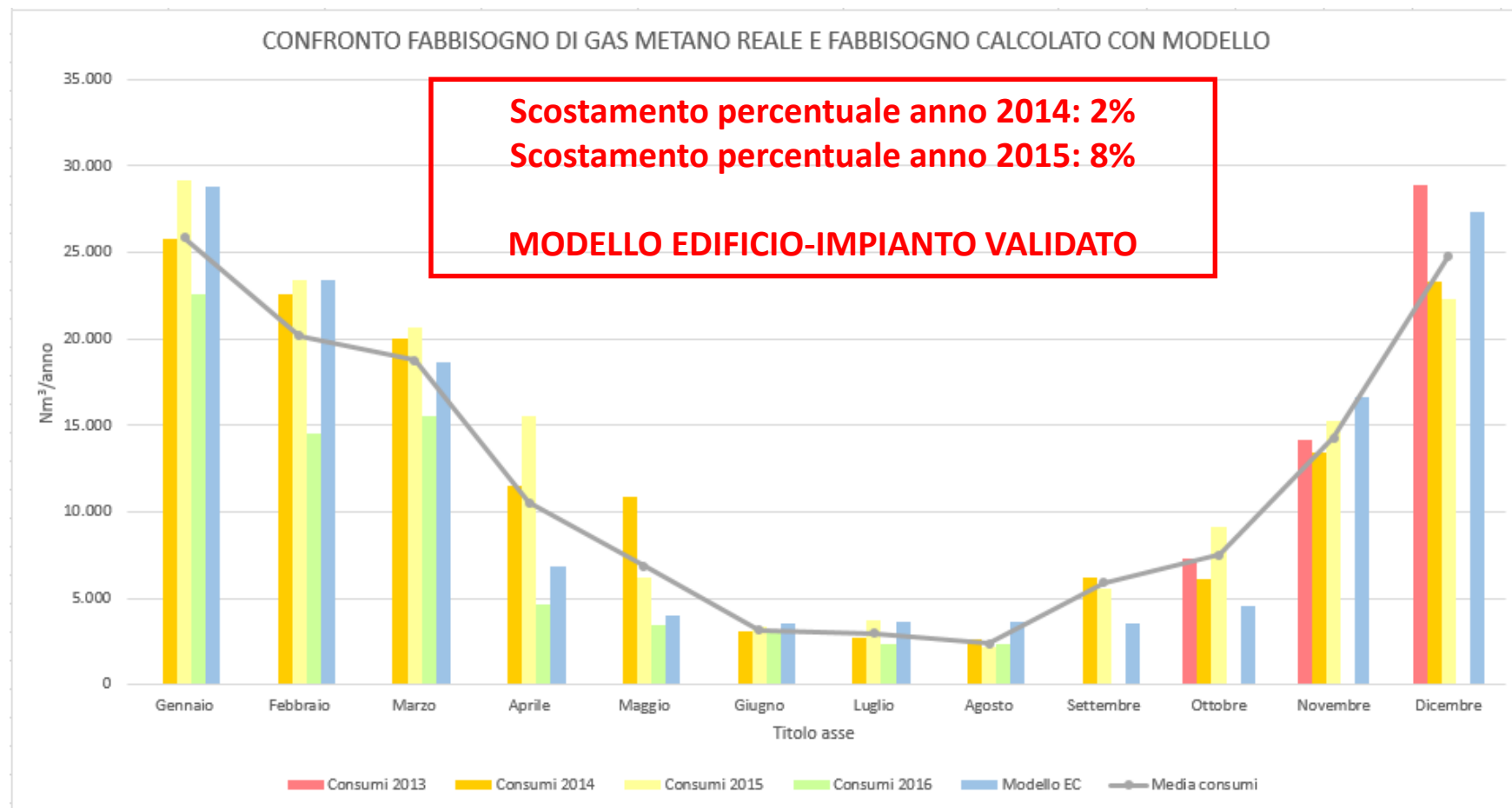
ED	reparto	marca modello	Pe	Pf	GAS
15	RMN	CLIMAVENETA HRAQ/B 0252	30,6	91,8	R407C
15	TAC	CLIMAVENETA HRAQ/B 0182	21,04	63,12	R407C
S2	DEGENZE	CLIMAVENETA WRAT 152	25	64	R422
S1 (15-17)	DEGENZE	CLIMAVENETA WRAT 152	25	64	R422
19	SALA OPER.	RHOSS CWA/E 300	139	417	??
S3	DEGENZE	RHOSS CWA/E 40	16	45	R22
17	PRONTO SOC	CLINT CHA/WP 202 PSI/PS	18,8	61,6	R407C



A

## OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

### VALIDAZIONE MODELLO CON CONSUMI BOLLETTA GAS



# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



## A OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

Classe energetica di partenza (D. Interministeriale 26/06/15)

### Servizi energetici presenti



Climatizzazione invernale



Ventilazione meccanica



Illuminazione



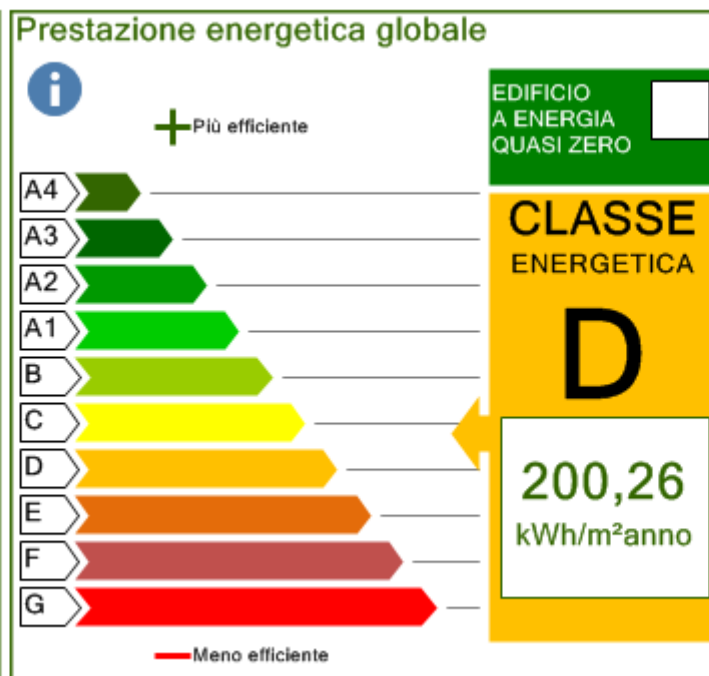
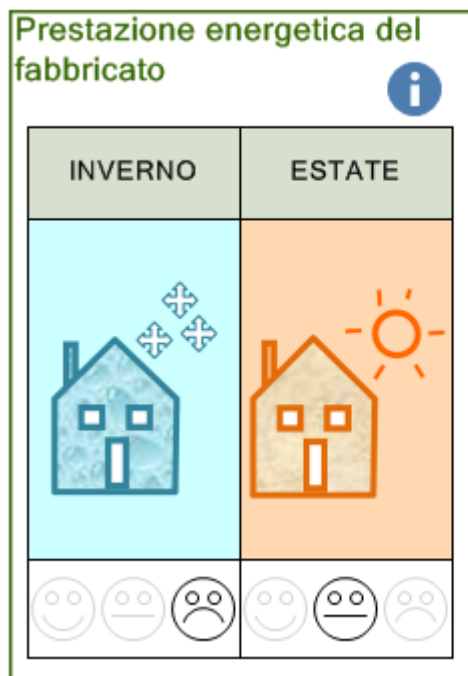
Climatizzazione estiva



Prod. acqua calda sanitaria



Trasporto di persone o cose



### Riferimenti

Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi: **B (128,19)**

Se esistenti: **-**

Nota: Categoria E.3 – Edificio adibito ad ospedale. Per produzione ACS: 90 posti letto



# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



**A**

## Interventi individuati

Involucro

**INV. 1** \*  
Coibentazione del  
solaio di base delle  
saldature  
dall'esterno

**INV. 2** \*  
Coibentazione del  
solaio sottotetto

**INV. 3**  
Coibentazione  
interna delle pareti  
perimetrali

**INV. 4** \*\*  
Sostituzione  
serramenti

Impianti meccanici

**INM. 1** \*  
Sistema di Building  
Automation and  
Control System

**INM. 2** \*  
Caldaia a  
Condensazione

**INM. 3** \*  
Installazione  
valvole  
termostatiche sui  
radiatori

Impianti  
elettrici

**INE. 1**  
Sostituzione delle  
elettropompe con  
nuovi modelli ad alta  
efficienza e con  
inverter

**INE. 2** \*  
Lampade a  
LED per gli  
spazi  
comuni

**INE. 3** \*  
Sensori di  
presenza  
WC (60  
ambienti)

Fonti  
rinnovabili

**INF.1** \*  
Fotovoltaico

**INF.2**  
Solare Termico

Altri interventi

**INMO.1** \*  
Monitoraggio  
dei consumi

\* **interventi raccomandati**

\*\* **intervento economicamente  
non vantaggioso ma necessario**

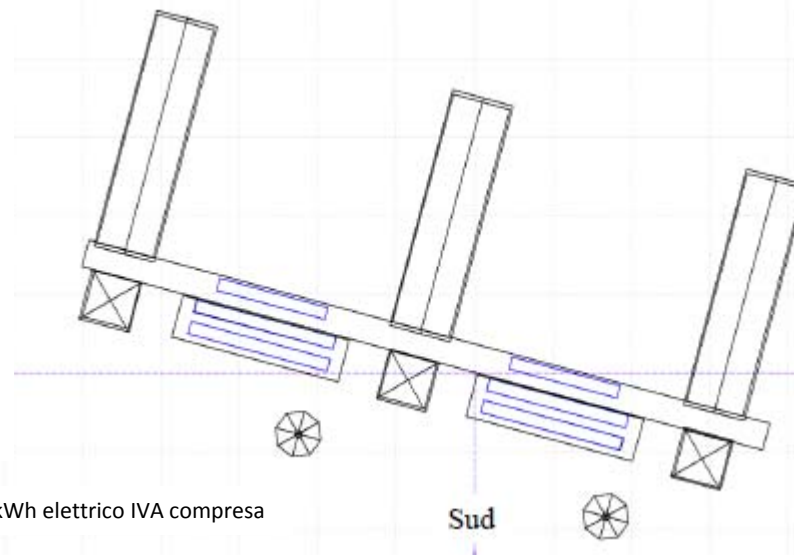
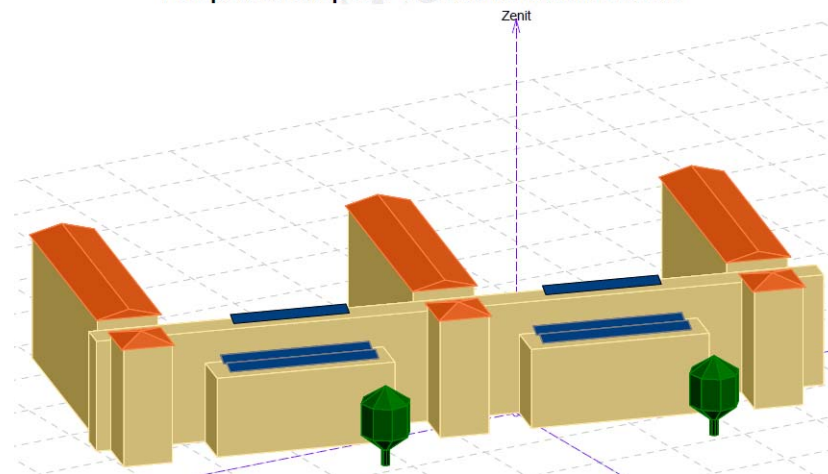
A

## OSPEDALE MILITARE CELIO (Padiglioni dispari 15-17-19-21 + saldature S1-S2-S3)

### Es. Installazione Impianto fotovoltaico da 30 kW su edifici del Policlinico Militare del Celio

- moduli realizzati con celle al silicio monocristallino, collegate in serie tra loro con caratteristiche elettriche e di efficienza > 17,5%
- 100 moduli fotovoltaici, suddivisi in:
  - 4 stringhe ciascuna formata da 18 moduli in serie ( $P_{nom}$  di stringa: 5,4 kW e  $V_{mp}$ : 505 V);
  - 2 stringhe ciascuna formata da 14 moduli in serie ( $P_{nom}$  di stringa: 2,1 kW e  $V_{mp}$ : 393 V),
- potenza complessiva di 30 kW
- consegnato nella formula "chiavi in mano": costo totale di impianto pari a 50.000 € (IVA esclusa) con un costo per potenza unitaria pari a 1.666 €/W;
- Energia producibile: 37.000 kWh/anno
- Risparmio praticato su bolletta elettrica\*: 7.030 €/anno
- Tempo di ritorno semplice investimento: **9 anni**

Prospettiva campo FV e area d'ombra circostante



\*Il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando un costo specifico pari a € 0,19 per kWh elettrico IVA compresa

# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



**A** Riepilogo degli interventi **RACCOMANDATI** e **NECESSARI** con relativo risparmio economico:

Bolletta energetica edifici dispari (€/anno 2015)		Rif.	Risparmio economico	Costo di investimento	Tempo di ritorno semplice	Percentuale risparmio energetico %
€ 272.000						
INVOLUCRO	Coibentazione dell'estradosso del solaio di base delle saldature con pannello in EPS	INV.1	€ 7.000,00	€ 58.300,00	8	2,6
	coibentazione del solaio sottotetto con pannelli in EPS	INV.2	€ 15.400,00	€ 114.800,00	7	5,7
	Sostituzione infissi con infissi in PVC a 5 camere, 4-12-4	INV.4	€ 9.200,00	€ 463.000,00	50	3,4
		Tot. INV	€ 23.700,00	€ 636.100,00		8,7%
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1	€ 32.080,00	€ 100.000,00	3	11,8
	Caldaia a condensazione	INM.2	€ 7.300,00	€ 40.000,00	5	2,7
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3	€ 13.500,00	€ 49.600,00	4	5,0
		Tot. INM	€ 39.660,00	€ 189.600,00		14,6%
IMPIANTI ELETTRICI	Lampade LED corridoi	INE. 2	€ 23.750,00	€ 274.000,00	12	8,7
	Sensori presenza WC	INE. 3	€ 2.052,00	€ 1.000,00	0,5	0,8
		Tot. INE	€ 19.351,50	€ 275.000,00		7,1%
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1	€ 7.000,00	€ 55.000,00	8	2,6
		Tot. INF	€ 5.250,00	€ 55.000,00		1,9%
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1	€ 13.099,00	€ 70.000,00	5	4,8
			Tot. INMO	€ 9.824,25		3,6%
<b>RIASSUNTO TOTALE:</b>			<b>€ 97.785,75</b>	<b>€ 1.225.700,00</b>	<b>12,5</b>	<b>36,0%</b>

