



Società Energetica Lucana  
energia & natura



**Patto dei Sindaci**  
Un impegno per l'energia sostenibile

# TITO



Provincia di Potenza

## Misure di riqualificazione energetica: Edifici Pubblici







# Gruppo di lavoro

---

**Comune di TITO (PZ)**

---

**Sindaco Graziano Scavone**

---

**Responsabile Ufficio Tecnico**

---

**Ing. Leonardo Calbi**

---

**Coordinamento Patto dei Sindaci**

Provincia di Potenza

---

Presidente Nicola Rocco Valluzzi

---

Responsabile

---

**Coordinamento e Assistenza  
Tecnica**

**Società Energetica Lucana S.p.A.**

**Presidente**

---

Ignazio Petrone

---

**Direttore Tecnico**

---

Ing. Massimo Scuderi

---

**Referente Amministrativo**

---

D.ssa Michela Pinto

---

**Referente Tecnico**

---

Ing. Angelo Pepe

---

**Assistenza Tecnica**

---

Ing. Orazio Notarfrancesco – con la collab. di Ing. Monica Coiro

---

# Sommario

---

<b>1</b>	<b>PATRIMONIO EDILIZIO PUBBLICO</b> .....	<b>7</b>
1.1	PREMESSA .....	7
1.2	L'AZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE .....	8
1.3	LA METODOLOGIA COST-OPTIMAL .....	9
1.4	INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA.....	11
1.5	LA NORMA UNI/TS 11300:2014 .....	12
1.6	IL COEFFICIENTE DI UTILIZZO.....	13
<b>2</b>	<b>EDIFICI PUBBLICI DEL COMUNE DI TITO: PRESTAZIONI ENERGETICHE ED EMISSIONI</b> .....	<b>14</b>
2.1	IL MUNICIPIO .....	14
2.2	COMANDO CORPO POLIZIA LOCALE.....	18
2.3	L'AUDITORIUM DON DOMENICO SCAVONE.....	20
2.4	LA BIBLIOTECA COMUNALE .....	24
2.5	LA SCUOLA PRIMARIA E DELL'INFANZIA DI TITO SCALO .....	26
2.6	LA SCUOLA PRIMARIA F. CAFARELLI.....	30
2.7	LA SCUOLA SECONDARIA G. PASCOLI .....	34
2.8	ALTRI IMMOBILI COMUNALI.....	38
	CONCLUSIONI.....	39
	ALLEGATI.....	40
	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	41

## 1 PATRIMONIO EDILIZIO PUBBLICO

### 1.1 PREMESSA

La gestione degli edifici – climatizzazione invernale ed estiva, ventilazione, illuminazione artificiale e funzionamento di macchine elettriche – è fortemente energivora, perciò è essenziale avviare un processo di sostenibilità nel settore edilizio, indirizzandosi verso pratiche di consumo più opportune e con meno sprechi (**risparmio energetico**) e tecnologie più efficienti di trasformazione dell'energia da una forma all'altra (**efficientamento energetico**), a parità di servizi energetici fruiti.

Il Decreto Legge 63 del 4 giugno 2013 “Disposizioni urgenti per l’attuazione di obblighi comunitari e per il recepimento della direttiva 2010/31/UE in materia di prestazione energetica nell’edilizia” (convertito con la Legge 90/2013), entra immediatamente in vigore il 6 giugno 2013 con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale, spingendo anche l’Italia verso un patrimonio di “Edifici ad Energia Quasi Zero” e superando il d.lgs. 192/2005, emanato a suo tempo per il recepimento della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell’edilizia, ma carente sotto molti aspetti. Entro il 2021 si avranno solo “Edifici ad Energia Quasi Zero (NZEB). Il nuovo DI impegna anche l’Italia a definire le prestazioni, i requisiti, le risorse ed i criteri per raggiungere le massime prestazioni energetiche in edilizia.

L’obiettivo primario della Direttiva 2010/31/UE e quindi del DI. 63/2013 è la trasformazione dell’intero comparto edilizio in “Edificio ad Energia Quasi Zero” (Near Zero Energy Building - NZEB), imponendo a tutti gli stati membri di fissare i requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici esistenti e nuovi, garantire la certificazione energetica e disciplinare i controlli sugli impianti.

Un Edificio ad Energia Quasi Zero è un edificio ad altissima prestazione energetica. Il fabbisogno energetico molto basso o “quasi nullo” dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l’energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze. È stata coniata anche una definizione di progetto: in termini sintetici dice che “una trasformazione a NZEB implica il raggiungimento di una prestazione energetica migliore della trasformazione ottimale e un certo target di impiego di energie rinnovabili”.

Si noti la filosofia di fondo: la trasformazione “ottimale” è quella che massimizza il rapporto costi/benefici, che la legislazione nazionale esprime come “requisiti minimi” (definiti sia per gli edifici nuovi che per le ristrutturazioni dal DM 26/6/2015). Fare un NZEB significa raggiungere prestazioni energetiche ancora migliori di quelle derivanti dall’applicazione dei “requisiti minimi” e quindi occorre investire di più fermo restando che il progetto debba essere comunque “conveniente”, cioè capace di generare un risparmio economico che giustifichi i capitali richiesti.

Il DL. 63/2013 ha imposto una nuova metodologia di calcolo nazionale per la definizione univoca della prestazione energetica degli edifici, che tiene conto delle caratteristiche dell'involucro, degli impianti di climatizzazione, di ventilazione e di produzione di acqua calda sanitaria. Inoltre sono fissati i requisiti minimi di prestazione energetica in funzione dei costi ottimali da applicare agli edifici nuovi ed alle grandi ristrutturazioni in modo da conseguire i livelli di efficienza attesi.

I nuovi edifici dovranno rispettare i requisiti minimi e prevedere sistemi energetici alternativi ad alta efficienza. Gli edifici esistenti, quando sottoposti a ristrutturazioni importanti, devono migliorare la loro prestazione energetica per soddisfare i requisiti UE.

La direttiva europea e con essa il DL. 63/2013 fissano come data ultima il 31 dicembre 2018, entro la quale tutte le strutture occupate o di proprietà di pubbliche amministrazioni, comprese le scuole, dovranno essere ad "Energia Quasi Zero" ovvero rispondenti a precisi canoni costruttivi all'avanguardia, rispondenti alla direttiva europea 2012/27/UE. Quest'obbligo di arrivare ad avere un patrimonio di "Edifici ad Energia Quasi Zero" si estenderà anche al settore privato dall'1 gennaio 2021.

Con i decreti attuativi del 26 giugno 2015 (pubblicati nella Gazzetta Ufficiale n. 162 del 15 luglio 2015) si chiude il recepimento della Direttiva 2010/31/UE.

## 1.2 L'AZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE

Fin dall'approvazione del PAES il comune di Tito ha assunto impegni importanti nella direzione della riqualificazione energetica di alcuni degli immobili comunali, in particolare: la scuola Secondaria di I grado G. Pascoli, la scuola primaria F. Cafarelli, la scuola primaria e dell'infanzia di Tito Scalo, la palestra comunale, la biblioteca comunale, la sede del comando del corpo di polizia locale, l'auditorium Don Domenico Scavone e la sede municipale.

La congiuntura economica degli ultimi anni, i minori trasferimenti di risorse economiche da parte del governo centrale, la priorità di garantire i servizi essenziali ai cittadini (mense, scuola pubblica, assistenza sociale, navette scolastiche, manutenzione strade, opere e servizi vari di utilità pubblica, etc.) ha però ritardato la programmazione di interventi di riqualificazione energetica sugli immobili comunali.

Ciononostante, tra la fine del 2012 e la prima metà 2015 (periodo di tempo intercorrente tra l'approvazione del PAES e il primo step di monitoraggio), il Comune di Tito ha avviato comunque una serie di procedure di indagine su alcuni fabbricati di proprietà comunale che avevano come obiettivo la definizione dello stato di fatto di ciascun edificio.



In particolare, a valle della conduzione da parte di terzi di audit energetici su alcuni edifici pubblici, sono state censite le caratteristiche e l'efficienza degli impianti esistenti ed è stata individuata e valutata nel dettaglio la fattibilità tecnica e progettuale di alcuni interventi di efficientamento energetico, mettendone in risalto l'opportunità economica, i necessari impegni finanziari e gli aspetti contrattuali ed organizzativi. Presso l'ufficio tecnico comunale sono pervenute quindi alcune relazioni tecniche e proposte di intervento per la razionalizzazione dei consumi energetici degli edifici pubblici considerati.

Sulla scia delle documentazioni che l'amministrazione comunale, nella persona del sindaco Graziano Scavone in primis, ha messo a nostra disposizione e, di ulteriori indicazioni tecniche avute dal geom. Antonio Dolce dell'ufficio tecnico comunale, ai quali va il nostro ringraziamento per la loro disponibilità e per la preziosa collaborazione profusa, è stato possibile analizzare meglio i singoli edifici oggetto di indagine energetica e costruire dei modelli di calcolo dei fabbricati presi in esame, con maggior dettaglio e maggior aderenza allo stato reale.

### 1.3 LA METODOLOGIA COST-OPTIMAL

Nel seguito sono descritti sommariamente nello stato di fatto tutti gli edifici presi in considerazione e sono valutati altri possibili interventi di risparmio ed efficientamento energetico. La metodologia applicata è stata estrapolata dalla metodologia comparativa cost-optimal secondo la Direttiva 2010/31/UE, anche conosciuta come EPBD recast (Recast della Energy Performance of Buildings Directive).

Questa metodologia consente di identificare i requisiti minimi di prestazione energetica corrispondenti ai livelli di costo ottimali per gli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni edili e impiantistiche, importanti e non, da confrontare con i corrispondenti requisiti minimi normativi vigenti. Poiché tale metodologia tende a produrre un notevole numero di interventi su ogni edificio oggetto di indagine, alcuni dei quali non sempre applicabili dal punto di vista della fattibilità tecnica oppure dal punto di vista della fattibilità normativo-vincolistica, nelle indicazioni che seguono si è deciso di applicare una estrapolazione della metodologia comparativa cost-optimal che sostanzialmente si basa sulle quattro assunzioni fondamentali seguenti:

- Si individuano e si definiscono solo gli interventi ritenuti applicabili allo specifico edificio dal punto di vista della fattibilità tecnica, mediante valutazioni di carattere prevalentemente oggettivo (e talvolta anche soggettivo in base all'esperienza maturata nel settore) e tenendo conto delle eventuali condizioni favorevoli o al contrario ostative alla realizzazione degli interventi stessi.
- Per ogni intervento individuato si procede direttamente con la definizione dello stesso in modo da poter "centrare" immediatamente i relativi requisiti minimi normativi vigenti ed eventualmente permettere al soggetto attuatore di beneficiare di incentivi statali e/o locali (misure di finanziamento, Conto Termico, etc.)

- La valutazione economica e il rientro dell'investimento relativo al singolo intervento di riqualificazione energetica sono eseguiti al netto di possibili incentivi economici statali e/o locali, visto il loro carattere temporaneo, ad entità variabile e in genere diversificato localmente.
- Si individuano e si definiscono gli interventi applicabili allo specifico edificio senza tener conto di eventuali vincoli normativi, architettonici, paesaggistici, ambientali o locali. Non è stato possibile infatti acquisire informazioni precise su eventuali e specifiche situazioni vincolistiche legate al singolo edificio analizzato.

