

REPORT DI DIAGNOSI ENERGETICA

D.LGS 102/2014 | UNI CEI TR 11428 | UNI CEI EN 16247

Uffici della Regione Piemonte

Corso Bolzano, 44 - 10121 Torino (TO)



Lotto C: CIG 713366890E

DATA	REVISIONE	DESCRIZIONE	EMISSIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
20/04/2018	Rev. 00	Prima emissione	Gruppo EDEN Srls	Ing. E. Pifferi	--
26/07/2018	Rev. 01	Revisione	Gruppo EDEN Srls	Ing. E. Pifferi	Arch. Valentina Raisa

Sommario

1.	Introduzione alla Diagnosi Energetica e Sintesi dei risultati	4
1.1	Oggetto ed obiettivi della Diagnosi Energetica	4
1.2	Risultati della Diagnosi Energetica	4
1.3	Metodologia di diagnosi.....	7
1.3.1	Nota su chi ha redatto la diagnosi energetica	8
1.3.2	Software di calcolo	9
1.3.3	Unità di misura e valori di riferimento adottati.....	10
1.3.4	Norme Tecniche e Legislazione di Riferimento.....	11
1.4	Periodo di riferimento	15
1.5	Informazioni sui dati raccolti.....	15
1.6	Esclusioni e limitazioni.....	16
2.	Audit Energetico	17
2.1	Caratterizzazione del sistema edificio-impianto	17
2.1.1	Dati Generali.....	17
2.1.2	Dati involucro.....	18
2.1.3	Dati impianto di climatizzazione	21
2.1.4	Illuminazione e altre utenze	23
2.2	Profili di utilizzo	25
3.	Caratterizzazione climatica.....	26
4.	Analisi dei Consumi Energetici.....	29
4.1	Combustibile	29
4.2	Energia elettrica	30
4.3	Bilancio complessivo	33
5.	Modelli Energetici.....	36
5.1	Modello Termico	36
5.2	Modello Elettrico.....	37
5.3	Modello Energetico complessivo	39
6.	Indicatori Energetici KPI	40
7.	Interventi di Efficientamento Energetico.....	41
7.1	Criteri di ordinamento delle raccomandazioni	41
7.2	Azioni proposte e raccomandazioni.....	41
7.2.1	Isolamento solaio verso sottotetto	42
7.2.2	Sostituzione con generatori ad alto rendimento.....	44

7.2.3	Installazione di nuove plafoniere con lampade LED.....	46
7.2.4	Installazione di impianto fotovoltaico.....	49
7.2.5	Sostituzione infissi	52
7.2.6	Suggerimenti e buone pratiche per la riduzione dei consumi.....	54
8.	Conclusioni.....	56

1. Introduzione alla Diagnosi Energetica e Sintesi dei risultati

1.1 Oggetto ed obiettivi della Diagnosi Energetica

La Diagnosi Energetica oggetto del presente rapporto è relativa agli uffici della Regione Piemonte, siti in Corso Bolzano 44 – 10121 Torino (TO).

L'attività svolta da Gruppo Eden Srls si pone come scopo il raggiungimento di una conoscenza approfondita del comportamento energetico della realtà sottoposta ad esame al fine di individuare le più efficaci modifiche di tale comportamento per conseguire i seguenti obiettivi:

- miglioramento dell'efficienza energetica;
- riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici;
- miglioramento della sostenibilità ambientale;
- riqualificazione del sistema energetico.

Tali propositi si ritengono raggiungibili mediante l'utilizzo dei seguenti strumenti:

- razionalizzazione dei flussi energetici;
- individuazione di tecnologie per il risparmio energetico evidenziandone fattibilità tecnica e convenienza economica;
- ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica;
- gestione dei rischi e delle criticità tecniche ed economiche;
- miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione.

1.2 Risultati della Diagnosi Energetica

In questo paragrafo sono presentati i risultati principali dell'Audit, mentre si rimanda ai capitoli successivi per il dettaglio dell'analisi.

Utilizzi di energia:

Il sito esaminato presenta le seguenti forniture energetiche:

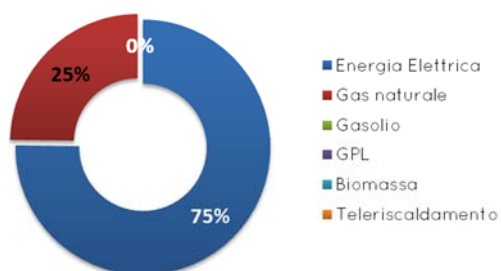
- fornitura di energia elettrica in MT (POD IT020E00256464)
- fornitura di gas metano (PDR 09951203202419).

La fornitura di gas metano al PDR 09951207739267 corrisponde all'appartamento del custode, perciò non verrà presa in considerazione delle analisi seguenti.

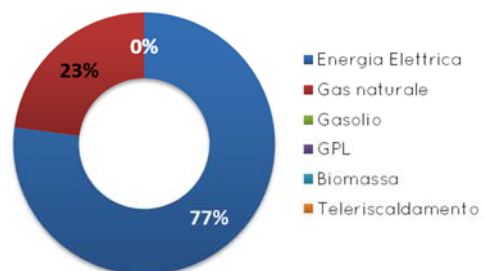
L'analisi dei dati d'insieme riguardo l'andamento dell'uso di energia elettrica e del combustibile nell'anno 2016, in cui il consumo totale del sito analizzato è stato pari a circa 214 Tep. In particolare il 25% dei consumi è dovuto al gas naturale, utilizzato principalmente per il riscaldamento degli ambienti, mentre il 75% all'energia elettrica.

La ripartizione dei consumi totali in base ai vettori energetici, insieme al riepilogo dei modelli elettrico e termico individuati, sono rappresentati nei grafici seguenti.

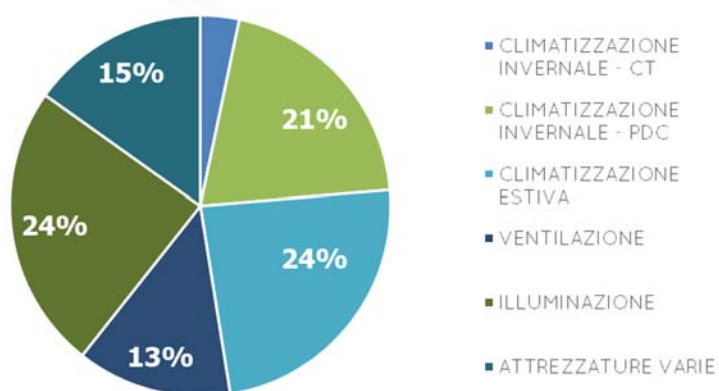
RIPARTIZIONE FABBISOGNO ENERGETICO



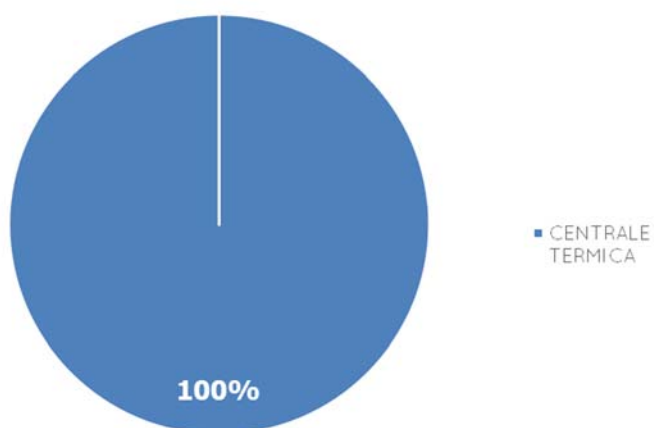
RIPARTIZIONE SPESA ENERGETICA



Modello Elettrico



Modello Termico



RIEPILOGO INTERVENTI MIGLIORATIVI								
#	INTERVENTO	I [€]	TR [anni]	TRA [anni]	T [anni]	TIR [%]	VAN [€]	IP [-]
1	Isolamento solaio verso sottotetto	11.550,00	6,6	7	30	13,97%	14.376,00	1,245
2	Installazione caldaie a condensazione e valvole termostatiche	86.250,00	12,0	14	20	5,19%	16.161,48	0,187
3	Installazione lampade LED	50.500,00	5,6	6	10	11,61%	19.388,65	0,384
4	Installazione impianto fotovoltaico	65.150,00	7,7	9	20	11,45%	66.119,28	1,015

Legenda:

- I: Investimento in [€];
- TR: Tempo di ritorno semplice in [anni];
- TRA: Tempo di ritorno attualizzato in [anni];
- T: periodo di riferimento in [anni];
- TIR: tasso interno di rendimento in [%];
- VAN: valore attuale netto in [€];
- IP: Indice di profitto, pari a VAN/I.

1.3 Metodologia di diagnosi

Scopo della diagnosi energetica è il raggiungimento di una conoscenza approfondita del reale comportamento (e del consumo) energetico della realtà sottoposta ad esame al fine di individuare le più efficaci modifiche di tale comportamento con cui si possono conseguire i seguenti obiettivi:

- Il miglioramento dell'efficienza energetica;
- La riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici;
- Il miglioramento della sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti;
- L'eventuale riqualificazione del sistema energetico.

Tali obiettivi sono raggiungibili tramite l'utilizzo, fra l'altro, dei seguenti strumenti:

- Razionalizzazione dei flussi energetici;
- Recupero delle energie disperse;
- Individuazione di tecnologie per il risparmio di energia;
- Ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica;
- Gestione dei rischi tecnici ed economici;
- Miglioramento delle modalità di conduzione e manutenzione (O&M).

Il presente documento è volto a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico del complesso di edifici dell'attività all'interno del sito e ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici.

Le considerazioni fatte e le soluzioni proposte si fondano su dati consuntivi (ad es. fatture fornitura), su dati previsionali o desunti dall'attività operativa forniti dal committente, su dati misurati durante il sopralluogo oltre che su approssimazioni e stime valutate sulla base dell'esperienza professionale di chi ha realizzato l'audit presso il sito.

In conseguenza di queste molteplici fonti di dati si ricorda al committente che, per quanto concerne le valutazioni economiche degli interventi di efficientamento energetico, sarà necessario, nel momento in cui si intenda procedere con un intervento realizzativo delle soluzioni impiantistiche proposte, aggiornare sempre e comunque le stime fatte nelle pagine a seguire del presente report, sia ai valori di mercato all'atto del commissionamento delle opere, sia ad un preventivo puntuale (materiali e manodopera) conseguente ad una progettazione di dettaglio dei lavori da realizzare. Gruppo Eden è comunque a disposizione per fornire un supporto al committente per effettuare tutte le valutazioni dettagliate sugli investimenti economici che questa intenda eventualmente realizzare, che non sono state oggetto del mandato per il presente lavoro.

Per una corretta diagnosi, i consumi dei singoli vettori energetici acquistati (energia elettrica, gas, gasolio, etc.) dovranno essere ripartiti tra le diverse aree e utenze del sito, in modo da individuare quelli a maggior consumo energetico piuttosto che quelli con maggiori inefficienze.

Poiché la diagnosi avrà come output un calcolo di risparmio potenziale, sarà importante costruire correttamente il contesto di riferimento e la baseline dei consumi rispetto alla quale verranno calcolati i risparmi in futuro. I consumi di un sito sono infatti influenzati da molteplici fattori, quali condizioni meteo,

produzione, occupazione. Questi fattori dovranno essere correttamente individuati e correlati alle variazioni di consumo, diventando così gli indicatori di riferimento per la committenza.

L'orizzonte temporale di riferimento sarà di almeno 12 mesi, per poter isolare fenomeni di stagionalità che possono alterare gli andamenti dei consumi.

Verranno considerate tutte le utenze elettriche delle aree del sito, trascurando eventualmente quelle utenze che rappresentano un consumo marginale. Sarà analizzato l'uso e la tipologia dei macchinari impiegati con particolare attenzione al profilo di consumo energetico.

La diagnosi svolta da Gruppo Eden si articola quindi in varie sottofasi successive che si susseguono in base a un principio di raffinazione delle informazioni e dei risultati. Le attività svolte sono state le seguenti:

- sopralluogo in sito, con particolare attenzione ai centri di consumo energetico e alle caratteristiche degli immobili;
- recupero e analisi delle bollette dei principali vettori energetici che vengono utilizzati all'interno del sito;
- analisi dei consumi e dei costi relativi alla fornitura;
- stesura delle proposte progettuali per la riduzione dei consumi energetici e relativi tempi di ritorno dell'investimento;
- stesura del documento di diagnosi e presentazione presso la committenza.

1.3.1 Nota su chi ha redatto la diagnosi energetica

Gruppo EDEN è una Energy Service Company (ESCO) di Bologna accreditata presso il GSE e certificata ai sensi della UNI CEI 11352. Tale norma intende fornire i requisiti per verificare la capacità della società di servizi energetici di offrire servizi conformi alla UNI CEI EN 15900 (servizi di efficienza energetica – definizioni e requisiti) e dare così all'utente finale garanzia della qualità del servizio fornito. Il nostro team di lavoro è costituito da ingegneri e tecnici qualificati con esperienza nell'ambito dei servizi energetici.

Ai fini di una totale trasparenza sulla stesura della diagnosi viene di seguito riportato il personale impiegato nelle varie fasi di esecuzione della diagnosi e la rispettiva mansione:

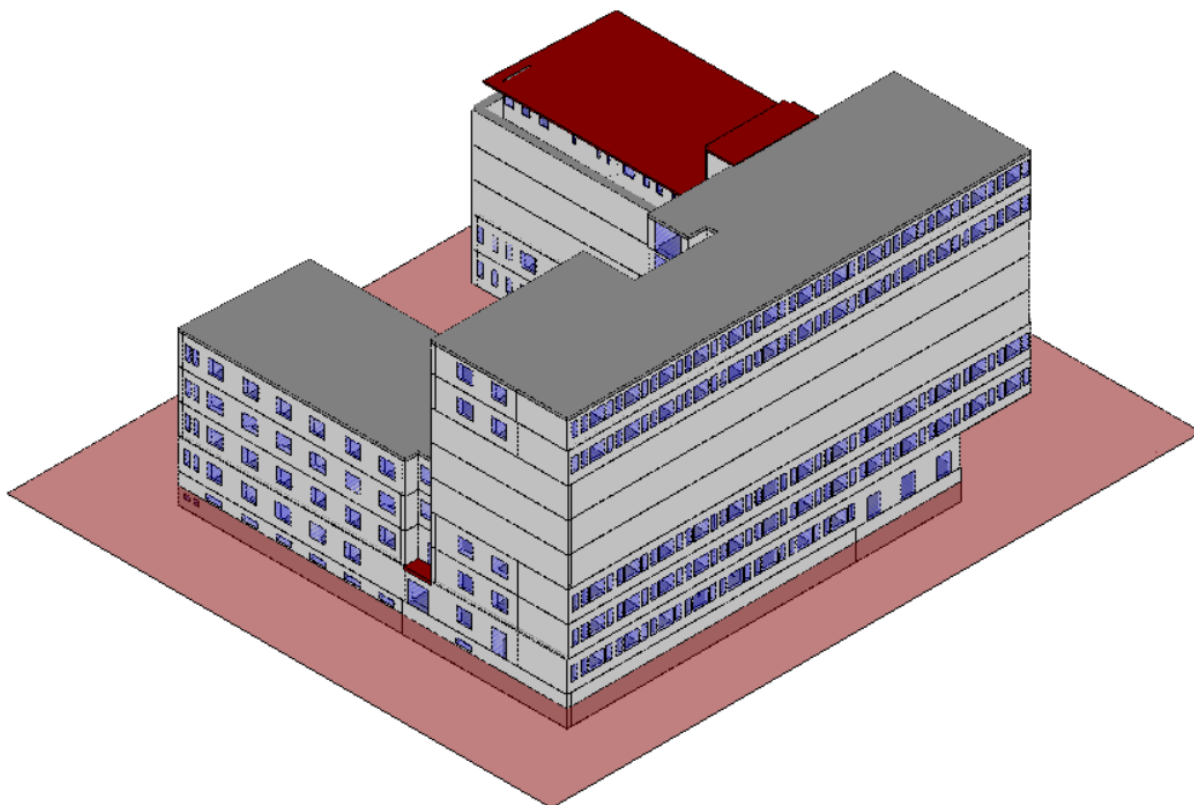
Tecnici impiegati		
Risorsa	Ruolo	Riferimenti (Email)
Ing. Sara Finardi	TA – Tecnico dell'analisi preliminare	sara.finardi@gruppoeden.it
Ing. Emanuele Pifferi		emanuele.pifferi@gruppoeden.it
Ing. Sara Finardi	TR – Tecnico del rilievo	sara.finardi@gruppoeden.it
Ing. Alex Nonni		alex.nonni@gruppoeden.it
Ing. Emanuele Pifferi	TC – Tecnico del calcolo energetico	emanuele.pifferi@gruppoeden.it
Ing. Genni Grillini		genni.grillini@gruppoeden.it
Ing. Sara Finardi		sara.finardi@gruppoeden.it
Ing. Alex Nonni		alex.nonni@gruppoeden.it
Ing. Emanuele Pifferi	TD – Tecnico del report di diagnosi	emanuele.pifferi@gruppoeden.it
Ing. Genni Grillini		genni.grillini@gruppoeden.it
Ing. Sara Finardi		sara.finardi@gruppoeden.it

Il personale impiegato nei sopralluoghi per la realizzazione della Diagnosi Energetica ha potuto disporre della seguente strumentazione: distanziometri Laser, spessivetri, termocamere a infrarossi e macchine fotografiche. Per valutare la prestazione energetica del sistema edifici-impianto si è scelto di effettuare un metodo di calcolo standardizzato da rilievo per analogia costruttiva con edifici e sistemi impiantistici coevi. L'analisi è stata effettuata anche attraverso un software di modellazione energetica partendo dai dati volumetrici e dalle caratteristiche costruttive desunte dalla documentazione fornita e rilevate durante il sopralluogo. Attraverso la modellazione è stato possibile quantificare le superfici disperdenti che si interfacciano con l'ambiente esterno e con i locali interni non riscaldati. Partendo dall'acquisizione dei dati di input grafico inseriti attraverso il modello tridimensionale, ed inserendo man mano i dati costruttivi e tipologici dei vari componenti edilizi ed impiantistici, è stato possibile valutare il fabbisogno di energia del sistema edificio-impianto in regime invernale.