\* interventi raccomandati

\*\* intervento economicamente non vantaggioso ma necessario

## La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



**A**

Riepilogo degli interventi **TOTALI** con relativo risparmio economico:

Spesa energetica edifici dispari (€/anno 2015)		Rif.	Risparmio economico	Costo di investimento	Tempo di ritorno semplice	Percentuale risparmio energetico %
€ 272.000						
INVOLUCRO	Coibentazione dell'estradosso del solaio di base delle saldature con pannello in EPS	INV.1	€ 7.000,00	€ 58.300,00	8	2,6
	Coibentazione del solaio sottotetto con pannelli in EPS	INV.2	€ 15.400,00	€ 114.800,00	7	5,7
	Coibentazione interna delle pareti perimetrali con pannello in lana di roccia accoppiato a pannello in cartongesso	INV.3	€ 13.300,00	€ 362.000,00	27	4,9
	Sostituzione infissi con infissi in PVC a 5 camere, 4-12-4	INV.4	€ 9.200,00	€ 463.000,00	50	3,4
		<b>Tot. INV</b>	<b>€ 32.328,00</b>	<b>€ 998.100,00</b>		<b>11,9%</b>
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1	€ 32.080,00	€ 100.000,00	3	11,8
	Caldaia a condensazione	INM.2	€ 7.300,00	€ 40.000,00	5	2,7
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3	€ 13.500,00	€ 49.600,00	4	5,0
		<b>Tot. INM</b>	<b>€ 38.073,60</b>	<b>€ 189.600,00</b>		<b>14,0%</b>
IMPIANTI ELETTRICI	Elettropompe circolazione	INE. 1	€ 9.500,00	€ 101.900,00	11	3,5
	Lampade LED corridoi	INE. 2	€ 12.700,00	€ 110.000,00	9	4,7
	Sensori presenza WC	INE. 3	€ 2.000,00	€ 1.000,00	0,5	0,7
		<b>Tot. INE</b>	<b>€ 17.424,00</b>	<b>€ 212.900,00</b>		<b>6,4%</b>
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1	€ 7.000,00	€ 55.000,00	8	2,6
	Solare termico	INF.2	€ 10.800,00	€ 180.000,00	17	4,0
		<b>Tot. IFR</b>	<b>€ 12.816,00</b>	<b>€ 235.000,00</b>		<b>4,7%</b>
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1	€ 13.099,00	€ 70.000,00	5	4,8
		<b>Tot. INMO</b>	<b>€ 9.431,28</b>			<b>3,5%</b>
<b>RIASSUNTO TOTALE:</b>			<b>€ 110.072,88</b>	<b>€ 1.705.600,00</b>	<b>15,5</b>	<b>40,5%</b>

## La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



A	Risparmio economico teorico Anno 2015 (ipotesi fabbisogno elettrico riparametrato su C.T. Dispari e fabbisogno gas metano reale) (%)	Risparmio economico teorico (.000 €/anno)	Costo d'investimento valore di mercato* (.000 €)
Involucro	≈ 8,7 ÷ 11,9%	≈ 23,7 ÷ 32,3	≈ 636,1 ÷ 998,1
Impianti meccanici	≈ 14,6 ÷ 14 %	≈ 39,7 ÷ 38,1	≈ 189,6
Impianti Elettrici	≈ 7,1 ÷ 6,4 %	≈ 19,4 ÷ 17,4	≈ 275 ÷ 212,9
Fonti Rinnovabili	≈ 1,9 ÷ 4,7 %	≈ 5,3 ÷ 12,8	≈ 55 ÷ 235
Altri interventi: Monitoraggio	≈ 3,6 ÷ 3,5%	≈ 9,8 ÷ 9,4	≈ 70
Totale	≈ 36,0 ÷ 40,5 %	≈ 97,8 ÷ 110,1	≈ <b>1.226 ÷ 1.706</b>

### Finanziamento degli interventi

Gli interventi proposti presentano un tempo di ritorno semplice di circa 12,5 ÷ 15,5 anni.

\*Sono esclusi i costi di progettazione

**Nota: la 'forchetta' considera gli interventi parziali/necessari e complessivi**

## Riepilogo interventi RACCOMANDATI e NECESSARI, dettagliati nei rapporti tecnici di analisi energetica dei vari edifici oggetto di diagnosi e di seguito identificati:

Riepilogo interventi RACCOMANDATI e NECESSARI:					
N° identificativo	Utenza	Risparmio economico atteso [€]	Costo di investimento [€]	Tempo di ritorno semplice [€]	Percentuale risparmio energetico %
A	CT. Dispari (Pad. 15-17-19-21, Saldature S1-S2-S3)	€ 97.785,75	€ 1.225.700,00	12,50	36,00%
B	CT. Pari (Pad. 18-20, Saldatura S4)	€ 50.897,54	€ 506.711,00	10,00	32,80%
C	Edificio 22 - Reparto operativo	€ 33.477,75	€ 199.409,00	6,00	12,30%
D	Edificio 26 - Farmacia	€ 7.966,50	€ 76.585,00	9,60	36,50%
E	Edificio 5 - Cardiologia	€ 12.928,50	€ 99.816,00	7,70	21,40%
F	Edificio 1 - Direzione	€ 18.568,50	€ 285.082,00	15,40	29,70%
G	Edificio 3 - RX Analisi	€ 11.031,00	€ 119.275,00	10,80	24,80%
H	Edificio 27 - Neuro	€ 12.945,00	€ 87.245,00	6,70	44,70%
	<b>TOTALE =</b>	<b>€ 245.600,54</b>	<b>€ 2.599.823,00</b>	<b>10,59</b>	

**Nota:** i risparmi economici attesi ed i relativi costi di investimento si intendono **IVA inclusa** (22%)

## Riepilogo interventi **COMPLESSIVI**, dettagliati nei rapporti tecnici di analisi energetica dei vari edifici oggetto di diagnosi e di seguito identificati:

Riepilogo interventi <b>COMPLESSIVI</b> :					
N° identificativo	Utenza	Risparmio economico atteso [€]	Costo di investimento [€]	Tempo di ritorno semplice [€]	Percentuale risparmio energetico %
A	CT. Dispari (Pad. 15-17-19-21, Saldature S1-S2-S3)	€ 110.073,00	€ 1.705.600,00	15,50	40,50%
B	CT. Pari (Pad. 18-20, Saldatura S4)	€ 59.135,00	€ 737.350,00	12,50	38,10%
C	Edificio 22 - Reparto operativo	€ 39.300,00	€ 294.229,00	7,50	29,80%
D	Edificio 26 - Farmacia	€ 11.505,00	€ 242.716,00	21,10	52,80%
E	Edificio 5 - Cardiologia	€ 13.725,00	€ 201.887,00	14,70	22,70%
F	Edificio 1 - Direzione	€ 22.756,00	€ 471.302,00	20,70	36,40%
G	Edificio 3 - RX Analisi	€ 14.536,00	€ 280.345,00	19,30	32,70%
H	Edificio 27 - Neuro	€ 15.873,00	€ 220.734,00	13,90	54,80%
	<b>TOTALE =</b>	<b>€ 286.903,00</b>	<b>€ 4.154.163,00</b>	<b>14,48</b>	

**Nota:** i risparmi economici attesi ed i relativi costi di investimento si intendono **IVA inclusa** (22%)

## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO FOTOVOLTAICO

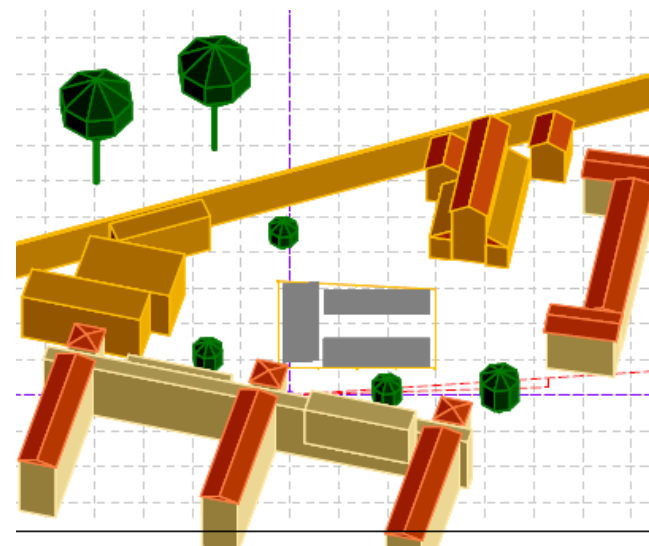
### Installazione Impianto fotovoltaico da 27,4 kW su copertura dell'area archeologica della Basilica Hilariana:

Moduli fotovoltaici al silicio amorfo con efficienza pari a circa il 6,3%

- 276 moduli fotovoltaici in tre sezioni con  $P'_{nom} = 99,3 \text{ W}$ ;
- costo impianto fotovoltaico, con l'esclusione della struttura di copertura dell'area archeologica: € 80.000 (IVA esclusa) con un costo per potenza unitaria pari a 2,9 €/W. Si stima un costo per la realizzazione delle pensiline (450 m<sup>2</sup>) = € 90.000
- Costo complessivo nella formula "chiavi in mano" :  
**€ 170.000,00 + IVA 10%**
- Energia producibile: 30.360 kWh/anno
- Risparmio praticato su bolletta elettrica\*: 5.768,4 €/anno
- Tempo di ritorno semplice investimento esclusa pensilina:  
**15 anni** (con pensilina: **32 anni**)

Nota: arco di vita dell'impianto pari a 25 anni

\*Il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando un costo specifico pari a € 0,19 per kWh elettrico IVA compresa





## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO ILLUMINAZIONE AREE ESTERNE



Tipo A: n.35



Tipo B: n.4



Tipo C: n.6



Tipo D: n.14



Tipo E: n.10



Tipo F: n.1



Tipo G: n.7



Tipo H: n.27



Tipo I: n.8



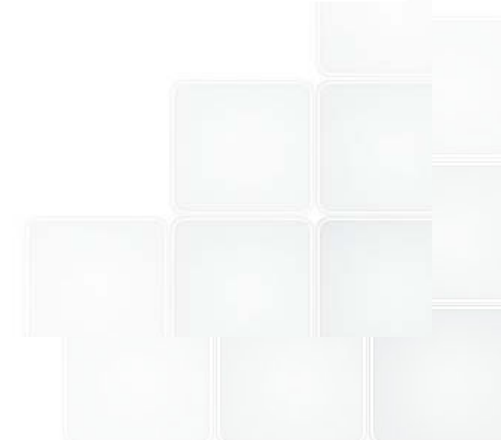
Tipo L: n.5



Tipo M: n.38



Tipo N: n.3



## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO ILLUMINAZIONE AREE ESTERNE

### STATO DI FATTO

TIPO (vedi riferimento foto)	N° corpi illuminanti	N° lampade per corpo illuminante	P'elettrica lampada [W]	Pelettrica totale singolo corpo illuminante [W]	Tipo lampada	Ore/giorno di accensione	Giorni/anno di accenzio	Fabbisogno Energetico [kWh/anno]
A	35	1	70	70	Ioduri metallici E27	13	365	11.625,25
B	4	1	35	35	Alogena	13	365	664,30
C	6	1	30	30	Neon E27	13	365	854,10
D	7	1	250	250	Ioduri metallici E40	13	365	8.303,75
D'	7	1	400	400	Ioduri metallici E40	13	365	13.286,00
E (n°2 lampade per palo)	5	2	250	500	Ioduri metallici E40	13	365	11.862,50
E' (n°2 lampade per palo)	5	2	400	800	Ioduri metallici E40	13	365	18.980,00
F (n°3 lampade per palo)	1	3	400	1200	Ioduri metallici E40	13	365	5.694,00
G	7	1	70	70	Ioduri metallici E27	13	365	2.325,05
H	27	1	70	70	Ioduri metallici E27	13	365	8.968,05
I	8	1	18	18	NEON	13	365	683,28
L (n°2 lampade 70+70 W)	5	2	70	140	Ioduri metallici lineari	13	365	3.321,50
M	38	1	23	23	NEON E27	13	365	4.147,13
N (n°2 lampade da 36W)	3	2	36	72	NEON	13	365	1.024,92
<b>TOTALE =</b>								<b>91.739,83</b>

\*Il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando un costo specifico pari a € 0,19 per kWh elettrico IVA compresa

## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO ILLUMINAZIONE AREE ESTERNE

### IPOTESI CON : LAMPADINE A LED

TIPO (vedi riferimento foto)	N° corpi illuminanti	N° lampade per corpo illuminante	P'elettrica lampada [W]	Pelettrica totale singolo corpo illuminante [W]	Tipo lampada	Ore/giorno di accensione	Giorni/anno di accenzio	Fabbisogno Energetico [kWh/anno]
A	35	1	52	52	AET 7 (completo di palo)	13	365	8.635,90
B	4	1	8	8	E 114	13	365	151,84
C	6	1	52	52	AET 7 (completo di palo)	13	365	1.480,44
D	7	1	24	24	BX 19	13	365	797,16
D'	7	1	24	24	BX 19	13	365	797,16
E (n°2 lampade per palo)	5	2	24	48	BX 19	13	365	1.138,80
E' (n°2 lampade per palo)	5	2	24	48	BX 19	13	365	1.138,80
F (n°3 lampade per palo)	1	3	24	72	BX 19	13	365	341,64
G	7	1	52	52	AET 7 (completo di palo)	13	365	1.727,18
H	27	1	16	16	BX13	13	365	2.049,84
I	8	1	9	9	BH55	13	365	341,64
L (n°2 lampade 70+70 W)	5	2	12	24	EB99	13	365	569,40
M	38	1	24	24	BX19	13	365	4.327,44
N (n°2 lampade da 36W)	3	2	36	72	NEON (non sostituita)	13	365	1.024,92
<b>TOTALE =</b>								<b>24.522,16</b>

