

Diagnosi energetica

Ing. Enrico Ninarello
www.studioninarello.it
enrico.ninarello@gmail.com

Cosa è una Diagnosi Energetica?

Per **diagnosi energetica** si intende l'analisi dal punto di vista energetico di un edificio, attraverso lo studio e la valutazione quantitativa dei flussi di energia entranti, uscenti ed utilizzati all'interno del sistema edificio, nell'individuazione degli interventi di riqualificazione energetica sull'involucro e sull'impianto e nella valutazione economica attraverso la metodologia a Costi-Benefici dell'intervento stesso al fine di valutare tempi di rientro e indici di redditività dell'intervento riqualificativo e guidare l'utente nei programmi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Diagnosi energetica

L'audit energetico deve essere rispondente a criteri minimi, ossia :

- basati su dati operativi relativi a consumo energia (aggiornati, misurati, tracciabili), in particolare per energia elettrica relativi a profilo di carico;
- comprendenti esame dettagliato del profilo di consumo del perimetro analizzato;
- basati ove possibile su ciclo di vita (non su semplice ammortamento);
- proporzionati e sufficientemente rappresentativi della prestazione energetica globale e che individuino in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative;
- devono consentire calcoli dettagliati e convalidati, in modo da fornire informazioni chiare sui potenziali risparmi. I dati utilizzati possono essere usati per analisi storica e per il monitoraggio della prestazione energetica;

Cosa è una Diagnosi Energetica?

Definizione di DIAGNOSI ENERGETICA Dlgs 115/2008

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

ovvero

Un insieme di attività professionali funzionali ad individuare “lo stato di salute” di un sistema edificio-impianto. E' equiparabile, da un punto di vista medico, ad un completo check-up comprensivo di una cartella medica completa ed esaustiva con indicazione esplicita della “terapia” consigliata, ovvero le cosiddette indicazioni per il miglioramento.

Analoga definizione al comma 7, Allegato A al d.lgs.192/2005.

Diagnosi energetica

Dlgs 102/2014

Il Dlgs efficienza energetica

(Dlgs n. 102 del 4 luglio 2014, entrato in vigore il 19 luglio 2014)

La diagnosi energetica, inoltre, deve essere effettuata da:

- società di servizi energetici (ESCO) – UNI CEI 11352,
- esperti in gestione dell'energia – UNI CEI 11339,
- oppure ancora da auditor energetici (ancora non meglio identificati).

L'obbligo non si applica alle imprese che hanno adottato sistemi di gestione conformi alle norme ISO 50001 o EN ISO 14001, a condizione che il sistema di gestione includa un audit energetico realizzato in conformità con l'Allegato 2 al Dlgs 102/2014

Diagnosi energetica

UNI CEI TR 11428

Il DLgs 115/08 all'art 16 prevede norme tecniche specifiche, nella fattispecie risultano tali UNI CEI/TR 11428 e UNI CEI EN 16427

UNI CEI TR 11428:2011

Scopo della DE è il raggiungimento di una conoscenza approfondita del reale comportamento energetico della realtà in esame.

La norma (che stabilisce la procedura da adottare e fissa le Linee guida per il responsabile della diagnosi energetica), considerato che esistono differenti approcci alla DE in termini di scopo, obiettivo e dettaglio, definisce i requisiti essenziali. La DE deve essere:

- completa;
- attendibile;
- tracciabile;
- utile;
- verificabile.

Diagnosi energetica

Scopo della DE è il raggiungimento di una conoscenza approfondita del reale comportamento energetico del realtà in esame.

Rispetto alla certificazione energetica, documento che attesta in maniera semplice e comparabile le prestazioni di un edificio in condizioni standard, la DE è un documento tecnico che ne riporta il consumo reale in condizioni di esercizio.

APE ≠ DIAGNOSI ENERGETICA

Altra norma che tratta il tema DE è la UNI CEI EN 16247:2012

- Part 1, requisiti generali
- Part 2, edifici
- Part 3, processi
- Part 4, trasporti
- Part 5, competenze dell'auditor energetico

Diagnosi energetica

Scopi e obiettivi

DIRETTRICI LOGICHE

Se la spesa energetica per l'utente, a parte gli oneri fissi, è dato da:

$$S_{en} = \sum_i E_i \times C_i$$

E_i quantità delle fonti energetiche ritirate;

C_i costo unitario medio delle fonti energetiche;

Le direttrici logiche lungo cui è diretta l'analisi sono due:

- 1) Minimizzare l'energia ritirata;
- 2) Agire sul prezzo unitario dell'energia individuando le migliori condizioni di fornitura.

Diagnosi energetica

Scopi e obiettivi

Lo scopo della DE è di individuare le più efficaci modifiche al comportamento energetico del sistema edificio/impianto sottoposto ad esame al fine di ridurre i consumi e/o i costi energetici a pari attività svolte.

Gli obiettivi che si perseguono con la DE sono :

- maggiore efficienza energetica del sistema;
- riduzione dei costi per gli approvvigionamenti di energia elettrica e gas;
- miglioramento della sostenibilità ambientale;
- riqualificazione del sistema energetico.

Diagnosi energetica

Scopi e obiettivi

Obiettivi raggiungibili tramite l'utilizzo, fra l'altro, dei seguenti strumenti:

- ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica;
- razionalizzazione dei flussi energetici;
- recupero delle energie disperse (es recupero di calore);
- individuazione di tecnologie appropriate per il risparmio di energia;
- autoproduzione di parte dell'energia consumata;
- miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione;
- buone pratiche.

Diagnosi energetica

Fasi procedura



Diagnosi energetica

Procedura normativa: UNI CEI TR 11428/11

- 1) **raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili, per uno o più anni considerati significativi ai fini della DE;**
- 2) **identificazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici;**
Esempio: Per i processi produttivi: t/anno, n° di pezzi/anno; per i servizi: numero posti letto; per gli edifici: superfici, volumetrie, gradi giorno.
- 3) **identificazione e calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento;** Esempio: Tep/unità di prodotto anno, GJ/posto letto anno; kWh/m² anno.
- 4) **raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi;** Esempio: Processo produttivo, censimento dei macchinari, layout e planimetrie, contratti di fornitura energetica, dati dell'edificio e degli impianti di produzione e trasformazione dell'energia.
- 5) **costruzione degli inventari energetici (elettrico e termico) relativi all'oggetto della diagnosi;**
- 6) **calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo;**
- 7) **confronto tra l'indice di prestazione energetica operativo e quello effettivo.** Se gli indici tendono a convergere, si prosegue l'analisi col passo successivo; altrimenti si ritorna al passo 4) e si affinerà l'analisi del processo produttivo e degli inventari energetici individuando le cause della mancata convergenza. La convergenza tra gli indici può considerarsi raggiunta per scostamenti percentuali tra gli indici ritenuti accettabili in funzione del settore d'intervento e dello stato del sistema energetico;

Diagnosi energetica

Procedura normativa: UNI CEI TR 11428/11

8) **individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo;**

Nota: Il valore di riferimento serve per il confronto con l'indice di prestazione energetica che, in funzione del mandato impartito al REDE, può essere la media di settore o il benchmark o un riferimento di legge o il consumo precedente ridotto di una certa percentuale per lo stesso settore di intervento. Il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, presso gli uffici studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, dalle stazioni sperimentali, da atti di congressi, oppure può anche essere un riferimento normativo.

9) **se i valori espressi dagli indicatori sono tra loro comparabili, la diagnosi può considerarsi conclusa in quanto l'obiettivo definito dall'indice di riferimento è stato raggiunto;**

10) se esiste uno scarto significativo tra l'indice di prestazione operativo ottenuto nel punto 6 e l'indice di prestazione obiettivo di cui al punto 8, **si individuano le misure di miglioramento** dell'efficienza che consentano il loro riallineamento;