1.3.2 Software di calcolo

Per valutare la prestazione energetica del sistema edifici-impianto si è scelto di effettuare un metodo di calcolo standardizzato da rilievo per analogia costruttiva con edifici e sistemi impiantistici coevi.

L'analisi è stata effettuata attraverso un software di modellazione energetica (Namirial Termo, rilasciato dalla Namirial Spa e validato dal CTI in data 29/06/2016, protocollo n.71, come rispondente alle specifiche tecniche UNI TS 11300) partendo dai dati volumetrici e dalle caratteristiche costruttive desunte dalla documentazione fornita e rilevate durante il sopralluogo.



Modello tridimensionale dell'edificio utilizzato per di calcolo dell'edificio

Attraverso la modellazione è stato possibile quantificare le superfici disperdenti verticali ed orizzontali (sia opache che trasparenti) che si interfacciano con l'ambiente esterno e con i locali interni non riscaldati. In fase di modellazione viene inoltre valutato, per ciascun locale, un tasso di ventilazione dell'ambiente stimato sulla base di quanto rilevato in fase di sopralluogo. Partendo dall'acquisizione dei dati di input grafico inseriti attraverso il modello tridimensionale, ed inserendo man mano i dati costruttivi e tipologici dei vari componenti edilizi ed impiantistici, è stato possibile valutare il fabbisogno di energia del sistema edificio-impianto in regime invernale.

1.3.3 Unità di misura e valori di riferimento adottati

Nel presente documento tutti i vettori energetici considerati verranno riportati seguendo le unità di misura riportate in tabella. Ogni vettore è inoltre correlato con il fattore di conversione in tonnellate di petrolio equivalente (circolare Mise del 18 Dicembre 2014).

Vettore energetico	Unità di misura	Fattore di conversione in tep
Energia Elettrica	kWh	$0,187 \times 10^{-3}$
Gas naturale	Sm ³	PCI (kcal/kg) $\times 10^{-7}$
Gasolio	Kg	PCI (kcal/kg) $\times 10^{-7}$
GPL	Kg	PCI (kcal/kg) $\times 10^{-7}$
Calore	kWht	$860/0,9 \times 10^{-7}$
Freddo	kWhf	$(1/EER) \times 0,187 \times 10^{-3}$

Sono state utilizzate unità di misura appartenenti al Sistema Internazionale:

- Unità di misura dell'Energia: **kWh** (utenze elettriche) e **kWht** (utenze termiche) o (in alternativa) **GJ**;
- Unità di misura della Potenza: **kW** (utenze elettriche) ed i **kWt** (utenze termiche).

Si riportano, di seguito, le relazioni quantitative tra le varie unità di misura più comunemente adottate:

Relazioni quantitative tra le varie unità di misura comunemente adottate
1 kcal = 4,187 kJ
1 tep = 41,868 GJ (10.000.000 kcal)
1 kWh = 3.600 kJ (860 kcal)
P.c.i. Metano = 34.530 kJ/Nm³ (8.250 kcal/Sm³)
P.c.i. Gasolio = 42.705 kJ/Kg (10.200 kcal/kg)
P.c.i. GPL = 46.057 kJ/Kg (11.000 kcal/kg)

Le conversioni di unità di misura riguarderanno essenzialmente le grandezze ENERGIA e POTENZA: esse saranno espresse nelle seguenti unità precedentemente introdotte e definite:

- Energia elettrica: kWh, MWh e kJ
- Energia termica/frigorifera: kWht, MWht e kJ / kWhf, MWhf e kJ
- Potenza elettrica: kW e MW
- Potenza termica/frigorifera: kWt e MWt / kWf e MWf

1.3.4 Norme Tecniche e Legislazione di Riferimento

Il presente documento è stato redatto utilizzando la metodologia indicata nelle norme UNI CEI EN 16247:2012 e UNI CEI/TR 11428:2011.

Di seguito le norme tecniche e la legislazione di riferimento:

Direttive Europee:

- **Dir.Eu.92/42/CEE:** Requisiti di rendimento per le nuove caldaie ad acqua calda alimentate con combustibili liquidi o gassosi, 1992.
- **Dir.Eu.2012/27/UE:** Direttiva Europea sull'efficienza energetica (che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE).

Leggi Italiane:

- **D.Lgs. 4 Aprile 2006, n.216:** Attuazione delle Direttive 2003/87 e 2004/101/CE in materia di scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra.
- **D.Lgs. 30 Maggio 2008, n.115:** Attuazione della Direttiva 2006/32/CE Relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici. Allegato - III "Metodologie di calcolo e requisiti dei soggetti per l'esecuzione delle diagnosi energetiche e la certificazione energetica degli edifici.
- **D.Lgs. 4 Luglio 2014, n.102:** Attuazione della Direttiva 2012/27/UE sull'Efficienza Energetica. In aggiunta l'Allegato 2 riporta i criteri minimi per gli audit energetici, compresi quelli realizzati nel quadro dei sistemi di gestione dell'energia.
- **D.L. 18.06.07 n. 73,** Misure urgenti per l'attuazione di disposizioni comunitarie in materia di liberalizzazione dei mercati dell'energia, 2007 (convertito con legge 3 agosto 2007, n. 125) D.Lgs. 192/2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, 2005.
- **D.Lgs. 152/2006,** Norme in materia ambientale, 2006.
- **D.Lgs. 311/2006,** Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia, 2006.
- **D.Lgs.81/2008,** Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, 2008.
- **D.M. 16.02.82,** Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi, 1982.
- **D.M. 09.04.94,** Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere, 1994.
- **D.M. 19.08.96,** Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo, 1996.
- **D.M. 10.03.98,** Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, 1998.
- **D.M. 06.10.03,** Approvazione della regola tecnica recante l'aggiornamento delle disposizioni di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico-alberghiere esistenti di cui al decreto 9 aprile 1994, 2003.
- **D.M. 11.03.08,** Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296, 2008.
- **D.M. 26.06.09,** Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, 2009.

- **D.P.R. n. 412/1993**, Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10, 1993.
- **D.P.R. n. 660/1996**, Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua, alimentate con combustibili liquidi o gassosi, 1996.
- **D.P.R. n. 59/2009**, Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del decreto legislativo 19 Agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, 2009.
- **Legge 09.01.91, n.10**, Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili.
- **Decreto 26 giugno 2015** – DM requisiti minimi.
- **Decreto 26 giugno 2015** – Certificazione energetica.
- **Decreto 26 giugno 2015** – Relazione tecnica.

Norme Tecniche:

- **UNI CEI/TR 11428:2011** "Gestione dell'energia – Diagnosi energetiche – requisiti generali del servizio di diagnosi energetica".
- **UNI CEI EN 16247-1:2012** "Diagnosi energetiche - Requisiti generali".
- **UNI CEI EN 16247-2:2014** "Diagnosi energetiche - Edifici".
- **UNI CEI EN 16212:2012** "Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)".
- **UNI CEI EN 16231:2012** "Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica".
- **UNI CEI EN 15900/2011** "Servizi di efficienza energetica – Definizioni e Requisiti".
- **UNI TS 11300-Parte 1** "Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva e invernale".
- **UNI TS 11300-Parte 2** "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria".
- **UNI TS 11300-Parte 3** "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva".
- **UNI TS 11300-Parte 4** "Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria".
- **UNI CEI EN ISO 50001:2011** "Sistemi di gestione dell'energia – Requisiti e linee guida per l'uso".
- **UNI EN ISO 14001:2004** "Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l'uso".
- **UNI CEI 11339**: "Gestione dell'energia. Esperti in gestione dell'energia. Requisiti generali per la qualificazione".
- **EN 61829**, Crystalline silicon photovoltaic array – On-site measurement of I-V characteristics, 1998.
- **ISO 9869**, Thermal insulation – Building elements – In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance, 1994.
- **prEN 14825**, Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling – Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance, 2010.
- **UNI 7979**, Edilizia - Serramenti esterni (verticali) - Classificazione in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento, 1979.
- **UNI 9019**, Ripartizione delle spese di riscaldamento basata sulla contabilizzazione dei gradi- giorno, 1987.
- **UNI 10200**, Impianti di riscaldamento centralizzati – Ripartizione delle spese di riscaldamento, 2005.

- **UNI 10348**, Riscaldamento degli edifici – Rendimenti dei sistemi di riscaldamento: metodo di calcolo, 1993.
- **UNI 10349**, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici, 1994.
- **UNI 12464-1**, Illuminazioni dei posti di lavoro – parte 1: Posti di lavoro in interni, 2004.
- **UNI EN 303**, Caldaie per riscaldamento – Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale ed automatica, con una potenza termica nominale fino a 300 kW – Parte 5: Terminologia, requisiti, prove e marcatura, 2004.
- **UNI EN 442-2**, Radiatori e convettori – Metodi di prova e valutazione, 2004.
- **UNI EN 1264-2**, Riscaldamento a pavimento – Impianti e componenti – Determinazione della potenza termica, 1999.
- **UNI EN 12207**, Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione, 2000.
- **UNI EN 12309-2**, Apparecchi di climatizzazione e/o pompe di calore ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Utilizzazione razionale dell'energia, 2002.
- **UNI EN 12815**, Termocucine a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova, 2006.
- **UNI EN 12831**, Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto, 2006.
- **UNI EN 13203-2**, Apparecchi a gas domestici per la produzione di acqua calda – Apparecchi di portata termica nominale non maggiore di 70 kW e capacità di accumulo di acqua non maggiore di 300 l, 2007.
- **UNI EN 13229**, Inserti e caminetti aperti alimentati a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova, 2006.
- **UNI EN 13240**, Stufe a combustibile solido – Requisiti e metodi di prova, 2006.
- **UNI EN 13829**, Prestazione termica degli edifici - Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici - Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore, 2002.
- **UNI EN 14037**, Strisce radianti a soffitto alimentate con acqua a temperatura minore di 120°C, 2005.
- **UNI EN 14785**, Apparecchi per il riscaldamento domestico alimentati con pellet di Legno - Requisiti e metodi di prova, 2008.
- **UNI EN 15193**, Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione, 2008.
- **UNI EN 15242**, Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni, 2008.
- **UNI EN 15251**, Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica, 2008.
- **UNI EN 15265**, Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici – Criteri generali e procedimenti di validazione, 2008.
- **UNI EN 15316-2**, Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 2.3: Sistemi di distribuzione di calore negli ambienti, 2007.
- **UNI EN 15316-3**, Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 3.1: Impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, caratterizzazione dei fabbisogni (fabbisogni di erogazione), 2008.
- **UNI EN 15316-4-1**, Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 4-1: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi a combustione (caldaie), 2008.
- **UNI EN 15316-4-3**, Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici, 2008.
- **UNI EN 15316-4-6**, Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici, 2008.

- **UNI EN 15316-4-7**, Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 4-7: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, sistemi di combustione a biomassa, 2009.
- **UNI EN 15450**, Impianto di riscaldamento negli edifici – Progettazione degli impianti di riscaldamento a pompa di calore, 2008.
- **UNI EN ISO 6946**, Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo, 2008.
- **UNI EN ISO 7726**, Ergonomia degli ambienti termici – Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche, 2002.
- **UNI EN ISO 7730**, Ergonomia degli ambienti termici – Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale, 2006.
- **UNI EN ISO 13370**, Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo, 2008.
- **UNI EN ISO 13790**, Prestazioni energetiche degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento, 2008.
- **UNI EN ISO 13791**, Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati in calcestruzzo, 2005.
- **UNI EN ISO 14683**, Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento, 2001.
- **UNI EN ISO 15927**, Prestazione termo-igrometrica degli edifici – Calcolo e presentazione dei dati climatici, 2005.
- **UNI/TR 11328-1**, Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia, 2009.
- **UNI/TR 11388**, Sistemi di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale utilizzando valvole di corpo scaldante e totalizzatore dei tempi di inserzione, 2010.

Linee Guida:

- LGEE – Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici – AICARR – sett. 2013.

1.4 Periodo di riferimento

Le attività di raccolta dati, verifiche in sito ed elaborazioni preliminari si sono svolte nei mesi di Febbraio-Marzo 2018. La Diagnosi fa fotografa la situazione del sito all'anno 2016, assunto quale anno di riferimento.

1.5 Informazioni sui dati raccolti

Segue un elenco del materiale fornito dal referente del sito per la realizzazione della Diagnosi Energetica.

Documento							Ricevuto
Planimetrie dei locali							07/02/2018
DWG	X	Catastale		Cartacea		Pdf	
Dati Catastali							17/04/2018
Prospetti relativi stato di fatto							07/02/2018
Sezioni relativi allo stato di fatto							07/02/2018
Stratigrafie delle principali strutture costruttive: pareti, solai, copertura							No
Relazione ex Legge 10/91 (attuale all. E del D.Lgs. 311/2006 e s.m.i)							No
Attestato di Prestazione Energetica APE							No
Diagnosi energetica dell'edificio precedentemente redatta							No
Note relative alla documentazione sull'involucro							--
Libretti di impianto degli impianti di riscaldamento							No
Progetti degli impianti di riscaldamento							--
Libretti di impianto degli impianti di raffrescamento estivo							--
Progetti degli impianti di raffrescamento estivo							--
Progetto elettrico, schemi elettrici impianti di illuminazione							--
Dichiarazioni di conformità degli impianti							--
Certificato di prevenzione incendi (CPI)							--
Note relative alla documentazione sugli impianti							--
Consumi e costi di gas naturale registrati anno 2014							No
Consumi e costi di gas naturale registrati anno 2015							No
Consumi e costi di gas naturale registrati anno 2016							07/02/2018
Consumi e costi di energia elettrica registrati anno 2014							No
Consumi e costi di energia elettrica registrati anno 2015							No
Consumi e costi di energia elettrica registrati anno 2016							07/02/2018
Note relative alla documentazione sui consumi							--
Altra documentazione eventualmente fornita							--
Orari di utilizzo della struttura							19/02/2018
Elaborati attestanti eventuali ristrutturazioni o manutenzioni straordinarie di elementi dell'edificio							--
Consumi e costi relativi ad altri vettori (gasolio, GPL, Biomassa) registrati nel periodo 2013-2016							--
Relazione tecnica di progetto impianto di produzione da fonti rinnovabili e schemi d'impianto							--
Dati di produzione dell'impianto FER registrati nel periodo 2013-2016							--

1.6 Esclusioni e limitazioni

Tale documento è stato redatto utilizzando la metodologia indicata nelle norme UNI CEI EN 16247:2012 e UNI CEI/TR 11428:2011, secondo le regole della correttezza, della diligenza e della buona fede professionale.

Tutte le analisi effettuate si basano su dati rilevati in fase di sopralluogo o, laddove non reperibili, desunti da letteratura tecnica. Non sono state eseguite in questa fase misurazioni dei consumi elettrici con strumenti portatili. Per quanto concerne la fase analitica successiva sono stati ritenuti accettabili scostamenti contenuti rispetto ai valori effettivi di assorbimento e di fabbisogno dell'edificio coerenti con i fenomeni osservati.

La diagnosi svolta esclude richieste di autorizzazioni, istruttorie presso enti, attività di progettazione e collaudo, verifiche inerenti la conformità degli elementi strutturali e impiantistici alle normative e leggi applicabili, riguardo agli aspetti costruttivi/installativi, di sicurezza, ambientali, etc., non direttamente pertinenti con le attività descritte nel presente documento.

Le informazioni e i dati contenuti nella documentazione fornita a Gruppo EDEN nel corso delle attività si intendono vere e autentiche. Le esperienze, le informazioni disponibili in letterature, e/o desunti da attività analoghe sono utilizzate come riferimento in assenza di dati oggettivi.

Le stime economiche sono indicative ed elaborate su base parametrica e non possono surrogare le analisi economiche/finanziarie e computi metrici sottesi ad un progetto preliminare ma costituire un supporto all'elaborazione degli stessi. Vista la carenza di dati di dettaglio forniti dalla committenza, si è preferito non addentrarsi in analisi econometriche, ma ci si è limitati a fornire come indicatore il tempo di ritorno semplice. Il rapporto di Audit non può surrogare eventuali relazioni e/o perizie tecniche di parte inerenti problematiche ambientali e/o eventuali rapporti con terzi, in particolare in caso di contenziosi.

2. Audit Energetico

2.1 Caratterizzazione del sistema edificio-impianto

2.1.1 Dati Generali

Dati Generali	
Indirizzo	Corso Bolzano, 44 - 10121 Torino (TO)
Dati Catastali	Foglio 1241, Particella 8, Sub da 3 a 8
Anno di costruzione e modifiche	1960 circa
Breve descrizione	Edificio isolato, con più gestioni.
Destinazione d'uso (DPR 412/93)	E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili.
Proprietà/Gestione	L'edificio al momento della Diagnosi Energetica è accatastato come proprietà del Demanio dello Stato. E' utilizzato in parte dagli uffici del settore Ambiente, Governo e Tutela del territorio della Regione Piemonte, in parte dal Ministero delle Strutture e dei Trasporti e dal Ministero dell'Economia e delle Finanze. È inoltre presente anche un bar e l'appartamento del custode dell'edificio.
Zona climatica (DPR 412/93)	E – Durata stagione termica convenzionale: 15 Ottobre – 15 Aprile
Vincolo sovrintendenza	Edificio non vincolato
Zone termiche individuate (T di reg.)	Uffici (20°C) Area conferenze 6°Piano (20°C) Altra gestione (20°C)
<div>   </div> <div> <p><i>Figura 1 - Immagine satellitare del contesto</i></p> <p><i>Figura 2 - Immagine della facciata principale</i></p> </div>	
Superficie utile	6.794 m2
Superficie riscaldata	6.427 m2
Superficie disperdente (S)	7.439 m2
Volume riscaldato (V)	25.912 m3
Rapporto S/V	0,287

2.1.2 Dati involucro

La struttura si presenta con 9 piani fuori terra ed un piano seminterrato, con struttura portante in cemento armato molto regolare. Gli uffici della Regione Piemonte e i locali annessi occupano la parte nord dell'edificio, come mostrato in figura, ad eccezione del terzo, quarto e quinto piano.