\*Il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando un costo specifico pari a € 0,19 per kWh elettrico IVA compresa

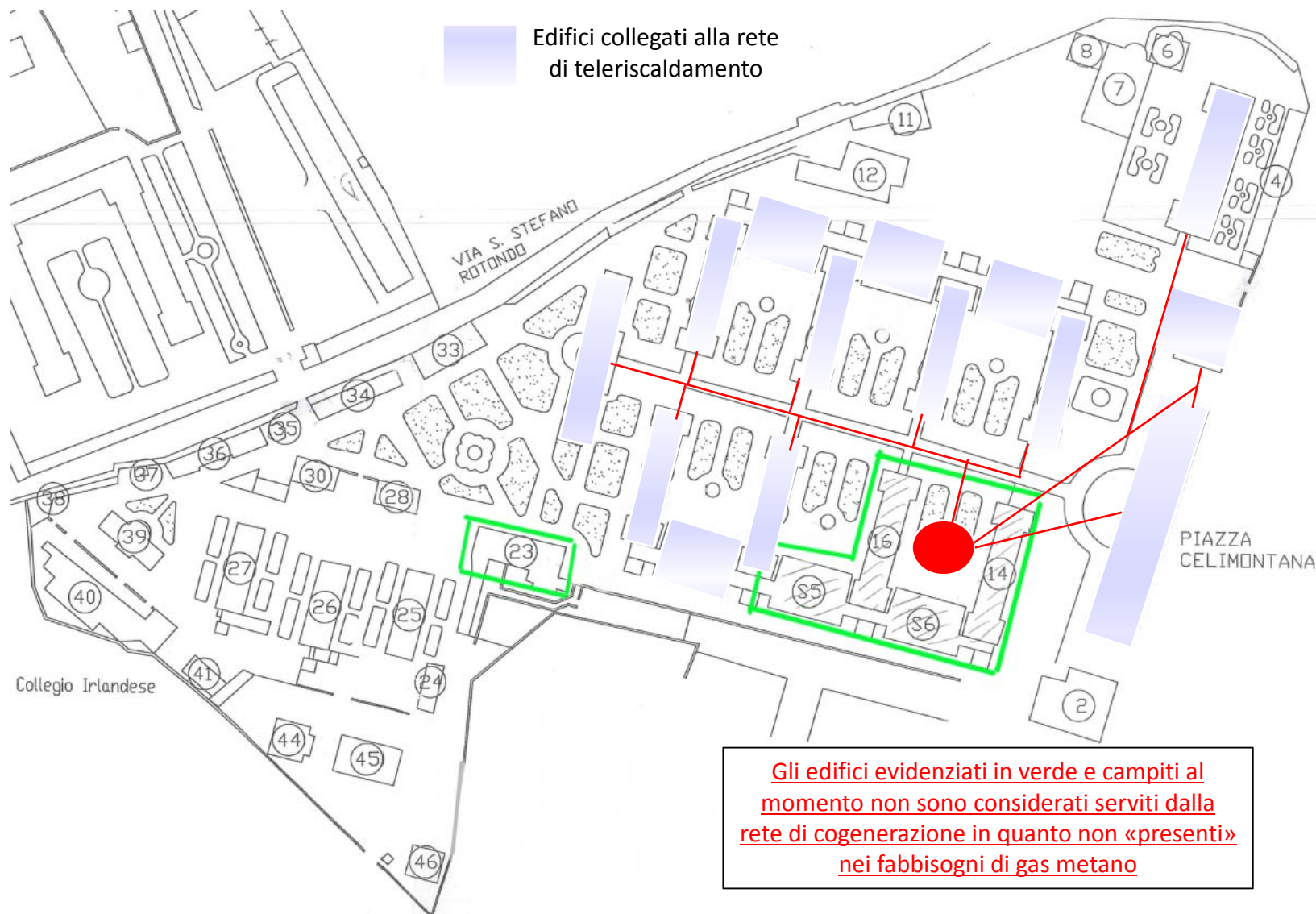
## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO ILLUMINAZIONE AREE ESTERNE

### ANALISI ECONOMICA:

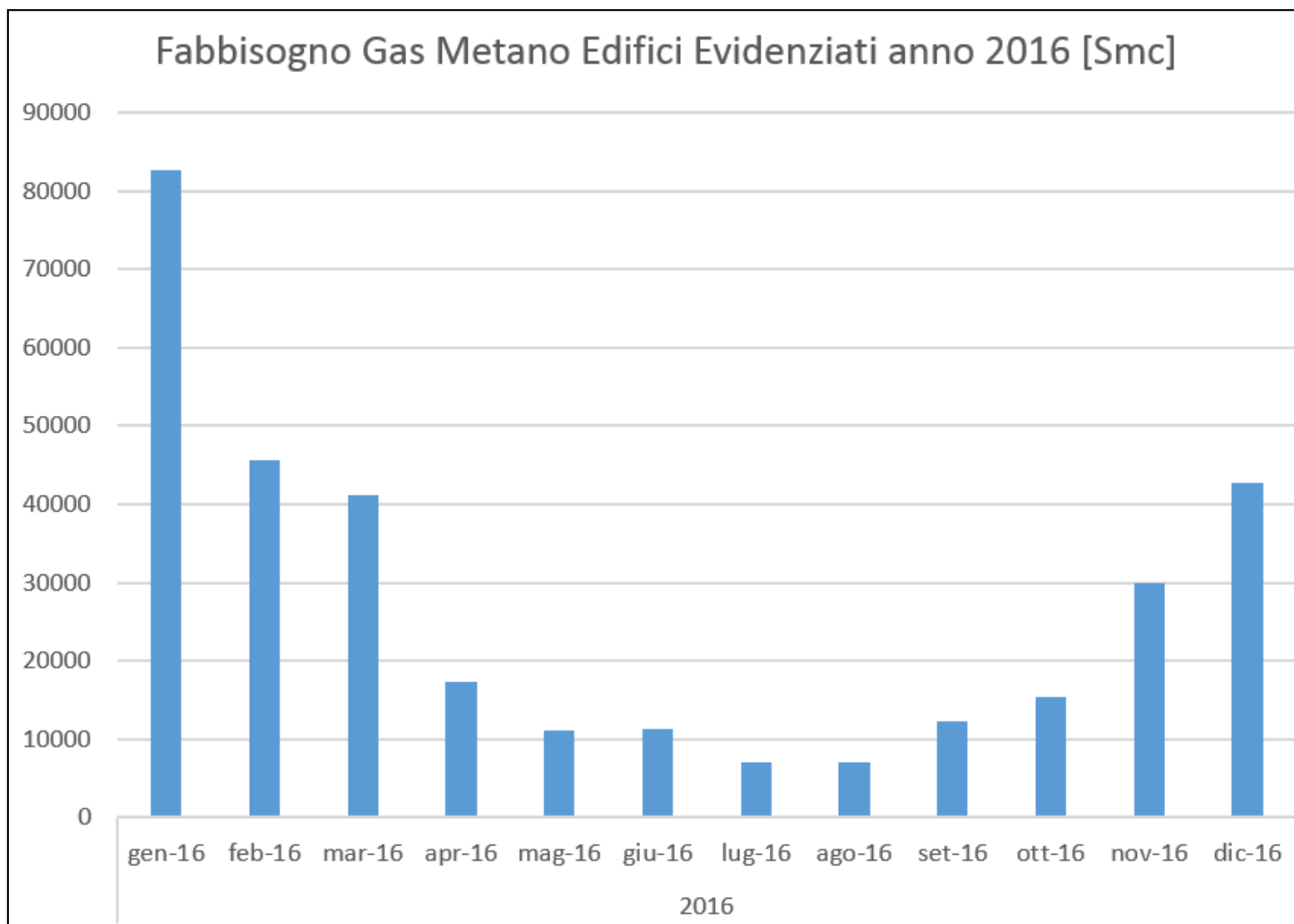
Risparmio energetico conseguito =	67.217,67	[kWh/anno]
Risparmio economico conseguito =	12.771,36	[€/anno]
Costo investimento (F.P.O.):	173.305,00	[€]
Tempo di ritorno semplice investimento:	13,57	[anni]



## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: COGENERAZIONE



## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO DI COGENERAZIONE



## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO DI COGENERAZIONE

		Fabbisogno [kWh]	ore/giorno	giorni/mese	Potenza media erogata [kW]
2016	gen-16	790.105,32	24	31	1.062,0
	feb-16	436.002,92	24	28	648,8
	mar-16	392.629,20	24	31	527,7
	apr-16	166.152,80	16	30	346,2
	mag-16	105.857,88	10	31	341,5
	giu-16	107.941,96	10	30	359,8
	lug-16	66.671,44	6	31	358,4
	ago-16	66.671,44	6	31	358,4
	set-16	116.469,48	11	30	352,9
	ott-16	147.310,04	13	31	365,5
	nov-16	286.264,64	24	30	397,6
	dic-16	408.623,08	24	31	549,2
Totale anno 2016 =		3.090.700,20			
Ore/anno funzionamento:			5.819,0	!!!!	

$P_{t \text{ media}} = 350 \text{ kW}$   
 $P_{el} = 230 \text{ kW}$

## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: IMPIANTO DI COGENERAZIONE

Risparmio Energetico		
Potenza termica cogeneratore	350	kWt
Potenza elettrica cogeneratore	230	Kwe
Rendimento cogeneratore	0,85	
Potenza termica in ingresso	682,29412	kWt
Consumo orario metano	71,15	Sm <sup>3</sup> /h
Ore di funzionamento	5819,00	h
Energia termica prodotta e autoconsumata	2.036.650	kWht
Energia elettrica prodotta e autoconsumata	1.338.079	kWhe
Consumo di metano	414.001	Sm <sup>3</sup>

Costo orario manutenzione full service [€/h]	€ 3,5
<b>Totale costi di gestione</b>	<b>€ 20.367</b>

Risparmio economico					
ANTE			POST		
Costo metano	0,88	€/Sm <sup>3</sup>	Costo metano defiscalizzato	0,4758	€/Sm <sup>3</sup>
Costo energia elettrica	0,19	€/kWhe	Costo metano fiscalizzato	0,88	€/Sm <sup>3</sup>
Potere calorifico metano	9,56	KWh/Sm <sup>3</sup>			
Rendimento di generazione	0,95	kWhe			
Consumo metano	224.251	Sm <sup>3</sup>			
Consumo energia elettrica	1.338.079	kWhe			
Spesa Riscaldamento	€ 197.341		Spesa Metano defiscalizzato	€ 140.065	
Spesa energia elettrica	€ 254.235		Spesa Metano fiscalizzato	€ 105.269	
			UTF	€ 16.726	
			Oneri A3,A2,....SEU	€ 2.197,2	
<b>Risparmio totale</b>				<b>€ 187.319</b>	



## Interventi COMUNI alla rete di Edifici: COGENERAZIONE

PIANO ECONOMICO									
NO Finanziamento	Anni	0	1	...	7	8	9	10	15
<b>Investimento iniziale</b>		-€ 1.000.000							
<i>Potenza nominale pompa di calore[KW]</i>									
<i>Costo unitario [€/KW]</i>									
<b>Risparmio economico intervento</b>			€ 193.734	€ 236.588	€ 244.594	€ 252.868	€ 261.420	€ 308.684	
<b>Situazione ante operam</b>			€ 465.240	€ 556.424	€ 573.283	€ 590.656	€ 608.559	€ 706.608	
Consumo Sm3			224.251	224.251	224.251	224.251	224.251	224.251	224.251
Costo unitario Sm3			0,90	1,06	1,09	1,12	1,15	1,32	
Variazione prezzo del metano		2,75%							
Consumo kWhe			1.338.079	1.338.079	1.338.079	1.338.079	1.338.079	1.338.079	1.338.079
Costo kWhe			0,20	0,24	0,25	0,25	0,26	0,31	
Variazione prezzo dell'energia elettrica		3,24%							
<b>Situazione con cogeneratore</b>			€ 271.506	€ 319.836	€ 328.689	€ 337.788	€ 347.138	€ 397.923	
Consumo Sm3			414.001	414.001	414.001	414.001	414.001	414.001	414.001
Costo unitario Sm3 fiscalizzato			0,90	1,06	1,09	1,12	1,15	1,32	
Costo unitario Sm3 defiscalizzato			0,49	0,58	0,59	0,61	0,62	0,71	
Variazione prezzo del metano		2,75%							
Accisa (UTF)			€ 17.228	€ 20.571	€ 21.188	€ 21.824	€ 22.478	€ 26.059	
Oneri sistema SEU			€ 2.198	€ 2.625	€ 2.704	€ 2.785	€ 2.868	€ 3.325	
Variazione Accise ed oneri		3,00%							
<b>Costo gestione intervento</b>			€ 20.977	€ 25.048	€ 25.800	€ 26.574	€ 27.371	€ 31.730	
Costo orario			3,6	4,3	4,4	4,6	4,7	5,5	
Ore di funzionamento			5.819	5.819	5.819	5.819	5.819	5.819	5.819
Variazione costo manutenzione		3,00%							
<b>Flusso di cassa</b>			€ 172.757	€ 211.540	€ 218.794	€ 226.294	€ 234.049	€ 276.954	
Tasso di intesesse						6%			
Fattore di attualizzazione		1,00	0,94	0,67	0,63	0,59	0,56	0,42	
fusso di cassa attualizzato		-€ 1.000.000	€ 162.978	€ 140.686	€ 137.274	€ 133.943	€ 130.692	€ 115.563	
<b>Flusso di cassa cumulato</b>		-€ 1.000.000	-€ 837.022	€ 61.260	€ 198.534	€ 332.477	€ 463.169	€ 1.070.511	

## RIEPILOGO STIME ECONOMICHE:

Riepilogo interventi RACCOMANDATI e NECESSARI:					
N° identificativo	Utenza	Risparmio economico atteso [€]	Costo di investimento [€]	Tempo di ritorno semplice [€]	Percentuale risparmio energetico %
		TOTALE = € 245.600,54	€ 2.599.823,00	10,59	
Riepilogo interventi COMPLESSIVI:					
		TOTALE = € 286.903,00	€ 4.154.163,00	14,48	

FOTOVOLTAICO BASILICA HILARIANA: €187.000,00

IMPIANTO ILLUMINAZIONE ESTERNA: €173.305,00

IMPIANTO DI COGENERAZIONE: €1.000.000,00

Nel caso si intenda procedere con la realizzazione di tutti gli interventi analizzati, la cifra complessiva ammonterebbe a circa

Nota: i costi di investimento si intendono IVA inclusa

€ 5.515.000

## PROGRAMMA DEI LAVORI

- ❑ Il concetto di diagnosi energetica: Leggi e norme di riferimento
- ❑ Distinzione tra APE e Diagnosi Energetica: le norme UNI TS 11300
- ❑ Casi studio:
  - ❑ Policlinico Militare del Celio
  - ❑ Teatro Regio di Torino

## Casi di studio: Esempio 2

### Teatro Regio di Torino



### Interventi di riqualificazione energetica



## Casi di studio: Esempio 2

### Teatro Regio di Torino

**E' stato costruito nel 1740, è stato distrutto da un incendio nel 1936 e quindi ricostruito nel 1973.**

Della costruzione originale rimane la facciata che fa parte del sito seriale UNESCO Residenze Sabaude iscritto alla Lista del Patrimonio dell'Umanità dal 1997.