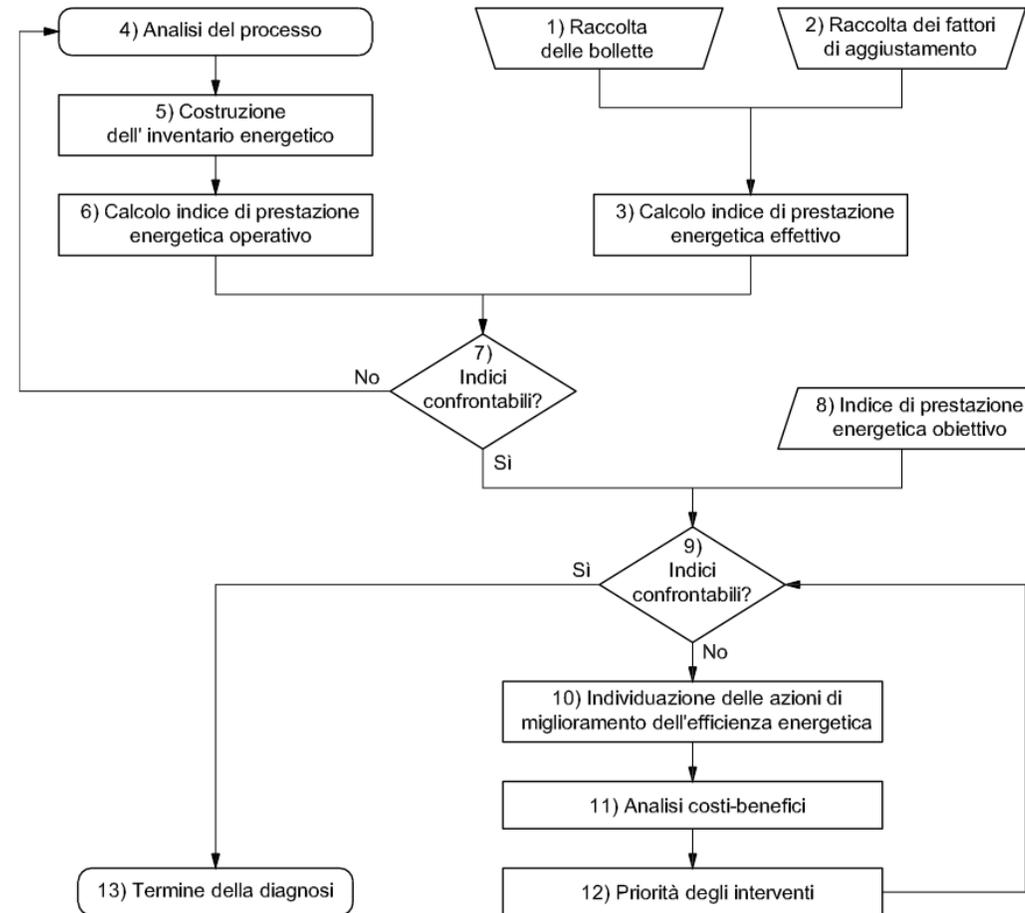
11) per tali misure devono essere condotte le rispettive analisi di fattibilità tecnico-economiche; **Analisi costi-benefici**

12) le misure individuate, singole e/o integrate, sono ordinate in funzione degli indici concordati tra il REDE e il committente. Al termine di tale operazione, eseguire nuovamente il punto 9); **Priorità degli interventi**

13) una volta attuati i passi di cui sopra, **la diagnosi si considera conclusa.**

Diagnosi energetica

Procedura normativa: UNI CEI TR 11428/11



Diagnosi energetica

Procedura normativa: UNI CEI TR 11428/11

In tutto questo il REDE (Referente Diagnosi Energetica) deve:

- Valutare l'attendibilità dei dati forniti e chiarire anomalie;
- Utilizzare strumenti e metodi di calcolo attendibili;
- Documentare la metodologia usata;
- Esplicitare le ipotesi fatte.

Diagnosi energetica

Chi è il REDE

Il referente della diagnosi energetica (o energy auditor o REDE) è la figura professionale che esegue ed è responsabile dell'audit . Può essere un singolo professionista (EGE – UNI CEI 11339), una società di servizi (ESCo – UNI CEI 11352) o un ente pubblico competente (UNI CEI EN ISO 50001).

«L'auditor energetico deve essere adeguatamente qualificato (secondo linee guida e raccomandazioni locali) e dotato di esperienza per il tipo di lavoro intrapreso così come per scopo, finalità e accuratezza concordati.» (UNI CEI EN 16247-1)

Il REDE deve concordare con il committente:

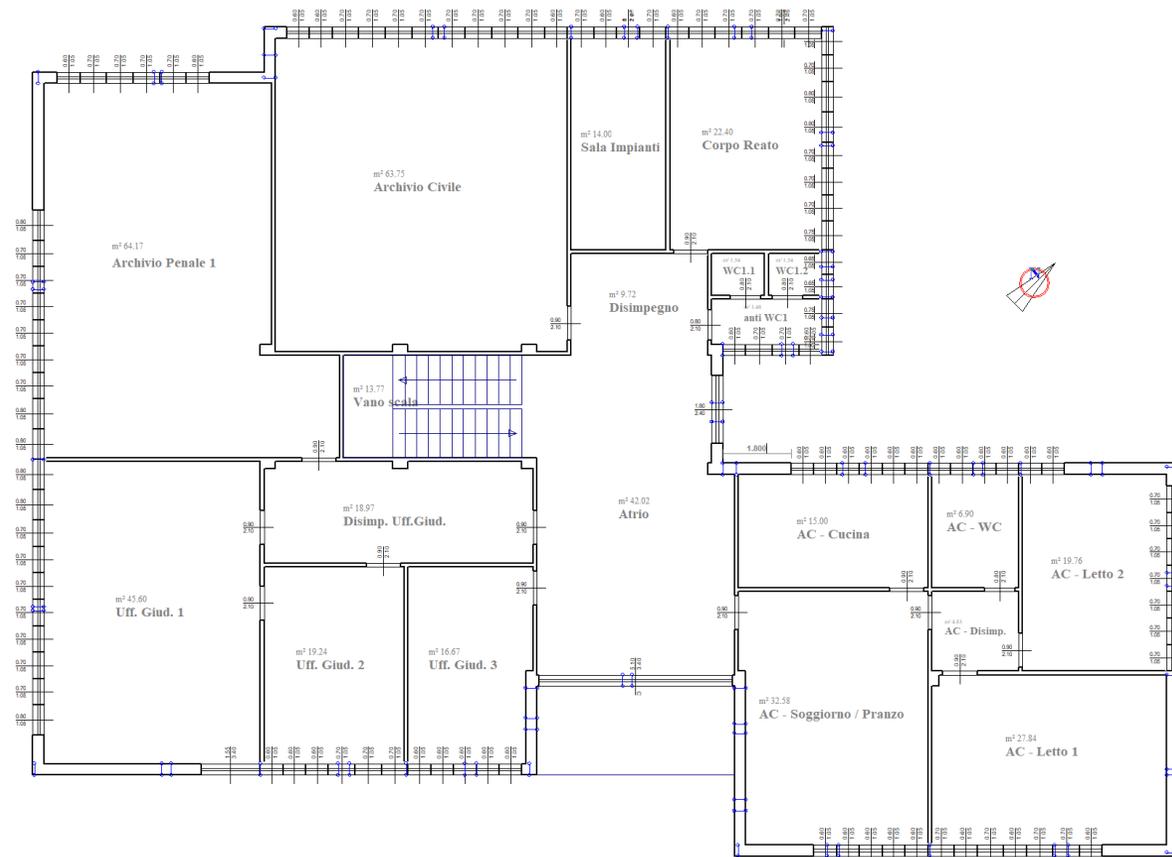
- Obiettivi, bisogni, aspettative
- Scopi e limiti della DE e suo Grado di accuratezza (pre diagnosi? Light diagnosi?)
- Dati che dovranno essere forniti dal committente
- Programmi strategici del Committente
- Misure e ispezioni
- Bozza del rapporto finale e elaborati da presentare
- La persona di riferimento del Committente che si rapporti con il REDE

Il REDE deve informare il committente sulla disponibilità di sovvenzioni o finanziamenti di cui la DE goda (es. Conto Termico)