Sulla base delle premesse della metodologia cost-optimal e delle assunzioni pocanzi illustrate, il lavoro fatto si è strutturato nelle seguenti fasi:

- **Individuazione degli edifici pubblici** (sulla base delle indicazioni, delle informazioni e delle documentazioni avute dall'amministrazione comunale).
- **Calcolo del fabbisogno energetico degli edifici pubblici** (indice di prestazione energetica globale - espresso in energia primaria non rinnovabile, classe di prestazione energetica).
- **Valutazione dei pacchetti di interventi di risparmio e/o di efficientamento energetico** (calcolo del fabbisogno energetico dei fabbricati post intervento, classe di prestazione energetica post intervento).
- **Calcolo del costo globale dell'intervento**, riferendosi ad un ciclo economico di vita dell'edificio pari a **20 anni**, così da individuare i valori di VAN, TIR e pay-back attualizzato. Il costo globale dell'intervento è dato dalla somma del valore attuale dei costi dell'investimento iniziale (per la progettazione, l'acquisto, l'installazione e/o la posa in opera delle misure di efficienza energetica), dei costi di manutenzione e gestione, degli eventuali costi di sostituzione e di smaltimento e della riduzione dei consumi dei vettori energetici riferiti all'anno di inizio (Capitale iniziale investito e flussi di cassa attualizzati). Per il calcolo del VAN si è deciso di utilizzare un tasso di attualizzazione fisso e sempre pari al 3%.
- **Definizione del pacchetto di interventi di risparmio/efficientamento energetico ottimale**, caratterizzato dal miglior rapporto costi economici/benefici energetici (costo globale unitario dell'intervento in €/mq in relazione alla prestazione energetica dell'edificio in kWh/mq).

#### 1.4 INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Ciascun edificio pubblico è definito sommariamente in tutte le sue caratteristiche costruttive ed impiantistiche: la struttura (i componenti dell'involucro e della struttura portante), i relativi punti critici di dispersione termica, le zone termiche, l'impianto termico e (eventualmente) di produzione di acqua calda sanitaria (ACS), l'impianto di condizionamento, l'impianto di illuminazione ambientale, gli eventuali impianti di ventilazione meccanica e di produzione di energia da fonti rinnovabili. Tali dati concorrono alla modellazione termodinamica dell'edificio che permette di valutare la prestazione energetica del sistema involucro edilizio - impianto (calcolo del fabbisogno energetico, delle dispersioni termiche e della generazione di energia - tramite gli impianti - necessaria a mantenere le condizioni di comfort termigrometrico interno).

Le misure di efficienza energetica che possono essere applicate agli edifici di riferimento sono le seguenti:

- sostituzione degli infissi (INF);
- isolamento esterno delle pareti delimitanti il volume riscaldato (IS-P);
- isolamento esterno del solaio di copertura (tetto isolato e ventilato) o isolamento all'intradosso del solaio di separazione zona riscaldata / sottotetto non abitabile (IS-T o IS-INTR);
- installazione di caldaia a condensazione e valvole termostatiche sui terminali di emissione (COND-VT);
- installazione di collettori solari termici, a circolazione naturale o forzata, per la produzione di acqua calda sanitaria (ST).
- Sostituzione del generatore esistente con impianto in pompa di calore (PdC).
- Installazione di impianto fotovoltaico (FV).

Al fine di prendere in considerazione l'interazione tra le differenti misure, queste sono state anche combinate in pacchetti per creare sinergie volte ad ottenere risultati migliori (in termini di investimento economico, prestazioni energetiche e comfort) rispetto a quelli ottenibili con misure singole. I vari interventi sono stati combinati riferendosi alla fattibilità tecnica degli stessi sullo specifico edificio oggetto di studio. Ogni intervento migliorativo considerato è definito in conformità ai decreti attuativi delle prescrizioni normative energetiche in vigore (D. Lgs. 192/05, D. Lgs. 311/2006, L. 90/2013 e s.m.i.)

## 1.5 LA NORMA UNI/TS 11300:2014

Nella revisione 2014 delle norme UNI/TS 11300-1 e UNI/TS 11300-2 sono state introdotte importanti novità pressoché tutte nella direzione di un affinamento delle caratteristiche di calcolo in favore di una modellazione più puntuale sulle diverse porzioni dell'edificio. Di seguito sono riassunte le principali:

- Durata del periodo di riscaldamento: il periodo nel quale è necessario l'apporto di un impianto di climatizzazione non è fisso ma è determinato per ogni zona termica in base al rapporto tra apporti e dispersioni. Ciascuna zona dell'edificio è caratterizzata da un giorno di inizio ed un giorno di fine dei periodi di raffrescamento e riscaldamento e possono essere diversi dalla stagione convenzionale assegnata in funzione della zona climatica.
- Funzionamento continuo dell'impianto: si è deciso di considerare il funzionamento **continuo** dell'impianto nelle 24 ore giornaliere **solo negli edifici residenziali** e di introdurre il regime di funzionamento **intermittente** per gli edifici con destinazione d'uso diversa dal residenziale, individuando quindi dei profili d'utenza per ogni destinazione d'uso prevista dal DPR 412/93.
- Ponti termici: I ponti termici si valutano solo attraverso i coefficienti **lineici**. È eliminato l'utilizzo della maggiorazione percentuale della trasmittanza termica e l'utilizzo dell'abaco della norma UNI EN 14683. (Omissis)
- Trasmittanza termica U: per gli edifici esistenti è disponibile il rapporto tecnico UNI/TR 11552, che riporta un abaco di strutture opache verticali e orizzontali, con proprietà termo fisiche indicative.
- Perdite per ventilazione: è stata molto ampliata la trattazione, per cui ogni ambiente che costituisce la zona climatizzata può ricambiare aria naturalmente dall'esterno, può ricevere aria di rinnovo da ambienti non climatizzati o serre solari adiacenti, essere servito da un impianto di ventilazione meccanica con controllo sulla temperatura o da un impianto di climatizzazione con recupero di calore. La portata giornaliera media mensile da utilizzare nel calcolo delle dispersioni di ventilazione si calcola a partire dai valori della portata di ventilazione necessari per garantire le condizioni di qualità dell'aria in ambiente, indipendentemente dal tipo di ventilazione adottata (naturale o meccanica), facendo riferimento alla norma UNI 10339. Si utilizza la portata minima di progetto di aria esterna, che dipende da destinazione d'uso, numero di occupanti o superficie utile della zona considerata (esclusi cucine, bagni, corridoi e locali di servizio). La portata di ventilazione in condizioni di riferimento (ventilazione per sola areazione), utilizzata per il calcolo della prestazione termica, si calcola applicando un fattore di correzione alla portata minima di progetto di aria esterna.

- Apporti solari: viene introdotta la modifica (omissis) che valuta un solo fattore di riduzione per ombreggiatura esterno (il peggiorativo) tra l'angolo verticale e orizzontale. Inoltre viene migliorata la caratterizzazione della trasmittanza di energia solare totale attraverso la parte vetrata (g=glass) con una più dettagliata definizione dei fattori di esposizione. (Omissis)
- Calcolo del fabbisogno energetico per illuminazione: negli edifici **non residenziali** è richiesto dall'appendice D il calcolo del fabbisogno di energia elettrica:
  - Fabbisogno di illuminazione
  - Fabbisogno parassita dato dai meccanismi di controllo
  - Fabbisogno di illuminazione degli ambienti esterni (**solo** in diagnosi energetica)
- Sono stati rivisti i rendimenti di distribuzione precalcolati riportati nei prospetti e i rendimenti di generazione precalcolati riportati nei prospetti.

## 1.6 IL COEFFICIENTE DI UTILIZZO

Per poter tenere in conto il consumo reale di energia primaria e le relative emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera, si è preferito introdurre un opportuno **coefficiente di utilizzo** che consente di descrivere meglio la gestione effettiva degli impianti di climatizzazione dell'edificio in esame. Nel caso degli edifici pubblici, il coefficiente di utilizzo è pari al rapporto tra il consumo reale dei vettori energetici (quantitativo riportato in fatturazione) e il fabbisogno di combustibile stimato da calcolo per l'utenza standard.

Per applicare il coefficiente di utilizzo, si è scelto di moltiplicare semplicemente per tale coefficiente i consumi dei vettori energetici iniziali e quelli relativi ai pacchetti di interventi di riqualificazione energetica. Come si intuisce facilmente, il coefficiente di utilizzo è stato definito riferendosi ai consumi reali (come da fatturazione) dei vettori energetici dello specifico edificio preso in considerazione.



## 2 EDIFICI PUBBLICI DEL COMUNE DI TITO: PRESTAZIONI ENERGETICHE ED EMISSIONI

Il comune di Tito, in provincia di Potenza, è caratterizzato termicamente dalla zona climatica D e da 2.091 gradi giorno. Temperatura esterna di progetto pari a  $-3^{\circ}\text{C}$ . Il limite massimo consentito per l'accensione degli impianti termici è di 12 ore giornaliere dal 1 novembre al 15 aprile. I calcoli termici sono stati elaborati mediante il software certificato per il calcolo delle prestazioni energetiche e certificazione Termus di Acca Software SpA, v.32.00j – Licenza:12070035.

### 2.1 IL MUNICIPIO

La sede municipale (da **Fig.2.1** a **Fig.2.5**) è un fabbricato di quattro piani (PS, PT, P1, P2) in muratura portante con muri in pietra spessi quasi un metro, solai in latero-cemento di spessore 30 cm, tetto a falde, infissi alcuni in PVC e alcuni in legno a vetrocamera doppio 4-12-4 mm, sostituiti o ammodernati di recente. La superficie calpestabile è oltre i 1000 mq, quella utile è poco più di 900 mq. Sono presenti n°4 caldaie standard da 24kW, alcuni boiler elettrici per l'acqua calda sanitaria, n°120 fluorescenti lineari da 35W ciascuno, n°4 lampade da 60W ciascuna. I terminali di emissione sono costituiti da radiatori in acciaio.



**Fig. 2.1** – Sede Municipale: veduta frontale

Di seguito si riportano le piante dei vari livelli.