## Teatro Regio di Torino

Area oggetto d'analisi:

Superficie utile ~60.000 m<sup>2</sup>

Volume scaldato ~190.000 m<sup>3</sup>

### CENTRALE TERMICA

Caldaje

	Costruttore	Modello	Tipo	Matricola	Matricola bruciatore abbinato	Fluido termovettore	Potenza utile massima (kW)	Potenza utile minima (kW)	Potenza termica del focolare (kW)
Produzione acqua calda	HOVAL	ST - HH	1700	B839004	9907455	ACQUA	1.744	1725	1887
Produzione acqua calda	HOVAL	ST - HH	1700	B839003	9907455	ACQUA	1.744	1725	1887
Produzione acqua calda	HOVAL	ST - HH	1700	B839002	9907455	ACQUA	1.744	1725	1887

Potenza termica complessiva: 5.232 kW

Combustibile: gas metano

Anno di installazione: 1999

**Nota:** è presente un generatore di calore a vapore ( $P_t = 872$  kW) di recente installazione (anno 2015) che si ritiene escluso dall'analisi energetica effettuata.

## Teatro Regio di Torino

### Elettropompe di circolazione centrale termica:

CENTRALE TERMICA															
CIRCUITO	DENOMINAZIONE	MODELLO ELETTROPOMPA	MODELLO GIRANTE	PREVALENZA		PORTATA		P (kW)	HP	N° GIRI (g/min)	Classe efficienza	Classe isolamento	Data installazione elettropompa	Data installazione girante	Funzionamento anno presunto (h)
				H min (m)	H max (m)	Q min (m³/h)	Q max (m³/h)								
PRIMARIO	CTPP1	1LG4 220-4AA60-Z 225S	ETANORM-G 125-400 G11	-	40	-	200	37	-	1470	2	F	-	2007	4800
	CTPP2	KSB 1DS 225 S4	manca targhetta	-	-	-	-	37	-	1470	-	F	-	-	4800
	CTPP3	KSB 1DS 225 S4	ETANORM-G 125-400/225S	-	40	-	200	37	-	1450	-	F	-	1991	4800
TERMOCONVETTORI	CTRP1	1LA7113-4AA61-ZX77	ETABLOC-GN 50-250/404	16,1	24,9	6,5	53	4	-	1450	-	F	1999	-	4800
	CTRP2	1LA7113-4AA61-ZX77	ETABLOC-GN 50-250/404	16,1	24,9	6,5	53	4	-	1450	-	F	1999	-	4800
	CTRP3	1LA7113-4AA61-ZX77	ETABLOC-GN 50-250/404	16,1	24,9	6,5	53	4	-	1450	-	F	1999	-	4800
MOBILETTI	CTVP1	1LA7130-4AA66-ZX77	ETABLOC-GN 65-250/554 GNG	16,8	24,3	10,5	83	5,5	-	1450	-	F	1999	-	4800
	CTVP2	1LA7130-4AA66-ZX77	ETABLOC-GN 65-250/554 GNG	16,8	24,3	10,5	83	5,5	-	1450	-	F	1999	-	4800
	CTVP3	1LA7130-4AA66-ZX77	ETABLOC-GN 65-250/554 GNG	16,8	24,3	10,5	83	5,5	-	1450	-	F	1999	-	4800
CIRCUITO P	CTCP1	KSB 607A - 90S	ETABLOC G 32-200/114	9,3	15	5,5	19	1,1	-	1450	-	B	-	1994	4800
	CTCP2	KSB 607A - 90S	ETABLOC G 32-200/114	9,3	15	5,5	19	1,1	-	1450	-	B	-	1994	4800
ALFIERI E DATA CENTER	CTCA1	KSB 611A - 100L	ETABLOC G 32-250/224	18,8	23,3	10,1	16,2	2,2	-	1450	-	B	-	1993	4800
	CTCA2	KSB 611A - 100L	ETABLOC G 32-250/224	18,8	23,3	10,1	16,2	2,2	-	1450	-	B	-	1993	4800
VENTILCONVETTORI 4 TUBI D/Q/R CAMERINI P.R. -3,20 -6,80 CIRCUITO CALDO	CTQD1	1LA7106-4AA11-ZX77A	ETABLOC-GN 50-200/224.1	14	17	6	10	2,2	-	1450	2	F	-	2005	4800
	CTQD2	1LA7106-4AA11-ZX77A	ETABLOC-GN 50-200/224.1	14	17	6	10	2,2	-	1450	2	F	-	2005	4800
CIRCUITO PIANI FUORI TERRA VENTILINGRESSO ARTISTI	CTFT1	KSB QU FS 90S4A-60	ETABLOC-G 32-200/114	9,3	15,3	2,5	19	1,1	-	1450	-	F	-	-	4800
	CTFT2	KSB QU FS 90S4A-60	ETABLOC-G 32-200/114	9,3	15,3	2,5	19	1,1	-	1450	-	F	-	-	4800
VENTILCONVETTORI 4 TUBI R CAMERINI P.R. -3,20 -6,80 CIRCUITO FREDDO	CTQD1R	1LA7080-4AA11-ZX77A	ETABLOC-GN 32-200.1/054	9	12	1	9	0,55	-	1450	-	F	-	2005	4800
	CTQD2R	1LA7080-4AA11-ZX77A	ETABLOC-GN 32-200.1/054	9	12	1	9	0,55	-	1450	-	F	-	2005	4800
VENTILCONVETTORI FOYER CIRCUITO H1	CTH11	1LA7106-4AA11-ZX77A	ETABLOC GN 50-200/224,2 GNG	9	16	7	53	2,2	-	1450	2	F	-	2003	4800
	CTH12	1LA7106-4AA11-ZX77A	ETABLOC GN 50-200/224,2 GNG	9	16	7	53	2,2	-	1450	2	F	-	2003	4800
CIRCUITO H1 FOYER	CTH11R	1LA7113-4AA61-ZX77A	ETABLOC-GN 65-200/404	11,7	17,5	8,2	9,5	4	-	1450	2	-	-	2002	4800
	CTH12R	1LA7113-4AA61-ZX77A	ETABLOC-GN 65-200/404	11,7	17,5	8,2	9,5	4	-	1450	2	-	-	2002	4800

  NON CONSIDERATE NEGLI INTERVENTI, MA DA PROGRAMMARNE LA SOSTITUZIONE NEL BREVE-MEDIO PERIODO

## Teatro Regio di Torino

Area oggetto d'analisi:

Superficie utile ~60.000 m<sup>2</sup>

Volume scaldato ~190.000 m<sup>3</sup>

### CENTRALE FRIGORIGENA

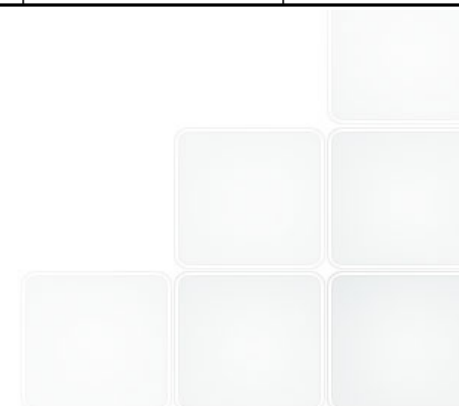
Gruppi frigo

Denominazione disegni	Tipo	Pot. Frigorigena resa kW	Pot. Assorbita kW	Temp. Acqua °C	Refrigerante	COP
GF1	Climaveneta SRH 2404 compressore a vite	750	210	7° - 12°	R407C	3,5
GF2	Climaveneta SRH 2404 compressore a vite	750	210	7° - 12°	R407C	3,5
GF3	Climaveneta SRH 2404 compressore a vite	750	210	7° - 12°	R407C	3,5
GF4	Climaveneta SRH 2404 compressore a vite	750	210	7° - 12°	R407C	3,5

Potenza frigorifera complessiva: 3.000 kW

Combustibile: energia elettrica

**Nota:** un gruppo frigo è considerato di riserva





## Teatro Regio di Torino

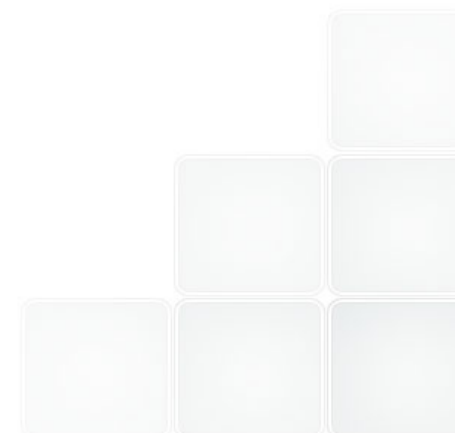
Dati tecnici torri evaporative abbinata ai gruppi frigo acqua-acqua:

Costruttore	Modello	Tipo	N° Serie	Tipol. Circuito	Ventilat ori	Capacità Smaltimento (kW)	DT (°C)
BALTIMORE	VTL-227-P	BELT B135	91-3461	APERTO	Centrifughi	1.000	34-29
BALTIMORE	VTL-227-P	BELT B135	91-3462	APERTO	Centrifughi	1.001	34-30
BALTIMORE	VTL-227-P	BELT B135	91-3463	APERTO	Centrifughi	1.002	34-31
BALTIMORE	VTL-227-P	BELT B135	91-3464	APERTO	Centrifughi	1.003	34-32

Capacità di smaltimento: 4.000 kW

Combustibile: energia elettrica

**Nota:** una torre evaporativa è considerata di riserva



## Teatro Regio di Torino

### Elettropompe di circolazione centrale frigorifera:

#### CENTRALE FRIGORIGENA

CIRCUITO	DENOMINAZIONE	MODELLO ELETTRROPOMPA	MODELLO GIRANTE	PREVALENZA		PORTATA		P (kW)	HP	N° GIRI (g/min)	Classe efficienza	Classe isolamento	Data installazione elettropompa	Data installazione girante	Funzionamento anno presunto (h)
				H min (m)	H max (m)	Q min (m³/h)	Q max (m³/h)								
PRIMARIO	CFPP1	SP2 200L-4	ETANORM-G 150-250-G10	-	16	-	470	30	40	1450	2	F	-	2002	4900
	CFPP2	LS 200 LT-4	ETANORM-G 150-250-G1	-	15	-	450	30	-	1450	-	F	1989	2001	4900
	CFPP3	1LG4 207-4AA60-Z	ETANORM-G 150-250-G1	-	16	-	470	30	-	1465	2	F	-	2004	4900
TORRI EVAPORATIVE 1 - 2	CFTE1	K11R 200 L4 TWS HK	ETANORM-G 150-250-G11	-	20	-	310	30	-	1450	-	F	1998	1998	4900
	CFTE2	K11R 200 L4 TWS HK	ETANORM-G 150-250-G11	-	20	-	310	30	-	1450	-	F	1998	1998	4900
TORRI EVAPORATIVE 3 - 4	CFTE3	K11R 200 L4 TWS HK	ETANORM-G 150-250-G11	-	20	-	310	30	-	1450	-	F	1998	1998	4900
	CFTE4	K11R 200 L4 TWS HK	ETANORM-G 150-250-G11	-	20	-	310	30	-	1450	-	F	1998	1998	4900
CIRCUITO FREDDO VENTILCONVETTORI 4 TUBI SALA PROVE, SARTORIA E SPOGLIATOI Q. -3,20 E Q. -6,30	CFQD1	1LA7106-4AA11-ZX77A	-	-	-	-	-	2,2	-	-	2	-	-	-	4900
	CFQD2	1LA7106-4AA11-ZX77A	-	-	-	-	-	2,2	-	-	2	-	-	-	4900
SECONDARIO CV1	CFCV1.1	LS 180 HT-4	ESABLOK GN 125-250/185	15	24	180	365	18,5	-	1450	-	F	-	1989	4900
	CFCV1.2	LS 180 HT-4	ESABLOK GN 125-250/185	15	24	180	365	18,5	-	1450	-	F	-	1989	4900
	CFCV1.3	LS 180 HT-4	ESABLOK GN 125-250/185	15	24	180	365	18,5	-	1450	-	B	-	1989	4900
SECONDARIO CV2	CFCV2.1	KSB 622 - 132 M	ETABLOC G 80-250 754.2	16	24	25	130	7,5	-	1450	-	B	1989	1989	4900
	CFCV2.2	KSB 622 - 132 M	ETABLOC G 80-250 754.2	16	24	25	130	7,5	-	1450	-	B	1989	1989	4900
	CFCV2.3	KSB 622 - 132 M	ETABLOC G 80-250 754.2	16	24	25	130	7,5	-	1450	-	B	1989	1989	4900
CAMERINI - MENSA - SALA REGIA MAGAZZINO - CIRC. P	CFCP1	KSB 611A - 100L	ETABLOC G 50-200 7224.2	8,5	15,3	15	53	2,2	-	1450	-	B	-	1994	4900
	CFCP2	KSB 611A - 100L	ETABLOC G 50-200 7224.2	8,5	15,3	15	53	2,2	-	1450	-	B	-	1994	4900
PALAZZO ALFIERI A/B	CFA1	KSB 629A - 112S	ETABLOC G 50-250 7404	16,1	22,4	33	53	4	-	1450	-	B	-	1992	4900
	CFA2	KSB 629A - 112S	ETABLOC G 50-250 7404	16,1	22,4	33	53	4	-	1450	-	B	-	1992	4900
FUORI TERRA E/G	CFFT1	KSB QUFS 90L4A-60	ETABLOC G 40-200 / 154	9,15	14,2	19	31	1,5	-	1450	-	F	-	-	4900
	CFFT2	KSB QUFS 90L4A-60	ETABLOC G 40-200 / 154	9,15	14,2	19	31	1,5	-	1450	-	F	-	-	4900