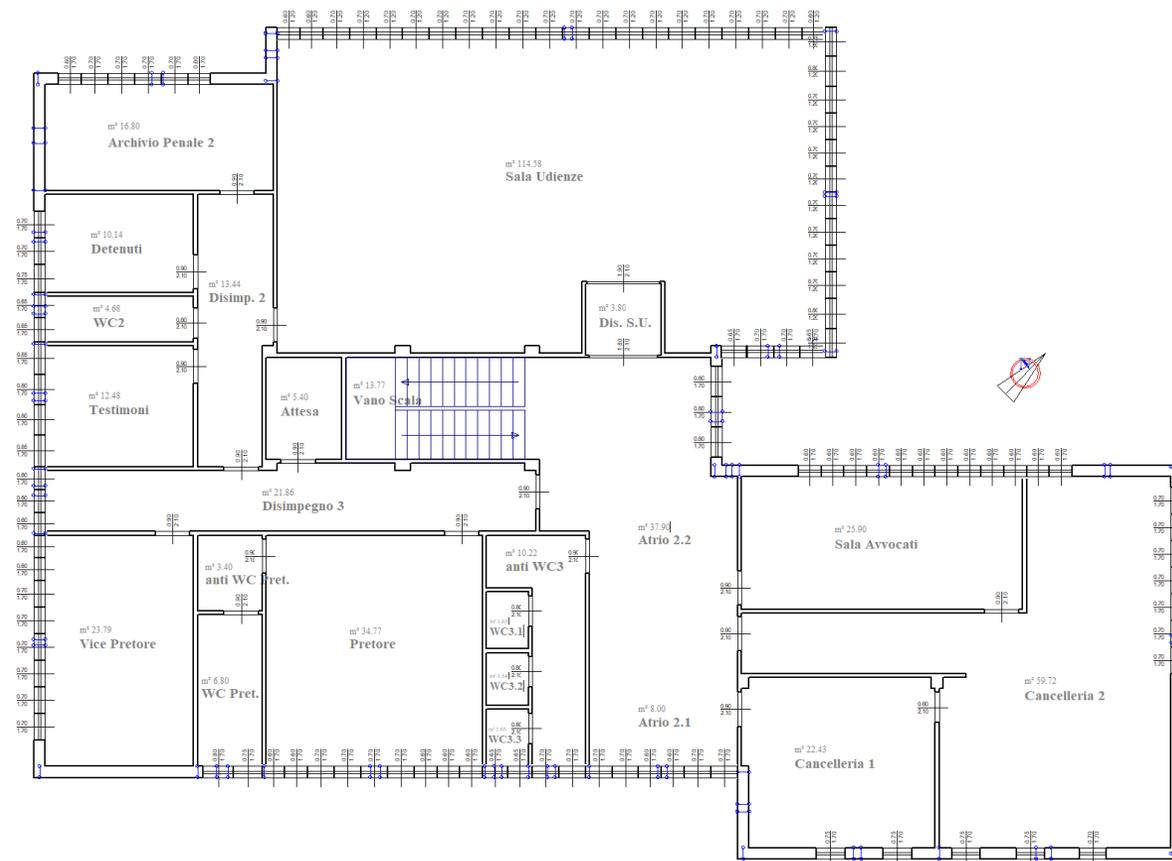
Diagnosi energetica di un edificio



Diagnosi energetica di un edificio



Diagnosi energetica di un edificio



Diagnosi energetica di un edificio

Climatizzazione invernale ed estiva

Volume lordo riscaldato (V)	3 987.53 m ³
Superficie lorda disperdente del volume riscaldato (S)	1 962.35 m ²
Rapporto S/V (fattore di forma)	0.49 m ⁻¹
Superficie utile riscaldata dell'edificio	870.72 m ²

Impianti

Impianto tecnologici destinati ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria.

Descrizione impianto

Diagnosi energetica di un edificio

Descrizione impianto: Specifiche dei generatori di energia

Impianto "PRINCIPALE"

Servizio svolto: Climatizzazione Invernale

Elenco dei generatori:

- **Caldia Modello DG 45**

Generatore a biomassa: NO

Combustibile utilizzato: Gasolio

Fluido termovettore: Acqua

Valore nominale della potenza termica utile: 52.00 kW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale: 87.43%

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 30% della potenza nominale: 85.15%

Il generatore ha di recente subito la sostituzione del bruciatore esistente con un bruciatore a metano modello Ecoflam MAX 4 TC, che tuttavia non è mai entrato in funzione. Per questo motivo nella diagnosi si terrà in conto il vecchio bruciatore a gasolio per i quali al 2014 si dispone dei consumi necessari al calcolo.

- **Impianto "Produzione ACS"**

Servizio svolto: ACS autonomo

Elenco dei generatori: 2 Boiler elettrici ad accumulo da 1.5 kW.

Diagnosi energetica di un edificio

3. CONSUMI E COSTI REALI: BOLLETTE ENERGETICHE

Il consumo di Gasolio è pari a **19.049,48** litri. Il consumo di energia elettrica è pari a **7.528,50** kWh.

3.1 COSTI ANNUALI

I costi annuali per l'acquisto di gasolio per riscaldamento sono pari a 20.389,77 euro. Il costo unitario è pari a $20.389,77 \text{ €} / 19.049,48 \text{ litri} = 1,070358 \text{ €/litro}$. Questo costo è riallineato rispetto ai costi 2017.

Il costo unitario dell'energia elettrica è così determinato:

I costi annuali per energia elettrica sono pari 2.137,67 euro, ovvero $7.528,50 \text{ kWh} \times 0,283943 \text{ €/kWh}$. Anche questo costo è circa uguale a quello 2017.

Costo unitario totale energia elettrica	€/kWh
F1 (65,0% dei consumi)	0,182897
F2 (13,2% dei consumi)	0,174721
F3 (21,8% dei consumi)	0,161183
Costo materia energia (media pesata su consumi)	0,177083
Dispacciamento	0,014566
Reintegro Salvaguardia Transitoria	0,003202
Trasporto e Gestione	0,009860
Oneri di Sistema	0,074232
Componente CSAL	0,005000
Costo unitario	0,283943

I dati desunti sono riassunti nella tabella seguente:

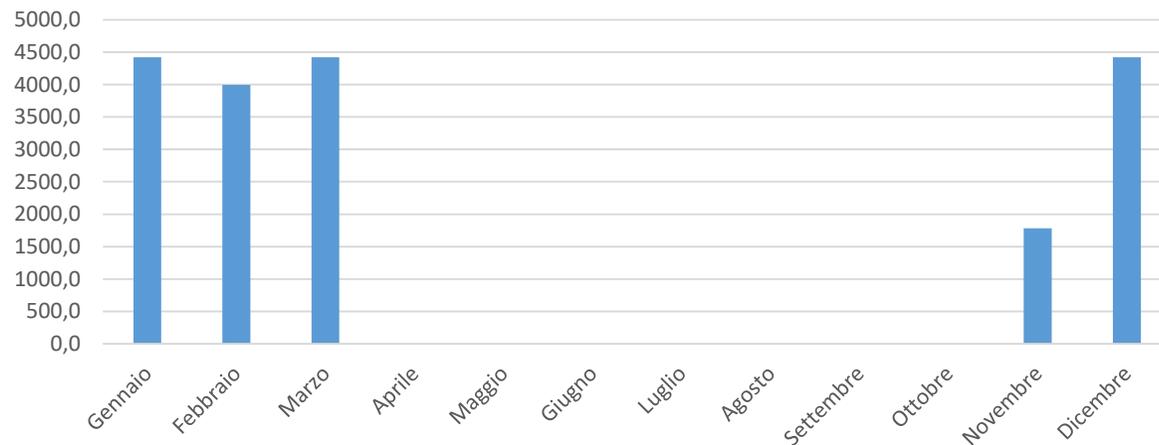
DATA INIZIO-FINE	CONSUMI	UDM	COSTO UNITARIO [€]	COSTO ANNUO [€]
Gasolio per riscaldamento				
01/01/2014 - 31/12/2014	19.049,48	litri	1,070358	20.389,77
Elettricità				
01/01/2016 - 31/12/2016	7.528,50	kWh	0,283943	2.137,67

Diagnosi energetica di un edificio

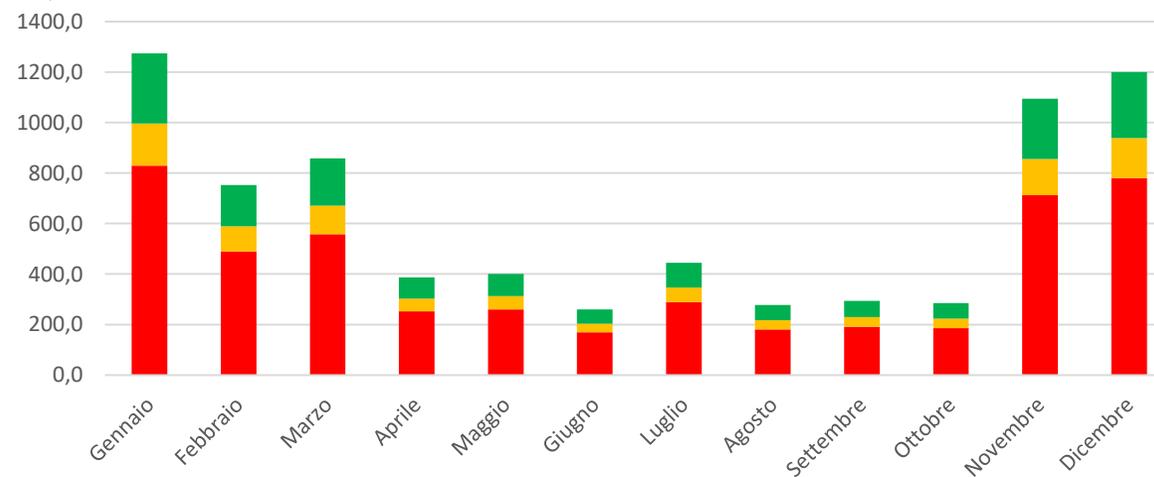
Gasolio per riscaldamento	litri	Energia Elettrica	F1	F2	F3
Gennaio	4423,9	Gennaio	828,9	167,9	278,1
Febbraio	3995,8	Febbraio	489,6	99,2	164,3
Marzo	4423,9	Marzo	557,8	113,0	187,2
Aprile	0,0	Aprile	251,6	51,0	84,4
Maggio	0,0	Maggio	260,4	52,7	87,4
Giugno	0,0	Giugno	168,7	34,2	56,6
Luglio	0,0	Luglio	288,7	58,5	96,9
Agosto	0,0	Agosto	180,4	36,5	60,5
Settembre	0,0	Settembre	191,1	38,7	64,1
Ottobre	0,0	Ottobre	185,3	37,5	62,2
Novembre	1781,8	Novembre	711,9	144,2	238,9
Dicembre	4423,9	Dicembre	780,2	158,0	261,8
TOTALE	19049,5	TOTALE	4894,6	991,5	1642,4