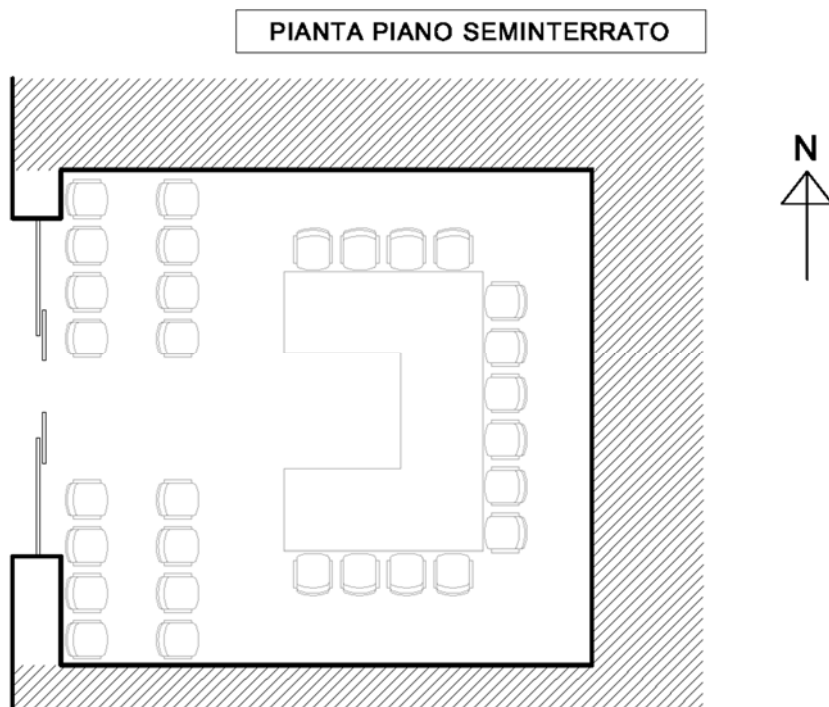


Fig. 2.2 – Sede Municipale: pianta piano seminterrato

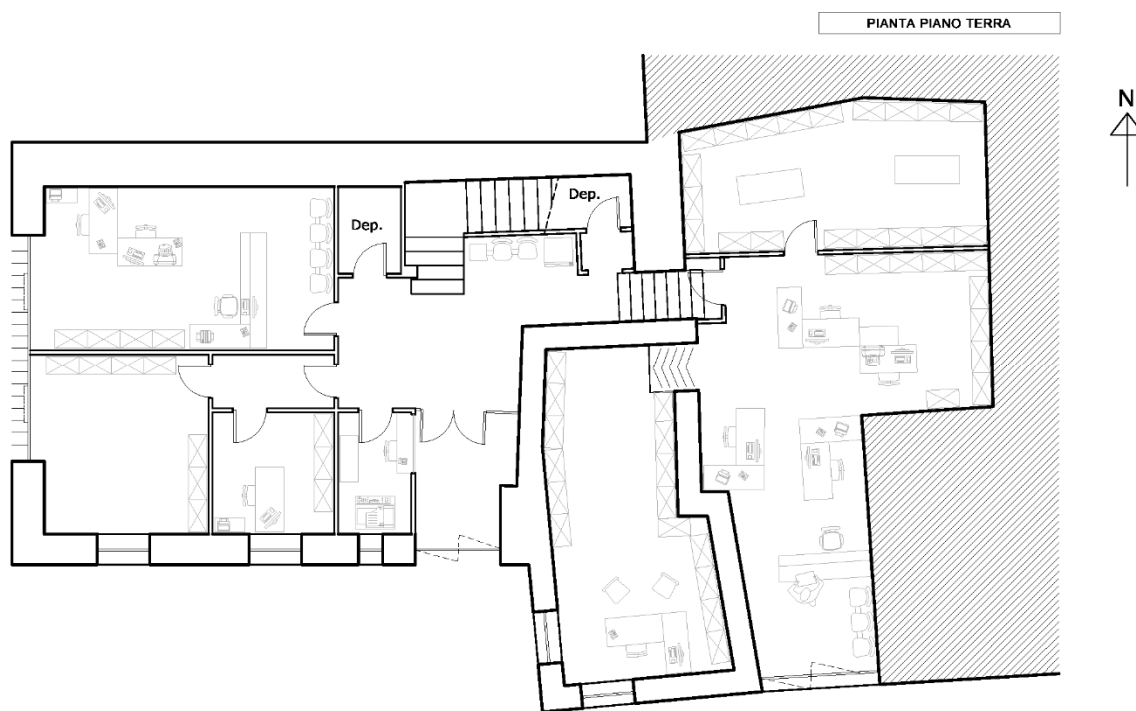


Fig. 2.3 – Sede Municipale: pianta piano terra

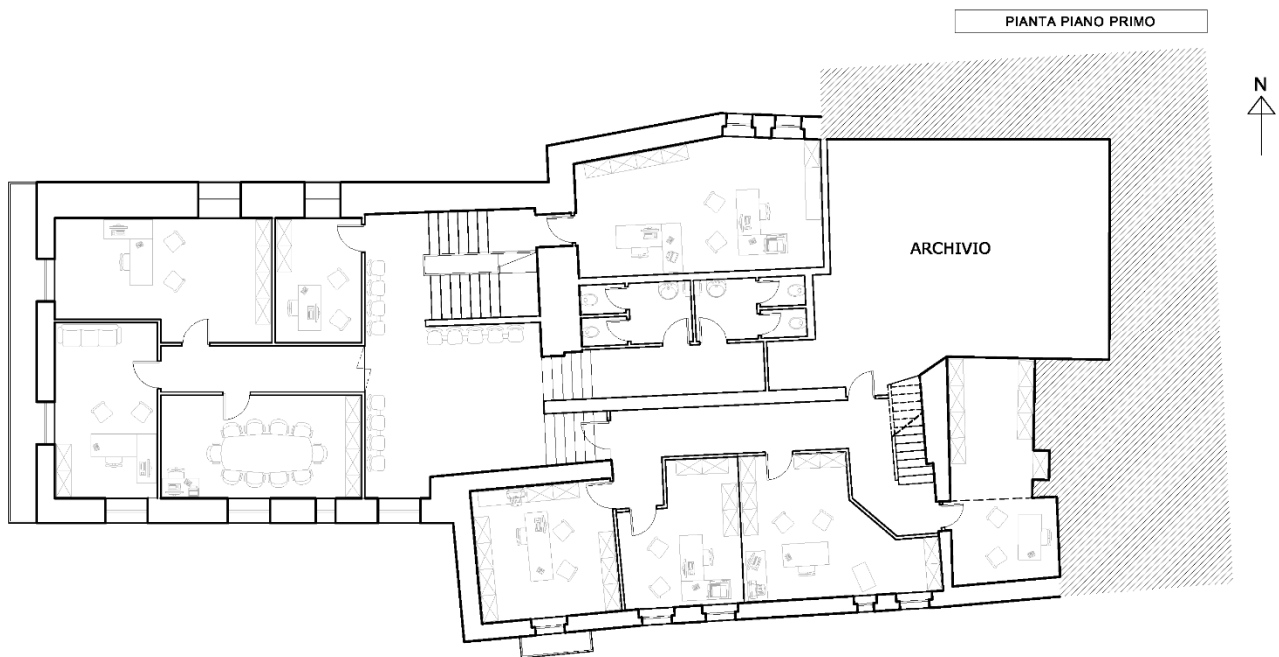


Fig. 2.4 – Sede Municipale: pianta piano primo

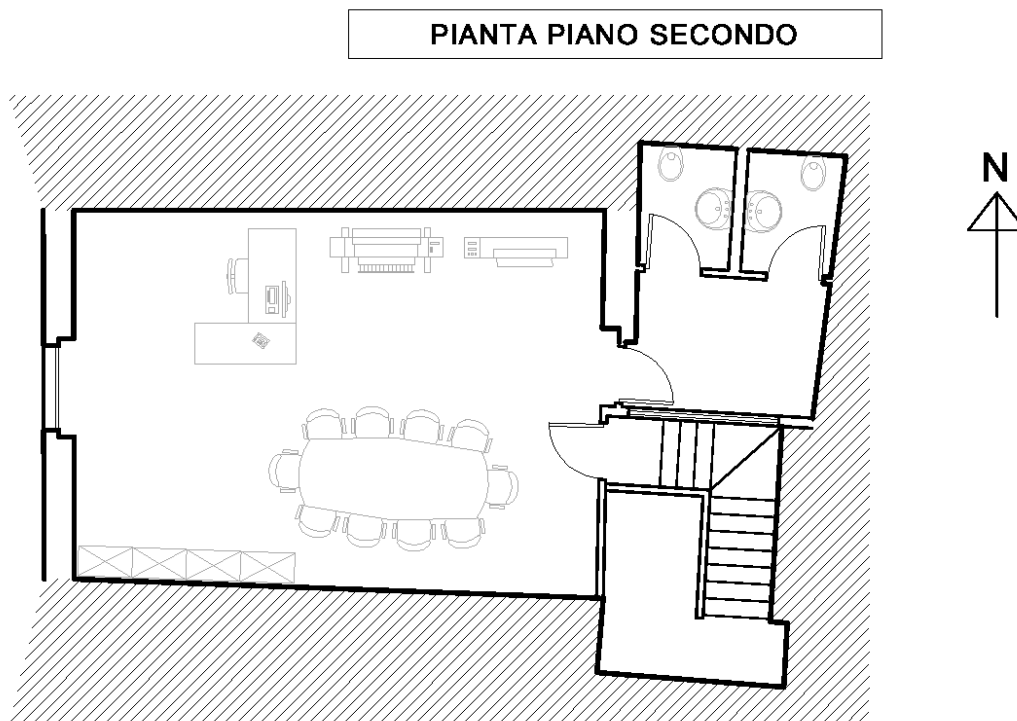


Fig. 2.5 – Sede Municipale: pianta piano secondo



Sul municipio è stato posto all'attenzione dell'amministrazione un intervento di efficientamento energetico consistente nella sostituzione delle quattro caldaie e dei boiler elettrici per l'ACS con quattro pompe di calore aria-acqua e l'installazione di n°29 valvole termostatiche sui radiatori. E' stata prevista inoltre anche l'ottimizzazione dell'illuminazione artificiale, sostituendo le fluorescenti lineari e le lampade con tubi a LED da 18W e lampade a LED da 9W e l'installazione di un impianto fotovoltaico su falda da 20 kW. Nella tabella seguente è stato simulato sia questo intervento che un intervento alternativo che sostituisce solamente le caldaie esistenti con nuove caldaie a condensazione a gas metano, mantenendo i boiler per l'ACS e fermo restando tutti gli altri interventi (illuminazione, valvole termostatiche e FV). Per il significato delle varie grandezze si faccia riferimento alla tabella nell'allegato A.1. Mentre nell'allegato A.2 sono riportati i dati di fatturazione di energia elettrica e gas naturale.

Non sono stati introdotti ulteriori interventi per la tipicità della struttura edilizia in esame. E' difficile infatti poter operare ad esempio con un intervento di isolamento dall'esterno o dall'interno. Si rimanda ad approfondimenti mirati lo studio di tale possibilità. Si noti che, a seconda dell'intervento, le colonne **CMBh** e **CMBw** rappresentano il combustibile gas naturale o l'energia elettrica.

MUNICIPIO	Classe energetica	EPh	EPacs	EPI	EPglnr	EtaGh	EtaGw	Ql	Qxl_rete	CMBh	Qxh	CMBw	Qxw
		kWh/m² anno	kWh/m² anno	kWh/m² anno	kWh/m² anno			kWh	kWh	m³ - kWh	kWh	kWh	kWh
ANTE	G	195,9471	6,2884	21,4945	223,7300	0,6697	0,3561	11100	11100	19546	208	3247	0
PdC-VT+FV	D	68,8675	3,1370	0,0000	72,0045	1,9055	0,7139	11100	0	35564	174	1620	86
COND-VT+FV	G	160,7693	6,2884	0,2588	167,3165	0,8162	0,3561	11100	134	16066	757	3247	0

Tab. 2.1 – Sede Municipale: calcolo della prestazione energetica degli interventi.

Nella tabella seguente è stato applicato il **coefficiente di utilizzo**, stimato in base al reale uso della struttura e, riferendolo ai consumi reali dei vettori energetici. Si noti come variano i consumi dei vettori energetici sia "Ante-intervento" che dopo degli interventi e, l'abbattimento di CO<sub>2</sub> relativo.

MUNICIPIO	Energia elettrica				Gas metano		FV			Abbattimento di CO <sub>2</sub>	
	illuminaz.	ACS	Forza motrice	Riscaldam.	Riscaldam.	ACS	Prod.	Utilizzo	In Rete	ΔCO <sub>2</sub>	ΔCO <sub>2</sub> (C <sub>utilizzo</sub> )
	kWh	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kWh	kWh	kWh	tCO <sub>2</sub> eq	tCO <sub>2</sub> eq
ANTE	8436	2468	12091	0	9753	0	0	0	0	53,78	37,24
PdC-VT+FV	0	1231	9068	27029	0	0	24000	12695	11305	-44,32	-27,85
COND-VT+FV	102	2468	9486	0	8017	0	24000	11357	12643	-30,04	-26,44

Tab. 2.2 – Sede Municipale: applicazione del coefficiente di utilizzo. Stima abbattimento CO<sub>2</sub>.