NON CONSIDERATE NEGLI INTERVENTI, MA DA PROGRAMMARNE LA SOSTITUZIONE NEL BREVE-MEDIO PERIODO



# Teatro Regio di Torino

## Unità Trattamento Aria:

		TEATRO REGIO TORINO Direzione Tecnica																
		A-B		C		D		E/G		F		H1		H2				
Dati Generali	Marca	SAMP		SAMP		SAMP		SAMP		SAMP		SAMP		SAIER				
	Modello	8615		8614		8616/8708		8675		8622		8619/A		89275/1/6				
	Tipologia	Aria Primaria		Aria Primaria		Aria Primaria		Aria Primaria		Aria Primaria		Aria Primaria		Tutta Aria				
		Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata 1	Mandata 2	Ripresa		
Dati Ventilatori	Diametro albero	mm										60		60	60	60	70	
	Sigla supporto *											FAG SG212 SX		INA ritto	ASAI P212	ASAI P212	FSQ NSU519-616	
	Diametro girante	mm										1.100		1.100	1.100	1.100	1.300	
	Larghezza girante	mm										1.000		1.000	1.200	1.200	1.500	
	Diametro Puleggia e n°gole*	mm										315x4		500x4	280x4	280x4	450x3	
	Batteria Preisc.	Kcal/h		65.000		65.000		76.000		38.000		27.000		216.000		60.000	60.000	
	Batteria Post. Kcal/h	Kcal/h		47.000		47.000		55.000		28.000		24.000		156.000		130.000	130.000	
	Batteria freddo.	Frigh		132.000		132.000		134.000		77.000		55.000		440.000		320.000	320.000	
	Umidificazione	Kg/h		74		74		86		43		31		224		131	131	
	Portata	m <sup>3</sup> /h	12.000	10.000	12.000	11.000	14.000	13.000	7.000	7.500	5.000	4.500	40.000	34.000	40.000	40.000	65.000	
l/sec		3.333	2.778	3.333	3.056	3.889	3.611	1.944	2.083	1.389	1.250	11.111	9.444	11.111	11.111	18.056		
Pressione statica utile	mm c.a.	50	40	40	35	45	35	40	35	40	45	50	40	55	55	45		
Marca		TIEMME	ABB Motors	AESA Motors	AESA Motors	ABB	AESA Motors	ABB	AESA Motors	AESA Motors	AESA Motors	ABB	ABB	MARELLI	SEIPEE	MARELLI		
Modello		RT 112 M4	MT 100 LA28 4/B	MBT 132 S	MT 100 LA 28 4/B	MBT 132 MB	MBT 112 M	MBT 132 S	100 BL 4/B	100 BL 4/B	100 BL 4/B	MBT 180M	M2AA13LMB4	NV 180 M4	GM 180L 4 BS	160L4		
Matricola																GJ10140124		
Classe Ic		B	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	IE3		
Tensione	volt	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380		
Potenza	KW	4	2,3	5	2,3	6,8	3,5	5	3,2	3,2	3,2	18,5	11	18,5	22	15		
	HP	5,4	3,1	6,8	3,1	9,2	4,7	6,8	4,3	4,3	4,3	25,0	14,9	25,0	29,7	20,3		

## Teatro Regio di Torino

### Unità Trattamento Aria:

		SCHEDA DATI MECCANICI CDZ																	
		I		L**		M		N		P		Q		R		S			
Dati Generali	Marca	SAIER		SAIER		SAMP		SAIER		SAMP		SAMP		SAMP		SAIER			
	Modello	89275/1		89275/3		8621/A				8627/A		8617/8616		8629		89275/5/7			
	Tipologia	Tutta Aria		Tutta Aria		Aria Primaria		Tutta Aria		Aria Primaria		Aria Primaria		Aria Primaria		Tutta Aria			
		Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa		
Dati Ventilatori	Diametro albero	70	70									40	40	50	40	70	60		
	Stigla supporto	SKF SNH519-616	FSQ SNU519-616									FYV508	---	SKF PF90 50°90°30	KOYO 209J	FSQ SNU519-616	ASAI P212		
	Diametro girante	1.400	1.400											600	600	1.150	1.000	1.400	1.400
	Larghezza girante	1.700	1.700											700	700	800	770	1.500	1.400
	Diametro Puleggia e n°gole*	500*4	560*3											125/3	280/2	200*3	400*3	355*4	355*3
	Batteria Pressc.	Kcal/h	263.000		100.000		38.000		16.000		87.000		76.000		141.000		563.000		
	Batteria Post. Kcal/h	Kcal/h	231.000		408.000		28.000		24.000		16.000		68.000		102.000		135.000		
	Batteria freddo.	Frig/h	623.000		527.000		77.000		56.000		176.000		154.000		286.000		637.000		
	Umidificazione	Kg/h	375		214		43		29		98		86		160		362		
	Portata	m <sup>3</sup> /h	70.000	65.000	80.000	62.000	7.000	6.500	6.000	6.000	17.000	16.000	14.000	14.500	26.000	26.000	55.000	50.000	
l/sec		19.444	18.056	22.222	17.222	1.944	1.806	1.667	1.667	4.722	4.444	3.889	4.028	7.222	7.222	15.278	13.889		
Pressione statica utile	mm c.a.	50	40	50	55	40	35	40	35	35	45	50	40	45	40	50	40		
Marca		MARELLI	MARELLI	ERCOLE MARELLI	ERCOLE MARELLI			ASEA Motors	ASEA Motors	ABB Motors	ABB Motors	ABB MOTORS	ABB MOTORS	MARELLI	LEPORIS	MARELLI	MARELLI		
Modello		22584	160L4	225 S14	180 M/4			100 L 4/8	90 L 4/8	MBT 160 M	MBT 132 MT	MBT132 MB	MBT112 M	NV160L4	NS132 H2-4	200LA	160M4		
Matricola			G17381									MK142060 AB	MK142058 AB						
Classe Ic			F	F	F			F	F	F	F		F						
Tensione	volt	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380		
Potenza	kW	37	15	37	18,5	7,5	2,3	2,8	2,2	10,5	6,7	1,4	3,5	15	9,2	30	11		
	HP	50,0	20,3	50,0	25,0	10,1	3,1	3,8	3,0	14,2	8,0	1,9	4,7	20,3	12,4	40,5	14,9		

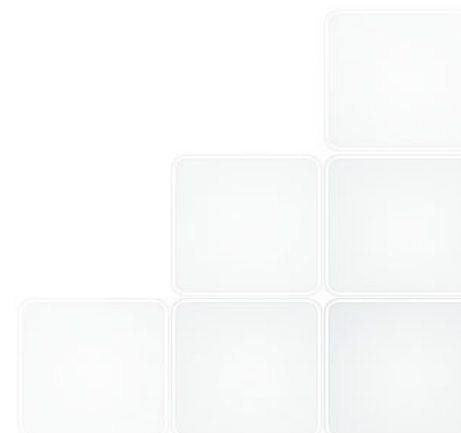
\*\* In fase di sostituzione con nuovi motori alta efficienza energetica

## Teatro Regio di Torino

### Unità Trattamento Aria:

		SCHEMA DATI MECCANICI CDZ							
		CORO ***		ORCHESTRA		ARCHIVIO		TORRE SCENICA	
Dati Generali	Marca	CLEVER		CLEVER		CLEVER		SAMP	
	Modello								
	Tipologia	Aria Primaria		Aria Primaria		Aria Primaria		Aria Primaria	
		Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa	Mandata	Ripresa
Dati Ventilatori	Diametro albero	mm							
	Stigla supporto *								
	Diametro girante	mm							
	Larghezza girante	mm							
	Diametro Puleggia e n°gole*	mm							
	Batteria Preisc.	Kcal/h	37.000		41.500				
	Batteria Post. Kcal/h	Kcal/h	14.500		15.200				
	Batteria freddo.	Frig/h	73.500		81.000				
	Umidificazione	Kg/h	---		---		---		---
	Portata	m <sup>3</sup> /h	8.000	6.500	8.300	6.800	6.500	3.500	8.000
l/sec		2.222	1.806	2.306	1.889	1.806	972	2.222	1.111
Pressione statica utile	mm c.a.								
Dati Elettrici	Marca								
	Modello								
	Matricola								
	Classe Ic								
	Tensione	volt	380	380	380	380	380	380	380
	Potenza	kW	3	1,8	3	1,8	1,8	1	3
HP		4,1	2,4	4,1	2,4	2,4	1,4	4,1	2,4

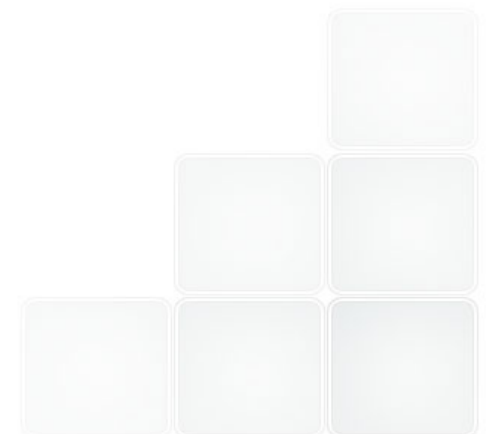
\*\*\* In fase di sostituzione macchina completa



## *Teatro Regio di Torino*

### Principali utenze energivore:

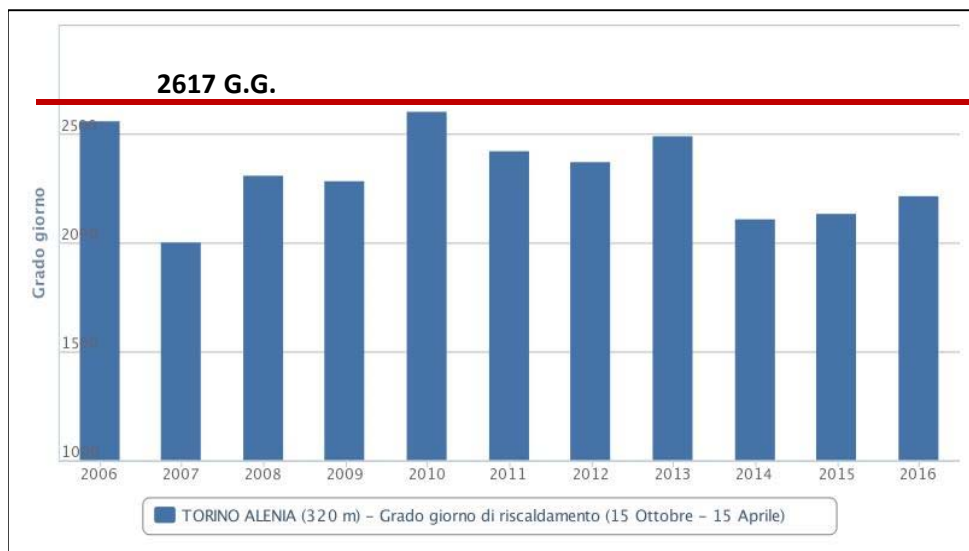
- Generatori di calore;
- Gruppi frigoriferi;
- Torri evaporative;
- Motori elettrici Unità Trattamento Aria;
- Motori elettrici elettropompe di circolazione;
- Impianto di illuminazione;
- Ascensori e montacarichi;
- Sale CED;
- Apparecchiature di scena.