Diagnosi energetica di un edificio

Consumi di Gasolio [litri]



Consumi di energia elettrica [kWh]



Diagnosi energetica di un edificio

CONSUMI DOVUTI ALL'ILLUMINAZIONE

Piano Terra	Lampade	W	F. Ass.	F. Occu.	ore	ore u.	kWh	Lumen
Atrio	2 plafoniere	144	0	1	2467	2467	355	13200
Disimp. U.G.	1 plafoniera	72	0	1	2467	2467	178	6600
Ufficio Giudiziario 1	3 plafoniere	216	0,1	1	2467	2467	533	19800
Ufficio Giudiziario 2	2 plafoniere	144	0,1	1	2467	2467	355	13200
Ufficio Giudiziario 3	1 plafoniera	72	0,1	1	2467	2467	178	6600
Archivio Penale	4 plafoniere	288	0,9	0,3	2467	740,1	213	26400
Archivio Civile	4 plafoniere	288	0,9	0,3	2467	740,1	213	26400
Vano scala p.T	1 neon	36	0	1	2467	2467	89	3300
Corpi Reato	1 plafoniera	72	0,5	0,7	2467	1726,9	124	6600
WC1	3x60W	180	0,9	0,3	2467	740,1	133	2400
Piano Primo	Lampade	W	F. Ass.	F. Occu.	ore	ore u.	kWh	Lumen
Sala Udienze	5 plafoniere	360	0,5	0,7	2467	1726,9	622	33000
Archivio Penale 2	1 plafoniera	72	0,9	0,3	2467	740,1	53	6600
Detenuti	1 plafoniera	72	0,5	0,7	2467	1726,9	124	6600
WC	60W	60	0,9	0,3	2467	740,1	44	800
Testimoni	1 plafoniera	72	0,5	0,7	2467	1726,9	124	6600
Disimpegno 2	1 plafoniera	72	0	1	2467	2467	178	6600
Disimpegno 3	2 plafoniere	144	0	1	2467	2467	355	13200
Vice Pretore	1 plafoniera	72	0,1	1	2467	2467	178	6600
Anti WC Pret.	60W	60	0,9	0,3	2467	740,1	44	800
WC Pret.	60W	60	0,9	0,3	2467	740,1	44	800
Pretore	2 plafoniere	144	0,1	1	2467	2467	355	13200
Anti WC 3	1 plafoniera	72	0,9	0,3	2467	740,1	53	6600
WC3	3 neon 36 W	108	0,9	0,3	2467	740,1	80	9900
Vano scala p.1	1 plafoniera	72	0	1	2467	2467	178	6600
Atrio 2	2 plafoniere	144	0	1	2467	2467	355	13200
Sala Avvocati	1 plafoniera	72	0,5	0,7	2467	1726,9	124	6600
Cancelleria 1	1 plafoniera	72	0,1	1	2467	2467	178	6600
Cancelleria 2	3 plafoniere	216	0,1	1	2467	2467	533	19800
Attesa	1 neon	36	0,5	0,7	2467	1726,9	62	3300
TOTALE							6.057	

Diagnosi energetica di un edificio

ALTRI CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA.

La presenza di PC, stampanti, telefoni, fotocopiatrici e altre apparecchiature elettroniche da ufficio concorre al consumo di 851,2 kWh di energia elettrica.

Tali consumi non saranno oggetto della presente diagnosi, pertanto non verrà calcolato il loro contributo per determinare l'indice di prestazione energetica effettivo.

Apparecchiature elettroniche	kWh
10 PC-Desktop	476
2 Fotocopiatrici	135,2
Altri dispositivi (router, telefono, macchina caffè, ecc)	240
TOTALE	851,2

CONSUMI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Il consumo per la produzione di acqua calda sanitaria è pari a 620,32 kWh di energia elettrica.

Diagnosi energetica di un edificio

FATTORI DI CONVERSIONE IN ENERGIA PRIMARIA.

Energia elettrica. Il fattore di conversione da energia elettrica a energia prima utilizzato è $2,17 \text{ kWh}_{\text{prim}}/\text{kWh}_{\text{el}}$.

Gasolio per riscaldamento. Il fattore di conversione per il gasolio è $11,860 \text{ kWh}_{\text{prim}}/\text{kg}$. Il fattore di conversione da litri a kg è pari a $0,835 \text{ kg/l}$. Pertanto il fattore di conversione da litri di gasolio ad energia primaria è pari a $11,860 \text{ kWh}_{\text{prim}}/\text{kg} \times 0,835 \text{ kg/l} = 9,903 \text{ kWh}_{\text{prim}}/\text{litro}$.

Metano. Il fattore di conversione per il metano è $11,21 \text{ kWh}_{\text{prim}}/\text{Smc}$. Tale dato è determinato in base al parametro P comunicato dal fornitore, pari a $40,36 \text{ MJ/Smc}$ (e tenendo conto del fattore $3,6 \text{ MJ/KWh}_{\text{prim}}$).

Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP). Per determinare i TEP è necessario moltiplicare l'energia primaria per il fattore di conversione in TEP $8.5985 \times 10^{-5} \text{ TEP/KWh}_{\text{prim}}$.

Diagnosi energetica di un edificio

Servizio	kWhprim
Illuminazione	13.143,64
Riscaldamento	188.648,96
Acqua calda sanitaria	1.346,10
TOTALE	203.138,70

CONSUMI PER SERVIZIO IN ENERGIA PRIMARIA



Diagnosi energetica di un edificio

FATTORE DI AGGIUSTAMENTO.

Gli indici di prestazione energetica vengono determinati attraverso il fattore di aggiustamento che in questo caso è rappresentato dalla superficie utile dell'edificio, pari a 870,72 m².

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA EFFETTIVO

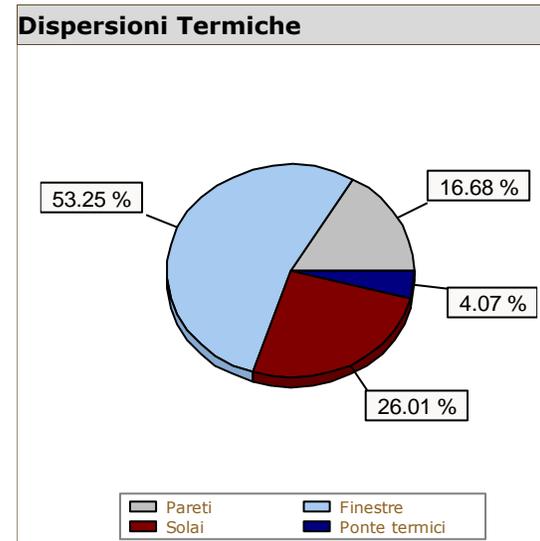
L'indice di prestazione energetica effettivo è pari a $203.138,70 \text{ kWh} / 870,72 \text{ m}^2 =$
233,300 kWh/m².

Diagnosi energetica di un edificio

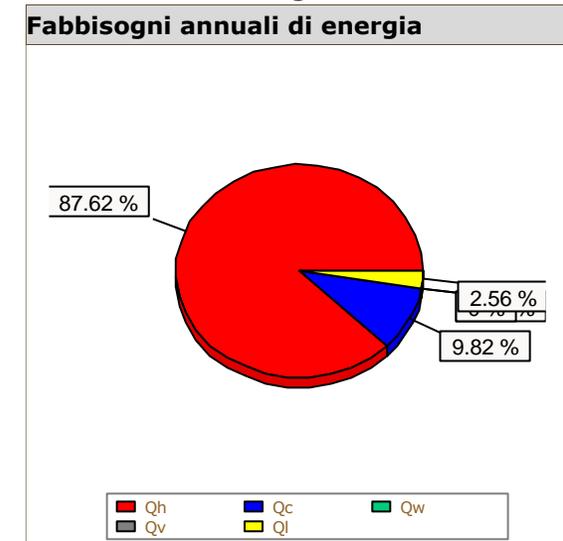
CALCOLO ADATTATO ALL'UTENZA

Il calcolo relativo alla *valutazione adattata all'utenza* ha prodotto i seguenti risultati in termini di fabbisogni dell'involucro, di rendimenti di impianto e di energia primaria spesa.