Si evidenzia immediatamente l'aumento del consumo di energia elettrica con l'installazione delle pompe di calore mentre si attenua il consumo di gas con la sostituzione delle caldaie a condensazione. Se si guarda agli effetti dell'installazione dell'impianto fotovoltaico, si può comprendere immediatamente come l'impianto fotovoltaico produca ottimi risultati sull'abbattimento dei consumi elettrici. Si noti infatti l'azzeramento praticamente del fabbisogno per l'illuminazione ambientale sia nel caso del primo che del secondo intervento, la quantità stimata di energia prodotta utilizzata direttamente e quella residua immessa in rete e valorizzata con lo scambio sul posto.

Per quanto attiene all'abbattimento di CO<sub>2</sub>, dal punto di vista del calcolo teorico le pompe di calore sembrano garantire maggiori performance rispetto alle caldaie a condensazione ma dal punto di vista del calcolo reale, sembrano praticamente raggiungere lo stesso risultato. Nella tabella seguente è riportata infine la valutazione economica degli investimenti per gli interventi proposti.

MUNICIPIO	Classe energetica	EPgInr	S <sub>utile</sub>	COSTO INIZIALE	VAN	VAN UNITARIO (Costo Globale)	Pay-back semplice	Pay-back attualizzato	TIR
		kWh/m <sup>2</sup> anno	m <sup>2</sup>	€	€	€/m <sup>2</sup>	anni	anni	%
ANTE	G	223,7300	904	-	-	-	-	-	-
PdC-VT+FV	D	72,0045		80.000,00	2.373,24	2,63	14,4	19,4	3,3%
COND-VT+FV	G	167,3165		41.400,00	37.257,75	41,21	8,3	9,7	10,8%

Tab. 2.3 – Sede Municipale: valutazione economica degli investimenti.

Si evidenzia come il secondo intervento sia economicamente più vantaggioso del primo, però quest'ultimo consente di raggiungere la classe energetica D riducendo ad un terzo l'indice di prestazione globale.

## 2.2 COMANDO CORPO POLIZIA LOCALE

La sede del corpo di polizia locale (**Fig.2.6 – Fig.2.7**) è un fabbricato di tre livelli fuori terra (PT, P1, P2) in muratura portante con muri in pietra spessi 45 cm, solai in latero-cemento, tetto a falde, infissi a singolo vetro con telaio in alluminio. La sede di polizia locale occupa l'ultimo piano dell'immobile, per una superficie calpestabile di 196 mq. Il generatore di calore è una caldaia standard da 24kW. I terminali di emissione sono costituiti da radiatori in acciaio. Su questo fabbricato si è deciso di intervenire solo sugli infissi e mediante l'installazione sulla falda di copertura di un impianto fotovoltaico da 10 kW.

Si è ritenuta poco vantaggiosa al momento la sostituzione del generatore di calore, visti i bassissimi consumi di gas e, per lo stesso motivo, poco conveniente in termini di rientro dell'investimento anche la realizzazione dell'isolamento esterno a cappotto sull'intero fabbricato. Al momento l'edificio al piano terra ospita il corpo forestale e al piano primo un'associazione, entrambi termoautonomi. Poiché l'immobile è interamente di proprietà comunale, è comunque volontà dell'amministrazione esaminare nel prossimo futuro la possibilità di effettuare alcuni interventi di riqualificazione energetica sull'intero fabbricato.



Fig. 2.6 – Comando Corpo di Polizia Locale: veduta frontale della sede

Di seguito si riporta la pianta della sede dei Vigili Urbani.

### SEDE COMANDO POLIZIA LOCALE

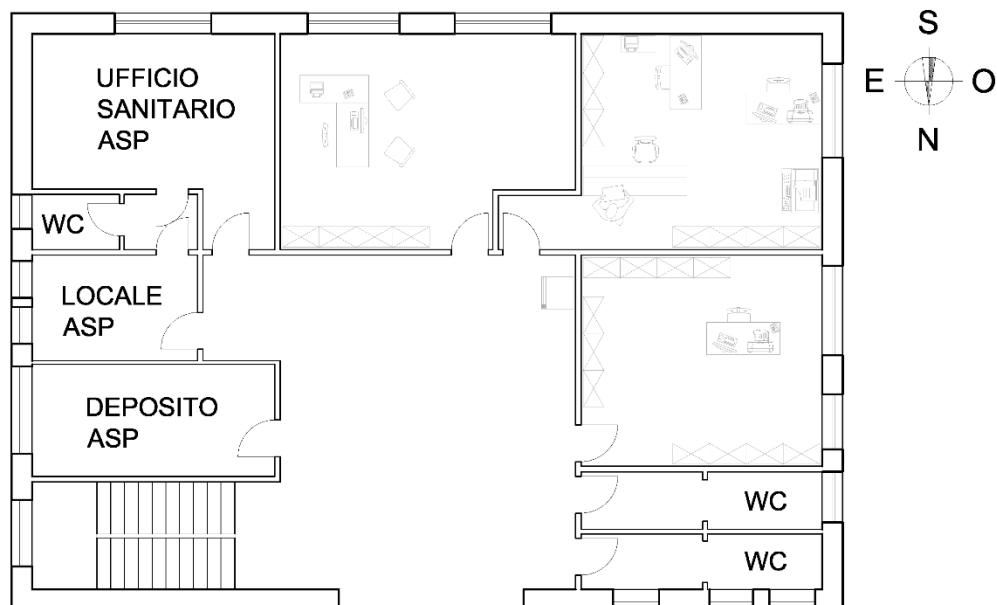


Fig. 2.7 – Comando Corpo di Polizia Locale: pianta della sede

COMANDO POLIZIA LOCALE	Classe energetica	Eph	EPacs	EPI	EPglnr	EtaGh	EtaGw	Ql	Qxl_rete	CMBh	Qxh	CMBw	Qxw
		kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno			kWh	kWh	m <sup>3</sup>	kWh	m <sup>3</sup>	kWh
ANTE	G	220,3774	6,9544	20,5949	247,9267	0,6774	0,3220	2155	2155	4430	166	127	74
INF+FV	G	178,0048	6,2580	0,0000	184,2628	0,6782	0,3578	2155	0	3605	158	127	74

Tab. 2.4 – Comando Corpo di Polizia Locale: calcolo della prestazione energetica degli interventi.

Nella tabella seguente è stato applicato il **coefficiente di utilizzo**, stimato in base al reale uso della struttura e, riferendolo ai consumi reali dei vettori energetici. Si noti come variano i consumi dei vettori energetici sia “Ante-intervento” che dopo l’intervento e, l’abbattimento di CO<sub>2</sub> relativo.

COMANDO POLIZIA LOCALE	Energia elettrica				Gas metano		FV			Abbattimento di CO <sub>2</sub>	
	illuminaz.	ACS	Forza motrice	Riscaldam.	Riscaldam.	ACS	Prod.	Utilizzo	In Rete	ΔCO <sub>2</sub>	ΔCO <sub>2</sub> (C <sub>utilizzo</sub> )
	kWh	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kWh	kWh	kWh	tCO <sub>2</sub> eq	tCO <sub>2</sub> eq
ANTE	2672	0	15453	0	692	0	0	0	0	11,88	13,54
INF+FV	0	0	11590	0	547	19	12000	6535	5465	-10,94	-12,25

Tab. 2.5 – Comando Corpo di Polizia Locale: applicazione del coefficiente di utilizzo. Stima abbattimento CO<sub>2</sub>.

La sostituzione degli infissi, seppur opportuna in termini di aumento del comfort ambientale, produce meno benefici in termini di risparmio nel consumo di gas, come era facile attendersi. Viceversa l’impianto fotovoltaico abbate notevolmente il vettore elettrico, azzerando l’illuminazione e in parte anche la forza motrice. Parte dell’energia, inoltre, va anche in scambio sul posto. Per quanto riguarda all’abbattimento di CO<sub>2</sub>, sia dal punto di vista del calcolo teorico che del calcolo reale, si raggiungono praticamente gli stessi risultati: si ha quasi l’azzeramento delle emissioni annue di anidride carbonica. Nella tabella seguente è riportata infine la valutazione economica dell’investimento per l’intervento proposto.

COMANDO POLIZIA LOCALE	Classe energetica	EPglnr	S <sub>utile</sub>	COSTO INIZIALE	VAN	VAN UNITARIO (Costo Globale)	Pay-back semplice	Pay-back attualizzato	TIR
		kWh/m <sup>2</sup> anno	m <sup>2</sup>	€	€	€/m <sup>2</sup>	anni	anni	%
ANTE	G	247,9267	196	-	-	-	-	-	-
INF+FV	G	184,2628		29.000,00	27.653,00	141,09	8,3	9,7	11,1%

Tab. 2.6 – Comando Corpo di Polizia Locale: valutazione economica dell’investimento.

### 2.3 L’AUDITORIUM DON DOMENICO SCAVONE

L’Auditorium “Don Domenico Scavone” (Fig.2.8 – Fig.2.9 – Fig.2.10) è un fabbricato di due livelli fuori terra (PT, P1) con telaio in c.c.a., tamponature in laterizi forati da 30 cm, solai in latero-cemento da 25 cm, tetto a falde, infissi in PVC con vetrocamera doppio 4-12-4 mm. L’edificio ha già un rivestimento isolante a cappotto in polistirolo espanso sinterizzato da 5 cm e anche il solaio di copertura è formato da un massetto di ripartizione con argilla espansa da 5 cm e uno strato di polistirene espanso di 3 cm.