# La Diagnosi Energetica degli edifici: Il primo strumento per l'efficienza energetica



## Teatro Regio di Torino



	2012	2013	2014	2015	2016
G.G.	2.369	2.493	2.111	2.137	2.218

Fonte: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it)

Regime normativo: UNI 10349:2016 | UNI 10349:1994

### Dati geografici

Comune: Torino  
 Provincia: Torino  
 Gradi giorno: 2617 gg  
 Altitudine s.l.m.: 239 m  
 Latitudine Nord: 45° 7'  
 Longitudine Est: 7° 43'  
 Codice Catastale: L219 | CAP: 10100  
 Codice ISTAT: 1272

Distanza dal mare: > 40 km  
 Regione di vento: A  
 Direzione prevalente vento: NE  
 Velocità vento media: 1,40 m/s  
 Velocità vento max: 2,80 m/s

### Dati invernali

Stazione di rilevazione per:  
 Temperatura: TO - Bauducchi  
 Irraggiamento: TO - Bauducchi  
 Ventosità: TO - Bauducchi

Temperatura esterna:  
 Località di rif.: Torino  
 Della località: -8,0 °C  
 Variazione: 0,0 °C  
 Adottata: -8,0 °C

Periodo convenzionale riscaldamento:  
 Zona climatica: E  
 Durata: 183 giorni  
 Dal giorno: 15 ottobre  
 Al giorno: 15 aprile

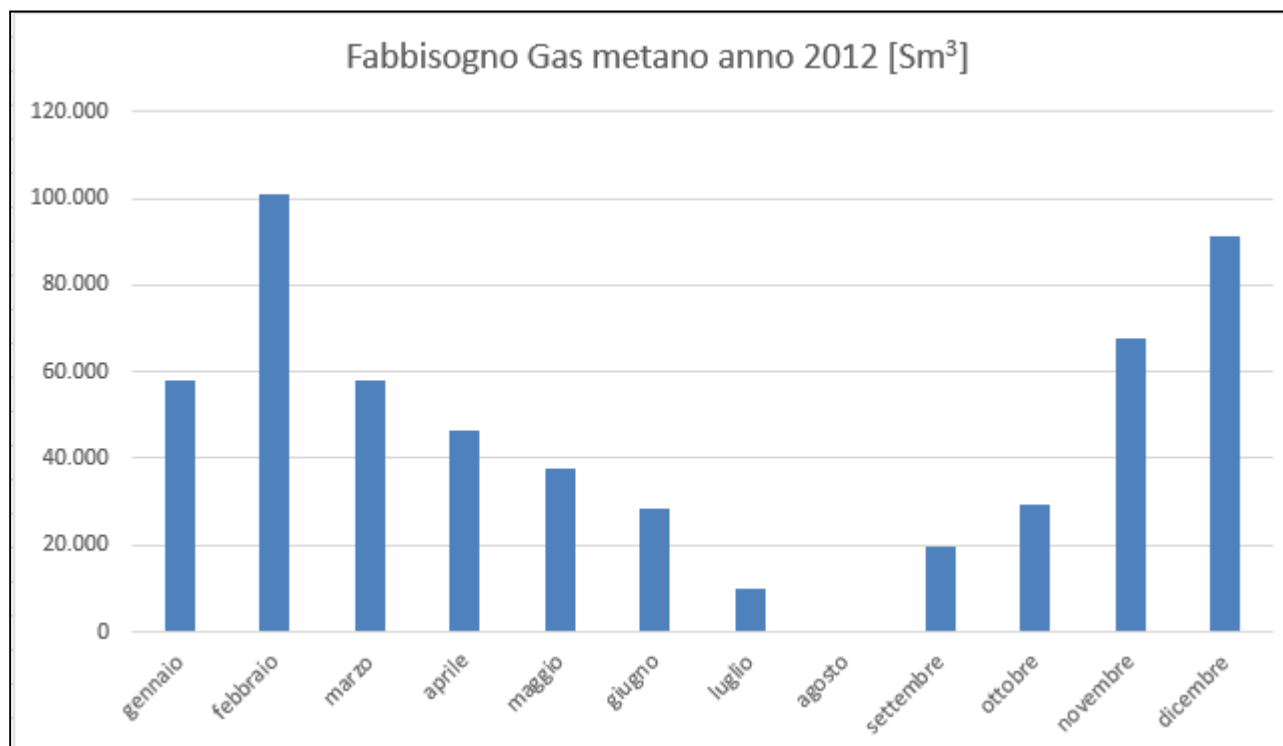
Irradianza solare massima sul piano orizzontale: 277,8 W/m²

### Dati estivi

Località riferimento estiva: Torino

Temperatura bulbo secco: 31,0 °C  
 Temperatura bulbo umido: 22,7 °C  
 Umidità relativa: 50,0 %  
 Umidità assoluta: 14,4 g/kg  
 Escursione termica giornaliera: 11,0 °C

## Fabbisogno annuale gas metano Teatro Regio Torino:



Mese '12	[Sm <sup>3</sup> ]
gennaio	58.136
febbraio	101.217
marzo	57.996
aprile	46.453
maggio	37.677
giugno	28.227
luglio	9.796
agosto	0
settembre	19.502
ottobre	29.432
novembre	67.589
dicembre	91.391
TOT.	547.416

Sommando tutti i fabbisogni di gas metano (anno 2012\*) si ottengono 547.416 [Sm<sup>3</sup>]

La spesa complessiva annua per la fornitura di gas metano è pari a circa € 334.920,0 (€ 408.600,0 IVA INCLUSA)\*

**NOTE SUI DATI DI FABBISOGNO GAS METANO:**

2012 = 547.4161 m<sup>3</sup> (mancano i dati di gennaio)

2013 = 520.368 m<sup>3</sup> (c'è una sola lettura che comprende sia dicembre 2013 che gennaio 2014)

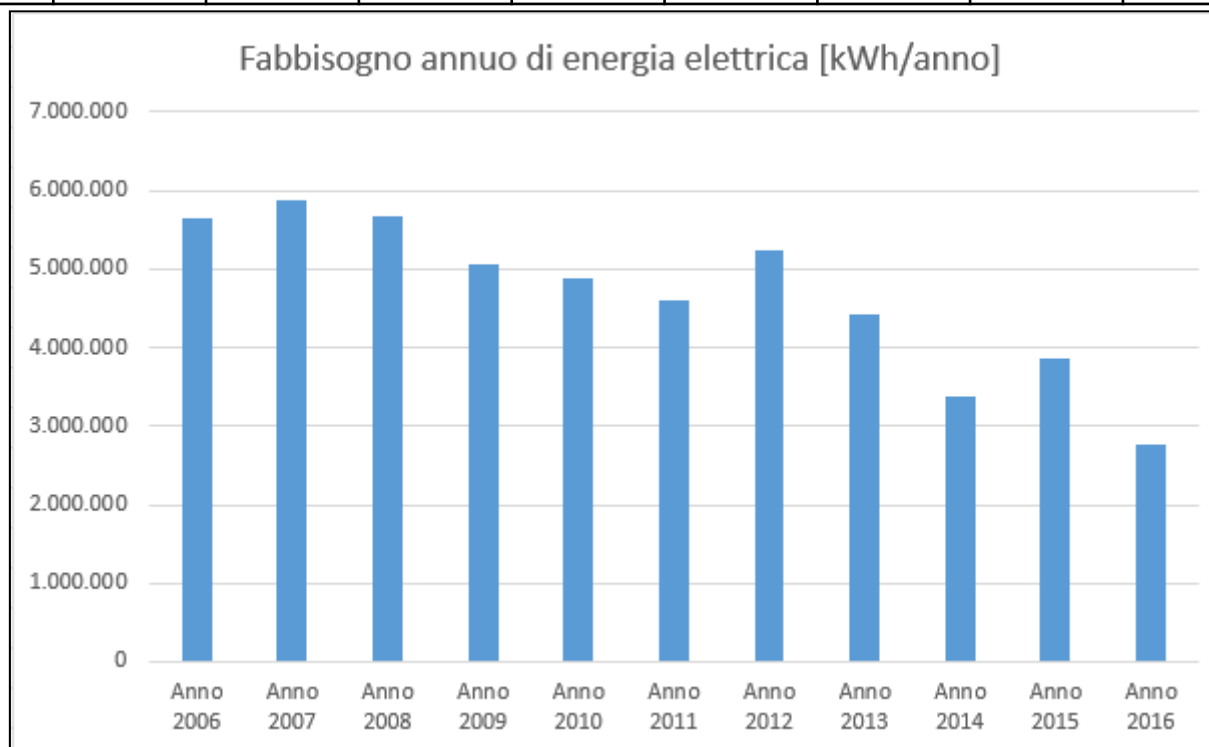
2014 = incompleto

\*Il dato di fabbisogno di gas metano si riferisce all'anno 2012; il dato di spesa per il gas metano è calcolato ipotizzando: metano @ 0,6118 €/Smc (Iva esclusa)



## Fabbisogno annuale di energia elettrica Teatro Regio Torino:

Voci di consumo	Consumi 2006	Consumi 2007	Consumi 2008	Consumi 2009	Consumi 2010	Consumi 2011	Consumi 2012	Consumi 2013	Consumi 2014	Consumi 2015	Consumi 2016
Energia elettrica (kWh)	5.653.790	5.887.811	5.683.239	5.062.945	4.882.863	4.604.582	5.235.117	4.419.011	3.388.152	3.866.977	2.773.092



Prendendo a riferimento il fabbisogno energia elettrica anno 2015\* si ottengono 3.866.977 [kWh/anno]

La spesa complessiva per la fornitura di energia elettrica è pari a € 580.000,0 (€ 707.657,0 IVA INCLUSA)\*

\*Il dato di fabbisogno di energia elettrica si riferisce all'anno 2015; il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando: Energia Elettrica @150€/MWh (Iva esclusa)

## Analisi risparmio energetico sostituzione generatori di calore:

Generatori di calore Marca HOVAL ST-HH Tipo 1700:

### Dati tecnici

Tipo	Qn		tf °C	Qc kW	Q min kW	tf °C	Cp mbar	Cont. dm <sup>3</sup>	P <sub>5</sub> kg	P <sub>8</sub> kg	S. scambio m <sup>2</sup>	Vol. cam. m <sup>3</sup>	μk <sub>1</sub> %	μk <sub>2</sub> %
	kW	Mcal/h												
400	378	325	192	411	125	130	3,2	370	937	1177	9,88	0,36	91,9	92,7
500	465	400	179	502	186	130	4,5	550	1190	1500	12,49	0,54	92,6	93,2
650	581	500	182	628	193	130	4,6	520	1220	1550	14,44	0,54	92,5	93,3
750	756	650	174	814	302	130	5,0	990	1833	2243	19,92	0,88	92,9	93,7
950	930	800	182	1003	310	130	5,5	950	1903	2313	22,35	0,88	92,7	93,7
1150	1163	1000	187	1259	465	130	6,2	1670	2740	3340	29,44	1,42	92,4	93,8
1500	1453	1250	191	1574	484	130	6,6	1600	2820	3420	32,49	1,42	92,3	93,8
1700	1744	1500	190	1887	726	130	7,5	2320	3486	4376	38,70	1,94	92,4	94,0
2000	2093	1800	196	2270	726	130	7,6	2220	3676	4566	44,03	1,94	92,2	94,0
2400	2442	2100	190	2637	1012	130	7,0	2500	5332	6832	54,65	2,71	92,6	94,1
2850	2907	2500	190	3146	1012	130	7,7	2400	5532	7032	59,27	2,71	92,4	94,1

Qn = Potenza termica utile nominale con caldaia a 80 °C e CO<sub>2</sub> = 13,5% (λ = 1,14 con gasolio).

tf = Temperatura fumi alla potenza relativa.

Qc = Potenza termica nominale del focolare (bruciata).

Q min = Potenza minima di funzionamento con caldaia a 80°C, temperatura fumi non inferiore a 130°C e CO<sub>2</sub> = 12% (λ = 1,27 con gasolio).

Cp = Contropressione in camera di combustione alla potenza nominale con CO<sub>2</sub> = 12,5% (λ = 1,22 con gasolio) e 500 m s.l.m. (tolleranza ± 20%).

Cont = Contenuto d'acqua della caldaia.

P<sub>5</sub> = Peso a secco con pressione di esercizio 5 bar.

P<sub>8</sub> = Peso a secco con pressione di esercizio 8 bar.

S. scambio = Superficie di scambio.

Vol. cam. = Volume camera di combustione.

μk<sub>1</sub> = Rendimento utile alla potenza nominale con caldaia a 80°C (CO<sub>2</sub> = 13,5% e λ = 1,14).

μk<sub>2</sub> = Rendimento utile alla potenza minima con caldaia a 80°C (CO<sub>2</sub> = 13,5% e λ = 1,14).

Sostituzione con n. 6 gruppi termici a condensazione da circa 920 kW termici cadauno

Es. VISSMANN Mod. VITOCROSSAL 300

## Analisi risparmio energetico sostituzione generatori di calore:

Generatori di calore VISSMANN Mod. VITOCROSSAL 300:

Potenzialità utile					
$T_V/T_R = 50/30 \text{ °C}$	kW	787	978	1100	1400
$T_V/T_R = 80/60 \text{ °C}$	kW	720	895	1006	1280
Potenzialità al focolare per riscaldamento	kW	742	923	1038	1320
Con temperatura dell'impianto di riscaldamento	40/30 °C	%	fino a 98 (H <sub>s</sub> )/109 (H <sub>i</sub> )		
	75/60 °C	%	fino a 95 (H <sub>s</sub> )/106 (H <sub>i</sub> )		
Dispersione in stand-by $q_{B,70}$	%	0,25	0,25	0,25	0,25

Ipotizzando un rendimento medio dei nuovi generatori di calore pari a  $\eta=0,99$  (in favore di sicurezza) si ottiene:

$$R = C \times \eta_2 \times (1/\eta_1 - 1/\eta_2)$$

dove:

- R = risparmio energetico (un. mis.) nella stagione termica considerata.
- C = consumo di combustibile (un. mis.) stimato nella stagione termica considerata, senza considerare gli effetti eventuali di riduzione derivanti dalla realizzazione di altri interventi.
- $\eta_1$  = rendimento di combustione a carico nominale del generatore di calore esistente (come rilevato attraverso la diagnosi energetica dopo aver provveduto alla pulizia ed alla miglior taratura possibile del generatore - in alternativa: dato di targa fornito dal costruttore).
- $\eta_2$  = rendimento di combustione a carico nominale del nuovo generatore (come dichiarato dal fornitore nel rispetto del DPR 660/1996 laddove applicabile).