Dispersioni termiche suddivise per tipologie di elementi disperdenti



Fabbisogni di energia primaria suddivisi per servizi energetici



Rendimenti medi dei sottosistemi di impianto

RISCALDAMENTO		RAFFRESCAMENTO		ACQUA CALDA SANITARIA	
EtaEh	0.893	EtaEc	1.000	EtaEw	1.000
EtaRh	0.920	EtaRc	1.000		
EtaDh	0.930	EtaDc	1.000	EtaDw	0.926
EtaGNh	0.882	EtaGNc	1.000	EtaGNw	0.750

Diagnosi energetica di un edificio

Risultati del calcolo

Annuali			
Simbolo	Descrizione	Misura	Valore
Illuminazione			
QI	Fabbisogno di Energia Elettrica per l'illuminazione artificiale	kWh	6 138.00
Qxl_rete	Fabbisogno di Energia Elettrica da rete per l'illuminazione	kWh	6 138.00
CO2	Emissioni di CO2	kgCO2/m ² anno	3.054
QIFR_perc	Percentuale di energia da fonti rinnovabili per l'illuminazione	%	19.42
Riscaldamento			
CMB	Fabbisogno di combustibile	kg	15 906.638
CMBPCI	Potere Calorifico Inferiore del Combustibile	kWh/kg	11.86
CMBCO2	Fattore di emissione di CO2	kgCO2/kWh	0.264
ACS			
CMB	Fabbisogno di combustibile	kWh	615.961
CMBPCI	Potere Calorifico Inferiore del Combustibile	MJ/kWh	3.60
CMBCO2	Fattore di emissione di CO2	kgCO2/kWh	0.433

Diagnosi energetica di un edificio

Risultati del calcolo

ENERGIA PRIMARIA

Illuminazione. Il consumo di energia elettrica è pari a 6.138 kWh_{el}. L'energia primaria è pari quindi a $6.138 \text{ kWh}_{el} \times 2,17 \text{ kWh}_{prim}/\text{kWh}_{el} = 13.319,46 \text{ kWh}_{prim}$.

Riscaldamento. Il consumo di gasolio per riscaldamento è pari a 15.906,638 kg. Poiché il fattore di conversione per il gasolio di riscaldamento in energia primaria è pari a 11,860 kWh_{prim}/kg, l'energia primaria è pari a $15.906,638 \text{ kg} \times 11,860 \text{ kWh}_{prim}/\text{kg} = 188.652,727 \text{ kWh}_{prim}$.

ACS. Il consumo di elettricità per acqua calda sanitaria è pari a 615,961 kWh_{el}. L'energia primaria è pari quindi a $615,961 \text{ kWh}_{el} \times 2,17 \text{ kWh}_{prim}/\text{kWh}_{el} = 1.336,635 \text{ kWh}_{prim}$.

Totale Energia Primaria. L'energia primaria totale è pari a 203.308,822 kWh_{prim}.

Servizio	kWh _{prim}
Illuminazione	13.319,460
Riscaldamento	188.652,727
Acqua calda sanitaria	1.336,635
TOTALE	203.308,822

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA OPERATIVO

L'indice di prestazione energetica operativo è pari a

$$203.308,822 \text{ kWh}_{prim} / 870,72 \text{ m}^2 = \mathbf{233,495 \text{ kWh/m}^2}.$$

Diagnosi energetica di un edificio

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO PER L'ANALISI ENERGETICA E FATTORE DI CONGRUITA'

Il fattore di congruità è definito come rapporto fra i consumi di energia reale desunti dalle bollette e i consumi energetici valutati con il calcolo semistazionario:

$$C = \frac{IPE_{\text{effettivo}}}{IPE_{\text{operativo}}} = \frac{233,300 \text{ kWh/mq}}{233,495 \text{ kWh/mq}} = 1,0008$$

Poiché il Fattore di congruità è pari a $C = 1,008$, lo scostamento percentuale è circa l'0,08%, e la congruità è ALTA, come da tabella seguente.

% di congruità	congruità
≤ 5%	ALTA
≤ 10%	MEDIA
≤ 15%	BASSA
> 15%	NON CONFORME

Il modello è validato, in quanto avente congruità alta, e appare nel complesso conforme. Si può procedere alla proposta di interventi migliorativi e all'analisi economica.

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTI MIGLIORATIVI

Sulla base della valutazione Tailored rating sopra indicata, sono state analizzate potenziali soluzioni tecniche e/o impiantistiche volte a migliorare ulteriormente le prestazioni energetiche dell'edificio nonché i costi annui di gestione e manutenzione degli impianti stessi.

L'analisi costi-benefici degli scenari di miglioramento energetico è condotta al netto dell'IVA e considerando i seguenti parametri:

I costi degli interventi sono stati determinati in base a indagini di mercato.

Tasso di attualizzazione [%]	2,09
Tasso di inflazione [%]	2,41
Degrado annuo prestazione impianti [%]	1,00

Combustibile	Prezzo [€]	Tasso annuo variazione prezzo combustibile [%]
Energia elettrica	0,283943 €/kWh	2,38
Gasolio per riscaldamento	1,070358 €/Smc	1,9
Gas naturale	calcolato di seguito	1,9