Fig. 2.8 – Auditorium: veduta frontale

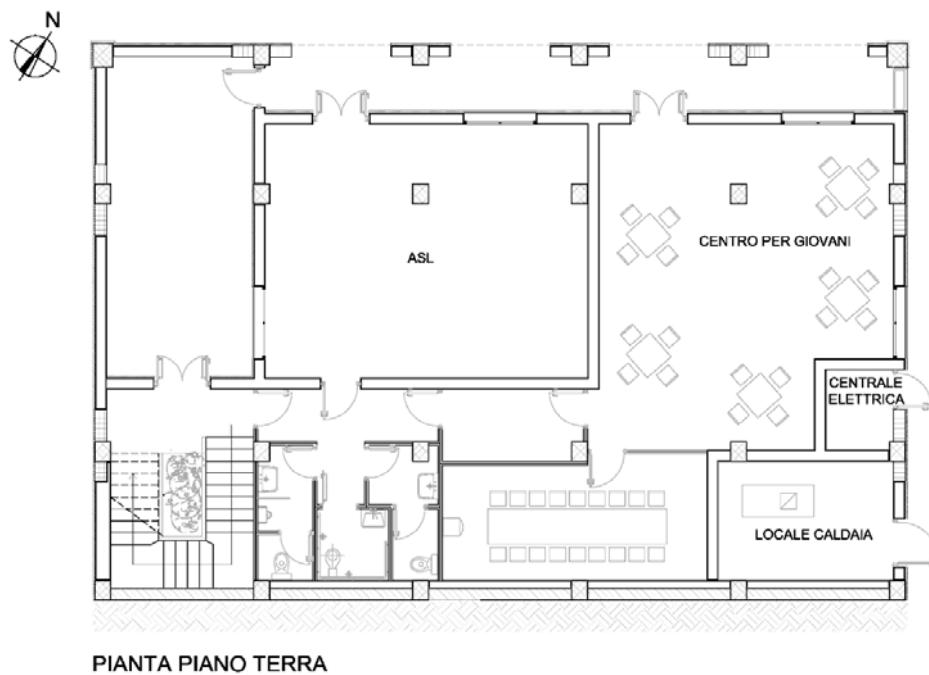
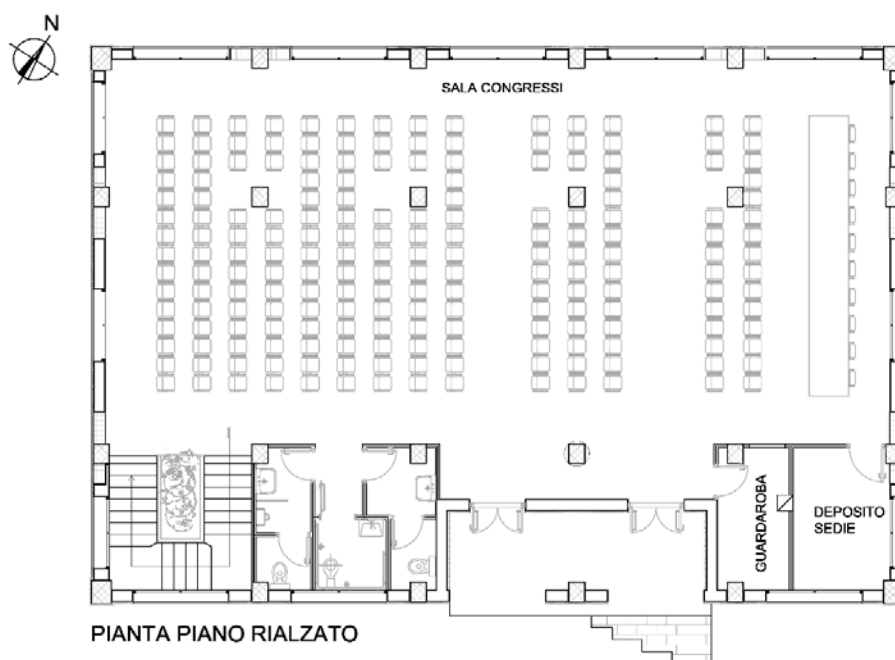


Fig. 2.9 – Auditorium: pianta piano terra





**Fig. 2.10** – Auditorium: pianta piano rialzato

Al piano terra vi è la sede ASL e il centro prelievi mentre al primo piano c'è la sala congressi. La superficie calpestabile è di 409 mq complessivi. Il generatore di calore è una caldaia standard da 80 kW, installata alla fine degli anni '90. I terminali di emissione sono costituiti da ventilconvettori. La regolazione praticamente è effettuata ambiente per ambiente mediante tre termostati on/off separati. L'ACS è prodotta con boiler elettrico.

Sull'Auditorium è stato posto all'attenzione dell'amministrazione un intervento di efficientamento energetico consistente nella sostituzione della caldaia e del boiler elettrico per l'ACS con tre pompe di calore aria-acqua (una per ogni ambiente) e l'installazione di valvole termostatiche sui terminali di emissione. E' stata prevista inoltre l'installazione di un impianto fotovoltaico su falda da 10 kW. Non sono stati introdotti ulteriori interventi per la struttura edilizia in esame, essendo questa già isolata termicamente e disponendo di infissi adeguati. E' certamente conveniente un intervento di sostituzione del generatore di calore con una nuova caldaia a condensazione ma, visti i consumi effettivi di metano non eccessivamente alti, non si è ritenuto utile simulare tale intervento. Certamente, in ottica NZEB 2018, sarebbe opportuno approfondire la possibilità di rendere l'edificio ancora più efficiente. Nella tabella seguente è stato simulato sia questo intervento che un intervento di installazione del solo impianto fotovoltaico.

AUDITORIUM SCAVONE	Classe energetica	EPh	EPacs	EPI	EPglnr	EtaGh	EtaGw	QI	Qxl_rete	CMBh	Qxh	CMBw	Qxw
		kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno			kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh
ANTE	G	200,0184	6,2884	19,7006	226,0074	0,6479	0,3561	4132	4132	8092	149	1319	0
PdC-VT+FV	E	149,8840	3,7857	0,0000	153,6697	0,8646	0,5915	4132	0	31437	174	805	78
FV	F	199,3078	6,2884	0,0000	105,5962	0,6502	0,3561	4132	0	8092	149	1319	0

Tab. 2.7 – Auditorium: calcolo della prestazione energetica degli interventi.

Nella tabella seguente è stato applicato il **coefficiente di utilizzo**, stimato in base al reale uso della struttura e, riferendolo ai consumi reali dei vettori energetici. Si noti come variano i consumi dei vettori energetici sia “Ante-intervento” che dopo degli interventi e, l’abbattimento di CO<sub>2</sub> relativo.

AUDITORIUM SCAVONE	Energia elettrica				Gas metano		FV			Abbattimento di CO <sub>2</sub>	
	Illuminaz.	ACS	Forza motrice	Riscaldam.	Riscaldam.	ACS	Prod.	Utilizzo	In Rete	ΔCO <sub>2</sub>	ΔCO <sub>2</sub> (C <sub>utilizzo</sub> )
	kWh	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kWh	kWh	kWh	tCO <sub>2</sub> eq	tCO <sub>2</sub> eq
ANTE	2298	0	1935	0	5882	0	0	0	0	21,99	16,09
PdC-VT+FV	0	0	484	22851	0	0	12000	4263	7737	-8,15	-8,31
FV	0	0	484	0	5882	0	12000	3749	8251	-10,38	-10,12

Tab. 2.8 – Auditorium: applicazione del coefficiente di utilizzo. Stima abbattimento CO<sub>2</sub>.

Si evidenzia immediatamente l’aumento del consumo di energia elettrica con l’installazione delle pompe di calore. Se si guarda agli effetti dell’installazione dell’impianto fotovoltaico, si può comprendere immediatamente come l’impianto fotovoltaico produca ottimi risultati sull’abbattimento dei consumi elettrici. Si noti infatti l’azzeramento praticamente del fabbisogno per l’illuminazione ambientale sia nel caso del primo che del secondo intervento, la quantità stimata di energia prodotta utilizzata direttamente e quella residua immessa in rete e valorizzata con lo scambio sul posto.

Per quanto attiene all’abbattimento di CO<sub>2</sub>, sia dal punto di vista del calcolo teorico che di quello reale, assicura maggiori performance la sola installazione dell’impianto fotovoltaico in luogo dell’intervento combinato con le pompe di calore. Nella tabella seguente è riportata infine la valutazione economica degli investimenti per gli interventi proposti.

AUDITORIUM SCAVONE	Classe energetica	EPglnr	S <sub>utile</sub>	COSTO INIZIALE	VAN	VAN UNITARIO (Costo Globale)	Pay-back semplice	Pay-back attualizzato	TIR
		kWh/m <sup>2</sup> anno	m <sup>2</sup>	€	€	€/m <sup>2</sup>	anni	anni	%
ANTE	G	226,0074	409	-	-	-	-	-	-
PdC-VT+FV	E	153,6697		50.000,00	NEG	NEG	133,2	> 20	-
FV	F	105,5962		20.000,00	3.397,06	8,31	13,1	16,7	4,7%

Tab. 2.9 – Auditorium: valutazione economica degli investimenti.

Si evidenzia come il secondo intervento sia economicamente più vantaggioso del primo, in quanto quest’ultimo ha tempi di rientro più lunghi, anche se migliora maggiormente la prestazione energetica.

## 2.4 LA BIBLIOTECA COMUNALE

La sede della Biblioteca Comunale (**Fig.2.11 – Fig.2.12**) è un fabbricato di due livelli fuori terra (PS, PT, P1) in muratura portante con muri in pietra spessi 55 cm, solai in latero-cemento, tetto a falde, infissi in PVC con vetrocamera doppio 4-12-4 mm. La Biblioteca occupa il piano terra mentre al seminterrato c'è un archivio e al primo piano la sede dell'AVIS. La superficie utile è di 345 mq complessivi. Ci sono tre caldaie standard da 24kW per il riscaldamento e boiler elettrici per ACS. I terminali di emissione sono costituiti da radiatori in ghisa. Su questo fabbricato si è deciso di proporre l'intervento sui generatori di calore, sostituendoli con caldaie a condensazione e, sui terminali, inserendo le valvole termostatiche. E' stata proposta inoltre anche l'installazione sulla falda di copertura di un impianto fotovoltaico da 3 kW.

Si è ritenuto poco conveniente al momento la realizzazione l'isolamento esterno a cappotto visto che l'edificio al piano primo ospita la sede dell'AVIS, con impianto termoautonomo di generazione del calore. Nel prossimo futuro e nell'ottica di un'azione sull'intero fabbricato, è volontà dell'amministrazione verificare la possibilità di effettuare sull'immobile alcuni interventi di riqualificazione energetica al fine di migliorarne le sue prestazioni energetiche complessive.



**Fig. 2.11** – Biblioteca: veduta frontale



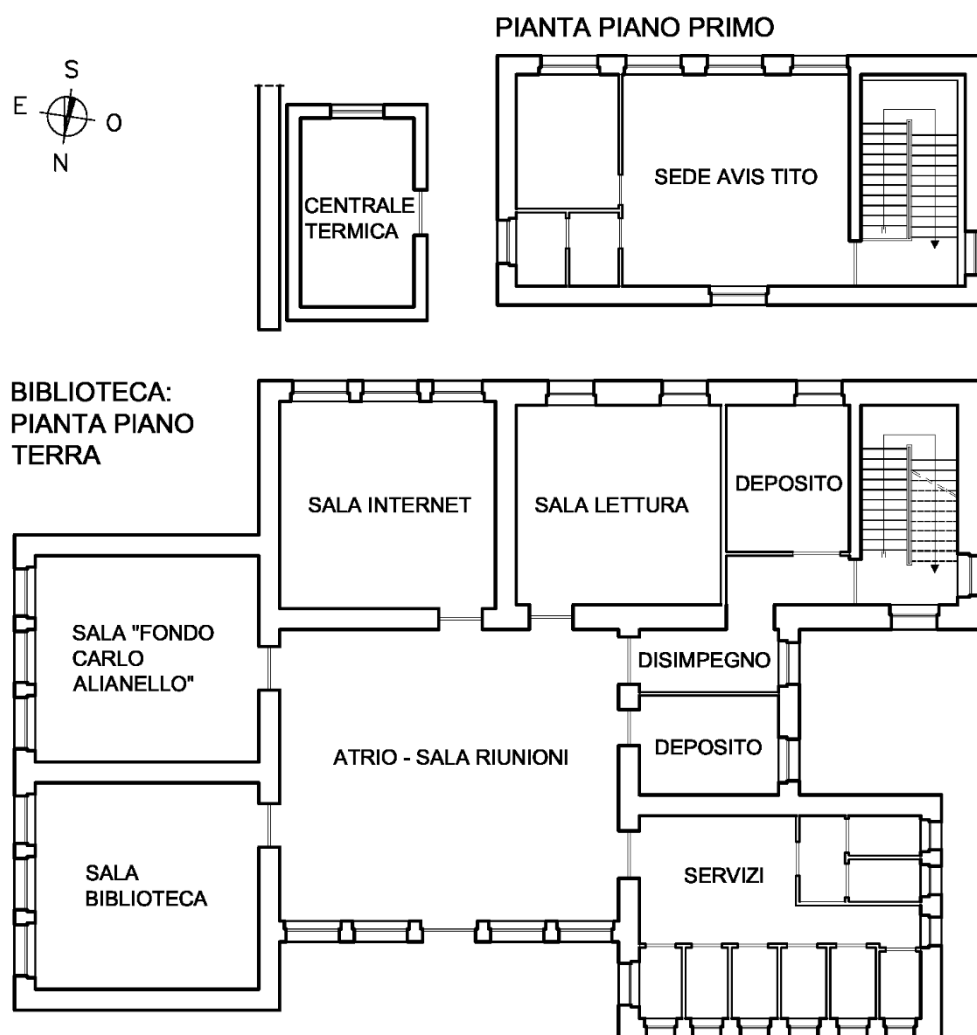


Fig. 2.12 – Biblioteca: piante

BIBLIOTECA	Classe energetica	EPh	EPacs	EPI	EPgInr	EtaGh	EtaGw	QI	Qxl_rete	CMBh	Qxh	CMBw	Qxw
		kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno			kWh	kWh	m <sup>3</sup>	kWh	m <sup>3</sup>	kWh
ANTE	G	287,4213	6,2884	18,6315	312,3412	0,6991	0,3561	3841	3841	11433	190	1296	0
COND-VT+ FV	G	236,3270	6,2884	4,3624	246,9783	0,8503	0,3561	3841	899	9388	441	1296	0

Tab. 2.10 – Biblioteca: calcolo della prestazione energetica degli interventi.