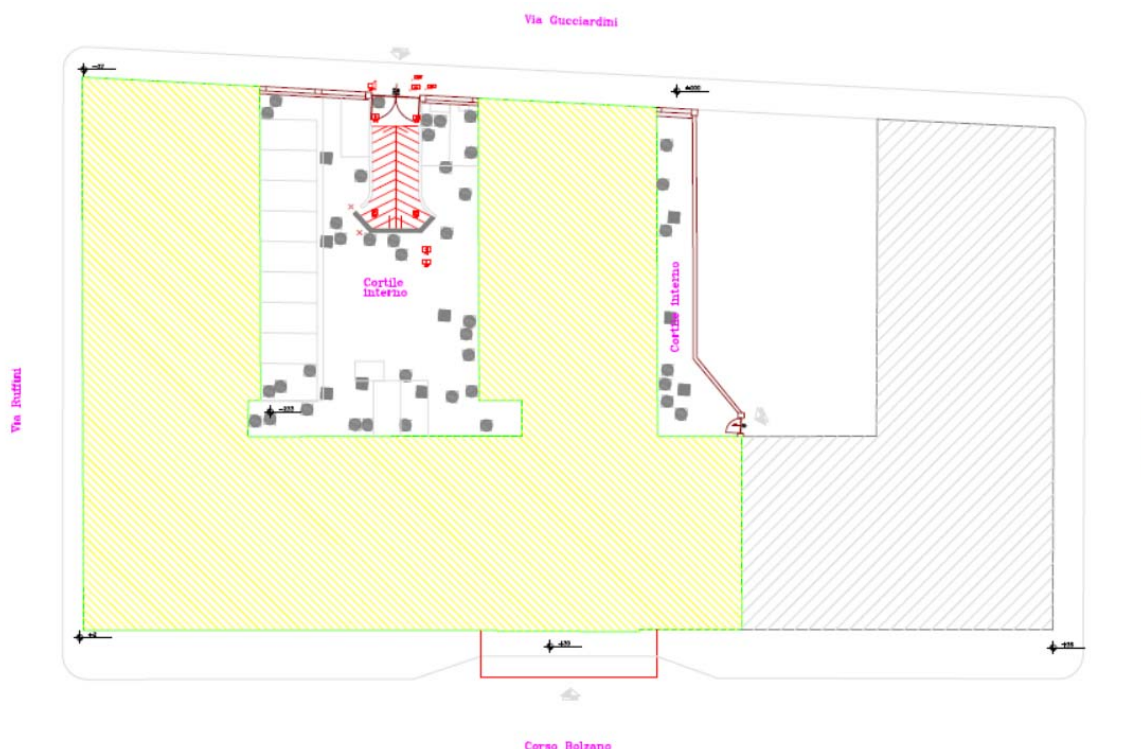


Figura 3 – Inquadramento Uffici Regione Piemonte

Il piano seminterrato è occupato dall'archivio e altri locali tecnici, la maggior parte non scaldati, come la centrale termica e la centrale elettrica. Tutti gli altri piani fuori terra sono occupati da uffici, disposti su 3 ale: l'ala rivolta verso Corso Bolzano, l'ala rivolta verso via Fratelli Ruffini e l'ala centrale di tutto l'edificio. All'ottavo piano dell'edificio è presente un sottotetto non scaldato, mentre al sesto piano dell'ala centrale è presente una sopraelevazione impiegata come sala conferenze. Il sottotetto dell'ala rivolta verso via Fratelli Ruffini sovrasta gli uffici del Ministero.

Oltre alla struttura portante in cemento armato, l'involucro opaco verticale è costituito da tamponamenti in laterizio rivestiti in pietra. Tuttavia, per quanto riguarda le strutture verticali, prevale l'involucro trasparente, soprattutto sulla facciata principale dell'edificio. Gli infissi sono prevalentemente con telaio in metallo senza taglio termico, vetro doppio e veneziane interne come sistemi di ombreggiamento. Le prestazioni non sono ottimali, sia per lo scarso spessore del vetrocamera, sia per la diffusa presenza di sottofinestra con proprietà termofisiche differenti rispetto al resto della struttura. Non si dispone di schede tecniche specifiche dell'involucro opaco e trasparente per caratterizzarne in modo puntuale la stratigrafia, si è quindi stimata la loro trasmittanza in base a quanto visibile in fase di sopralluogo, alle interviste in sito e all'esperienza. Si fa presente che tali assunzioni, ricavate tramite software di calcolo, potrebbero determinare delle sovrastime o sottostime delle dispersioni termiche.

Componenti opachi prevalenti



Figura 4 - Foto involucro esterno



Figura 5 - Foto involucro esterno

Tipologia componenti opaca	Descrizione	Trasmittanza termica (U)	Fonte Dato
Parete esterna	Tamponamento in laterizio e rivestimento in pietra Spessore c.a. 30 cm	1,12 W/m ² K	Rilievo e Calcolo
Parete esterna	Tamponamento in laterizio e rivestimento in pietra Spessore c.a. 50 cm	0,73 W/m ² K	Rilievo e Calcolo
Sottofinestra	Tamponamento in laterizio Spessore 20-25 cm	1,46 W/m ² K	Rilievo e Calcolo
Solaio interno	Solaio in calcestruzzo Spessore 35 cm	1,26 W/m ² K	Rilievo e Calcolo
Copertura "Parlamentino"	Copertura in lamiera coibentata	0,64 W/m ² K	Rilievo e Calcolo

Infissi prevalenti



Figura 6 - Foto involucro trasparente



Figura 7 - Dettaglio involucro trasparente

Tipologia infisso	Descrizione	Trasmittanza termica (U)	Fonte Dato
Finestre lato Corso Bolzano	Vetro doppio, telaio in metallo, veneziane interne	TELAIO: $U_f = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ VETRO: $U_g = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ TOTALE: $U_w = 3,8-4,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	Rilievo e Calcolo

Finestre "Parlamentino"	Vetro singolo, telaio in metallo	TELAIO: $U_f = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ VETRO: $U_g = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ TOTALE: $U_w = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Rilievo e Calcolo
Portefinestra verso balconi	Vetro doppio, telaio in metallo	TELAIO: $U_f = 5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ VETRO: $U_g = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ TOTALE: $U_w = 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Rilievo e Calcolo

L'analisi dei Ponti Termici presenti nella struttura è stata condotta come da norma UNI TS 11300-1, basandosi su abachi dei ponti termici conformi alla norma UNI EN ISO 14683.

Sono stati considerati i ponti termici presenti in corrispondenza degli angoli sporgenti e rientranti, dei solai, degli eventuali pilastri, degli infissi, di eventuali balconi.

Le immagini termografiche sottostanti mostrano alcuni ponti termici dell'involucro dell'edificio analizzato. Gli elementi in giallo, arancione e rosso sono i più disperdenti e quindi i punti deboli dell'involucro edilizio. Si notino nella prima foto in particolare gli infissi e il relativo sottofinestra, che si mostra molto più disperdente rispetto al tamponamento dell'edificio, soprattutto in caso di presenza di radiatori in sua corrispondenza. Nella seconda foto si possono evidenziare le dispersioni di calore corrispondenti alle discontinuità della struttura, sia per i solai che per i pilastri verticali.



Figura 8 - Foto sottofinestra

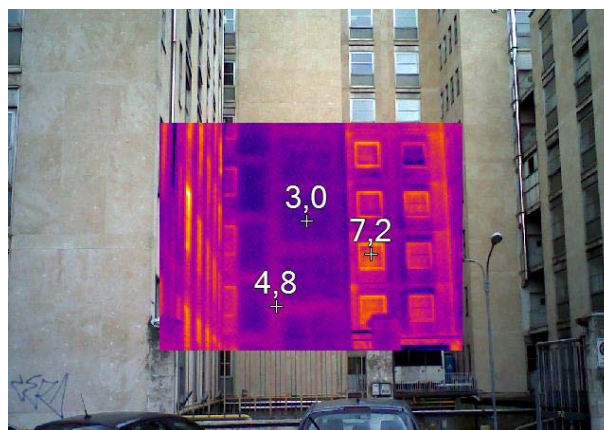


Figura 9 - Foto solai e pilastri

2.1.3 Dati impianto di climatizzazione

Per il riscaldamento, l'interno edificio si avvale di una centrale termica, localizzata al piano seminterrato. Essa è costituita da due generatori di calore standard a basamento, alimentati a gas metano. Si tratta di due caldaie Biasi NTN-AR600, risalenti al 1997, con potenza termica al focolare pari a 771,9 kW e potenza termica utile di 697,8 kW. Ognuna è dotata di bruciatore ad aria soffiata Baltur BGN 100P, con motore elettrico da 1,1 kW.

Il fluido termovettore è poi distribuito attraverso i circuiti secondari che alimentano i radiatori, i ventilconvettori, le UTA e l'accumulo per l'acqua calda sanitaria presente in centrale (1000 litri), che al momento risulta non funzionante. Ad ogni circuito secondario è associata un'elettropompa gemellare senza inverter.

La centrale termica risulta in funzione durante il periodo invernale di riscaldamento previsto dalla normativa (dal primo novembre al 15 aprile) dalle ore 6:00 alle ore 19:00 ed è gestita manualmente. L'accensione è temporizzata tramite centralina di regolazione. La temperatura di set point dell'aria ambiente nel periodo invernale è di 20°C, per garantire il comfort degli ospiti della struttura.

Oltre alla centrale termica, la Regione Piemonte usufruisce anche di una pompa di calore Clivet WSAN-SC150F a sei compressori per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo, localizzata al piano rialzato dell'edificio e risalente al 2005. Essa ha una potenza frigorifera nominale di 393 kWf e termica nominale di 396 kWt, con un EER pari a 2,71 e COP pari a 2,73 ed utilizza come gas refrigerante l'R407C. Ad essa è collegato anche un accumulo per l'acqua refrigerata da 1000 litri. I terminali di emissione ad essa collegati sono ventilconvettori Sabiana a soffitto.

La ventilazione degli ambienti è sia di tipo naturale che meccanico, poiché in ogni piano sono presenti griglie di mandata e di ripresa dell'aria primaria in corrispondenza dei canali di distribuzione dell'aria controsoffittati. Si sottolinea però che la Committenza non ha saputo fornire dati o indicazioni sulle unità di trattamento dell'aria collegate alla distribuzione dell'aria primaria.

I terminali di emissione sono radiatori senza valvole termostatiche e ventilconvettori a pavimento o a soffitto. Per l'area conferenze del sesto piano, invece, è presente una sottocentrale dedicata, costituita da una UTA Novair da 5.800 mc/h, con batteria calda, fredda e sezione umidificante, servita dai generatori della centrale termica e da due gruppi frigoriferi Clivet WRA101 a un compressore scroll, risalenti al 1996, con potenza frigorifera nominale pari a 25,5 kWf e EER pari a 2,77 in condizioni nominali. Questa sottocentrale viene messa in funzione solo all'occorrenza, in caso di riunioni e conferenze e i terminali di emissione ad esso associati sono diffusori d'aria a soffitto.

Si fa presente che non verranno presi in considerazione altri impianti utilizzati dalle altre gestioni dell'edificio (MEF, MIT, appartamento custode, bar), poiché la presente Diagnosi Energetica si riferisce solamente agli spazi gestiti dalla Regione Piemonte.



Figura 10 - Generatori di calore



Figura 11 - Distribuzione



Figura 12 - Centralina di regolazione centrale termica



Figura 13 - Pompa di calore Clivet WSAN-SC150F

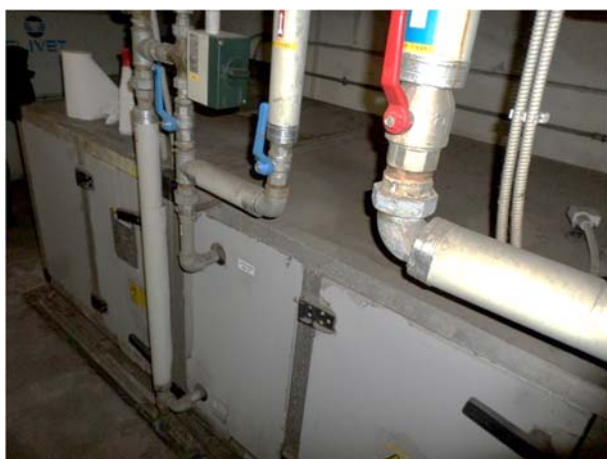


Figura 14 - Unità di Trattamento Aria "Parlamentino"



Figura 15 - Diffusori d'aria a soffitto "Parlamentino"



Figura 16 - Radiatore



Figura 17 - Cassetta a 4 vie a soffitto Sabiana

Generatori a Combustione							
Generatore	Tipologia	Putile_n [kW]	Pfocolare_n [kW]	η [%]	Bruciatore	Pel bruciatore [kW]	Anno
Biasi NTN-AR600	A basamento Standard	697,8	771,9	90,8%	Baltur BGN 100P	1,1	1997
Biasi NTN-AR600	A basamento Standard	697,8	771,9	90,8%	Baltur BGN 100P	1,1	1997
Pompe di calore							
Generatore	Tipologia	P frigo [kWf]	P termica [kWt]	EER	COP	Gas	Anno
Clivet WSAN-SC150F	Aria/acqua	393	396	2,71	2,73	R407C	2005
Gruppi frigo							
Generatore	Tipologia	P frigo [kWf]		EER		Gas	Anno
Clivet WRA101	Aria/acqua	25,5		2,77		R22	1996
Clivet WRA101	Aria/acqua	25,5		2,77		R22	1996
Centrali trattamento aria							
Utenza		Generatore di riferimento		Portata		P el motore [kW]	
UTA Novair "Parlamentino"		CT + Clivet WRA101		5800 mc/h		N.D.	

2.1.4 Illuminazione e altre utenze

L'impianto di illuminazione è costituito principalmente da corpi illuminanti a fluorescenza.

In particolare sono presenti lampade a fluorescenza 3x36W e 4x18W negli uffici e nei corridoi. Nei locali tecnici e di servizio, come nei vani scale, sono installati tubi fluorescenti da 36W. In alcuni altri locali, come i servizi igienici, sono installate plafoniere tonde per lampade alogene.

Si stima una potenza totale installata di circa 46,5 kW, con più di 650 punti luce.

Di norma gli orari di accensione e spegnimento delle lampade interne seguono quelli di occupazione dell'edificio per un totale di circa 2.400 ore annuali. L'accensione e lo spegnimento delle lampade interne è sotto controllo manuale.



Figura 18 - Illuminazione interna



Figura 19 - Illuminazione "Parlamentino"

Censimento lampade				
Collocazione	Tipologia	Numero elementi	Pot. Unitaria [W]	Pel TOT installata [kW]
Archivio	Tubi fluorescenti 1x36W	23	36	0,828
Archivio	Fluorescenti 4x18W	7	72	0,504
Seminterrato	Tubi fluorescenti 2x36W	27	72	1,944
Rialzato	Tubi fluorescenti 3x36W	47	108	5,076
Rialzato	Tubi fluorescenti 1x36W	50	36	1,800
P1	Tubi fluorescenti 3x36W	82	108	8,856
P1	Fluorescenti 4x18W	38	72	2,736
P1	Tubi fluorescenti 1x36W	10	36	0,360
P2	Tubi fluorescenti 3x36W	82	108	8,856
P2	Fluorescenti 4x18W	38	72	2,736
P2	Tubi fluorescenti 1x36W	10	36	0,360
P3-4-5 Scale	Tubi fluorescenti 1x36W	39	36	1,404
P6	Tubi fluorescenti 3x36W	28	108	3,024
P6	Fluorescenti 4x18W	33	72	2,376
P6	Tubi fluorescenti 1x36W	31	36	1,116
P7	Tubi fluorescenti 3x36W	29	108	3,132
P7	Fluorescenti 4x18W	42	72	3,024
P7	Tubi fluorescenti 1x36W	18	36	0,648
P8	Tubi fluorescenti 1x36W	19	36	0,684

Poiché la Committenza non ha fornito il censimento delle apparecchiature elettriche ed informatiche utilizzate dai dipendenti, si è proceduto a una stima del numero di PC, monitor, fotocopiatrici, CED e altre apparecchiature in base a quanto visionato durante il sopralluogo e in base alle planimetrie fornite.



Figura 20 – Cucina



Figura 21 – Quadro elettrico

Utenze elettriche			
Collocazione	Tipologia	Numero elementi (IPOTESI)	Potenza Elettrica Unitaria Assorbita [W] (IPOTIZZATA)
Aule	PC	230	150
Aule	CED	5	1.000
Aule	Fotocopiatrici	20	1.100

2.2 Profili di utilizzo

Gli orari di occupazione, di accensione e spegnimento degli impianti descritti sono stati forniti da manutentori, terzi responsabili e utilizzatori degli edifici. Sono stati utilizzati per la creazione del modello termico ed elettrico.

3. Caratterizzazione climatica

Al fine di contestualizzare geograficamente e climaticamente l'edificio oggetto del presente audit si riportano alcuni dati significativi della zona climatica di riferimento.