Diagnosi energetica di un edificio

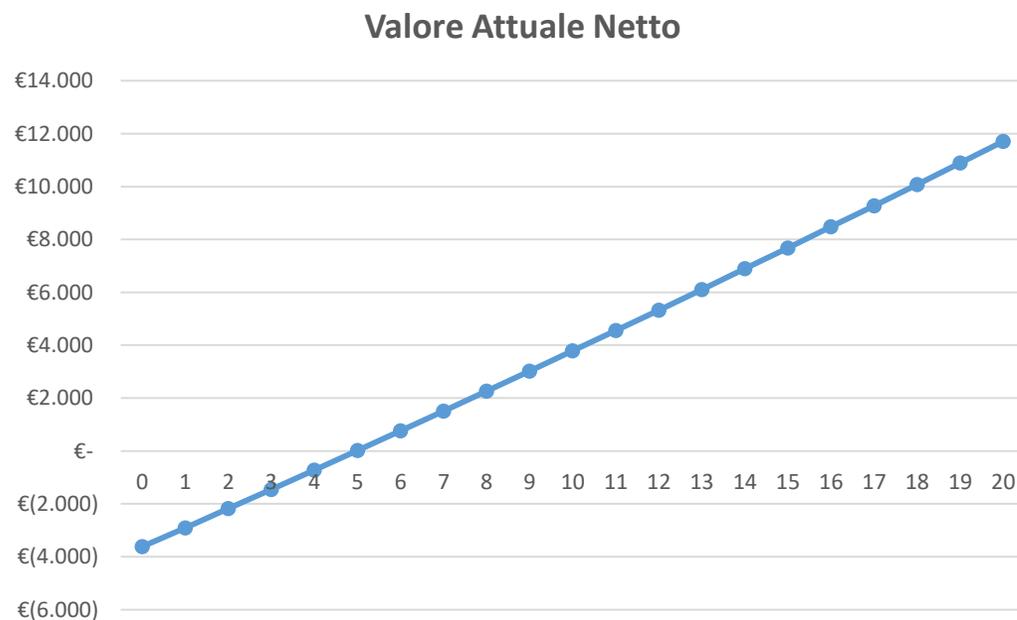
INTERVENTO 1 – SOSTITUZIONE DELLE LAMPADE ESISTENTI CON LAMPADE A LED

Piano Terra	Lampade	W	F.A.	F.U.	Ore	ore utilizzo	kWh	lumen nomin. ante	lumen effett. ante	lumen effett. post	Costo [€]
Atrio	2 plafoniere LED	88	0	1	2467	2467	217	13200	8800	8800	160,00 €
Disimp. U.G.	1 plafoniera LED	44	0	1	2467	2467	109	6600	4400	4400	80,00 €
Ufficio Giudiziario 1	3 plafoniere LED	132	0,1	1	2467	2467	326	19800	13200	13200	240,00 €
Ufficio Giudiziario 2	2 plafoniere LED	88	0,1	1	2467	2467	217	13200	8800	8800	160,00 €
Ufficio Giudiziario 3	1 plafoniera LED	44	0,1	1	2467	2467	109	6600	4400	4400	80,00 €
Archivio Penale	4 plafoniere LED	176	0,9	0,3	2467	740,1	130	26400	17600	17600	320,00 €
Archivio Civile	4 plafoniere LED	176	0,9	0,3	2467	740,1	130	26400	17600	17600	320,00 €
Vano scala p.T	1 tubo LED	22	0	1	2467	2467	54	3300	2200	2200	50,00 €
Corpi Reato	1 plafoniera LED	44	0,5	0,7	2467	1726,9	76	6600	4400	4400	80,00 €
WC1	3x7W	21	0,9	0,3	2467	740,1	16	2400	2400	2400	45,00 €
Piano Primo											
Sala Udienze	5 plafoniere LED	220	0,5	0,7	2467	1726,9	380	33000	22000	22000	400,00 €
Archivio Penale 2	1 plafoniera LED	44	0,9	0,3	2467	740,1	33	6600	4400	4400	80,00 €
Detenuti	1 plafoniera LED	44	0,5	0,7	2467	1726,9	76	6600	4400	4400	80,00 €
WC	7W	7	0,9	0,3	2467	740,1	5	800	533	533	15,00 €
Testimoni	1 plafoniera LED	44	0,5	0,7	2467	1726,9	76	6600	4400	4400	80,00 €
Disimpegno 2	1 plafoniera LED	44	0	1	2467	2467	109	6600	4400	4400	80,00 €
Disimpegno 3	2 plafoniere LED	88	0	1	2467	2467	217	13200	8800	8800	160,00 €
Vice Pretore	1 plafoniera LED	44	0,1	1	2467	2467	109	6600	4400	4400	80,00 €
Anti WC Pret.	7W	7	0,9	0,3	2467	740,1	5	800	800	800	15,00 €
WC Pret.	7W	7	0,9	0,3	2467	740,1	5	800	800	800	15,00 €
Pretore	2 plafoniere LED	88	0,1	1	2467	2467	217	13200	8800	8800	160,00 €
Anti WC 3	1 plafoniera LED	44	0,9	0,3	2467	740,1	33	6600	4400	4400	80,00 €
WC3	3 tubi LED	66	0,9	0,3	2467	740,1	49	9900	6600	6600	150,00 €
Vano scala p.1	1 plafoniera	44	0	1	2467	2467	109	6600	4400	4400	80,00 €
Atrio 2	2 plafoniere	88	0	1	2467	2467	217	13200	8800	8800	160,00 €
Sala Avvocati	1 plafoniera	44	0,5	0,7	2467	1726,9	76	6600	4400	4400	80,00 €
Cancelleria 1	1 plafoniera	44	0,1	1	2467	2467	109	6600	4400	4400	80,00 €
Cancelleria 2	3 plafoniere	132	0,1	1	2467	2467	326	19800	13200	13200	240,00 €
Attesa	1 neon	22	0,5	0,7	2467	1726,9	38	3300	2200	2200	50,00 €
TOTALE consumo di energia elettrica post intervento							3570	Costo investimento		3.620,00 €	

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 1 – SOSTITUZIONE DELLE LAMPADE ESISTENTI CON LAMPADE A LED

Illuminazione	kWhel	euro
Consumi ante	6.057	1.719,84 €
Consumi post	3.570	1.013,61 €
Risparmio	2.487	706,23 €



Il valore attuale netto si annulla tra il 4° e il 5° anno, quindi il tempo di ritorno si concretizza all'anno 5. Il tasso interno di rendimento di questo investimento è pari al 17,9%, ed il valore attuale netto al ventesimo anno è pari a € 11.713,01.

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 2 – SOSTITUZIONE CALDAIA ESISTENTE CON CALDAIA A CONDENSAZIONE E INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE SU RADIATORI



Caldaia a condensazione a gas naturale e valvola termostatica

	q.tà	c.u.	Costo totale
Caldaia a condensazione			€ 7.000,00
Valvole termostatiche	36	€ 80,00	€ 2.880,00
Costo totale			€ 9.880,00

Post intervento			
CMB	Fabbisogno di combustibile	Sm³	24 191.847
CMBPCI	Potere Calorifico Inferiore del Combustibile	kWh/Sm ³	9.45
CMBCO2	Fattore di emissione di CO2	kgCO2/kWh	0.197

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 2 – SOSTITUZIONE CALDAIA ESISTENTE CON CALDAIA A CONDENSAZIONE E INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE SU RADIATORI

Di seguito si calcola il costo unitario del gas naturale per la quota variabile riferita al consumo in Smc e il costo annuale dovuto alle quote fisse a dicembre 2017.

Il costo di gas naturale annuale post intervento è pertanto pari a:

Quota variabile: 0,698211 €/Smc x
24.191,874 Smc = 16.891,02 €;

Quota fissa: 539,03 €;

Costo totale annuo: 16.891,02 € + 539,03 € =
17.430,05 €.

Il risparmio annuo conseguito è dato dal costo annuo del gasolio per riscaldamento da cui sottrarre il costo annuo per il gas naturale determinato:

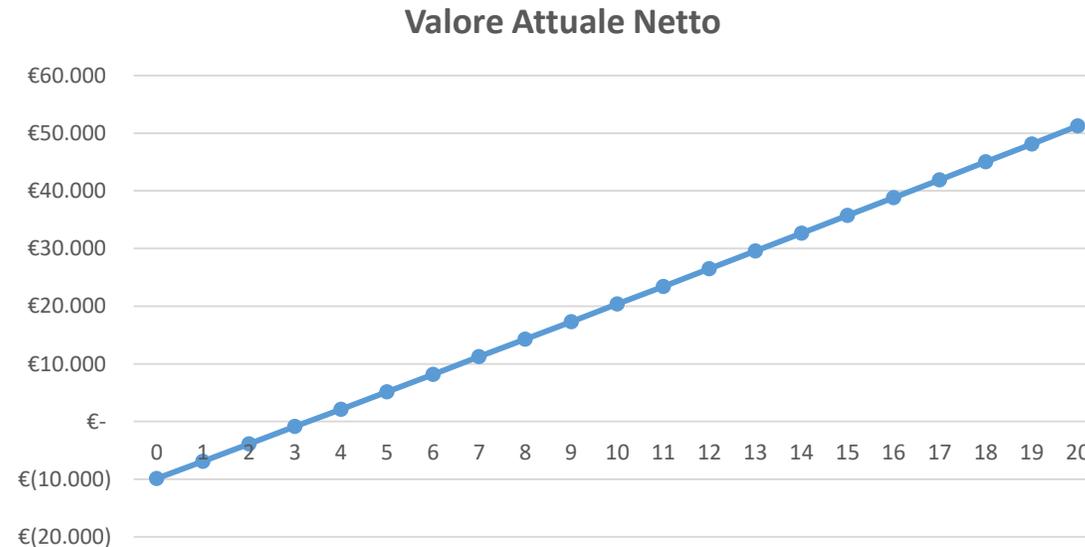
20.389,77 € - 17.430,05 € = 2.959,72 €.

Quota variabile gas naturale		
Materia Gas Naturale		
Quota Energia	0,255876	€/Smc
Componente beta	0,0533	€/Smc
Trasporto e Gestione Contatore		
Quota Energia	0,176257	€/Smc
Spesa oneri di sistema		
Quota Energia	0,033397	€/Smc
Altre partite		
Componente Inai	0,024216	€/Smc
Imposte		
Accise sul gas	0,15	€/Smc
Addizionale enti locali	0,005165	€/Smc
Totale quota variabile	0,698211	€/Smc
Quota fissa mensile		
Materia Gas Naturale	6,529167	€/mese
Trasporto e Gestione Contatore	40,64083	€/mese
Spesa oneri di sistema	-2,25083	€/mese
Totale quota fissa mensile	44,91917	€/mese
Totale quota fissa annuale	539,03	€/anno

Diagnosi energetica di un edificio

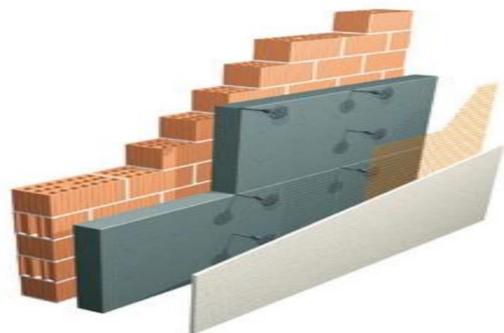
INTERVENTO 2 – SOSTITUZIONE CALDAIA ESISTENTE CON CALDAIA A CONDENSAZIONE E INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE SU RADIATORI

Il valore attuale netto si annulla tra il 3° e il 4° anno, quindi il tempo di ritorno si verifica all'anno 4. Il tasso interno di rendimento di questo investimento è pari al 29,7%, ed il valore attuale netto al ventesimo anno è pari a € 51.242,34.



Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 3 – ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO DELLE MURATURE VERTICALI ESTERNE



Isolamento termico a cappotto

L'intervento migliorativo proposto consiste nell'isolamento termico a cappotto delle murature verticali esterne realizzato con pannelli tagliati da blocco in polistirene espanso sinterizzato a di spessore di 8 cm. La trasmittanza termica totale a valle dell'intervento non è superiore a quanto previsto dal d.m. 26/6/2015 "Requisiti Minimi", ovvero per la zona climatica C pari a 0,38 W/m²K. La superficie netta da isolare è pari a 551,55 mq.

Il costo della installazione è stimabile pari a 100,00 euro al metro quadro, comprese le opere di cantierizzazione, tra cui i ponteggi, e la manodopera.