Nella tabella seguente è stato applicato il **coefficiente di utilizzo**, stimato in base al reale uso della struttura e, riferendolo ai consumi reali dei vettori energetici. Si noti come variano i consumi dei vettori energetici sia “Ante-intervento” che dopo l’intervento e, l’abbattimento di CO<sub>2</sub> relativo.

BIBLIOTECA	Energia elettrica				Gas metano		FV			Abbattimento di CO <sub>2</sub>	
	Illuminaz.	ACS	Forza motrice	Riscaldam.	Riscaldam.	ACS	Prod.	Utilizzo	In Rete	ΔCO <sub>2</sub>	ΔCO <sub>2</sub> (C <sub>utilizzo</sub> )
	kWh	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kWh	kWh	kWh	tCO <sub>2</sub> eq	tCO <sub>2</sub> eq
ANTE	2919	985	1550	0	6831	0	0	0	0	29,35	19,04
COND-VT+FV	683	985	966	0	5609	0	3600	3011	589	-8,69	-6,92

Tab. 2.11 – Biblioteca: applicazione del coefficiente di utilizzo. Stima abbattimento CO<sub>2</sub>.

Si evidenzia immediatamente l'attenuazione del consumo di gas con la sostituzione delle caldaie a condensazione. Se si guarda agli effetti dell'installazione dell'impianto fotovoltaico, si può comprendere immediatamente come l'impianto fotovoltaico produca ottimi risultati sull'abbattimento dei consumi elettrici. Si noti infatti la consistente diminuzione del fabbisogno per l'illuminazione ambientale, la quantità stimata di energia prodotta utilizzata direttamente e quella residua immessa in rete e valorizzata con lo scambio sul posto.

Per quanto attiene all'abbattimento di CO<sub>2</sub>, sia dal punto di vista del calcolo teorico che di quello reale, grazie all'intervento si ha la riduzione di circa un terzo delle emissioni. Nella tabella seguente è riportata infine la valutazione economica dell'investimento per l'intervento proposto.

BIBLIOTECA	Classe energetica	EPgInr	S <sub>utile</sub>	COSTO INIZIALE	VAN	VAN UNITARIO (Costo Globale)	Pay-back semplice	Pay-back attualizzato	TIR
		kWh/m <sup>2</sup> anno	m <sup>2</sup>	€	€	€/m <sup>2</sup>	anni	anni	%
ANTE	G	312,3412	345	-	-	-	-	-	-
COND-VT+FV	G	246,9783		12.750,00	16.063,76	46,56	7,1	8,1	13,4%

Tab. 2.12 – Biblioteca: valutazione economica degli investimenti.

## 2.5 LA SCUOLA PRIMARIA E DELL'INFANZIA DI TITO SCALO

Il complesso scolastico di Tito Scalo (Fig.2.13 – Fig.2.14 – Fig.2.15) è costituito da due edifici separati, ciascuno di un solo livello (PT), che condividono la stessa centrale termica, in cui è installata una caldaia standard a gas da 99 kW. Il fabbricato che ospita la scuola elementare è in muratura portante (pietra) di spessore 60 cm mentre quello che ospita la scuola materna è sempre in muratura portante (pietra) ma di spessore 40 cm. Il solaio di copertura è per entrambi in latero-cemento mentre quello di attacco a terra è una soletta in cemento armato. Il tetto è a falde per entrambi i fabbricati; gli infissi sono in alluminio senza taglio termico con vetrocamera doppio. I terminali di emissione sono radiatori in ghisa. L'illuminazione ambiente è realizzata con n°99 plafoniere a tubi fluorescenti lineari da 2x36W ciascuno (n°38 per la scuola elementare e n°61 per la materna). La superficie calpestabile è complessivamente di 722 mq.



Fig. 2.13 – Complesso scolastico Tito Scalo: veduta aerea

SCUOLA ELEMENTARE - TITO SCALO  
P I A N T A - Stato di fatto

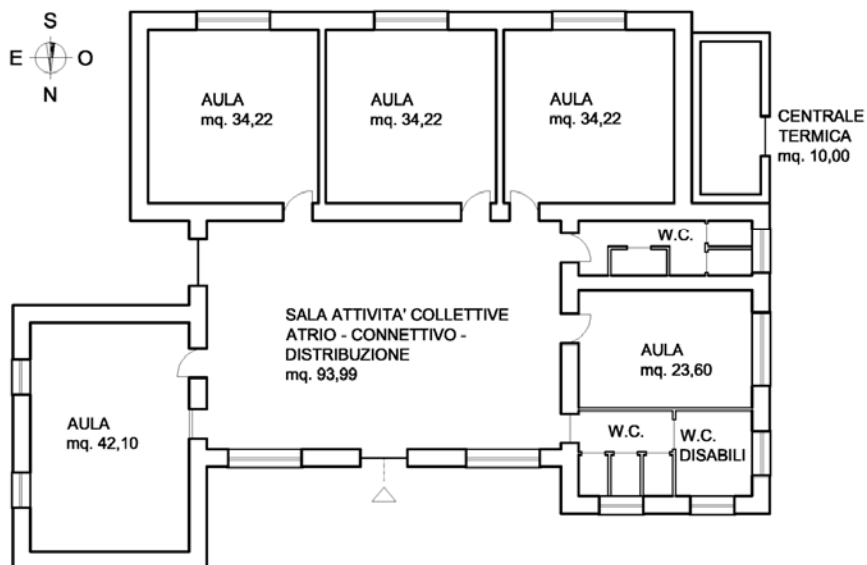


Fig. 2.14 – Complesso scolastico Tito Scalo (scuola elementare): pianta piano terra

SCUOLA MATERNA - TITO SCALO  
P I A N T A - Stato di progetto

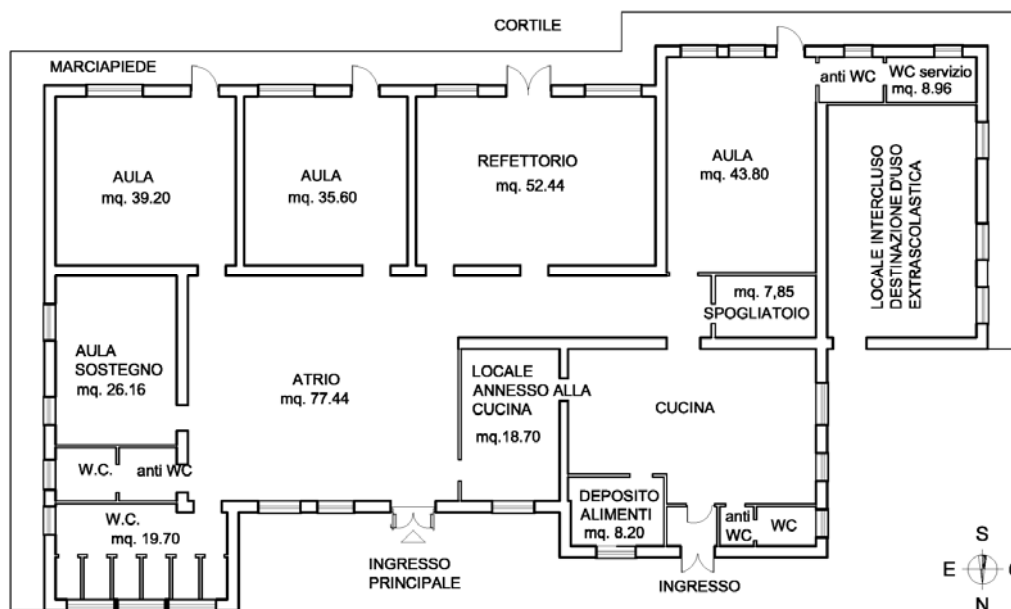


Fig. 2.15 – Complesso scolastico Tito Scalo (scuola materna): pianta piano terra

Sul complesso scolastico è stato posto all'attenzione dell'amministrazione un intervento di efficientamento energetico consistente nella sostituzione della caldaia esistente con una nuova pompa di calore ad aria da 50 kW e l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori. E' stata prevista inoltre anche l'ottimizzazione dell'illuminazione artificiale, sostituendo le fluorescenti lineari con tubi a LED da 18W e, l'installazione di un impianto fotovoltaico su falda da 20 kW. Inoltre, sull'edificio della scuola per l'infanzia sono stati realizzati degli interventi di sostituzione degli infissi, di isolamento termico del sottotetto e di zonizzazione termica. Nella tabella seguente, oltre ad alcuni degli interventi descritti, sono stati simulati anche altri interventi ritenuti opportuni da prendere in considerazione.

SCUOLE TITO SCALO	Classe energetica	EPh	EPacs	EPI	EPglnr	EtaGh	EtaGw	QI	Qxl_rete	CMBh	Qxh	CMBw	Qxw
		kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno			kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh
ANTE	G	351,4862	6,6647	33,6902	391,8411	0,6665	0,3360	12474	12474	25148	217	463	74
PdC-VT+FV	F	235,6775	3,6255	0,2975	239,6005	0,9940	0,6177	12474	110	87258	175	1342	76
INF+FV	G	322,3557	6,4687	0,3379	329,1623	0,6662	0,3462	12474	125	23102	216	464	74
IS-P+FV	F	236,2800	6,4795	0,3379	243,0974	0,7044	0,3456	12474	125	16933	204	464	74
INF+IS-P +FV	F	209,2580	6,4839	0,3379	216,0797	0,7021	0,3454	12474	125	14996	197	464	74
INF	G	322,9260	6,6678	33,6902	322,9260	0,6651	0,3359	12474	12474	23102	216	464	74
IS-P	F	236,8193	6,6793	33,6902	277,1888	0,7028	0,3353	12474	12474	16933	204	464	74
INF+IS-P	F	209,7767	6,6839	22,6902	250,1507	0,7004	0,3350	12474	12474	14996	197	465	74
INF+IS-P+ PdC-VT +FV	D	149,4971	3,7251	0,2975	153,5196	0,9828	0,6012	12474	110	55349	174	1379	79

Tab. 2.13 – Complesso scolastico Tito Scalo: calcolo della prestazione energetica degli interventi.