Inquadramento geografico del sito	
Località	Torino
Altitudine s.l.m.	281 m
Latitudine	45.072519
Longitudine	7.667931
Zona climatica	E
Periodo di riscaldamento	dal 15 Ottobre al 15 Aprile
Temperatura esterna invernale di progetto	-8°C

Tabella 1 – Dati climatici della località

Per la caratterizzazione climatica sono state considerate e registrate le seguenti variabili:

- Temperatura: media mensile da UNI 10349:2016 e da Banca Dati Meteorologici Arpa Piemonte
- Irraggiamento solare su piano orizzontale: valore medio mensile diretto e diffuso da UNI 10349
- Valore medio annuale della velocità media giornaliera e direzione prevalente del vento da UNI 10349
- Valore medio mensile di pressione parziale media giornaliera del vapore nell'aria da UNI 10349
- Gradi giorno del comune di appartenenza (come da all. A del D.P.R. 412/93 e s.m.i.)

Per normalizzare il modello di calcolo rispetto ai consumi energetici è stata condotta un'analisi sulle condizioni climatiche locali degli ultimi anni, verificando lo scostamento rispetto ai valori standard indicati nelle normative di riferimento per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici. In particolare sono stati utilizzati i dati climatici giornalieri o mensili registrati dalle stazioni meteorologiche gestite dall'agenzia Arpa Piemonte

L'analisi dei dati climatici medi mensili ha consentito di definire valori di temperatura da confrontare con i consumi reali, per la validazione del modello. Sono state prese in esame le temperature medie mensili registrati alla stazione meteo di Torino Giardini Reali nel triennio 2014 - 2016 e i valori da normativa per la provincia di Torino.

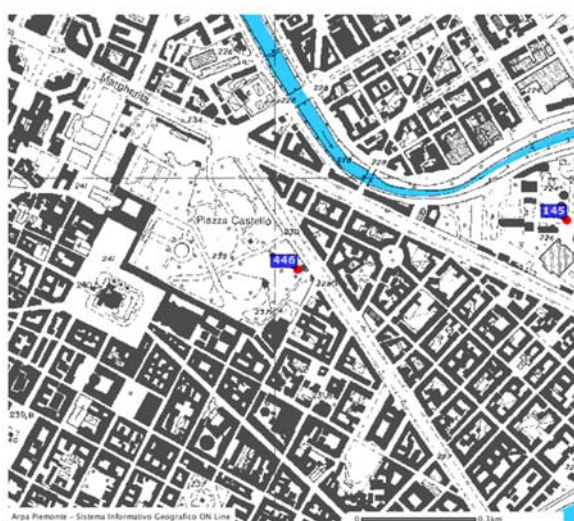


Figura 22 – Localizzazione della stazione meteorologica
(Fonte: Arpa Piemonte)

Analisi temperatura media mensile (°C)				
Mese	2014	2015	2016	UNI 10349
Gennaio	4,2	3,9	3,8	1,3
Febbraio	6,1	4,2	6,4	3,2
Marzo	10,6	9,9	9,4	8,4
Aprile	14,4	14,0	14,7	12,0
Maggio	16,8	18,5	16,9	18,1
Giugno	21,7	22,6	21,7	22,2
Luglio	21,8	27,9	25,1	23,7
Agosto	21,4	23,5	24,3	22,7
Settembre	18,7	18,0	21,0	19,2
Ottobre	15,0	12,5	12,8	12,4
Novembre	9,5	8,1	8,3	6,9
Dicembre	5,0	4,7	4,2	2,7
Media	13,8	14,0	14,1	12,7

Tabella 2 - Analisi delle temperature medie mensili per il triennio di riferimento

Analisi dei gradi giorno				
	2014	2015	2016	DPR 412/93
Gradi Giorno	2.114	2.296	2.247	2.617
scostamento %	-24%	-14%	-16%	-

Tabella 3 - Analisi dei gradi giorno invernali per il triennio di riferimento e confronto con valore da normativa

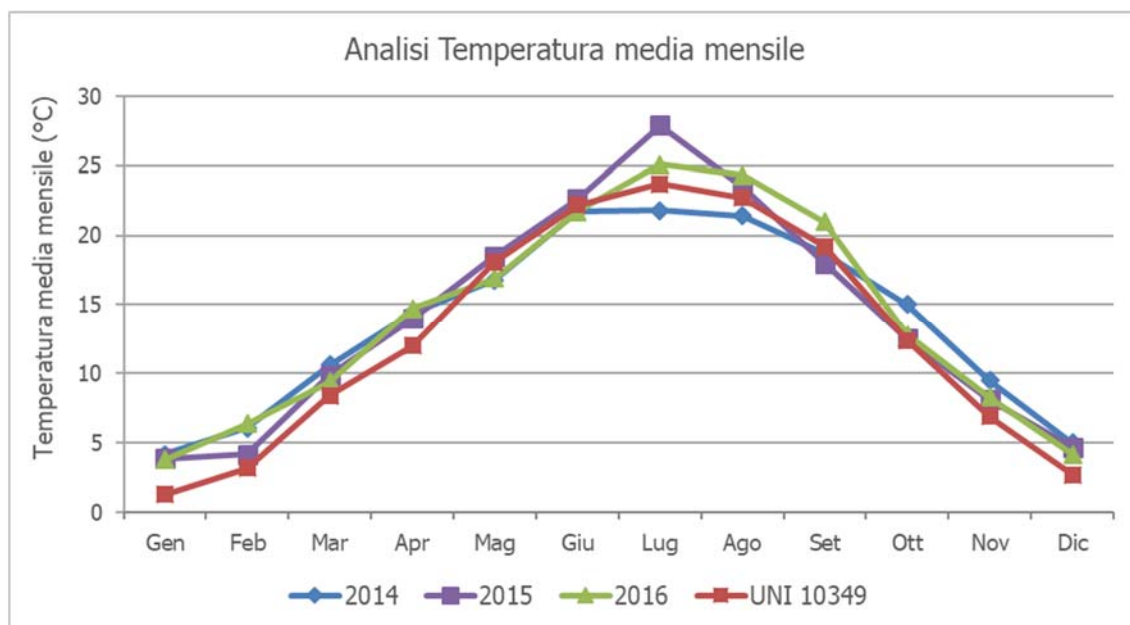


Figura 23 - Andamento delle temperature medie mensili per il triennio di riferimento

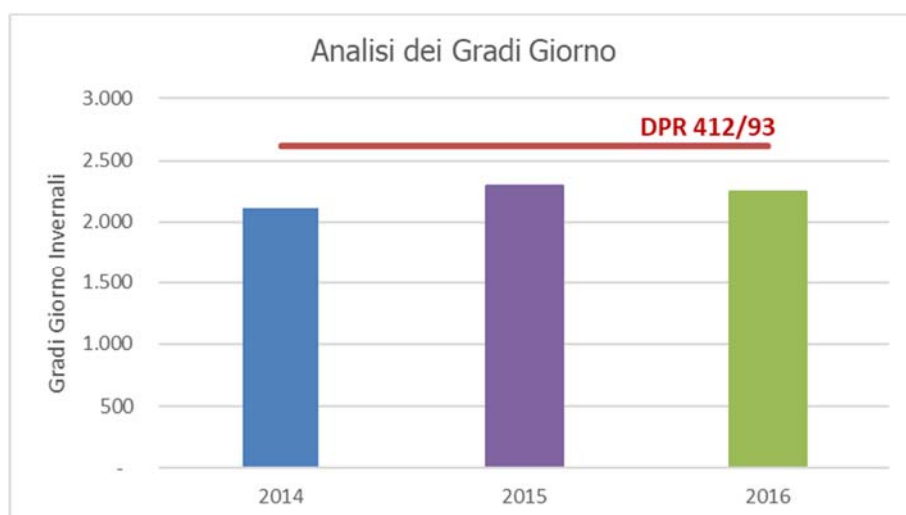


Figura 24 - Analisi dei gradi giorno invernali per il triennio di riferimento e confronto con valore da normativa

Dall'analisi delle temperature si evidenzia come il triennio 2014-2016 abbia fatto registrare nei mesi invernali temperature medie mensili più miti rispetto ai valori previsti dalla normativa, soprattutto nei primi mesi dell'anno. I gradi giorno invernali calcolati si discostano infatti del 14-24% rispetto al valore previsto.

Per quanto riguarda il periodo estivo, le temperature più alte sono state registrate nel 2015. I valori registrati nel 2016, invece, risultano di poco superiori a quelli previsti dalla normativa.

Si ritiene perciò che l'anno di riferimento 2016 sia sufficientemente coerente alle condizioni di riferimento, senza particolari fenomeni meteorologici che giustifichino un rilevante calo o aumento dei fabbisogni energetici dell'edificio.

A completare i dati meteorologici caratterizzanti il sito, si riportano i valori di irraggiamento, ventosità e umidità per la provincia di Torino secondo la norma UNI 10349.

Velocità del vento											
Zona di vento						1					
Velocità media del vento						1,4 m/s					
Direzione prevalente del vento						NE					
Irradiazione solare giornaliera media mensile su piano orizzontale [MJ/m2]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
4,6	7,7	11,7	16,0	19,7	22,8	24,0	20,2	14,6	9,0	4,8	3,9
Pressione di vapore media giornaliera dell'aria esterna [Pa]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
558	618	888	934	1355	1616	1584	2003	1659	1180	925	654

Tabella 4 - Altri dati climatici da UNI 10349

4. Analisi dei Consumi Energetici

I dati necessari per determinare il consumo di energia elettrica e gas naturale, sono stati resi disponibili dalla committenza sotto forma di riepiloghi per l'anno 2016, che sarà quindi l'anno di riferimento delle analisi seguenti. Si fa presente che i consumi forniti sono riferiti a tutto l'edificio, comprendendo perciò anche le utenze delle altre gestioni (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero dell'Economia e delle Finanze, ecc...). Per attribuire un valore di consumo di combustibile e di energia elettrica soltanto alla parte di uffici della Regione Piemonte, si è considerata una percentuale dei consumi totali corrispondente al rapporto tra la superficie occupata dalla Regione Piemonte e la superficie totale dei piani dell'edificio, pari a circa il 40%. Il nuovo valore di consumo così calcolato sarà quello di riferimento per l'elaborazione dei modelli energetici seguenti.

4.1 Combustibile

I dati necessari per determinare il consumo di gas naturale sono stati resi disponibili dalla Committenza sotto forma di dato complessivo annuale per il 2016. L'ente regionale aderisce infatti a una convenzione Consip per la fornitura di combustibile. I consumi mensili sono stati ricostruiti in base ai gradi giorno invernali registrati nell'anno. I costi sono invece stati calcolati utilizzando il prezzo unitario riportato in una fattura recente relativa alla convenzione. Di seguito si riporta l'analisi dei consumi di combustibile.

Gas naturale	2016
Totale Fabbisogno [Sm3/anno]	64.248
Emissioni equiv. CO2 [Ton CO2eq]	134,92
Costo prelievo [€/anno]	35.586,26
Costo unitario medio [€/Sm3]	0,554
Consumi Regione Piemonte (ipotesi) [Sm3/anno]	25.699

Tabella 5 - Consumi annuali di gas naturale

CONSUMO MENSILE (Stmc) ANNO 2016			
Mensilità	Consumo Mensile [Stmc/mese]	Costi [€/mese]	Consumo giornaliero medio mensile [Stmc/giorno]
Gennaio	14.358,66	7.953,10	463
Febbraio	10.887,65	6.030,55	389
Marzo	9.395,17	5.203,88	303
Aprile	2.273,03	1.259,00	76
Maggio	0,00	0,00	0
Giugno	0,00	0,00	0
Luglio	0,00	0,00	0
Agosto	0,00	0,00	0
Settembre	0,00	0,00	0

CONSUMO MENSILE (Stmc) ANNO 2016			
Mensilità	Consumo Mensile [Stmc/mese]	Costi [€/mese]	Consumo giornaliero medio mensile [Stmc/giorno]
Ottobre	3.293,74	1.824,37	106
Novembre	10.035,62	5.558,62	335
Dicembre	14.004,13	7.756,73	452

Tabella 6 - Andamento ricostruito dei consumi mensili di combustibile

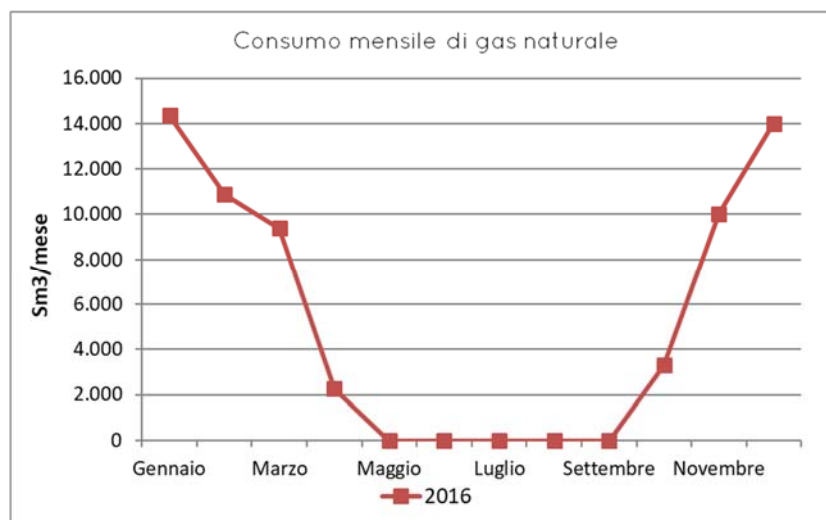


Figura 25 - Diagramma dei consumi mensili di combustibile ricostruiti per il periodo di riferimento

Il consumo di combustibile è imputabile interamente alla centrale termica e la quota parte attribuibile agli uffici della Regione Piemonte è il 40% del totale, cioè 25.699 Smc/anno.

4.2 Energia elettrica

I dati necessari per determinare il consumo di energia elettrica sono stati resi disponibili dalla Committenza sotto forma di dati mensili, suddivisi per fascia di consumo, per l'anno 2016. L'ente regionale aderisce infatti a una convenzione SCR per la fornitura di energia elettrica in media tensione (15.000 V). I costi sono stati calcolati utilizzando il prezzo unitario riportato in una fattura recente relativa alla convenzione. Di seguito si riporta l'analisi dei consumi di energia elettrica.

Energia elettrica	2016
Totale Fabbisogno [kWh/anno]	860.097
Emissioni equiv. CO2 [Ton CO2eq]	373
Costo prelievo [€/anno]	119.493,28
Costo unitario medio [€/kWh]	0,139
Consumi Regione Piemonte (ipotesi) [kWh/anno]	344.039

Tabella 7 - Consumi annuali di energia elettrica

CONSUMO MENSILE (kWh) ANNO 2016						
Mensilità	F1	F2	F3	Consumo Mensile [kWh/mese]	Costi [€/mese]	Consumo giornaliero medio mensile [kWh/giorno]
Gennaio	45.373	14.281	26.591	86.245	11.982,02	2.782,10
Febbraio	41.782	12.643	20.227	74.652	10.371,40	2.666,14
Marzo	36.791	11.267	20.147	68.205	9.475,72	2.200,16
Aprile	28.074	9.770	15.979	53.823	7.477,63	1.794,10
Maggio	32.009	9.344	15.984	57.337	7.965,83	1.849,58
Giugno	31.508	9.852	15.550	56.910	7.906,51	1.897,00
Luglio	50.373	14.902	20.882	86.157	11.969,79	2.779,26
Agosto	42.496	13.698	21.332	77.526	10.770,69	2.500,84
Settembre	38.869	12.512	17.868	69.249	9.620,76	2.308,30
Ottobre	38.188	11.740	18.874	68.802	9.558,66	2.219,42
Novembre	43.987	12.820	20.640	77.447	10.759,71	2.581,57
Dicembre	44.433	13.930	25.381	83.744	11.634,55	2.701,42

Tabella 8 - Andamento dei consumi mensili di energia elettrica per il periodo di riferimento

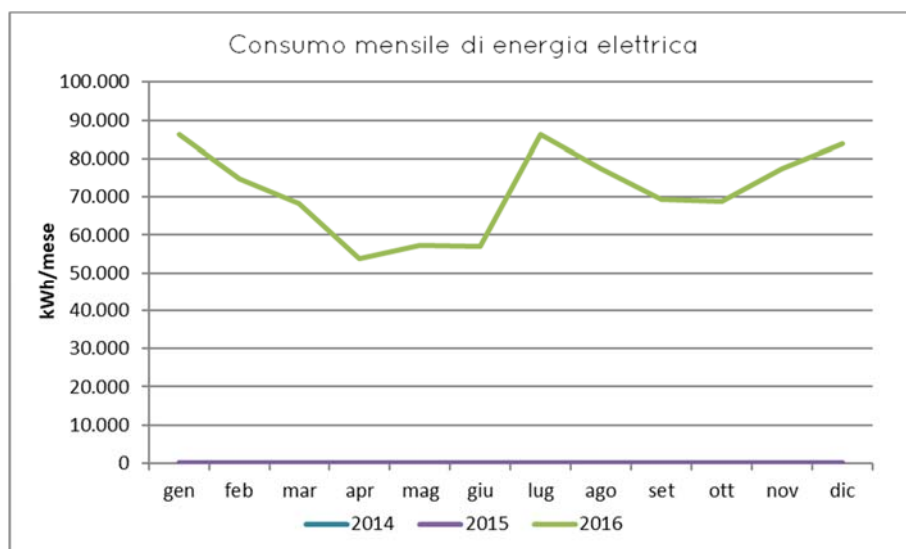


Figura 26 - Diagramma dei consumi mensili di energia elettrica per il periodo di riferimento