	Sup	c.u.	Costo totale
Isolamento termico a cappotto	551,55	€ 100,00	€ 55.155,00

Post intervento

CMB	Fabbisogno di combustibile	kg	10 739.746
CMBPCI	Potere Calorifico Inferiore del Combustibile	kWh/kg	11.86
CMBCO2	Fattore di emissione di CO2	kgCO2/kWh	0.264

Il fabbisogno di combustibile a valle dell'intervento è pari a 10.739,746 kg di gasolio per riscaldamento, ovvero in litri attraverso il fattore di conversione 0,835 kg/litro pari a 12.861,971 litri per cui il risparmio è pari a:

$$19.049,485 \text{ litri} - 12.861,971 \text{ litri} = 6.187,514 \text{ litri.}$$

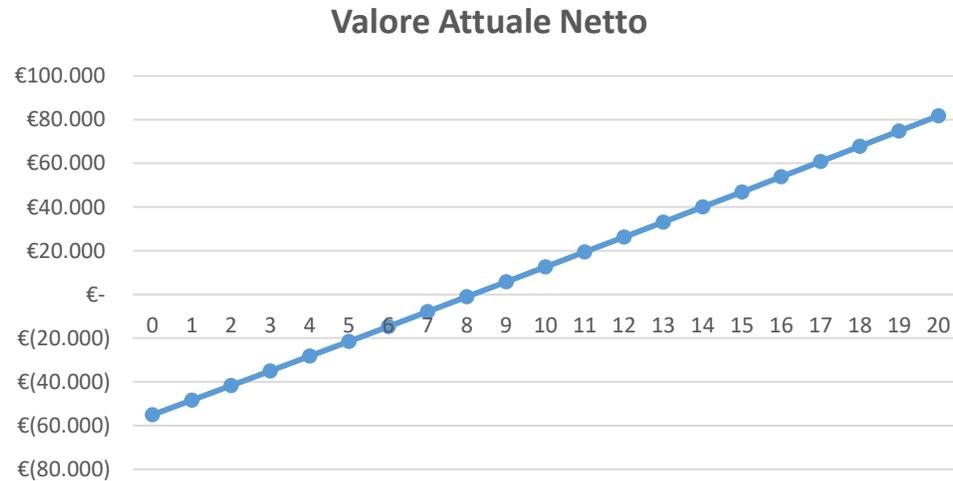
In termini percentuali il risparmio è pari al 32,48%. Il risparmio in energia primaria è pari a 61.275,568 kWh, ovvero 5,2688 TEP.

Isolamento termico a cappotto	litri	euro
Consumi ante	19.049,485	20.389,77 €
Consumi post	12.861,971	13.766,91 €
Risparmio	13.318,47	6.622,86 €

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 3 – ISOLAMENTO TERMICO A CAPPOTTO DELLE MURATURE VERTICALI ESTERNE

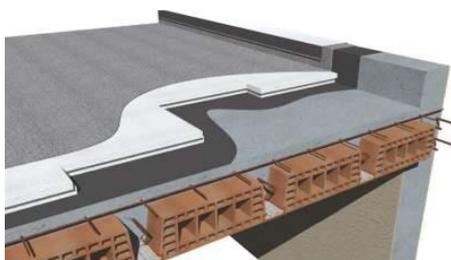
Il valore attuale netto si annulla tra l'8° e il 9° anno, quindi il tempo di ritorno si verifica all'anno 9. Il tasso interno di rendimento di questo investimento è pari al 5,3%, ed il valore attuale netto al ventesimo anno è pari a € 81.616,28.



Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 4 – ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA

L'intervento migliorativo proposto consiste nell'isolamento termico del tetto attraverso la rimozione dell'attuale copertura in coppi e l'installazione di pannelli sandwich bilamiera con anima isolante in schiuma poliuretana. Il complesso della struttura copertura ha una trasmittanza inferiore al limite previsto dal d.m.26/6/2016 "Requisiti minimi", pari a 0.28 W/m²K. Per l'installazione verrà utilizzata la preesistente struttura portante in ferro. La superficie netta da isolare è pari a 454,72 mq. Il costo della installazione è stimabile pari a 75,00 euro al metro quadro, comprese le opere di cantierizzazione, tra cui i ponteggi, e la manodopera.



Isolamento termico della copertura

	Sup	c.u.	Costo totale
Isolamento termico a cappotto	454,72	€ 80,00	€ 36.377,60

Post intervento

CMB	Fabbisogno di combustibile	kg	11 782.119
CMBPCI	Potere Calorifico Inferiore del Combustibile	kWh/kg	11.86
CMBCO2	Fattore di emissione di CO2	kgCO2/kWh	0.264

Il fabbisogno di combustibile a valle dell'intervento è pari a 11.782,119 kg di gasolio per riscaldamento, ovvero in litri attraverso il fattore di conversione 0,835 kg/litro pari a 14.110,322 litri per cui il risparmio è pari a:

$$19.049,485 \text{ litri} - 14.110,322 \text{ litri} = 4.939,16 \text{ litri.}$$

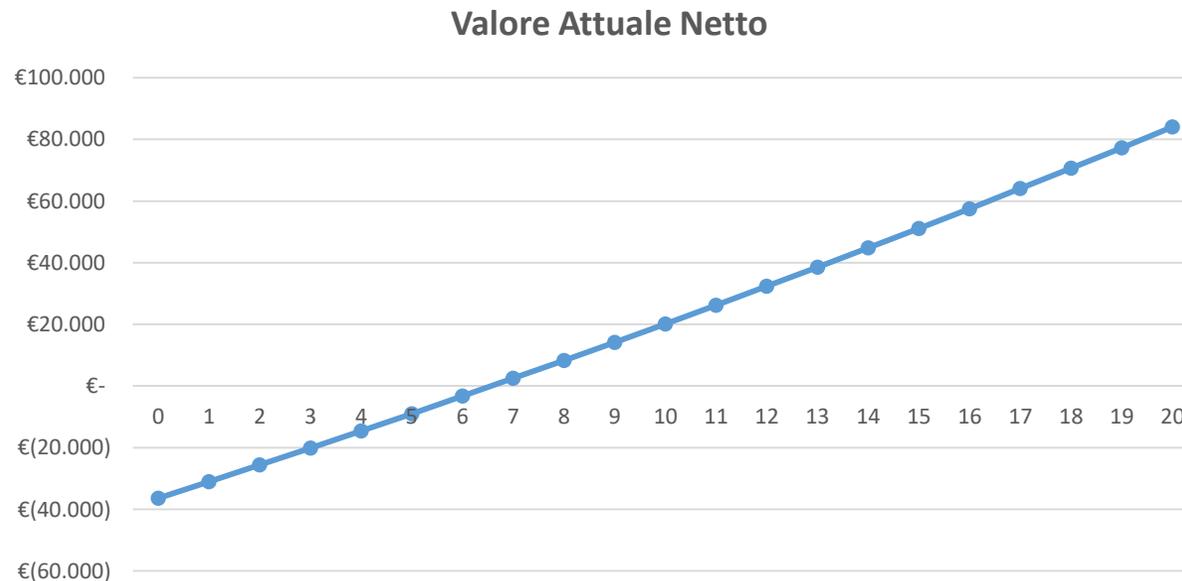
In termini percentuali il risparmio è pari al 25,93%.

Isolamento termico copertura	litri	euro
Consumi ante	19.049,485	20.389,77 €
Consumi post	14.110,322	15.103,10 €
Risparmio	4.939,163	5.286,67 €

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 4 – ISOLAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA

Il valore attuale netto si annulla tra il 6° e il 7° anno, quindi il tempo di ritorno si verifica all'anno 7. Il tasso interno di rendimento di questo investimento è pari al 11,2%, ed il valore attuale netto al ventesimo anno è pari a € 84.023,11.



Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 5 – SOSTITUZIONE INFISSI E VETRATE

L'intervento migliorativo proposto consiste nella sostituzione degli infissi con nuovi infissi aventi trasmittanza del telaio non superiore a $U_f=1,4$ W/m²K e trasmittanza del vetro non superiore a $U_g=1,0$ W/m²K.



Infisso ad alta efficienza energetica

La superficie totale degli infissi da sostituire è pari a 215,25 mq.

Il costo degli infissi è stimabile pari a 750,00 euro al metro quadro, compresa la manodopera.

Il risparmio energetico conseguito è determinato per mezzo del modello di calcolo che ha fornito i seguenti risultati.1

	Sup	c.u.	Costo totale
Sostituzione infissi	215,25	€ 750,00	€ 161.437,50

Post intervento

CMB	Fabbisogno di combustibile	kg	6 258.124
CMBPCI	Potere Calorifico Inferiore del Combustibile	kWh/kg	11.86
CMBCO2	Fattore di emissione di CO2	kgCO2/kWh	0.264

Il fabbisogno di combustibile a valle dell'intervento è pari a 6.258,124 kg di gasolio per riscaldamento, ovvero in litri attraverso il fattore di conversione 0,835 kg/litro pari a 7.494,759 litri per cui il risparmio è pari a: 19.049,485 litri - 7.494,759 litri = 11.554,726 litri.