Nella tabella seguente è stato applicato il **coefficiente di utilizzo**, stimato in base al reale uso della struttura e, riferendolo ai consumi reali dei vettori energetici. Si noti come variano i consumi dei vettori energetici sia "Ante-intervento" che dopo degli interventi e, l'abbattimento di CO<sub>2</sub> relativo.

SCUOLE TITO SCALO	Energia elettrica				Gas metano		FV			Abbattimento di CO <sub>2</sub>	
	Illuminaz.	ACS	Forza motrice	Riscaldam.	Riscaldam.	ACS	Prod.	Utilizzo	In Rete	ΔCO <sub>2</sub>	ΔCO <sub>2</sub> (C <sub>utilizzo</sub> )
	kWh	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kWh	kWh	kWh	tCO <sub>2</sub> eq	tCO <sub>2</sub> eq
ANTE	7983	0	5947	0	10089		0	0	0	66,31	32,00
PdC-VT+FV	70	529	1487	34374	0	0	24000	10311	13689	-22,79	-23,19
INF+FV	80	0	1487	0	9101	183	24000	10303	13697	-28,07	-25,28
IS-P+FV	80	0	1487	0	6670	183	24000	10303	13697	-42,02	-30,77
INF+IS-P+FV	80	0	1487	0	5907	183	24000	10303	13697	-46,40	-32,50
INF	7983	0	5947	0	9101	183	0	0	0	-4,62	-1,82
IS-P	7983	0	5947	0	6670	183	0	0	0	-18,57	-7,31
INF+IS-P	7983	0	5947	0	5907	183	0	0	0	-22,95	-9,03
INF+IS-P+ PdC-VT+FV	70	543	1487	21804	0	0	24000	10311	13689	-43,86	-31,49

Tab. 2.14 – Complesso scolastico Tito Scalo: applicazione del coefficiente di utilizzo. Stima abbattimento CO<sub>2</sub>.

Si evidenzia immediatamente l'aumento del consumo di energia elettrica negli interventi che prevedono l'installazione della pompa di calore. Se si guarda agli effetti dell'installazione dell'impianto fotovoltaico, si può comprendere immediatamente come l'impianto fotovoltaico produca ottimi risultati sull'abbattimento dei consumi elettrici (laddove è previsto). Si noti infatti l'azzeramento praticamente del fabbisogno per l'illuminazione ambientale, la quantità stimata di energia prodotta utilizzata direttamente e quella residua immessa in rete e valorizzata con lo scambio sul posto. Per quanto attiene all'abbattimento di CO<sub>2</sub>, sia dal punto di vista del calcolo teorico che del calcolo reale, ci sono molti interventi che riducono sensibilmente le emissioni. Addirittura, l'intervento INF+IS-P+FV nel caso reale, abbatte più CO<sub>2</sub> di quanta se ne emette attualmente. Anche l'ultimo intervento praticamente azzerava le emissioni. Nella tabella seguente è riportata infine la valutazione economica degli investimenti per gli interventi proposti.

SCUOLE TITO SCALO	Classe energetica	EPglnr	S <sub>utile</sub> m <sup>2</sup>	COSTO INIZIALE	VAN	VAN UNITARIO (Costo Globale)	Pay- back semplice	Pay-back attualizzato	TIR
		kWh/m <sup>2</sup> anno		€	€	€/m <sup>2</sup>	anni	anni	%
ANTE	G	391,8411	722	-	-	-	-	-	-
PdC-VT+FV	F	239,6005		49.050,00	6.828,35	9,46	12,7	16,6	4,5%
INF+FV	G	329,1623		71.688,00	5.643,59	7,82	14,1	18,4	3,8%
IS-P+FV	F	250,6762		81.649,00	31.735,95	43,96	11,2	13,7	6,7%
INF+IS-P+FV	F	216,0797		123.337,00	1.510,15	2,09	14,9	19,8	3,1%
INF	G	322,9260		41.688,00	NEG	NEG	52,3	> 20	-
IS-P	F	277,1888		51.649,00	NEG	NEG	16,4	> 20	2,1%
INF+IS-P	F	250,1507		93.337,00	NEG	NEG	23,6	> 20	-
INF+IS-P+ PdC-VT+FV	D	153,5196		137.387,00	NEG	NEG	18,8	> 20	1,1%

Tab. 2.15 – Complesso scolastico Tito Scalo: valutazione economica degli investimenti.



E' immediato individuare nell'ultimo intervento quello migliore, che porta in classe D gli edifici. Purtroppo ha un ritorno dell'investimento che supera i 20 anni e perciò si consiglia di approfondire meglio lo studio, aumentando il livello di dettaglio delle informazioni necessarie all'esecuzione del calcolo delle prestazioni.

## 2.6 LA SCUOLA PRIMARIA F. CAFARELLI

Il complesso scolastico F. Cafarelli (da **Fig.2.16** a **Fig.2.19**) è costituito da due edifici separati, ciascuno di tre livelli (PT,P1,P2), che condividono la stessa centrale termica, in cui è installata una caldaia standard a gas da 257 kW. Il fabbricato che in pianta si trova sulla sinistra ha telaio in c.c.a. con tamponature di spessore 34 cm (costituita da laterizi forati da 12 cm – intercapedine di aria da 8 cm – laterizi forati da 12 cm). Il fabbricato che in pianta si trova sulla destra ha telaio in muratura portante (pietra) con spessore variabile tra i 44 cm e i 64 cm. I solai sono per entrambi in latero-cemento. Il tetto è a falde per entrambi i fabbricati; gli infissi sono in alluminio senza taglio termico con vetrocamera doppio 4-6-4 cm. I terminali di emissione sono radiatori sia in acciaio che in ghisa. Non si hanno informazioni sull'illuminazione ambiente, perciò è stata stimata opportunamente la potenza plausibilmente impegnata. La superficie calpestabile è complessivamente di 1.616 mq.