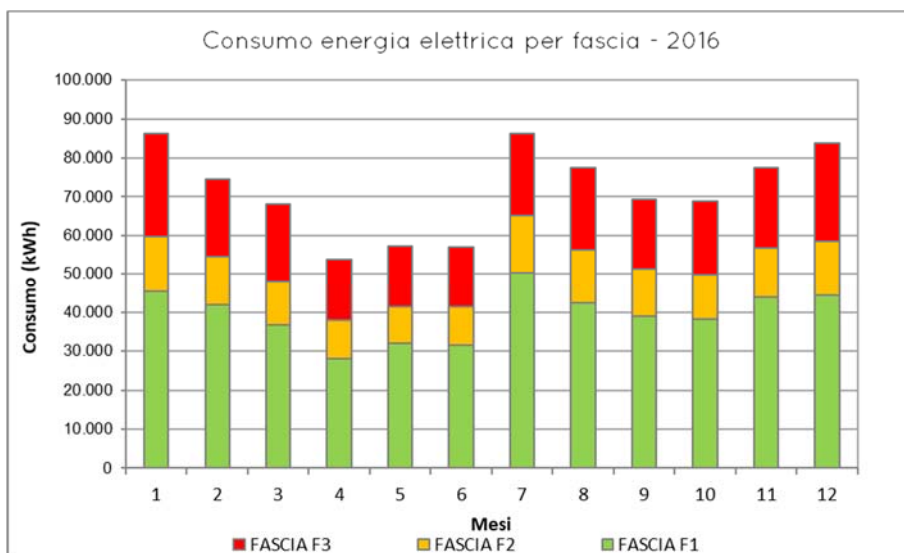


Figura 27 - Consumi mensili di energia elettrica per fascia

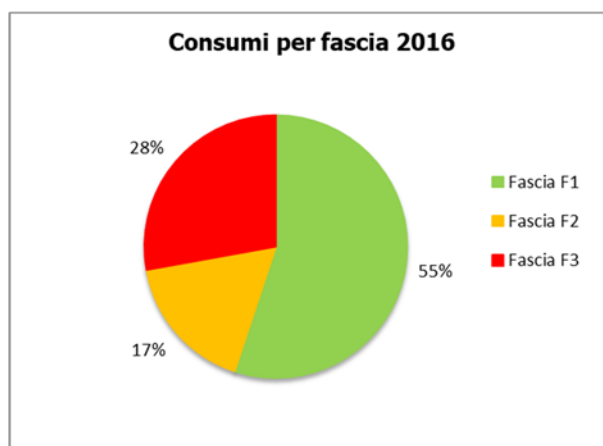


Figura 28 - Ripartizione dei consumi elettrici per fascia

Analizzando i consumi elettrici mensili, si può notare un picco dei consumi nei mesi estivi, in particolare a Luglio. Infatti per il raffrescamento estivo dei locali sono presenti diverse pompe di calore e climatizzatori a split, alimentati ad energia elettrica. Nei mesi di Aprile, Maggio e Giugno, invece, è visibile una diminuzione dei consumi elettrici, probabilmente dovuta ad un minore fabbisogno di climatizzazione degli ambienti. La quota parte attribuibile agli uffici della Regione Piemonte è il 40% del totale, cioè 344.039 kWh/anno.

4.3 Bilancio complessivo

I consumi di energia fanno riferimento ai vettori energetici finali gas metano ed elettricità, generalmente misurati in standard metri cubi (Smc) e chilowattora (kWh). Essi vanno espressi, inoltre, in consumi di fonti primarie (tenendo così conto della catena di trasformazione) in modo da poter sommare organicamente le tonnellate equivalenti di petrolio (tep) delle varie fonti e renderle confrontabili. Per il sito oggetto di studio si riportano i consumi totali per l'anno di riferimento 2016 per l'intero edificio.

BILANCIO COMPLESSIVO							
Vettore	Fabbisogno	[u.m]	CO2eq [Ton]	Fabbisogno [tep]	Incidenza consumi [%]	Costo [€/anno]	Incidenza Costi [%]
Energia Elettrica	860.097	kWh	372,6	160,8	75%	119.493,28	77%
Gas naturale	64.248	Sm3	134,9	53,0	25%	35.586,26	23%
Gasolio		Litri					
GPL		Kg					
Biomassa		kg					
Teleriscaldamento		kWh					
TOTALE		-					
Fabbisogno elettrico	-	-	372,6	160,8	75%	119.493,28	77%
Fabbisogno termico	-	-	134,9	53,0	25%	35.586,26	23%
TOTALE	-	-	507,5	213,8	100%	155.079,54	100%

Tabella 9 - Ripartizione fabbisogno energetico

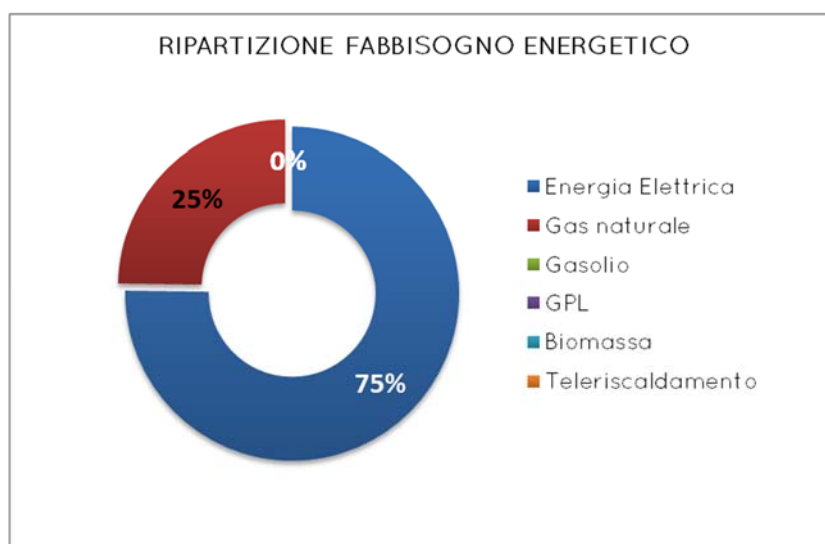


Figura 29- Ripartizione dell'energia primaria per fonte energetica per l'anno di riferimento

Come si vede dal grafico, la fonte energetica maggiormente sfruttata è l'energia elettrica (75%), mentre il 25% dei consumi è dovuto al combustibile, utilizzato per il riscaldamento degli ambienti.

CONSUMI SPECIFICI ANNUALI – ANNO 2016

Vettore energetico	Consumo TOTALE		Consumo REGIONE PIEMONTE		Gradi Giorno [GG]	Consumo specifico		Superficie [mq]	Indicatore	
Combustibile	64.248	[Smc]	25.699	[Smc]	2.247	11,4	[Stmc/GG]	6.427	4,00	[Stmc/mq]
Energia Elettrica	860.097	[kWh]	344.039	[kWh]		153,1	[kWh/GG]	6.794	50,6	[kWh/mq]

Tabella 10 - Sintesi dei consumi energetici per il periodo di riferimento - Confronto con i Gradi Giorno Invernali e la superficie complessiva dell'immobile

CONSUMO MENSILE (TEP) ANNO 2016

Mensilità	Consumo Mensile COMBUSTIBILE [TEP/mese]	Consumo Mensile EN.ELETTRICA [TEP/mese]	Consumo Mensile energetico complessivo [TEP/mese]
Gennaio	11,8	16,1	28,0
Febbraio	9,0	14,0	22,9
Marzo	7,8	12,8	20,5
Aprile	1,9	10,1	11,9
Maggio	0,0	10,7	10,7
Giugno	0,0	10,6	10,6
Luglio	0,0	16,1	16,1
Agosto	0,0	14,5	14,5
Settembre	0,0	12,9	12,9
Ottobre	2,7	12,9	15,6
Novembre	8,3	14,5	22,8
Dicembre	11,6	15,7	27,2

Tabella 11 - Andamento dei consumi mensili di energia primaria ricostruiti per il periodo di riferimento

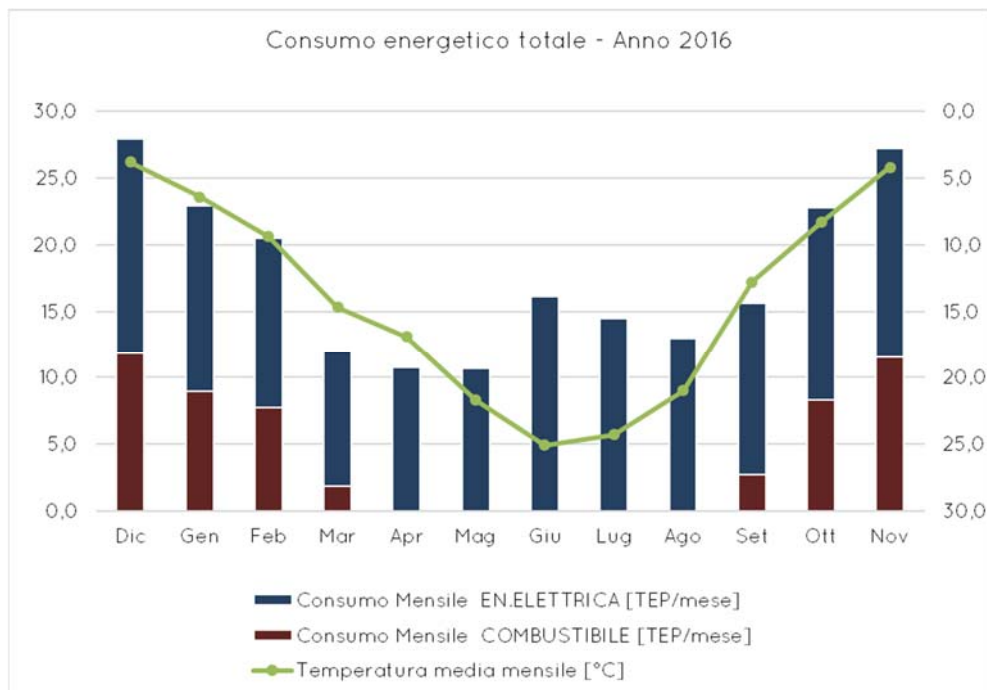


Figura 30 - Diagramma dei consumi energetici mensili ricostruiti per il periodo di riferimento e confronto con le temperature mensili dello stesso periodo

Si ritiene significativo approfondire l'indagine, andando ad effettuare la ripartizione dei consumi in base ai dati tecnici e di utilizzo delle varie utenze/impianti (potenza nominale, fattore di carico, ore di funzionamento annuo, rendimento), non disponendo di misure più precise.

5. Modelli Energetici

Dopo aver caratterizzato lo stato energetico generale dell'edificio si procede ad un maggior livello di dettaglio dell'analisi disaggregando gli utilizzi finali dell'energia relativi ai principali vettori individuati. In particolare verranno ricostruiti ed analizzati i modelli energetici relativi ai vettori Energia Elettrica e Gas naturale.

Allo stato attuale l'edificio non è dotato di un sistema di monitoraggio dell'energia elettrica e del gas naturale dal quale sia possibile desumere i consumi dei principali utilizzatori. Per la caratterizzazione delle utenze si è utilizzato un approccio bottom-up che ha permesso di stimare il fabbisogno di energia sulla base di un censimento delle caratteristiche tecniche e ricostruendo i profili di utilizzo mediante gli orari di accensione degli impianti e di occupazione forniti.

Per la validazione dei modelli energetici che si andrà a proporre vengono presi come riferimento gli indici di prestazione effettivi relativi all'anno 2016.

Nel Modello Elettrico i consumi sono rapportati alla superficie utile: 6.794 m².

Nel Modello Termico i consumi sono rapportati a superficie scaldata e gradi giorno: S = 6.427 m² e GG = 2.247.

5.1 Modello Termico

Per quanto esposto precedentemente, il combustibile rappresenta il 75% dei consumi energetici totali. Il fabbisogno termico del sito è interamente coperto attraverso l'utilizzo di gas metano in alimentazione ai due generatori di calore della centrale termica, utilizzato per il riscaldamento invernale e la produzione di acqua calda sanitaria. Non si è scorporato il consumo legato alla produzione di acqua calda sanitaria, poiché il bollitore presente in centrale termica risulta non funzionante.

MODELLO TERMICO			
Servizio	Attività	Consumi stimati (Stmc)	Incidenza percentuale
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	Principale	25.699	100%
Consumo medio annuo stimato (Stmc)		25.699	100%
Consumo anno 2016 (Stmc)		25.699	
Scostamento percentuale dati reali/stima		0%	Modello attendibile

Tabella 12 - Ripartizione dei consumi termici per uso secondo l'anno di riferimento

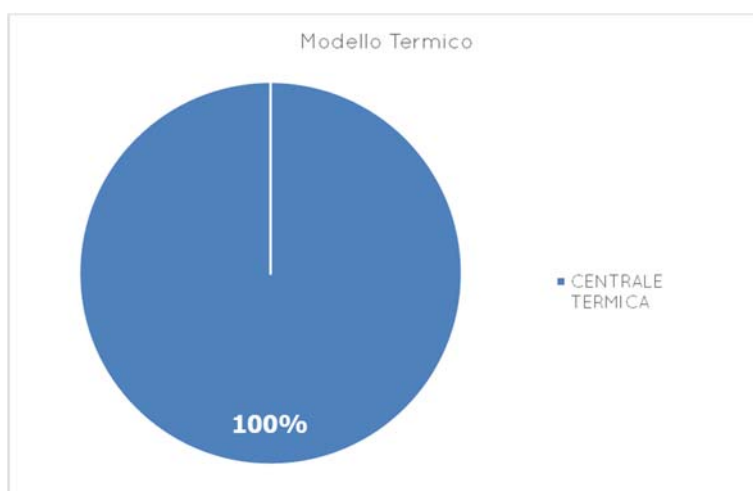


Figura 31 - Ripartizione consumi di combustibile per utilizzo secondo l'anno di riferimento

Comparando la risultante totale delle ripartizioni con il consumo di combustibile per l'anno 2016, si ottiene che i due consumi coincidono al 100%, perciò il modello elettrico proposto risulta attendibile.

5.2 Modello Elettrico

Per quanto esposto precedentemente, l'energia elettrica rappresenta il 25% dei consumi energetici totali. Si ritiene allora significativo approfondire l'indagine in merito, andando ad effettuare la ripartizione dei consumi in base ai dati tecnici e di utilizzo delle varie utenze/impianti (potenza nominale, fattore di carico, ore di funzionamento annuo, rendimento), non disponendo di misure più precise.

Distinguendo le tre tipologie di attività e servizi, si è potuto suddividere il fabbisogno di energia elettrica del sito in esame. A seguire si riporta uno schema riassuntivo della ripartizione complessiva dei consumi annui stimati.

MODELLO ELETTRICO			
Servizio	Attività	Consumi stimati (kWh)	Incidenza percentuale
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - CT	Principale	10.981	3%
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE – PDC	Ausiliare	67.886	20%
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	Ausiliare	79.364	24%
VENTILAZIONE	Ausiliare	43.890	13%
ILLUMINAZIONE	Principale	80.641	24%
ATTREZZATURE VARIE	Principale	50.484	15%
Consumo medio annuo stimato (kWh)		333.246	100%
Consumo anno 2016 (kWh)		344.039	
Scostamento percentuale dati reali/stima		-3%	Modello attendibile

Tabella 13 - Ripartizione dei consumi elettrici per uso secondo l'anno di riferimento

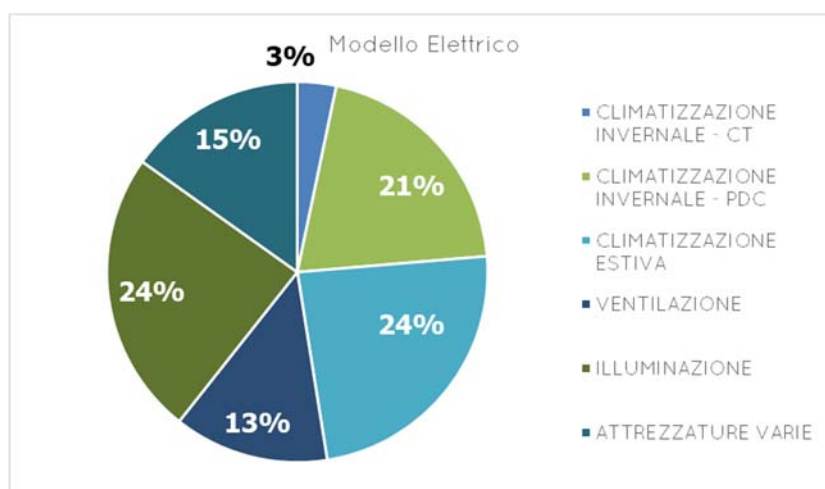


Figura 32 - Ripartizione consumi elettrici per utilizzo secondo l'anno di riferimento

Dall'analisi dei dati si evince come il consumo di energia elettrica sia legato principalmente alla climatizzazione degli ambienti. In particolare, la pompa di calore Clivet WSA-SC150F assorbe circa il 21% dei consumi totali per il riscaldamento invernale integrativo e circa il 24% per il raffrescamento estivo, concentrato soprattutto nel mese di luglio. Una delle utenze più energivore è anche l'illuminazione, che rappresenta circa il 24% del fabbisogno elettrico, seguita dalle attrezzature varie, che comprendono le apparecchiature informatiche a supporto delle attività lavorative degli occupanti.

Si sottolinea inoltre che nella voce "ventilazione" è compresa sia la UTA Novair dell'area conferenze del 6° piano (poco incidente sui consumi dato l'utilizzo occasionale), sia le macchine per l'immissione e l'estrazione dell'aria primaria attraverso le canalizzazioni controsoffittate rilevate in fase di sopralluogo. La Committenza non ha saputo fornire dati o indicazioni sulle caratteristiche e la numerosità di tali macchine, perciò la stima dei consumi potrebbe discostarsi da quelli effettivi.

Comparando la risultante totale delle ripartizioni con il consumo di energia elettrica prelevata dalla rete, per l'anno 2016, si ottiene l'incidenza delle stime fatte sul fabbisogno elettrico complessivo del sito analizzato. I due consumi coincidono al 97%, cioè si discostano di una quota minore del 5%, perciò il modello elettrico proposto risulta attendibile. La differenza può essere dovuta alle apparecchiature meno energivore utilizzate solo occasionalmente, alle perdite e alle approssimazioni effettuate.