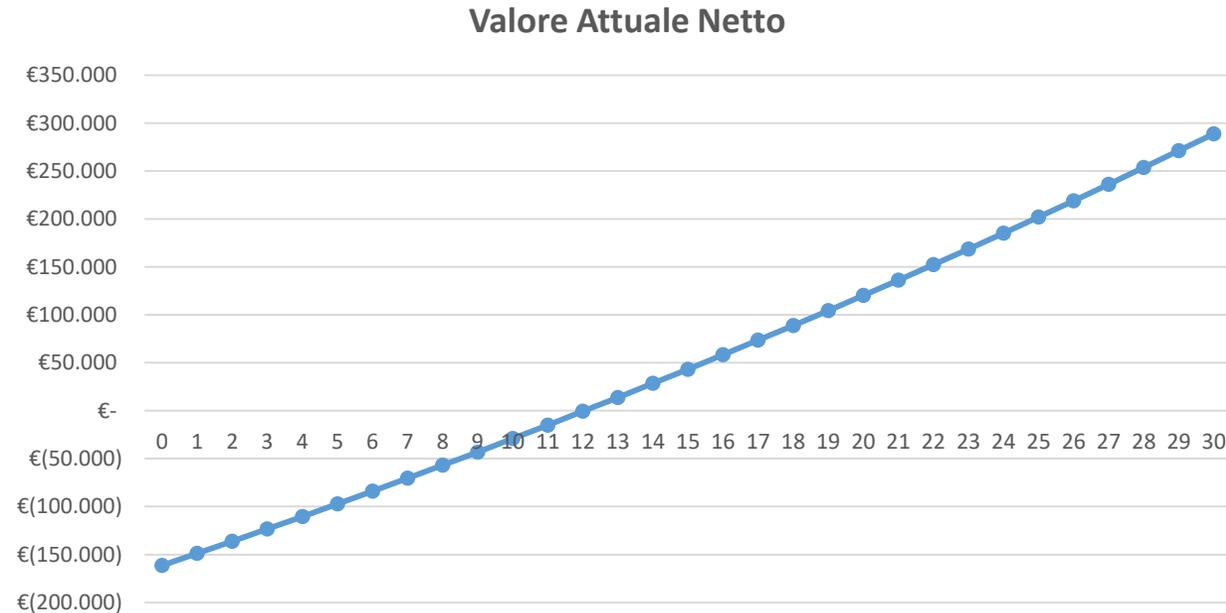
In termini percentuali il risparmio è pari al 60,66%. Il risparmio in energia primaria è pari a 114.427,607 kWh, ovvero 9,8391 TEP.

Sostituzione infissi	litri	euro
Consumi ante	19.049,485	20.389,77 €
Consumi post	7.494,759	8.022,08 €
Risparmio	11.554,726	12.367,70 €

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 5 – SOSTITUZIONE INFISSI E VETRATE

Il valore attuale netto si annulla tra il 12° e il 13° anno, quindi il tempo di ritorno si verifica all'anno 13. Il tasso interno di rendimento a 30 anni (anno presumibile di vita degli infissi) di questo investimento è pari al 4,5%, ed il valore attuale netto al trentesimo anno è pari a € 306.896,31.



Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 6 – SOSTITUZIONE BOILER ELETTRICI AD ACCUMULO CON SCALDACQUA A POMPA DI CALORE PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

L'intervento migliorativo proposto consiste nella sostituzione dei due boiler elettrici ad accumulo con altrettanti scaldacqua a pompa di calore aventi COP aria 20°C acqua 15-55°C (EN 255-3) almeno pari a 3,0, accumulo da 80 litri e potenza media assorbita pari a 250 W (da caratteristica produttore).



Boiler a pompa di calore

Il costo dello scaldacqua, compreso di installazione, è stimabile pari a 1.200,00 euro.

Il risparmio energetico conseguito è determinato per mezzo del modello di calcolo che ha fornito i seguenti risultati.

	q.tà	c.u.	Costo totale
Scaldacqua a pompa di calore	2	€ 1.200,00	€ 2.400,00

Post intervento			
CMB	Fabbisogno di combustibile	kWh	81.976
CMBPCI	Potere Calorifico Inferiore del Combustibile	MJ/kWh	3.60
CMBCO2	Fattore di emissione di CO2	kgCO2/kWh	0.433

Il fabbisogno di combustibile a valle dell'intervento è pari a 81,976 kWh_{el} di energia elettrica, poiché il consumo ante intervento è 620,32 kWh_{el}, il risparmio è pari a 620,32 kWh_{el} - 81,98 kWh_{el} = 538,34 kWh_{el}.

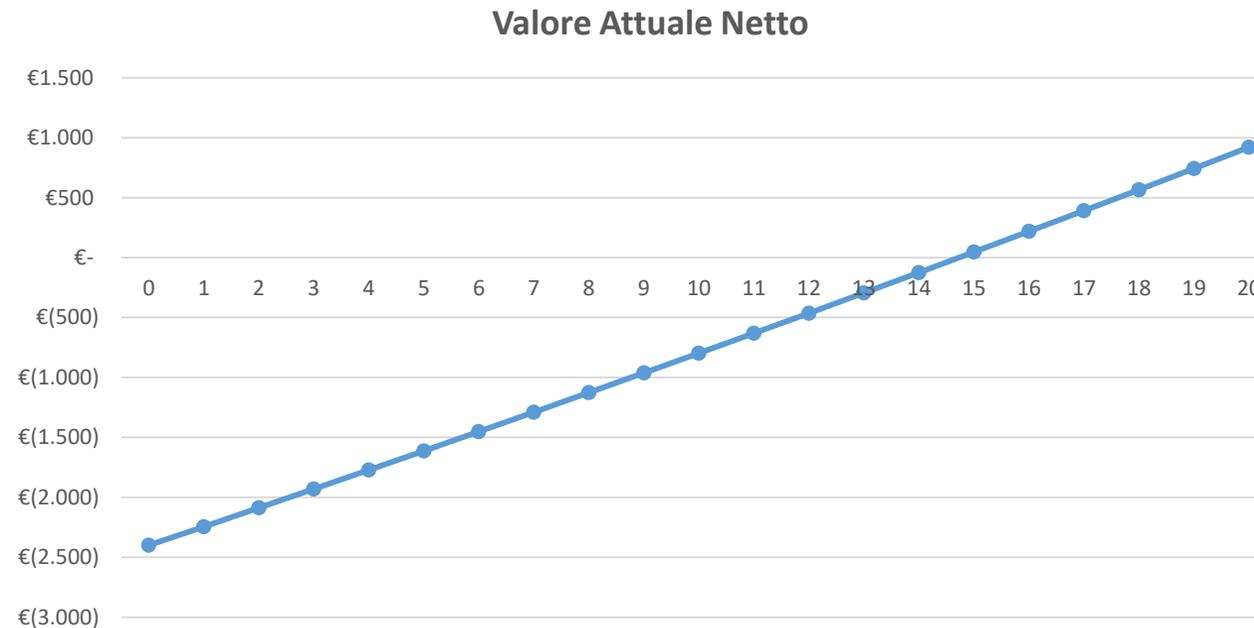
In termini percentuali il risparmio è pari al 86,78%. Il risparmio in energia primaria è pari a 1.168,198 kWh, ovvero 0,10045 TEP.

Sostituzione infissi	kWh _{el}	euro
Consumi ante	620,32	€ 176,14
Consumi post	81,98	€ 23,28
Risparmio	538,34	€ 152,86

Diagnosi energetica di un edificio

INTERVENTO 6 – SOSTITUZIONE BOILER ELETTRICI AD ACCUMULO CON SCALDACQUA A POMPA DI CALORE PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Il valore attuale netto si annulla tra il 14° e il 15° anno, quindi il tempo di ritorno si verifica all'anno 15. Il valore attuale netto al ventesimo anno è pari a € 918,70.



Diagnosi energetica di un edificio

RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI

Interventi	investimento	Risparmio energetico [TEP]	Tempo di ritorno	Tasso interno di rendimento	VAN (20 anni)	t CO2 risparmiate
1 Sostituzione della lampade esistenti con lampade a led	3.620,00 €	0,4641	5	17,9%	11.713,01 €	1,0921
2 Sostituzione caldaia esistente con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche su radiatori	9.880,00 €	-7,0997	4	29,7%	51.242,34 €	-16,7063
3 Isolamento termico a cappotto delle murature verticali esterne	55.155,00 €	5,2688	9	5,3%	81.616,28 €	12,3980
4 Isolamento termico della copertura	36.377,60 €	4,2058	7	11,2%	84.023,11 €	9,8967
5 Sostituzione infissi e vetrate	161.437,50 €	9,8391	13	^(30 anni) 4,5%	120.229,39 €	23,1524
6 Sostituzione boiler elettrici ad accumulo con scaldacqua a pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria	2.400,00 €	0,1004	15	<0	918,70 €	0,2364
Totale	268.870,10 €	12,1785			349.742,83 €	30,0693