C =	547.416	Sm <sup>3</sup> /anno		
$\eta_2$ =	0,99	(nuovo generatore)		
$\eta_1$ =	0,9	(generatore esistente)		
R =	54.742	Sm <sup>3</sup> /anno	(Risparmio energetico atteso)	

**Risparmio complessivo = € 33.500,0 iva esclusa**

## Analisi risparmio energetico sostituzione gruppi frigoriferi:

- EER Gruppi frigo attualmente installati: 3,6
- EER medio cautelativo nuovi gruppi frigo: 5,0

CARICHI PARZIALI											
CARICHI PARZIALI IN REFRIGERAZIONE											
Carico	%	100,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0	40,0	30,0	20,0	10,0
Temp. ingresso evaporatore	°C	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,9	8,9	8,7
Temp. uscita evaporatore	°C	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Portata evaporatore	l/s	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75
Perdita di carico	kPa	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2
Temp. ingresso condensatore	°C	29,0	26,9	24,7	22,6	20,5	18,3	18,3	18,3	18,3	29,0
Temp. uscita condensatore	°C	34,0	31,4	28,6	26,0	23,4	20,7	20,2	20,2	20,2	30,8
Portata fluido condensatore	l/s	44,19	44,19	44,19	44,19	44,19	44,19	44,19	44,19	44,19	44,19
Perdita di carico	kPa	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
Carico frigorifero	kWh	789	710	631	553	474	395	316	237	158	79
Potenza assorbita totale	kW	138	118	100	81,9	64,7	52,9	45,3	35,4	25,1	22,2
EER	kW/kW	5,73	6,02	6,28	6,75	7,32	7,46	6,97	6,69	6,30	3,55
<b>REFRIGERAZIONE (Gross value)</b>											
Potenza frigorifera	kW	736									
Potenza assorbita compressori	kW	127									
Potenza assorbita totale	kW	127									
EER	kW/kW	5,79									

Dati di targa Gruppo Frigo Marca Climaveneta – Mod. FOCS2-W /CA-E 3001

### Ipotesi di calcolo:

- 340 giorni di funzionamento all'anno;
  - 11 ore di funzionamento medio giornaliero;
  - Potenza frigorifera media per il singolo gruppo frigo:
- $P'_{\text{frigo}} = 334 \text{ kW}$ ;

### Valutazione Risparmio economico (Singolo G.F.):

Ore/anno: 3.740

Fabbisogno attuale Energia elettrica: 350.000 kWh/anno

Fabbisogno post interventi En. elettrica: 249.832 kWh/anno

Risparmio energia elettrica: 97.157 kWh/anno

Risparmio economico: € 14.600,0 (€ 17.800 IVA inclusa)

all'anno per ciascun gruppo frigo

**Risparmio complessivo (x3 G.F.) = € 43.800,0 iva esclusa**

\*Il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando: Energia Elettrica @150€/MWh (Iva esclusa)

## Analisi risparmio energetico sostituzione torri evaporative:

Torri evaporative Marca Baltimore Mod. VTL 227-P:

Model VTL	Operating Weight (kg)	Shipping Weight (kg)	Heaviest Section (kg)	Air Flow (m³/s)	Fan Motor (kW)	Fluid Inlet ND (mm)	Fluid Outlet ND (mm)	Make Up ND (mm)	A (mm)	H (mm)	L <sub>1</sub> (mm)	L <sub>2</sub> (mm)	W (mm)
VTL 139-L	3000	1560	1560	19,9	(1) 11,0	(1) 200	(1) 200	50	130	1560	4560	2730	2400
VTL 152-M	3010	1570	1570	21,6	(1) 15,0	(1) 200	(1) 200	50	130	1560	4560	2730	2400
VTL 171-L	3100	1670	1670	18,8	(1) 11,0	(1) 200	(1) 200	50	130	1990	4560	2730	2400
VTL 185-M	3170	1740	1740	20,4	(1) 15,0	(1) 200	(1) 200	50	130	1990	4560	2730	2400
VTL 198-N	3190	1760	1760	21,8	(1) 18,5	(1) 200	(1) 200	50	130	1990	4560	2730	2400
VTL 209-O	3200	1770	1770	23,0	(1) 22,0	(1) 200	(1) 200	50	130	1990	4560	2730	2400
VTL 215-N	3380	1950	1950	20,8	(1) 18,5	(1) 200	(1) 200	50	130	2480	4560	2730	2400
VTL 225-O	4000	2080	2080	25,5	(1) 22,0	(1) 200	(1) 200	50	130	1990	5480	3650	2400
VTL 227-O	3400	1970	1970	22,0	(1) 22,0	(1) 200	(1) 200	50	130	2480	4560	2730	2400
VTL 238-N	4110	2210	2210	23,4	(1) 18,5	(1) 200	(1) 200	50	130	2480	5480	3650	2400
VTL 245-P	4080	2180	2180	27,8	(1) 30,0	(1) 200	(1) 200	50	130	1990	5480	3650	2400
VTL 272-P	4310	2410	2410	26,8	(1) 30,0	(1) 200	(1) 200	50	130	2480	5480	3650	2400

Nuove Torri evaporative Marca Baltimore Mod. VTL nuova serie:

### Dati costruttivi

Motore 18,5 kW, 4 poli, 400/690/50/3 IP55 classe F, investito solo dalla corrente entrante di aria asciutta per conferire una maggiore sicurezza e facilità di manutenzione.

Il motore è montato su di un robusto appoggio regolabile con un solo dado di registrazione; è prevista la regolazione del numero di giri e quindi della portata a mezzo di inverter.

Ventilatori.....	2 gl tipo centrifugo
Portata aria.....	m /s 20,4
Dimensioni.....	mm 4.560 x 2.400 x H 1.990
Peso a vuoto / in funzione.....	kg 1.740 / 3.170

Dato da progetto 2C Ingegneria srl

### Ipotesi di calcolo:

- 340 giorni di funzionamento all'anno;
- 11 ore di funzionamento medio giornaliero;
- 3740 ore/anno di funzionamento

Fabb. attuale E. El.: 82.280 kWh/anno

Fabb. post int. En. elettrica: 69.190 kWh/anno

Risparmio energia elettrica: 13.090 kWh/anno

Risparmio economico: € 1.970,0 (€ 2.400 IVA inclusa) all'anno per ciascuna torre evaporativa

**Risparmio complessivo (x3 T.E.) = € 5.890,0 iva esclusa**

**NOTA: La stima del risparmio atteso non tiene conto della presenza dell'inverter e quindi il risparmio ottenibile è fortemente sottostimato.**

\*Il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando: Energia Elettrica @150€/MWh (Iva esclusa)

## Analisi risparmio energetico sostituzione motori elettrici:

Riferimento: Lavoro di Tesi ing. Davide Porté (anno accademico 2015-2016)

	n	P [kW]	V [V]	I [A]	cosφ	η [%]
Elettropompa acqua di torre	4	30,0	400	55,5	0,85	91,8
Elettropompa acqua refrigerata	3	30,0	400	55,5	0,85	91,8
Elettropompa acqua calda	3	37,0	400	66,8	0,86	93,0
Ventilatore mandata CDZ H1	1	18,5	400	39,0	0,79	86,7
Ventilatore ripresa CDZ H1	1	11,0	400	22,0	0,86	83,9
Ventilatore mandata CDZ H2	1	22,0	400	40,2	0,85	92,9
Ventilatore ripresa CDZ H2	1	15,0	400	31,5	0,80	85,9
Ventilatore mandata CDZ I	1	37,0	400	71,5	0,87	85,9
Ventilatore ripresa CDZ I	1	15,0	400	31,5	0,80	85,9
Ventilatore mandata CDZ L	1	37,0	400	71,5	0,87	85,9
Ventilatore ripresa CDZ L	1	18,5	400	39,0	0,80	85,6
Ventilatore mandata CDZ R	1	18,5	400	36,0	0,87	85,3
Ventilatore ripresa CDZ R	1	9,2	400	17,6	0,85	88,8
Ventilatore mandata CDZ S	1	30,0	400	61,0	0,84	84,5
Ventilatore ripresa CDZ S	1	11,0	400	23,5	0,82	82,4

Dati di targa dei motori elettrici INSTALLATI

n	P [kW]	η [%]
4	30,0	93,6
3	30,0	93,6
3	37,0	93,9
1	18,5	92,6
1	11,0	91,4
1	22,0	93,0
1	15,0	92,1
1	37,0	93,9
1	15,0	92,1
1	37,0	93,9
1	18,5	92,6
1	18,5	92,6
1	9,2	91,0
1	30,0	93,6
1	11,0	91,4

Nuovi rendimenti,  
classe IE3

RISPARMIO

Energetico [kWh]
11.613
8.710
5.474
6.276
4.926
5.281
16.952
5.381
16.952
7.517
7.898
1.169
15.830
6.039

Risparmio  
ENERGETICO

Sostituendo i motori elettrici sopra indicati, si ottiene un risparmio energetico complessivo pari a 120.000,0 [kWh/anno]

Il risparmio annuo che si ottiene è pari a € 18.000,0 (€ 22.000,0 IVA INCLUSA)\*

\*Il dato di spesa per l'energia elettrica è calcolato ipotizzando: Energia Elettrica @150€/MWh (Iva esclusa)

Nota: Il fabbisogno energetico annuo dei motori elettrici è stato calcolato ipotizzando un regime di funzionamento di 4000 ore/anno:

## Analisi risparmio energetico installazione BMS:

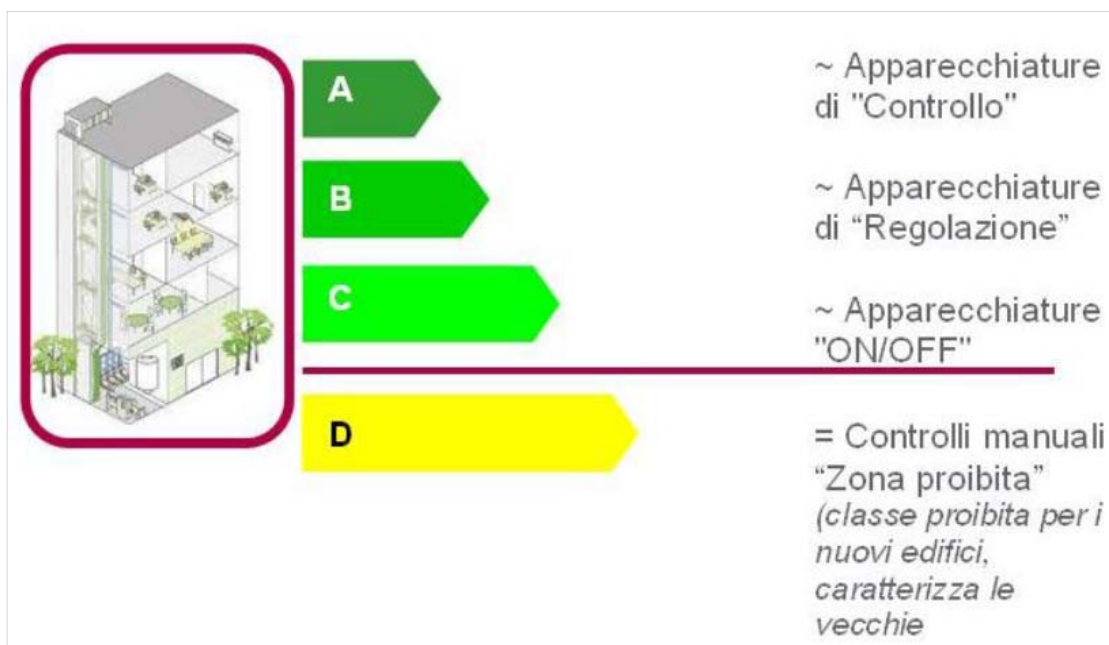
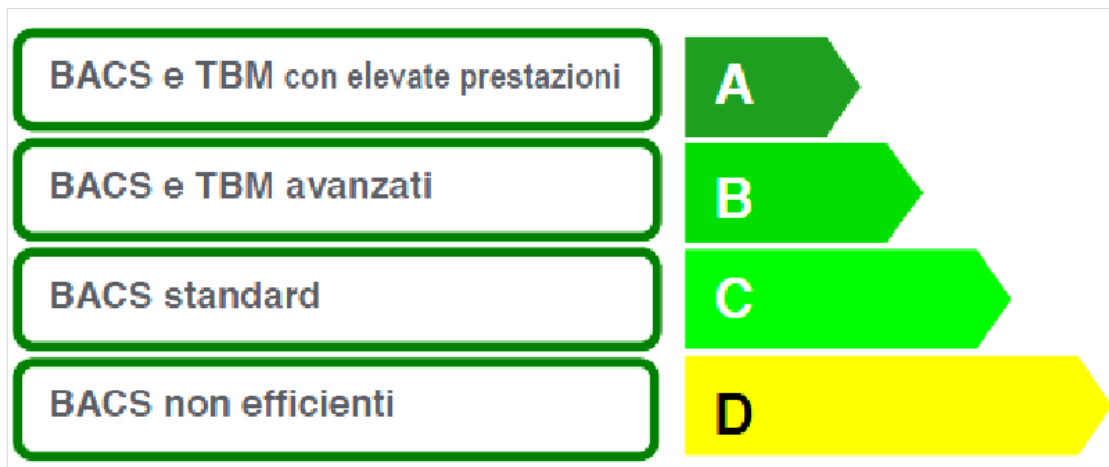
I **BMS** (Building Management Systems) sono sistemi digitali usati per la gestione **INTEGRATA** di **tutte** le funzioni tecnologiche di un edificio.

Per stimare l'incidenza di un sistema BMS si fa riferimento alla norma **UNI EN 15232:2012**

**«Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici»**

- La norma UNI EN 15232 definisce i sistemi **BACS** (Building Automation and Control Systems) come quei sistemi che offrono il controllo effettivo sul riscaldamento, ventilazione, acqua calda e illuminazione;
- La norma UNI EN 15232 definisce i sistemi **TBM** (Technical Building Management) come quei sistemi che forniscono informazioni sul funzionamento, la manutenzione e la gestione degli edifici;
- La norma UNI EN 15232 definisce quattro diverse **CLASSI DI EFFICIENZA** per identificare i sistemi di automazione, sia in ambito residenziale che non residenziale: queste classi (da D ad A) **NON HANNO CORRISPONDENZA DIRETTA** con le **classi di efficienza energetica** degli edifici, bensì rappresentano sistemi di automazione con efficienza energetica crescente.

## Analisi risparmio energetico installazione BMS:



- **Classe D** (non efficient): comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazione, non efficienti dal punto di vista energetico;
- **Classe C** (standard): corrisponde agli impianti dotati di sistemi digitali tipo BACS ed è considerata la classe di riferimento;
- **Classe B** (advanced): comprende gli impianti dotati di sistemi BACS e TBM per il controllo centralizzato;
- **Classe A** (high performance): sono sistemi come la classe B ma con livelli di precisione e completezza del controllo tali da garantire le **MASSIME PRESTAZIONI ENERGETICHE**.