5.3 Modello Energetico complessivo

Le analisi svolte nel precedentemente portano alla stima dei consumi totali, riportata nella tabella sottostante.

MODELLO ENERGETICO TOTALE				
Servizio	Attività	Consumi stimati di energia elettrica [kWh]	Consumi stimati di combustibile [Stmc]	Consumi stimati complessivi [TEP]
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - CT	Principale	10.981	25.699	23,26
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE – PDC	Ausiliare	67.886	0	12,69
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	Ausiliare	79.364	0	14,84
VENTILAZIONE	Ausiliare	43.890	0	8,21
ILLUMINAZIONE	Principale	80.641	0	15,08
ATTREZZATURE VARIE	Principale	50.484	0	9,44

Tabella 14 - Ripartizione della stima dei consumi totali per uso secondo anno di riferimento

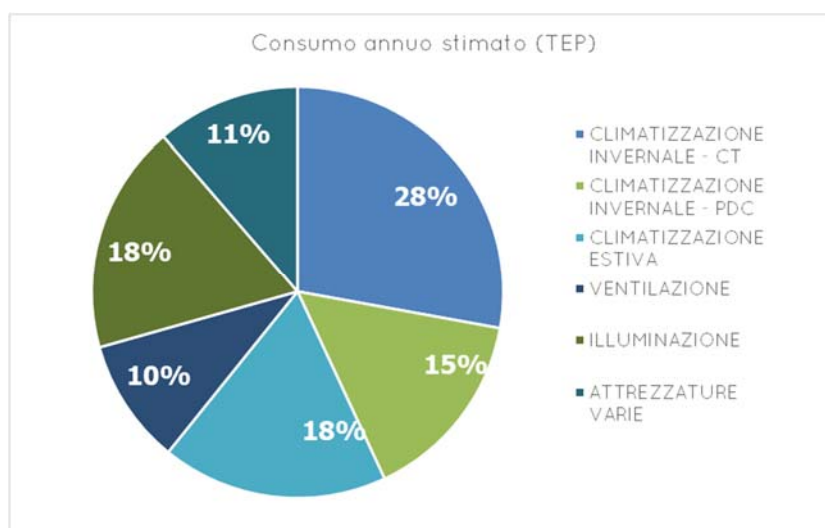


Figura 33 - Ripartizione consumi totali per utilizzo secondo anno di riferimento

Dall'analisi dei dati si evince quanto il consumo energetico del sito sia legato principalmente alla climatizzazione e i suoi ausiliari (70%), in particolare la centrale termica consuma circa il 28% dell'energia primaria impiegata in un anno, mentre la pompa di calore Clivet WSAN-SC150F assorbe energia elettrica fino a coprire il 32% dei consumi di energia primaria.

I consumi legati all'illuminazione incidono per il 18% sui consumi complessivi, mentre le attrezzature elettriche e informatiche incidono per circa l'11%.

6. Indicatori Energetici KPI

Nel presente paragrafo si vuole caratterizzare l'assorbimento energetico degli edifici mediante l'individuazione di indicatori di consumo. Gli indicatori di prestazione (KPI, cioè Key Performance Indicators) costituiscono gli strumenti per effettuare valutazioni in merito al confronto tra lo stato di fatto e la situazione energetica a valle di azioni correttive o ad interventi di miglioramento energetici con ambito aziendale. Essi consentono di rilevare eventuali progressi sul medio-lungo periodo e di effettuare confronti nell'ambito della stessa organizzazione. Nel caso in esame, la determinazione di indicatori specifici consente di confrontare il sito esaminato con altri affini per attività, con lo scopo di attivare analisi specifiche ed individuare le anomalie legate ai consumi elettrici o di combustibile. Di seguito si riportano per i diversi vettori energetici e per le diverse tipologie di uso i KPI individuati. Si è scelto di parametrizzare i consumi di energia elettrica (kWh), di combustibile (Stmc) e totali (Tep), registrati nel 2017, in funzione della superficie utile, del volume e di altri parametri.

INDICATORI DI PRESTAZIONE			
		Indice	u.m.
Consumo di energia elettrica	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - CT	1,71	kWh/mq anno
Consumo di energia elettrica	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - PDC	12,3	kWh/mq anno
Consumo di energia elettrica	CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	6,83	kWh/mq anno
Consumo di energia elettrica	VENTILAZIONE	12,5	kWh/mq anno
Consumo di energia elettrica	ILLUMINAZIONE	9,99	kWh/mq anno
Consumo di energia elettrica	ATTREZZATURE VARIE	7,43	kWh/mq anno
Consumo di energia elettrica	Medio anno di riferimento	49,0	kWh/mq anno
Consumo di energia elettrica	Medio anno di riferimento	12,9	kWh/mc anno
Consumo di combustibile	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - CT	4,00	Stmc/mq anno
Consumo di combustibile	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - CT	0,99	Stmc/mc anno
Consumo di combustibile	Medio anno di riferimento	4,0	Stmc/mq anno
Consumo di combustibile	Medio anno di riferimento	1,0	Stmc/mc anno
Consumo di combustibile	Medio anno di riferimento	11,4	Stmc/GG
Consumo di combustibile	Medio anno di riferimento	0,000441	Smc/(GG*mc)
Consumo totale	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - CT	0,00362	Tep/mq anno
Consumo totale	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - CT	0,000897	Tep/mc anno
Consumo totale	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - PDC	0,00198	Tep/mq anno
Consumo totale	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE - PDC	0,000490	Tep/mc anno
Consumo totale	CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	0,00218	Tep/mq anno
Consumo totale	CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	0,000573	Tep/mc anno
Consumo totale	VENTILAZIONE	0,00128	Tep/mq anno
Consumo totale	VENTILAZIONE	0,000317	Tep/mc anno
Consumo totale	ILLUMINAZIONE	0,00222	Tep/mq anno
Consumo totale	ILLUMINAZIONE	0,000582	Tep/mc anno
Consumo totale	ATTREZZATURE VARIE	0,00139	Tep/mq anno
Consumo totale	ATTREZZATURE VARIE	0,000364	Tep/mc anno
Consumo totale	Medio anno di riferimento	0,0123	Tep/mq anno
Consumo totale	Medio anno di riferimento	0,00322	Tep/mc anno
Consumo totale	Medio anno di riferimento	0,0372	Tep/GG
Consumo totale	Medio anno di riferimento	0,00000143	Tep/(GG*mc)

Tabella 15- KPI di consumo secondo anno di riferimento

7. Interventi di Efficientamento Energetico

7.1 Criteri di ordinamento delle raccomandazioni

Le opportunità per migliorare l'efficienza energetica e ridurre i consumi sono proposte in un piano d'azione che permette di stabilire strategie e obiettivi, indicando le modalità del loro raggiungimento, con l'approvazione della committenza.

Le diverse azioni che possono essere intraprese sono suddivisibili nelle seguenti categorie:

1. Misure comportamentali e gestionali: le prime sono misure volte ad eliminare cattive abitudini e si ispirano a comportamenti virtuosi, la cui incidenza sulla riduzione dei consumi può non essere trascurabile; le seconde sono misure volte a migliorare l'organizzazione e la gestione dei dati energetici (tramite ottimizzazione dei contratti di fornitura energetica stipulati dalla committenza e alla ricerca di nuove opportunità).
2. Misure di efficienza energetica: sono misure volte a ridurre il consumo di energia (tramite la sostituzione di apparecchiature obsolete o troppo energivore, il controllo degli sprechi e l'ottimizzazione dei processi presenti nella realtà analizzata);
3. Misure di recupero delle dispersioni energetiche: sono misure ispirate al recupero di fonti di energia che altrimenti sarebbero disperse (per es. calore da fumi);

Possiamo inoltre distinguere le proposte di azione in misure finalizzate a:

- Ridurre il consumo di energia elettrica;
- Ridurre il consumo di energia termica;

Tutte le misure possono essere valutate sulla base dell'investimento richiesto e possono essere distinte in:

- Misure a costo zero, il cui costo è nullo;
- Misure a costo limitato, il cui costo è compreso tra 0 e 20.000 €;
- Misure che richiedono investimenti consistenti, il cui costo ha una soglia minima di 20.000 €.

7.2 Azioni proposte e raccomandazioni

Dai dati ottenuti dall'analisi realizzata precedentemente si può stilare una lista di interventi atti a una riduzione dei consumi elettrici.

Prendendo in esame la sede oggetto di diagnosi si è deciso di intervenire a livello impiantistico, sull'involucro e dal punto di vista gestionale. Gli interventi proposti sono:

- coibentazione dell'involucro opaco (intervento di carattere tecnico);
- sostituzione dei generatori di calore in centrale termica (intervento di carattere impiantistico);
- sostituzione delle lampade esistenti con corpi illuminanti a LED (intervento di carattere impiantistico);
- installazione di un impianto fotovoltaico in copertura (intervento di carattere impiantistico);
- formazione del personale e sensibilizzazione in materia di risparmio e energetico (intervento di carattere gestionale).

Per individuare gli interventi di efficienza energetica da attuare sull'edificio ci si è basati sulla verifica condotta in fase di sopralluogo e in fase di modellazione numerica dell'edificio. Come tariffa unitaria di acquisto dell'energia si fa riferimento ai rapporti tra consumo annuale e prezzo annuale considerati nei paragrafi precedenti.

Tariffa unitaria di acquisto dell'energia termica	€/Stmc	0,554
Tariffa unitaria di acquisto dell'energia elettrica	€/kWh	0,139

Il presente rapporto di Audit non può surrogare eventuali relazioni e/o perizie tecniche di parte inerenti problematiche ambientali e/o eventuali rapporti con terzi, in particolare in caso di contenziosi. Tutte le analisi sugli interventi proposti andranno approfondite misurazioni, controlli e studi di fattibilità. I valori di energia risparmiata sono stimati sulla base dell'esperienza di siti con analoghe lavorazioni i saving energetici. Si precisa poi che il costo dell'intervento non tiene conto di compensi professionali (pratiche edilizie e/o studi di fattibilità). Le stime economiche sono indicative ed elaborate su base parametrica e non possono surrogare le analisi economiche/finanziarie e computi metrici sottesi ad un progetto preliminare ma costituire un supporto all'elaborazione degli stessi.

Di seguito sono illustrate le soluzioni individuate e l'impatto economico previsto dalla loro attuazione. Per l'analisi economica delle stesse si fa riferimento ai seguenti indicatori:

- I: Investimento in €;
- TR: Tempo di ritorno semplice in anni;
- TRA: Tempo di ritorno attualizzato in anni;
- T: Periodo di riferimento in anni;
- TIR: Tasso interno di rendimento in %;
- VAN: Valore attuale netto in €;
- IP: Indice di profitto, pari a VAN/I.

7.2.1 Isolamento solaio verso sottotetto

Viste le caratteristiche dell'involucro, si consiglia di diminuire le dispersioni attraverso l'involucro opaco agendo sul solaio rivolto verso il sottotetto non scaldato dell'ala principale dell'edificio, al fine di limitare il flusso di calore ascendente.

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica. Per la zona climatica E il valore limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali è pari a 0,25 W/m²K. Attualmente il solaio in calcestruzzo è di spessore circa 35 cm, ha un valore di trasmittanza stimato a ca. 1,37 W/m²K. L'intervento prevede l'applicazione di pannelli di polistirene espanso sinterizzato (EPS, $\lambda=0,033$ W/mK, spessore 12 cm). Lo spessore scelto consente al pacchetto murario di raggiungere una trasmittanza di 0,23 W/m²K, inferiore al limite previsto dalla legislazione vigente.

L'analisi è stata effettuata attraverso lo stesso software di modellazione energetica utilizzato per la modellazione del sistema edificio-impianto allo stato attuale (Namirial Termo, rilasciato dalla Namirial Spa e validato dal CTI in data 29/06/2016, protocollo n.71, come rispondente alle specifiche tecniche UNI TS 11300) con la convergenza ai consumi termici reali illustrata. Sulla base dei consumi energetici del sistema edificio-impianto allo stato di fatto e sulla base delle valutazioni per l'intervento in oggetto, si calcolano i seguenti risparmi.

INTERVENTO 1 - ISOLAMENTO SOLAIO VERSO SOTTOTETTO					
Voce	u.m.	Stato di fatto	Post intervento	Risparmio	%
Energia primaria da modello energetico	kWh/anno	246.455	229.203	17.252	7%
Consumo energetico da modello energetico	Stmc/anno	25.699	23.900	1.799	7%
Emissioni equivalenti di CO2	ton CO2eq	54,0	50,2	3,8	7%
Costo Energetico	€/anno	14.234,50	13.238,09	996,42	7%

Tabella 16 - Risultati dell'analisi energetica

Descrizione dei lavori	Analisi Prezzo			
	Unità di Misura	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo Totale
Fonte valori economici: Analisi prezzi da listini (prezzi medi di mercato) e Prezziario Regione Piemonte (anno 2018). I prezzi si intendono al netto di IVA e comprensivi dei compensi per spese generali e utili d'impresa.				
Fornitura materiale isolante	mq	685	8,50 €	5.822,50 €
Materiale di consumo		2,50%		145,56 €
Posa in opera	mq	685	6,59 €	4.514,15 €
Progettazione		10%		1.048,22 €
Totale Calcolato				11.530,43 €
Importo Arrotondato				11.550,00 €

Tabella 17 - Stima dell'investimento

L'intervento richiederebbe un investimento iniziale di circa 11.550 €. Si specifica che i costi dell'investimento sono stati ipotizzati in base all'esperienza, tale assunzione potrebbe determinare delle sovrastime o sottostime dei reali consumi. L'intervento proposto rientra tra quelli elencati all'art.7 del DM 16/02/16 (Nuovo Conto Termico). Verificate le condizioni di ammissibilità di cui all'Allegato I del medesimo Decreto, si quantifica un beneficio economico di circa 5.755 €. Di seguito si riportano le valutazioni economiche relative all'intervento.

INTERVENTO 1 - ISOLAMENTO SOLAIO VERSO SOTTOTETTO			
Periodo di Riferimento	T	30	Anni
Tasso di attualizzazione	r	2,50%	%
Investimento	I	11.550,00	€
Risparmio Totale Stimato	R	996,42	€/anno

Incentivo	I	5.197,50	€
Tempo di Ritorno semplice	TR	6,6	Anni
Tasso Interno di Rendimento	TIR	13,97%	%
Valore Attuale Netto	VAN	14.376,00	€
Indice di Profitto (VAN/I)	IP	1,245	-
Costo dell'energia risparmiata	CER	1,84	c€/kWhp

Tabella 18 - Risultati dell'analisi economica

I consumi e i costi totali per il combustibile pre-intervento sono stati dedotti dall'analisi dei consumi esposte nei paragrafi precedenti, mentre il totale dei costi post-intervento è stato calcolato dal prodotto tra il consumo di energia post-intervento e il costo medio unitario.

Il risparmio in bolletta, sommato all'incentivo ottenibile, porterebbe a rientrare dell'investimento in circa 7 anni.

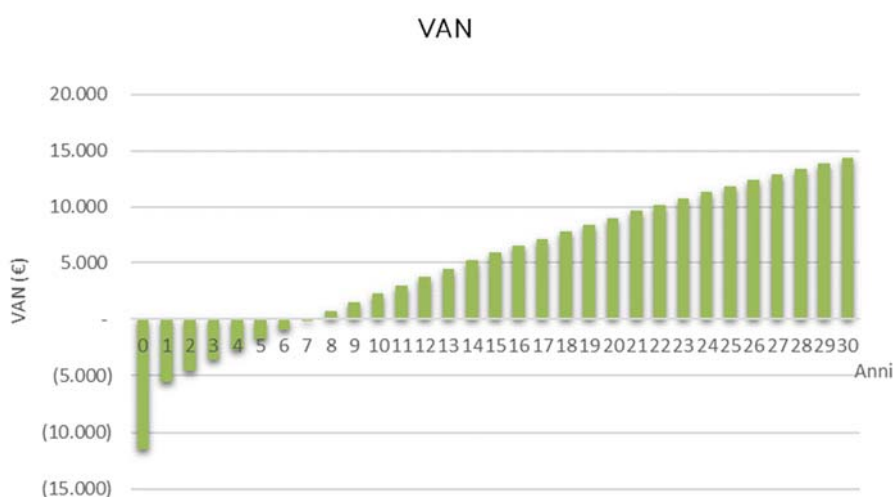


Figura 34 - Risultati dell'analisi economica - Flussi di cassa

7.2.2 Sostituzione con generatori ad alto rendimento

Viste le caratteristiche dell'impianto termico, si consiglia di sostituire le attuali caldaie standard a basamento con due nuovi generatori a condensazione modulanti a gas naturale. Inoltre, si consiglia l'installazione di valvole termostatiche su tutti i terminali di emissione. Agendo sull'impianto si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi su edifici esistenti prevede valori limite per i requisiti tecnologici. Si scelgono come riferimento per il calcolo dell'intervento migliorativo due caldaie a condensazione da 700 kW di potenza utile nominale, che generino sia riscaldamento che acqua calda sanitaria. Il rendimento termico utile si considera almeno del 98,2%, maggiore al limite previsto dalla legislazione vigente. L'intervento propone di migliorare il rendimento di regolazione dell'impianto di riscaldamento esistente, integrando l'attuale sonda esterna con un sistema di valvole termostatiche installate sui tutti i radiatori esistenti, passando così a una regolazione climatica+ambiente (rendimento 98%, da norma UNI TS 11300-2). L'attuale sistema non riesce infatti a

sfruttare interamente gli apporti gratuiti e genera una distribuzione non uniforme delle temperature interne, con un surriscaldamento degli ambienti esposti a sud e/o ai piani intermedi. L'installazione di valvole termostatiche consentirà un'ottimizzazione dell'impianto che immetterà il calore solo dove richiesto per il raggiungimento della temperatura di set point, con notevole risparmio in termini di energia, senza trascurare il maggior comfort degli utenti.