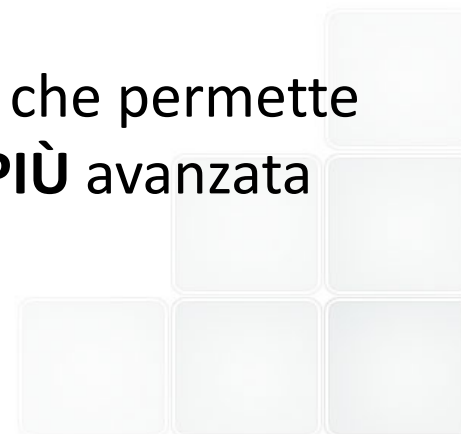


## Analisi risparmio energetico installazione BMS:

La **Classe C** è considerata quella di riferimento anche se nella maggior parte degli edifici esistenti il livello medio della tecnologia installata corrisponde per lo più alla **Classe D!!**

Secondo la UNI EN 15232, il calcolo del beneficio apportato dall'automazione sulle prestazioni energetiche dell'edificio può essere svolto attraverso DUE metodi:

- **Dettagliato**: è utilizzabile al meglio solo quando il sistema esistente sia completamente noto (più preciso ma complesso);
- **Fattori «BACS»**: è una procedura di calcolo tabellare che permette una stima rapida del beneficio che un'automazione **PIÙ** avanzata potrà comportare.



## Analisi risparmio energetico installazione BMS: ENERGIA TERMICA (CLIMATIZZAZIONE + A.C.S.)

Energia termica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,10	1,00	0,88	0,81	9%	20%	26%	12%	19%

Energia termica in edifici non residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70	34%	47%	54%	20%	30%
Sale conferenze	1,24	1,00	0,75	0,50	19%	40%	60%	25%	50%
Scuole	1,20	1,00	0,88	0,80	17%	27%	33%	12%	20%
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86	24%	31%	34%	9%	14%
Hotel	1,31	1,00	0,85	0,68	24%	35%	48%	15%	32%
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68	19%	37%	45%	23%	32%
Negozi / Grossisti	1,56	1,00	0,73	0,60	36%	53%	62%	27%	40%

## Analisi risparmio energetico installazione BMS: ENERGIA ELETTRICA (ILLUMINAZIONE + AUSILIARI)

Energia elettrica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	15%	7%	8%

Energia Elettrica in edifici non residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Uffici	1,10	1,00	0,93	0,87	9%	15%	21%	7%	13%
Sale conferenze	1,06	1,00	0,94	0,89	6%	11%	16%	6%	11%
Scuole	1,07	1,00	0,93	0,86	7%	13%	20%	7%	14%
Ospedali	1,05	1,00	0,98	0,96	5%	7%	9%	2%	4%
Hotel	1,07	1,00	0,95	0,90	7%	11%	16%	5%	10%
Ristoranti	1,04	1,00	0,96	0,92	4%	8%	12%	4%	8%
Negozi / Grossisti	1,08	1,00	0,95	0,91	7%	12%	16%	5%	9%

## Analisi risparmio energetico installazione BMS:

Al fine di non sovrastimare troppo i risparmi energetici ottenibili grazie all'implementazione di un sistema di automazione di **classe di efficienza B** (si assume come classe di riferimento la C), si è selezionata quale destinazione d'uso quella «Uffici» penalizzando il risparmio ottenibile:

- ENERGIA TERMICA (CLIMATIZZAZIONE + A.C.S.): **7%** (da UNI EN 15232 **20%**);
- ENERGIA ELETTRICA (ILLUMINAZIONE + AUSILIARI): **5%** (da UNI EN 15232 **7%**);

### STATO DI FATTO:

#### GAS METANO

Sommando tutti i fabbisogni di gas metano (anno 2012\*) si ottengono 547.416 [Sm<sup>3</sup>]

La spesa complessiva annua per la fornitura di gas metano è pari a circa € 334.920,0 (€ 408.600,0 IVA INCLUSA)\*

#### ENERGIA ELETTRICA

Prendendo a riferimento il fabbisogno energia elettrica anno 2015\*) si ottengono 3.866.977 [kWh/anno]

La spesa complessiva per la fornitura di energia elettrica è pari a € 580.000,0 (€ 707.657,0 IVA INCLUSA)\*

### SISTEMA DI AUTOMAZIONE CLASSE B:

#### GAS METANO

La spesa complessiva annua per la fornitura di gas metano è pari a circa € 311.476,0 (€ 380.000,0 IVA INCLUSA)\*

#### ENERGIA ELETTRICA

La spesa complessiva per la fornitura di energia elettrica è pari a € 551.000,0 (€ 672.220,0 IVA INCLUSA)\*

**Il risparmio annuo che si ottiene è pari a € 52.444,0 (€ 64.037,0 IVA INCLUSA)**

\*il dato di spesa è calcolato ipotizzando: metano @ 0,6118 €/Smc (Iva esclusa); Energia Elettrica @150€/MWh (Iva esclusa).

## Analisi risparmio energetico installazione gruppo frigo con Recupero di calore:

Necessità di climatizzazione locali Teatro anche durante il periodo invernale (CDZ continuo):

	Quota	Denominazione	ID locale	ID condizionatore	Potenza raffreddamento Installate	
					kW	Btu/h
1	-12,50	Quadri elettrici ponti e varie	A14	CA-A14/01 CA-A14/02	11 (5,5+5,5)	37500
	-12,50	SQ2	A47	CA-A47/01	12	41000
2	-12,50	QE e Caricabatterie Luci emergenza	A105	CA-A105/01	3	10250
3	-12,50	QE e Caricabatterie Luci emergenza	A104	CA-A104/01	3	10250
4	-12,50	QE e Caricabatterie Luci emergenza	A106	CA-A106/01	3,5	12000
5	-12,50	QE e Caricabatterie Luci emergenza	A107	CA-A107/01	3,5	12000
6	-12,50	QE Ser. Tagliafuoco antincendio (centrale antincendio)	A110	CA-A110/01 CA-A110/01	2	6800
7	-12,50	SQ2	A47	CA-A47/01	12	41000
█	-12,50	QE Centrale Rivelazione Fumi	A37	Da installare	3	10250
█	-6,80	Locale UPS	C225	CA-C225/01 CA-C225/02	10,25 (5,25+5)	35000 (18000+17000)
	-6,80	Locale Cabina Media Tensione	C223	CA-C223/01	5	17000
█	-6,80	Locale Cabina Bassa Tensione	C234	Da installare	3	10250
	6,80	Locale QE Commutazione	C233	Da installare	4	13700
11	-3,20	Deposito strumenti LV	D127	CA-D127/01	12	41000
12	-3,20	Deposito strumenti LC	D126	CA-D126/01	12	41000
13	-3,20	Sala CED	D293	CA-D293/01 CA-D293/02	20	68300
14	-3,20	Centralino telefonico	D110	CA-D110/01 CA-D107/01	3,5 3,5	12000 12000
15	-3,20	Diffusione sonora	D321	CA-D321/01 CA-D321/02	15,6	53300
█	-3,20	SQ1	D294	Da installare	6,5	22200
█	7,00	QE Dimmer di scena o Dimostat	G31	Da installare	6,5	22200
█	10,00	QE Dimmer Sala (Trasformatori)	H42	Da installare	6,5	22200
19	13,70	Sala Server Palazzo Alfieri	I80	CA-I80/01 CA-I80/02	11	37500
█	18,80	QE PLC Tiri di scena	M1	CA-M1/01	2	7000
	18,80	QE Tiri di scena	M2	CA-M2/01	20,5	70000

Totale:  $P_1 = 195 \text{ kW}_f$

Nota:

Esistono altri locali che possono necessitare di raffreddamento in inverno come ad esempio la cucina, le salette prova e la sala prova regia. Ovviamente per questi locali la necessità è saltuaria (legata all'effettivo utilizzo ed alle condizioni generali di esercizio dei locali circostanti). La potenza complessiva installata in questi locali (terminali fancoil) è di circa  $P_2 = 120 \text{ kW}_f$

$$P_1 + P_2 = 315 \text{ kW}_f$$

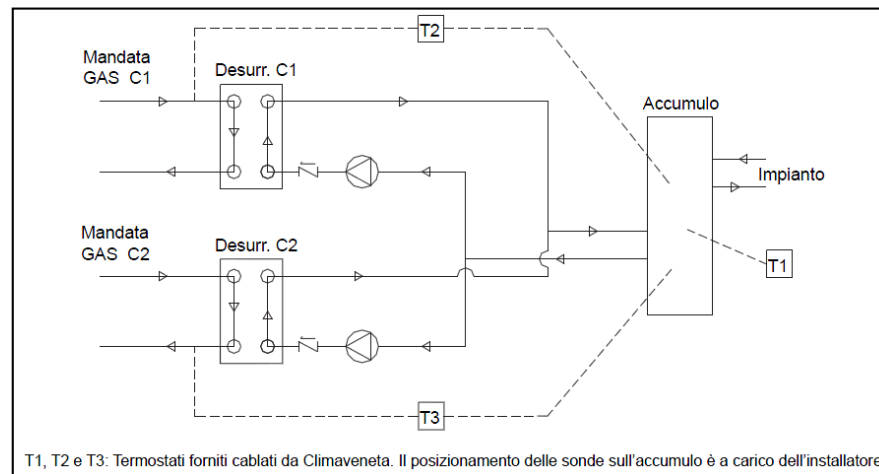
Il risparmio economico derivante dall'utilizzo di un gruppo frigo con recupero di calore sarà calcolato ipotizzando  $P_{f \text{ continua}} = 300 \text{ kW}_f$

## Analisi risparmio energetico installazione gruppo frigo con Recupero di calore:

Necessità di climatizzazione locali Teatro anche durante il periodo invernale (CDZ continuo)

Gruppo Frigo con recupero calore Marca Climaveneta – Mod. FOCS2-W /CA-E 3001:

Solo freddo:		
Pf=	300 kW	
Pel ass=	43,0 kW	
EER =	6,97	(7-12°C utenza ; 29-34°C torre evaporativa)
Freddo + Recupero totale:		
Pf=	300 kW	
Pt recup =	390 kW	
Pel ass=	90,6 kW	
EER =	3,31	(7-12°C utenza ; 45-50°C recupero calore)
<b>COP rec =</b>	<b>4,303</b>	
<b>TER =</b>	<b>7,613</b>	



Schema funzionale del dispositivo "controllo recupero parziale" per unità a due circuiti



### /R, con Recupero totale

Unità per la produzione di acqua refrigerata, predisposta con uno scambiatore aggiuntivo refrigerante/acqua per il recupero totale del calore di condensazione. Il recupero è gestito in funzione al raggiungimento del set-point impostato. Questa funzione è indicata per applicazioni con UTA per il trattamento dell'aria di rinnovo o con produzione di acqua calda sanitaria in integrazione ad una caldaia ovvero quando siano richiesti carichi frigoriferi da abbattere durante il periodo invernale e contemporaneamente sono presenti carichi termici da garantire all'utenza.

## Analisi risparmio energetico installazione gruppo frigo con Recupero di calore:

Necessità di climatizzazione locali Teatro anche durante il periodo invernale (CDZ continuo):

Energia recupero =	181.350,00 kWh	GEN
	163.800,00 kWh	FEB
	181.350,00 kWh	MARZ
	175.500,00 kWh	APRIL
	181.350,00 kWh	MAG
	<b>NON SI CONSIDERA L'ESTATE</b>	
	175.500,00 kWh	NOV
	181.350,00 kWh	DIC
<b>TOTALE RECUPERO:</b>	<b>1.240.200,00 kWh</b>	
<b>METANO RISPARMIATO:</b>	<b>129.322,21 Smc metano</b>	
<b>Energia Elettrica @150€/MWh, metano @ 0,6118 €/Smc (Iva esclusa)</b>		(Dato IREN)
COSTO GAS METANO =		0,6118 €/Smc IVA esclusa
RISPARMIO GAS METANO =		<b>€ 79.119,33</b>
COSTO AGGIUNTIVO CORRENTE PER EER INFERIORE IN FUNZIONAMENTO A RECUPERO:		
DIFFERENZA POTENZA ELETTRICA ASSORBITA:		47,5928342 kW
ORE DI FUNZIONAMENTO CON RECUPERO CALORE:		3180 ore/anno
COSTO energia elettrica:		0,15 €/kWh IVA esclusa
COSTO AGGIUNTIVO CORRENTE:		<b>€ 22.701,78</b>
<b>Risparmio economico annuo GF con recupero calore =</b>		<b>€ 56.417,55</b>

**Il risparmio annuo che si ottiene è pari a € 56.500,0 (€ 68.830,0 IVA INCLUSA)**

Nota: non si considera il periodo estivo (durante il quale c'è comunque richiesta di acqua calda per post riscaldamento U.T.A. e per produzione A.C.S.)

## Riepilogo interventi analizzati:

SPESA FORNITURA COMBUSTIBILI:	(IVA ESCLUSA)
Gas Metano (anno 2012):	€ 334.920,00
Energia Elettrica (anno 2015):	€ 580.000,00
<b>SPESA COMPLESSIVA VETTORI ENERGETICI =</b>	<b>€ 914.920,00</b>

ELENCO INTERVENTI	Risparmio economico ottenibile (IVA ESCLUSA):
Sostituzione Generatori di calore: **	€ 33.500,00
Sostituzione Gruppi frigoriferi: *	€ 43.800,00
Sostituzione Torri Evaporative: *	€ 5.890,00
Sostituzione motori elettrici: **	€ 18.000,00
Implementazione sistema di automazione: #	€ 52.444,00
Installazione Gruppo Frigo con Recupero Calore: #	€ 56.500,00
<b>RISPARMIO ECONOMICO COMPLESSIVO =</b>	<b>€ 210.134,00</b>

**RISPARMIO ECONOMICO RAGGIUNTO: 23%**

### INVESTIMENTO PREVISTO:

Interventi evidenziati con \*: 951 k€

Interventi evidenziati con \*\*: 528 k€

Interventi evidenziati con #: 460 K€

TOTALE = 1.940 K€ ( 2.366 K€ IVA INCLUSA)

**RISPARMIO TEMPO DI RITORNO SEMPLICE DELL'INVESTIMENTO: 9,2 ANNI**



La Diagnosi Energetica degli edifici:  
Il primo strumento per l'efficienza energetica



Grazie  
per la vostra attenzione !



ing. Nicolandrea Calabrese  
[nicolandrea.calabrese@enea.it](mailto:nicolandrea.calabrese@enea.it)



**LuBeC 2017 | CULTURA 4.0**  
XIII edizione | 12-13 Ottobre 2017 | Lucca | Real Collegio

   [www.lubec.it](http://www.lubec.it)