L'analisi è stata effettuata attraverso lo stesso software di modellazione energetica utilizzato per la modellazione del sistema edificio-impianto allo stato attuale (Namirial Termo, rilasciato dalla Namirial Spa e validato dal CTI in data 29/06/2016, protocollo n.71, come rispondente alle specifiche tecniche UNI TS 11300) con la convergenza ai consumi termici reali illustrata. Sulla base dei consumi energetici del sistema edificio-impianto allo stato di fatto e sulla base delle valutazioni per l'intervento in oggetto, si calcolano i seguenti risparmi.

INTERVENTO 2 – SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE					
Voce	u.m.	Stato di fatto	Post intervento	Risparmio	%
Energia primaria da modello energetico	kWh/anno	616.138	536.040	80.098	13%
Consumo energetico da modello energetico	Stmc/anno	64.248	55.896	8.352	13%
Emissioni equivalenti di CO ₂	ton CO ₂ eq	134,92	117,38	17,54	13%
Costo Energetico	€/anno	35.586,26	30.960,05	4.626,21	13%

Tabella 19 – Risultati dell'analisi energetica

Descrizione dei lavori	Analisi Prezzo		
	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo Totale
Fonte valori economici: Analisi prezzi da listini (prezzi medi di mercato) e Prezziario Regione Piemonte (anno 2018). I prezzi si intendono al netto di IVA e comprensivi dei compensi per spese generali e utili d'impresa.			
Rimozione caldaia	2	3.660,53 €	7.321,06 €
Sistemazione centrale	1	1.000,00 €	1.000,00 €
Installazione caldaia	2	38.422,67 €	76.845,34 €
Canna fumaria	1	1.080,72 €	1.080,72 €
Totale Calcolato			86.247,12 €
Importo Arrotondato			86.250,00 €

Tabella 20 – Stima dell'investimento

Per l'intervento si stima un investimento iniziale di circa 86.250 €. Si specifica che i costi dell'investimento sono stati ipotizzati in base all'esperienza, tale assunzione potrebbe determinare delle sovrastime o sottostime dei reali consumi. L'intervento proposto rientra tra quelli elencati all'art.7 del DM 16/02/16 (Nuovo Conto Termico). Verificate le condizioni di ammissibilità di cui all'Allegato I del medesimo Decreto, si quantifica un beneficio economico di circa 34.500 €. Di seguito si riportano le valutazioni economiche relative all'intervento.

INTERVENTO 2 – SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE			
Periodo di Riferimento	T	20	Anni
Tasso di attualizzazione	r	2,50%	%
Investimento	I	86.250,00	€
Risparmio Totale Stimato	R	4.626,21	€/anno
Incentivo	I	31.050,00	€
Tempo di Ritorno semplice	TR	12,0	Anni
Tasso Interno di Rendimento	TIR	5,19%	%
Valore Attuale Netto	VAN	16.161,48	€
Indice di Profitto (VAN/I)	IP	0,187	-
Costo dell'energia risparmiata	CER	3,45	c€/kWhp

Tabella 21 - Risultati dell'analisi economica

I consumi e i costi totali per il combustibile pre-intervento sono stati dedotti dall'analisi dei consumi esposte nei paragrafi precedenti, mentre il totale dei costi post-intervento è stato calcolato dal prodotto tra il consumo di energia post-intervento e il costo medio unitario.

Il risparmio in bolletta, sommato all'incentivo ottenibile, porterebbe a rientrare dell'investimento in circa 12 anni.

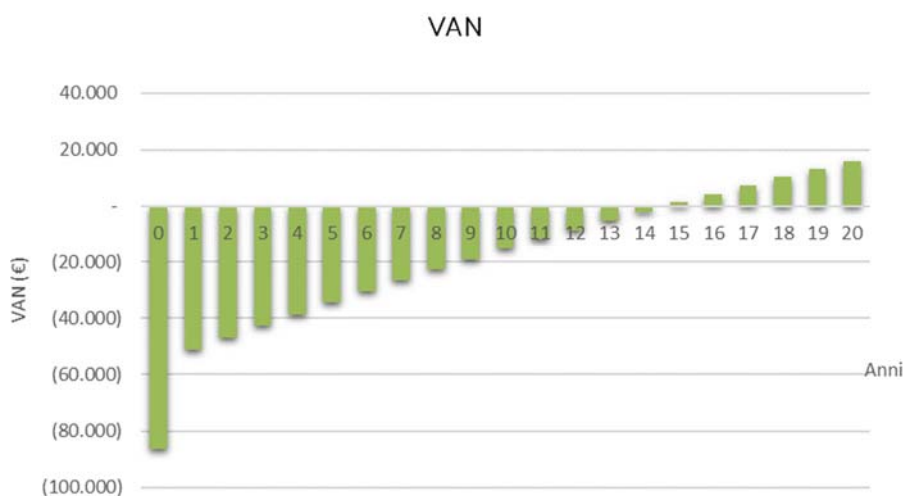


Figura 35 - Risultati dell'analisi economica - Flussi di cassa

7.2.3 Installazione di nuove plafoniere con lampade LED

Viste le caratteristiche dell'impianto di illuminazione, si consiglia la sostituzione tutti i vecchi corpi illuminanti con lampade a LED. Questa tipologia di intervento, oltre a influenzare e ridurre direttamente i consumi, porterebbe anche a una riduzione dei costi di manutenzione e sostituzione, poiché la tecnologia LED presenta una vita utile pari a 50.000 ore di funzionamento contro le 10.000/24.000 delle lampade al neon tradizionali. Per un'efficace abbattimento dei consumi, mantenendo un buon grado di illuminazione, è necessario un salto di tecnologia ed una approfondita verifica della qualità dell'illuminamento per un sistema equivalente che tenga conto delle necessità cromatiche della luce. Per un sensibile abbattimento dei consumi

si consiglia di esplorare la possibilità di utilizzo dei LED (Light Emission Diode). L'utilizzo di questa tecnologia, attualmente in fase di consolidamento permette: Minori consumi, anche confrontati con lampade fluorescenti (illuminamento fino a quattro volte superiore); Minore manutenzione, grazie ad una durata di esercizio superiore alle 100.000 ore; Discreta qualità cromatica; Tempi di accensione istantanei; Totale assenza di sfarfallamenti luminosi.

Agendo sull'impianto di illuminazione si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi su edifici esistenti prevede valori limite per i requisiti tecnologici. L'intervento propone di sostituire tutti i corpi illuminanti con lampade a con indice di resa cromatica maggiore di 80 per l'illuminazione degli ambienti interni e maggiore di 60 per l'illuminazione delle pertinenze esterne ed efficienza luminosa maggiore di 80 lm/W. La potenza da installare a seguito del relamping non sarà superiore al 50% della potenza sostituita, rispettando al contempo i criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente. Si propone di sostituire tutte le lampade a fluorescenza da 36w con equivalenti tubi a LED e tutte le plafoniere quadrate con tubi fluorescenti da 18W con equivalenti pannelli a LED di forma quadrata.

L'analisi è stata effettuata scegliendo, per ogni tipologia di lampada sostituita, un valore idoneo di potenza LED, nel rispetto della normativa sui livelli minimi di illuminamento nei luoghi di lavoro (norma UNI EN 12464) e dei requisiti tecnici dettati dal Conto Termico.

INTERVENTO 3 – SOSTITUZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI					
Voce	u.m.	Stato di fatto	Post intervento	Risparmio	%
Energia primaria da modello energetico	kWh/anno	290.355	42.891	13%	10%
Emissioni equivalenti di CO2	ton CO2eq	125,78	18,58	13%	10%
Costo Energetico	€/anno	40.338,98	5.958,83	13%	10%

Tabella 22 – Risultati dell'analisi energetica

Descrizione dei lavori	Analisi Prezzo			
	Unità di Misura	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo Totale
Fonte valori economici: Analisi prezzi da listini (prezzi medi di mercato).				
Fornitura lampade lineari a LED - 16W	n.	1058	33,13 €	35.051,54 €
Fornitura pannelli LED - 40W	n.	158	60,00 €	9.480,00 €
Posa in opera	n.	1216	1,10 €	1.337,60 €
Progettazione		10%		4.586,91 €
Totale Calcolato				50.456,05 €
Importo Arrotondato				50.500,00 €

Tabella 23 – Stima dell'investimento

Per l'intervento si stima un investimento iniziale di circa 50.500 €. Si specifica che i costi dell'investimento sono stati ipotizzati in base all'esperienza, tale assunzione potrebbe determinare delle sovrastime o sottostime dei reali consumi. L'intervento proposto rientra tra quelli elencati all'art.7 del DM 16/02/16 (Nuovo

Conto Termico). Verificate le condizioni di ammissibilità di cui all'Allegato I del medesimo Decreto, si quantifica un beneficio economico di circa 20.200 €. Di seguito si riportano le valutazioni economiche relative all'intervento.

INTERVENTO 3 – SOSTITUZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI			
Periodo di Riferimento	T	10	Anni
Tasso di attualizzazione	r	2,50%	%
Investimento	I	50.500,00	€
Risparmio Totale Stimato	R	5.958,83	€/anno
Incentivo	I	18.180,00	€
Tempo di Ritorno semplice	TR	5,6	Anni
Tasso Interno di Rendimento	TIR	11,61%	%
Valore Attuale Netto	VAN	19.388,65	€
Indice di Profitto (VAN/I)	IP	0,384	-
Costo dell'energia risparmiata	CER	7,54	c€/kWhp

Tabella 24 - Risultati dell'analisi economica

I consumi e i costi totali per il combustibile pre-intervento sono stati dedotti dall'analisi dei consumi esposte nei paragrafi precedenti, mentre il totale dei costi post-intervento è stato calcolato dal prodotto tra il consumo di energia post-intervento e il costo medio unitario.

Il risparmio in bolletta, sommato all'incentivo ottenibile, porterebbe a rientrare dell'investimento in circa 6 anni.

Per determinare l'effettivo risparmio energetico derivante dall'intervento proposto, si consiglia l'installazione di strumenti di misura dell'energia elettrica sulle linee luci dell'edificio.

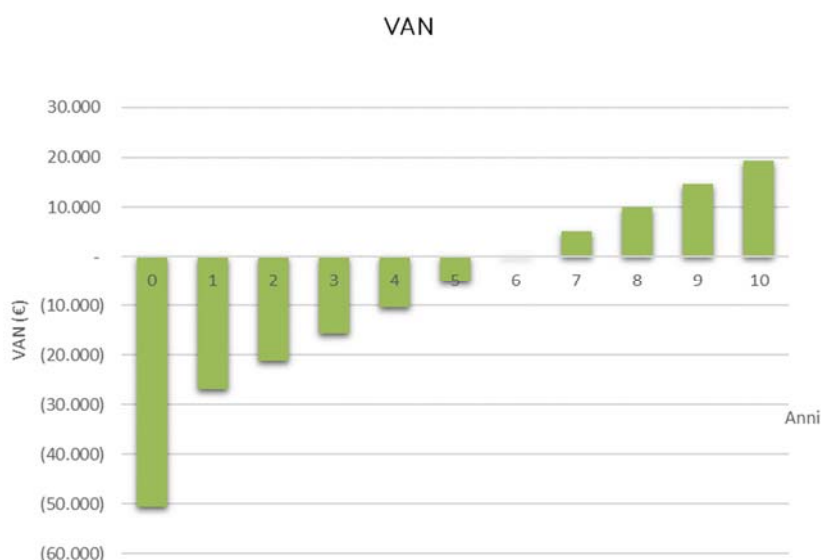


Figura 36 - Risultati dell'analisi economica - Flussi di cassa

7.2.4 Installazione di impianto fotovoltaico

Visti i consumi elettrici, si consiglia l'installazione un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica con l'obiettivo di abbattere i costi. si propone di installare l'impianto sulla copertura dell'edificio, preferibilmente in corrispondenza dell'ala principale, sopra la quale i pannelli potranno essere rivolti in direzione Sud-Est. Ipotizzando di riuscire a sfruttare anche alcune falde inclinate delle coperture delle ali del complesso, si stima una potenza massima installabile pari a 50 kWp. Si prevede di sfruttare la tecnologia al silicio cristallino. I consumi elettrici in fascia oraria F1 risultano di circa il 55% del totale corrispondente a 473.883 kWh/anno per l'intero edificio e circa 189.553 kWh/anno per gli uffici della Regione Piemonte. Con il sistema proposto verrebbe prodotta per la suddetta fascia una energia elettrica pari a 60.610 kWh/anno, interamente autoconsumata sul posto, considerati gli elevati consumi elettrici durante il giorno, in grado di coprire circa il 32% del consumo in F1 degli uffici della Regione Piemonte, corrispondente a circa il 13% del totale. Non si prevede una sovrapproduzione di energia elettrica fotovoltaica nei mesi estivi, poiché l'occupazione dell'edificio ha carattere continuativo e poiché il fabbisogno elettrico per il raffrescamento estivo risulta superiore alla producibilità fotovoltaica.

La tematica andrà comunque approfondita tramite misurazioni, controlli e studi di fattibilità, soprattutto sulle strutture di copertura.

L'intervento non rientra tra quelli elencati all'art. del DM del 16/02/2016 (Nuovo Conto Termico).

La stima dei risparmi energetici conseguibili è stata condotta in base alla producibilità mensile dell'impianto proposto. Il risparmio energetico considerato è solamente la parte di energia elettrica fotovoltaica prodotta ed autoconsumata.

PRODUCIBILITA' MENSILE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO				
Mese	Consumo Energia elettrica fascia F1 (kWh) REGIONE PIEMONTE	Produzione energia elettrica con Impianto fotovoltaico (kWh)	Energia autoconsumata (kWh)	Copertura (%)
Gennaio	18.149	3.050	3.050	17%
Febbraio	16.713	4.090	4.090	24%
Marzo	14.716	5.790	5.790	39%
Aprile	11.230	5.660	5.660	50%
Maggio	12.804	6.480	6.480	51%
Giugno	12.603	6.570	6570	52%
Luglio	20.149	7.130	7130	35%
Agosto	16.998	6.540	6540	38%
Settembre	15.548	5.520	5.520	36%
Ottobre	15.275	4.080	4.080	27%
Novembre	17.595	2.890	2890	16%
Dicembre	17.773	2.810	2810	16%
TOTALE	189.553	60.610	60.610	32%

Tabella 25 - Producibilità impianto fotovoltaico

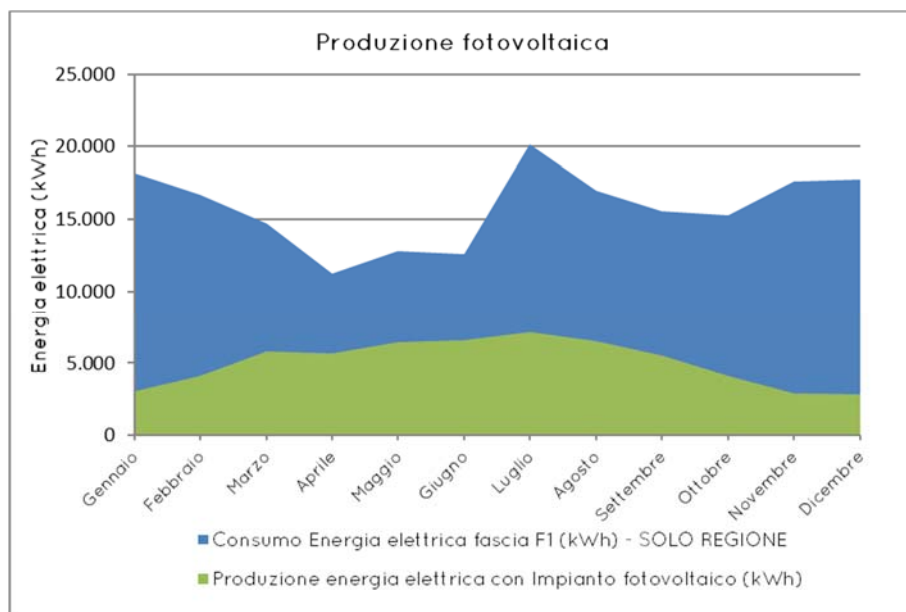


Figura 37 - Producibilità impianto fotovoltaico

INTERVENTO 4 – INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Voce	u.m.	Stato di fatto	Post intervento	Risparmio	%
Energia primaria da modello energetico	kWh/anno	333.246	272.636	60.610	18%
Emissioni equivalenti di CO2	ton CO2eq	144,36	118,11	26,26	18%
Costo Energetico	€/anno	46.297,81	37.877,27	8.420,55	18%

Tabella 26 - Risultati dell'analisi energetica

Descrizione dei lavori	Analisi Prezzo			
	Unità di Misura	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo Totale
Fonte valori economici: Analisi prezzi da listini (prezzi medi di mercato) e Prezziario Regione Piemonte (anno 2018). I prezzi si intendono al netto di IVA e comprensivi dei compensi per spese generali e utili d'impresa.				
Pannello fotovoltaico 250W	W	50.000	€ 0,73	€ 36.500,00
Struttura di sostegno	Mq	374	€ 16,63	€ 6.219,62
Cavo solare	m	800	€ 4,76	€ 3.808,00
Protezione di interfaccia completa di prova cassetta Relé	cad	1	€ 1374,42	€ 1.374,42
Quadro di CC	cad	1	€ 876,65	€ 876,65
Quadro di CA	cad	1	€ 1.287,92	€ 1.287,92
Cavo in alternata	m	100	€ 9,76	€ 976,00
Pulsante di sgancio	cad	1	€ 313,69	€ 313,69
Inverter fotovoltaico	cad	2	€ 5.233,60	€ 10.467,20
Connettori MC4	cad	40	€ 4,78	€ 191,20
Spese tecniche		5%		€ 3.100,74
Totale Calcolato				€ 65.115,44
Importo Arrotondato				€ 65.150,00

Tabella 27 - Computo metrico estimativo

Per l'intervento si stima un investimento iniziale di circa 65.150 €. Si specifica che i costi dell'investimento sono stati ipotizzati in base all'esperienza, tale assunzione potrebbe determinare delle sovrastime o sottostime dei reali consumi. Di seguito si riportano le valutazioni economiche relative all'intervento.

INTERVENTO 4 – INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO			
Periodo di Riferimento	T	20	Anni
Tasso di attualizzazione	r	2,50%	%
Investimento	I	65.150,00	€
Risparmio Totale Stimato	R	8.420,55	€/anno
Tempo di Ritorno semplice	TR	7,7	Anni
Tasso Interno di Rendimento	TIR	11%	%
Valore Attuale Netto	VAN	66.119,28	€
Indice di Profitto (VAN/I)	IP	1,015	-
Costo dell'energia risparmiata	CER	5,37	c€/kWhp

Tabella 28 - Risultati dell'analisi economica

I consumi e i costi totali per il combustibile pre-intervento sono stati dedotti dall'analisi dei consumi esposte nei paragrafi precedenti, mentre il totale dei costi post-intervento è stato calcolato dal prodotto tra il consumo di energia post-intervento e il costo medio unitario.

Il risparmio in bolletta porterebbe a rientrare dell'investimento in circa 8 anni.

Per determinare l'effettivo risparmio energetico sull'energia elettrica derivante dall'intervento proposto, si consiglia il monitoraggio dell'energia fotovoltaica prodotta dall'impianto.

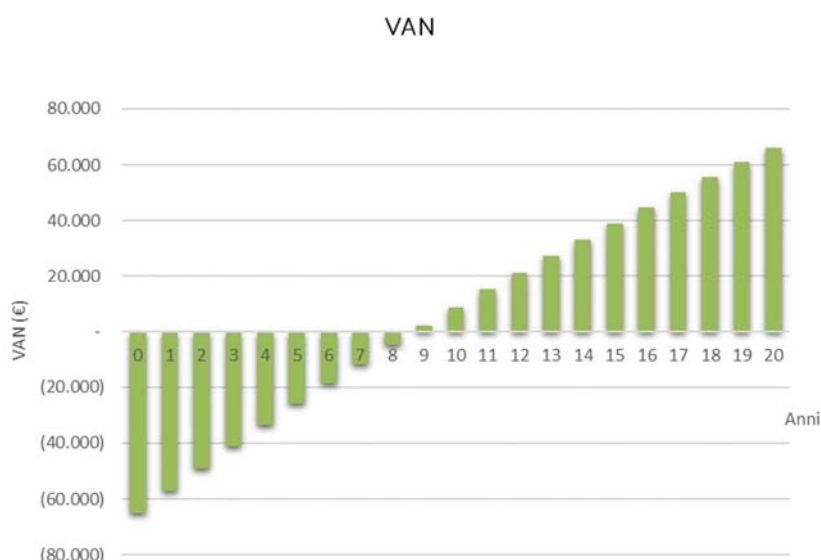


Figura 38 - Risultati dell'analisi economica - Flussi di cassa

7.2.5 Sostituzione infissi

Viste le caratteristiche dell'involucro, si consiglia sostituire gli infissi della facciata principale, rivolta verso Corso Bolzano, in quanto risulta essere la parte di edificio con la maggiore quota di superficie trasparente rispetto alla superficie disperdente totale e quindi maggiormente disperdente. Si consiglia di sostituire gli infissi di tutta la facciata principale, compresi quelli in corrispondenza delle aree non attualmente occupate dalla Regione Piemonte, sia per ovvi motivi estetici che per una maggiore uniformità delle prestazioni energetiche dell'intero edificio. Nelle seguenti valutazioni economiche sarà perciò stimato sia il costo totale di investimento per l'intero edificio, sia il costo relativo alla sola zona termica considerata per gli uffici della Regione Piemonte. Quest'ultimo sarà confrontato con il risparmio energetico derivante dall'efficientamento dell'involucro della zona termica.

Agendo sull'involucro si è scelto di fare riferimento per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali ai requisiti che detta il c.d. "Conto Termico 2.0", che per interventi edilizi su edifici esistenti prevede valori limite di trasmittanza termica delle strutture che delimitano l'involucro in base alla zona termica. Per la zona climatica E il valore limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti è pari a 1,30 W/m²K. Attualmente gli infissi della facciata principale hanno un valore medio di trasmittanza stimato a ca. 3,1-3,3 W/m²K. L'intervento prevede la sostituzione degli infissi con altri più performanti, con telaio in metallo e vetro doppio basso emissivo e intercapedine con gas inerte.

L'analisi è stata effettuata attraverso lo stesso software di modellazione energetica utilizzato per la modellazione del sistema edificio-impianto allo stato attuale (Namirial Termo, rilasciato dalla Namirial Spa e validato dal CTI in data 29/06/2016, protocollo n.71, come rispondente alle specifiche tecniche UNI TS 11300) con la convergenza ai consumi termici reali illustrata. Sulla base dei consumi energetici del sistema edificio-impianto allo stato di fatto e sulla base delle valutazioni per l'intervento in oggetto, si calcolano i seguenti risparmi.

INTERVENTO 5 – SOSTITUZIONE INFISSI					
Voce	u.m.	Stato di fatto	Post intervento	Risparmio	%
Energia primaria da modello energetico	kWh/anno	616.138	571.776	44.362	7%
Consumo energetico da modello energetico	Stmc/anno	64.248	59.622	4.626	7%
Emissioni equivalenti di CO ₂	ton CO ₂ eq	134,9	125,2	9,7	7%
Costo Energetico	€/anno	35.586,26	33.024,05	2.562,21	7%

Tabella 29 – Risultati dell'analisi energetica

Le seguenti tabelle riportano la stima dei costi di investimento per l'intervento sull'intera facciata principale (superficie finestrata di circa 650 mq) e per la sola zona termica corrispondente agli uffici della Regione Piemonte (superficie finestrata di circa 308 mq).

Descrizione dei lavori	Analisi Prezzo			
	Unità di Misura	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo Totale
Fonte valori economici: Analisi prezzi da listini (prezzi medi di mercato) e Prezziario Regione Piemonte (anno 2018). I prezzi si intendono al netto di IVA e comprensivi dei compensi per spese generali e utili d'impresa.				
Fornitura serramenti	mq	650	229,22 €	148.994,08 €
Smontaggio vecchi serramenti	mq	650	12,68 €	8.242,00 €
Posa in opera serramenti	mq	650	27,99 €	18.193,50 €
Progettazione		10%		17.542,96 €
Totale Calcolato				192.972,54 €
Importo Arrotondato				193.000,00 €

Tabella 30 - Stima dell'investimento per l'intera facciata

Descrizione dei lavori	Analisi Prezzo			
	Unità di Misura	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo Totale
Fonte valori economici: Analisi prezzi da listini (prezzi medi di mercato) e Prezziario Regione Piemonte (anno 2018). I prezzi si intendono al netto di IVA e comprensivi dei compensi per spese generali e utili d'impresa.				
Fornitura serramenti	mq	308	229,22 €	70.600,27 €
Smontaggio vecchi serramenti	mq	308	12,68 €	3.905,44 €
Posa in opera serramenti	mq	308	27,99 €	8.620,92 €
Progettazione		10%		8.312,66 €
Totale Calcolato				91.439,30 €
Importo Arrotondato				91.450,00 €

Tabella 31 - Stima dell'investimento per la zona termica uffici Regione Piemonte

L'intervento richiederebbe un investimento iniziale di circa 193.000 €, di cui 91.450 € imputabili agli infissi degli uffici della Regione Piemonte. Si specifica che i costi dell'investimento sono stati ipotizzati in base all'esperienza, tale assunzione potrebbe determinare delle sovrastime o sottostime dei reali consumi. Verificate le condizioni di ammissibilità di cui all'Allegato I del DM 16/02/16 (Nuovo Conto Termico), si potrebbe quantificare un beneficio economico pari al 40% della spesa sostenuta.

Di seguito si riportano le valutazioni economiche relative all'intervento.

INTERVENTO 5 – SOSTITUZIONE INFISSI

Periodo di Riferimento	T	30	Anni
Tasso di attualizzazione	r	2,50%	%
Investimento	I	91.450,00	€
Risparmio Totale Stimato	R	2.562,21	€/anno
Incentivo	I	32.922,00	€
Tempo di Ritorno semplice	TR	22,9	Anni
Tasso Interno di Rendimento	TIR	1,79%	%
Valore Attuale Netto	VAN	-5.703,15	€
Indice di Profitto (VAN/I)	IP	-0,062	-
Costo dell'energia risparmiata	CER	6,60	c€/kWhp

Tabella 32 - Risultati dell'analisi economica

I consumi e i costi totali per il combustibile pre-intervento sono stati dedotti dall'analisi dei consumi esposte nei paragrafi precedenti, mentre il totale dei costi post-intervento è stato calcolato dal prodotto tra il consumo di energia post-intervento e il costo medio unitario.

Alla luce dell'analisi sopra riportata, l'intervento appare non economicamente vantaggioso, con un tempo di ritorno superiore ai 20 anni e un valore attuale netto negativo. Abbiamo ritenuto di riportarlo in diagnosi date le scarse prestazioni energetiche e meccaniche degli infissi attuali, che andranno sostituiti comunque per la funzionalità dell'edificio, al di là delle valutazioni energetiche.

7.2.6 Suggerimenti e buone pratiche per la riduzione dei consumi

È possibile ottenere una riduzione dei consumi energetici anche applicando alcuni accorgimenti o abitudini sostenibili; di seguito se ne riportano alcune con particolare riferimento ad uffici e luoghi comuni.

Computer e Monitor

- Durante le pause dall'attività lavorativa attivare la funzione stand-by di computer e monitor, spegnerli se non utilizzati per lungo periodo, staccare la spina alla fine dell'orario di lavoro (il PC è uno di quegli elettrodomestici che assorbe una potenza elettrica anche da spento, da 3 a 6 W);
- Eliminare qualsiasi screen saver.

Stampanti

- Spegnerne la stampante, dell'ufficio o di rete, alla fine dell'orario di ufficio;
- Ogni volta che è possibile usare la carta riciclata;
- Stampare con l'opzione fronte/retro e/o inserendo più pagine nella stessa facciata;
- Utilizzare ogni volta che è possibile la modalità di stampa a bassa risoluzione;
- Per quanto possibile stampare tutti i documenti in un'unica sessione: si evita che la stampante debba ogni volta raggiungere la temperatura adeguata per la stampa;
- Prima di stampare un documento, usare l'opzione "Anteprima di stampa" per vedere se l'impaginazione e l'effetto visivo è quello desiderato;
- Ove possibile, ridurre i margini della pagina e la dimensione del carattere;
- Molto spesso capita di dover commentare un documento condiviso: invece di stamparlo, lavorarci in formato elettronico, utilizzando la funzione "Commento";
- Prima di stampare un documento accertarsi che sia veramente utile: un po' di tempo dedicato ad una lettura veloce "a video" faranno risparmiare in termini di carta ed energia.

Fotocopiatrici

- Se la fotocopiatrice non possiede l'opzione di standby automatico ricordarsi di inserirlo sempre dopo il suo utilizzo;
- Alla fine dell'orario di ufficio è opportuno spegnere la fotocopiatrice e disconnetterla dalla rete, specialmente se rimane inutilizzata per lunghi periodi come ad esempio i fine settimana e le festività;
- Quando possibile, fotocopiare almeno con modalità fronte/retro, e usare la carta riciclata.

Illuminazione

- Calibrare l'illuminazione in base alle reali necessità: spesso è sufficiente utilizzare il 50% delle lampade disponibili, specialmente nelle giornate di sole;
- Spegnerle le luci all'uscita dall'ufficio e dagli ambienti comuni (bagni, corridoi, sale riunioni, ecc.).

Climatizzazione ambienti

- Qualunque sia il tipo di radiatore, non ostacolare la circolazione dell'aria (non coprire i radiatori con "copri-termosifoni" o tende).

In inverno:

- Evitare di aprire le finestre se fa troppo caldo, piuttosto abbassare il riscaldamento;
- Tenere le porte chiuse per evitare che il calore si propaghi in ambienti che non è necessario riscaldare.

In estate:

- Tenere le finestre chiuse quando è acceso l'impianto di condizionamento;
- Regolare il climatizzatore sul consumo energetico ottimale e comunque accenderlo solo se necessario. Inoltre, a minori velocità di ventilazione, la quantità di aria trattata è minore e quindi viene meglio raffreddata e soprattutto maggiormente deumidificata, con conseguente maggiore sensazione di benessere;
- La differenza tra la temperatura raccomandata interna agli edifici e quella esterna non dovrebbe superare i 7°C.

8. Conclusioni

Per il sito esaminato, vengono riassunte di seguire le azioni possibili dal punto di vista della riduzione dei consumi energetici, con la finalità di dare evidenza a quelle attività che portano rapidi benefici nella riduzione dei costi attuali.

RIEPILOGO INTERVENTI MIGLIORATIVI							
INTERVENTO	I [€]	TR [anni]	TRA [anni]	T [anni]	TIR [%]	VAN [€]	IP [-]
Isolamento solaio verso sottotetto	11.550,00	6,6	7	30	13,97%	14.376,00	1,245
Installazione caldaie a condensazione e valvole termostatiche	86.250,00	12,0	14	20	5,19%	16.161,48	0,187
Installazione lampade LED	50.500,00	5,6	6	10	11,61%	19.388,65	0,384
Installazione impianto fotovoltaico	65.150,00	7,7	9	20	11,45%	66.119,28	1,015
Sostituzione infissi facciata principale	91.450,00	22,9	>30	30	1,79%	-5.703,15	-0,062

Tabella 33 - Riepilogo analisi economica interventi migliorativi

RIEPILOGO INTERVENTI MIGLIORATIVI					
Tipo intervento	Risparmio	udm	Risparmio emissioni [tonCO2eq]	Risparmio annuo [tep]	Risparmio annuo [€]
Isolamento solaio verso sottotetto	1.799	Stmc/anno	3,78	1,484	996,42
Installazione caldaie a condensazione e valvole termostatiche	8.352	Stmc/anno	17,54	6,891	4.626,21
Installazione lampade LED	42.891	kWh/anno	18,58	8,021	5.958,83
Installazione impianto fotovoltaico	60.610	kWh/anno	26,26	11,334	8.420,55
Sostituzione infissi facciata principale	4.626	Stmc/anno	9,71	3,816	2.562,21

Tabella 34 - Riepilogo risparmio interventi migliorativi

Per l'edificio oggetto di diagnosi si è elaborato anche l'Attestato di Prestazione Energetica (APE) allo stato di fatto, da cui si è ottenuto il fabbisogno di energia primaria globale non rinnovabile (EP_{gl,nren}) attuale. Si sono poi elaborate le bozze degli Attestati di Prestazione Energetica che si otterrebbero effettuando i diversi interventi di efficientamento proposti, singoli o combinati. I risultati ottenuti sono poi stati confrontati con lo stato di fatto.

La differenza riscontrabile tra le percentuali di risparmio esposte nei paragrafi precedenti e quelle ottenute dal calcolo degli APE è dovuta alle diverse condizioni di calcolo tra APE e Diagnosi Energetica. Infatti la differenza sostanziale tra APE e Diagnosi è che il primo si basa su un calcolo standard secondo la norma UNI TS 11300, mentre nel caso della Diagnosi Energetica il calcolo viene adattato all'utenza secondo dati non

standard commisurati alle modalità reali di utilizzo degli impianti, ai dati effettivi di occupazione dell'immobile e ai dati climatici aggiornati della località in cui si trova l'unità immobiliare.

RIEPILOGO INTERVENTI MIGLIORATIVI			
Calcolo attestati di prestazioni energetica	Classe energetica ante-intervento	EP ante-intervento [kWh/m2anno]	
Stato di fatto	D	221,47	
Tipo intervento	Classe energetica post-intervento	EP post-intervento [kWh/m2anno]	Riduzione % del fabbisogno di energia primaria
Isolamento solaio verso sottotetto	D	212,41	4%
Installazione caldaie a condensazione e valvole termostatiche	D	199,97	10%
Installazione lampade LED	D	203,58	8%
Installazione impianto fotovoltaico	D	204,63	8%
Sostituzione infissi facciata principale	D	212,03	4%
Isolamento solaio + installazione caldaie e v.t.	D	192,35	13%
Sostituzione infissi + installazione caldaie e v.t.	D	191,92	13%
Isolamento solaio + installazione caldaie e v.t. + fotovoltaico	D	175,50	21%
Isolamento solaio + installazione caldaie e v.t. + fotovoltaico + LED	C	157,62	29%
Isolamento solaio + installazione caldaie e v.t. + fotovoltaico + LED + infissi	C	149,68	32%

Tabella 35 - Riepilogo classi energetiche

Alla luce di tutte le analisi sopra riportate, si possono considerare diversi criteri di valutazione per determinare gli interventi migliori:

- Secondo il criterio economico, gli interventi con gli indici di profitto più vantaggiosi risultano essere l'isolamento del solaio verso il sottotetto non scaldato e l'installazione dell'impianto fotovoltaico in copertura.
- Secondo il criterio energetico-ambientale, si otterrebbero maggiori riduzioni di TEP consumati e di CO₂ equivalente emessa riducendo i fabbisogni elettrici con l'installazione dell'impianto fotovoltaico e il relamping totale dell'edificio e riducendo il fabbisogno di combustibile con la sostituzione delle attuali caldaie con nuovi generatori a condensazione.
- Secondo il criterio di riduzione del fabbisogno di energia primaria globale non rinnovabile, il singolo intervento che porta ad una maggiore riduzione dell'EP è la sostituzione delle caldaie con generatori a condensazione, grazie al quale l'EP globale si ridurrebbe del 10% rispetto al valore attuale. Per poter migliorare di una classe energetica sarebbe necessario realizzare almeno 4 degli interventi proposti.