**Fig. 2.16** – Complesso scolastico F. Cafarelli: veduta frontale

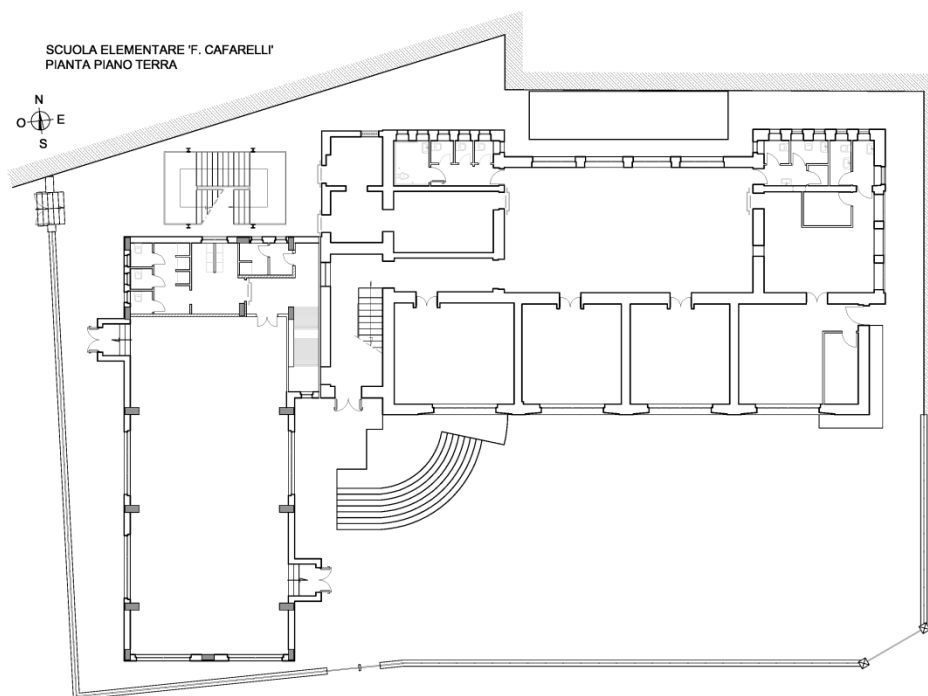


Fig. 2.17 – Complesso scolastico F. Cafarelli: pianta piano terra

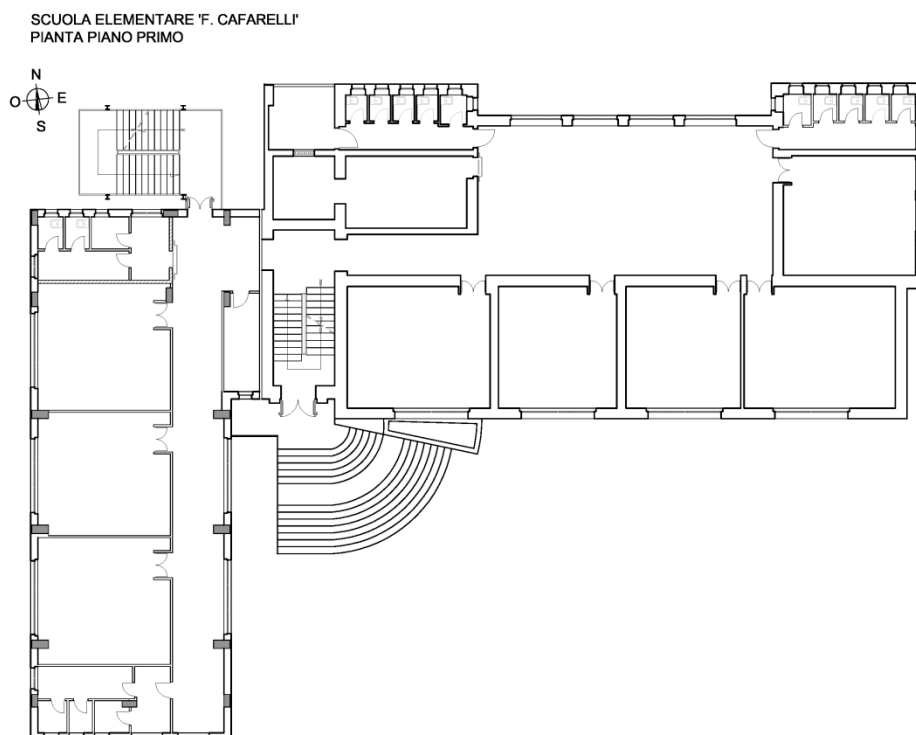


Fig. 2.18 – Complesso scolastico F. Cafarelli: pianta primo piano

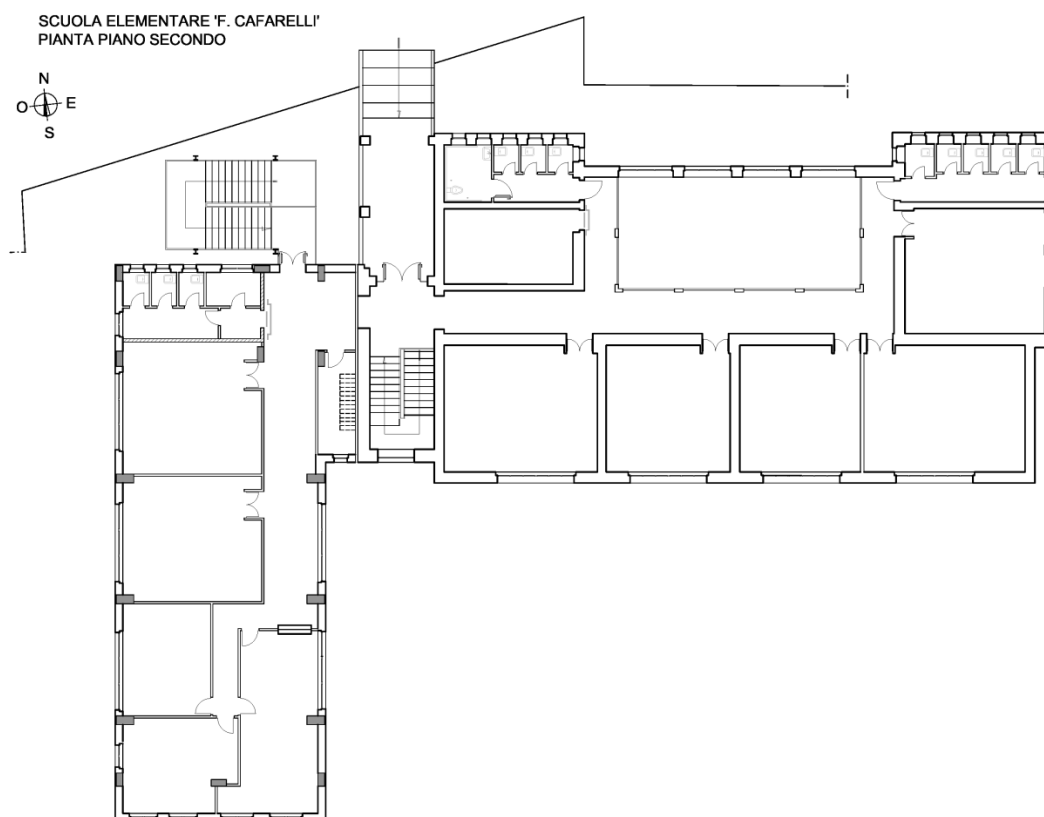


Fig. 2.19 – Complesso scolastico F. Cafarelli: pianta piano secondo

Sul complesso scolastico è stato posto all'attenzione dell'amministrazione un intervento di efficientamento energetico consistente nella sostituzione della caldaia esistente con una nuova pompa di calore aria-acqua da 38 kW e l'installazione di valvole termostatiche sui radiatori. E' stata prevista inoltre anche l'installazione di un impianto fotovoltaico su falda da 15 kW. Nella tabella seguente è stato simulato sia questo intervento che altri interventi ritenuti opportuni da prendere in considerazione.

SCUOLA CAFARELLI	Classe energetica	EP <sub>h</sub>	EP <sub>acs</sub>	EPI	EP <sub>glnr</sub>	Eta <sub>Gh</sub>	Eta <sub>Gw</sub>	QI	Q <sub>xl_rete</sub>	CMB <sub>h</sub>	Q <sub>xh</sub>	CMB <sub>w</sub>	Q <sub>xw</sub>
		kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno			kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh
ANTE	G	179,1590	3,1857	40,5446	222,8892	0,6347	0,7030	33600	33600	28713	136	497	73
PdC-VT+FV	E	128,6953	3,8363	17,9219	150,4535	0,8836	0,5837	33600	14852	106543	174	3156	80
COND-VT+FV	F	140,7955	2,5912	17,8962	161,2829	0,8077	0,8642	33600	14831	22569	132	411	74
IS-P+FV	E	108,8764	3,1233	17,8848	129,8846	0,6624	0,7170	33600	14821	17452	106	497	74
INF+FV	E	128,3952	3,1232	17,8884	149,4067	0,6351	0,7170	33600	14824	20582	114	497	74
INF+IS-P+FV	C	61,6299	3,1238	17,8761	82,6298	0,6695	0,7169	33600	14814	9876	85	497	75
INF+IS-P+ COND-VT+FV	B	48,4553	2,5920	17,8755	68,9228	0,8516	0,8640	33600	14814	7763	83	411	75
INF+IS-P+ PdC-VT+FV	B	45,8425	3,9630	17,9336	67,7391	0,9001	0,5651	33600	14862	37884	170	3254	97

Tab. 2.16 – Complesso scolastico F. Cafarelli: calcolo della prestazione energetica degli interventi.



Nella tabella seguente è stato applicato il **coefficiente di utilizzo**, stimato in base al reale uso della struttura e, riferendolo ai consumi reali dei vettori energetici. Si noti come variano i consumi dei vettori energetici sia "Ante-intervento" che dopo degli interventi e, l'abbattimento di CO<sub>2</sub> relativo.

SCUOLA CAFARELLI	Energia elettrica				Gas metano		FV			Abbattimento di CO <sub>2</sub>	
	Illuminaz.	ACS	Forza motrice	Riscaldam.	Riscaldam.	ACS	Prod.	Utilizzo	In Rete	ΔCO <sub>2</sub>	ΔCO <sub>2</sub> (C <sub>utilizzo</sub> )
	kWh	kWh	kWh	kWh	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	kWh	kWh	kWh	tCO <sub>2</sub> eq	tCO <sub>2</sub> eq
ANTE	16128	0	4565	0	28065		0	0	0	88,35	77,09
PdC-VT+FV	7129	2272	2283	76711	0	0	18000	9401	8599	-17,32	-30,13
COND-VT+FV	7119	0	2283	0	21684	395	18000	9410	8590	-37,95	-32,45
IS-P+FV	7114	0	2283	0	16768	478	18000	9414	8586	-49,34	-43,38
INF+FV	7116	0	2283	0	19775	478	18000	9412	8588	-42,26	-36,58
INF+IS-P+FV	7111	0	2283	0	9489	478	18000	9416	8584	-66,48	-59,83
INF+IS-P+ COND-VT+FV	7111	0	2283	0	7459	395	18000	9416	8584	-71,45	-64,60
INF+IS-P+ PdC-VT+FV	7134	2343	2283	27276	0	0	18000	9397	8603	-62,62	-62,75

Tab. 2.17 – Complesso scolastico F. Cafarelli: applicazione del coefficiente di utilizzo. Stima abbattimento CO<sub>2</sub>.

Si evidenzia immediatamente l'aumento del consumo di energia elettrica negli interventi che prevedono l'installazione della pompa di calore. Se si guarda agli effetti dell'installazione dell'impianto fotovoltaico, si può comprendere immediatamente come l'impianto fotovoltaico produca ottimi risultati sull'abbattimento dei consumi elettrici (laddove è previsto). Si noti infatti il dimezzamento del fabbisogno per l'illuminazione ambientale, la quantità stimata di energia prodotta utilizzata direttamente e quella residua immessa in rete e valorizzata con lo scambio sul posto. Per quanto attiene all'abbattimento di CO<sub>2</sub>, sia dal punto di vista del calcolo teorico che del calcolo reale, ci sono molti interventi che riducono sensibilmente le emissioni. Nella tabella seguente è riportata infine la valutazione economica degli investimenti per gli interventi proposti.

SCUOLA CAFARELLI	Classe energetica	EPglnr	S <sub>utile</sub>	COSTO INIZIALE	VAN	VAN UNITARIO (Costo Globale)	Pay- back semplice	Pay-back attualizzato	TIR
ANTE	G	222,8892	1616	-	-	-	-	-	-
PdC-VT+FV	E	150,4535		48.500,00	67.637,70	41,86	5,7	6,4	16,1%
COND-VT+FV	F	161,2829		38.500,00	102.852,06	63,65	4,4	4,8	22,9%
IS-P+FV	E	129,8846		105.573,50	109.431,94	67,72	7,8	8,9	11,9%
INF+FV	E	149,4067		169.300,00	1.943,07	1,20	14,9	19,8	3,1%
INF+IS-P+FV	C	82,6298		252.373,50	69.068,91	42,74	12,0	15,2	5,7%
INF+IS-P+COND-VT+FV	B	68,9228		268.373,50	83.688,56	51,79	11,7	14,6	6,0%
INF+IS-P+PdC-VT+FV	B	67,7391		270.373,50	64.018,09	39,62	12,3	15,5	5,4%

Tab. 2.18 – Complesso scolastico F. Cafarelli: valutazione economica degli investimenti.

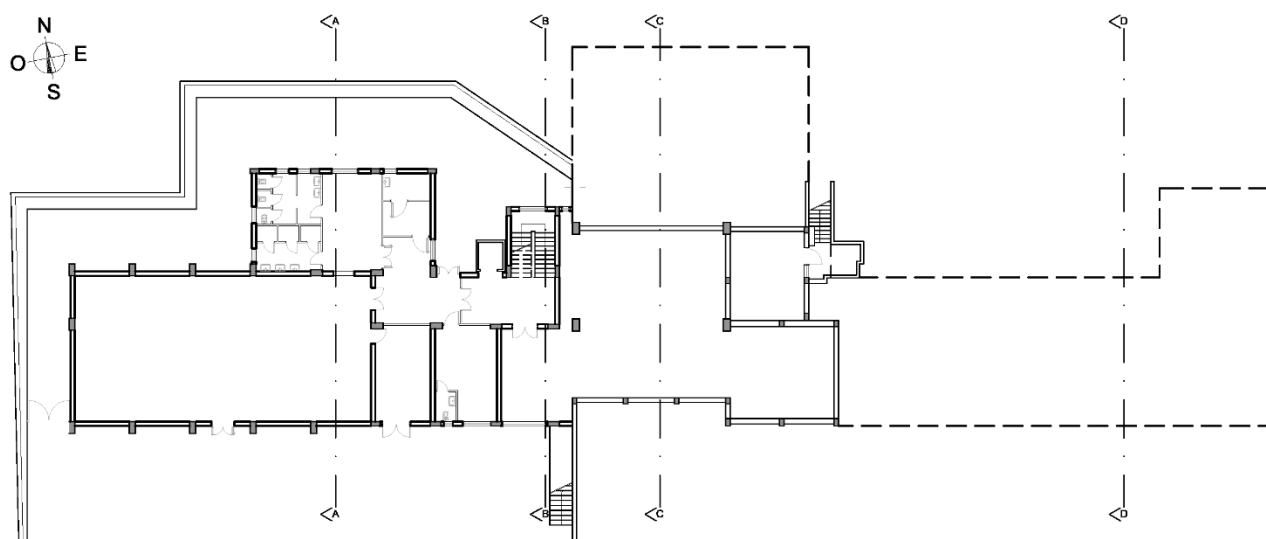
E' immediato individuare negli ultimi tre interventi quelli migliori, che portano in classe C e B gli edifici. Tutti e tre gli interventi hanno un ritorno dell'investimento, già di loro, entro i 20 anni. E' opportuno quindi approfondirne lo studio dettagliatamente, soprattutto per sfruttare forme di finanziamento addizionali.

## 2.7 LA SCUOLA SECONDARIA G. PASCOLI

Il complesso scolastico G. Pascoli (da **Fig.2.20** a **Fig.2.23**) è un fabbricato di tre piani (PS,PR,P1) con telaio in c.c.a. e tamponatura in muratura a cassa vuota da 34 cm (costituita da laterizi forati da 12 cm – intercapedine di aria da 8 cm – laterizi forati da 12 cm). I solai sono in latero-cemento di spessore 30 cm, il tetto è a falde, gli infissi sono in alluminio senza taglio termico a singolo vetro. La superficie utile è complessivamente quasi di 2.100 mq. E' presente in centrale termica una caldaia di potenza 317 kW e alcuni boiler elettrici per l'ACS. I terminali di emissione sono costituiti da radiatori in ghisa. Su una delle falde è già presente un impianto fotovoltaico da 19,4 kW installato nel 2010. In allegato A.2 sono stati riportati infatti sia i consumi al 2010 e sia quelli al 2014. Si fa riferimento a questi ultimi per le valutazioni che seguono.

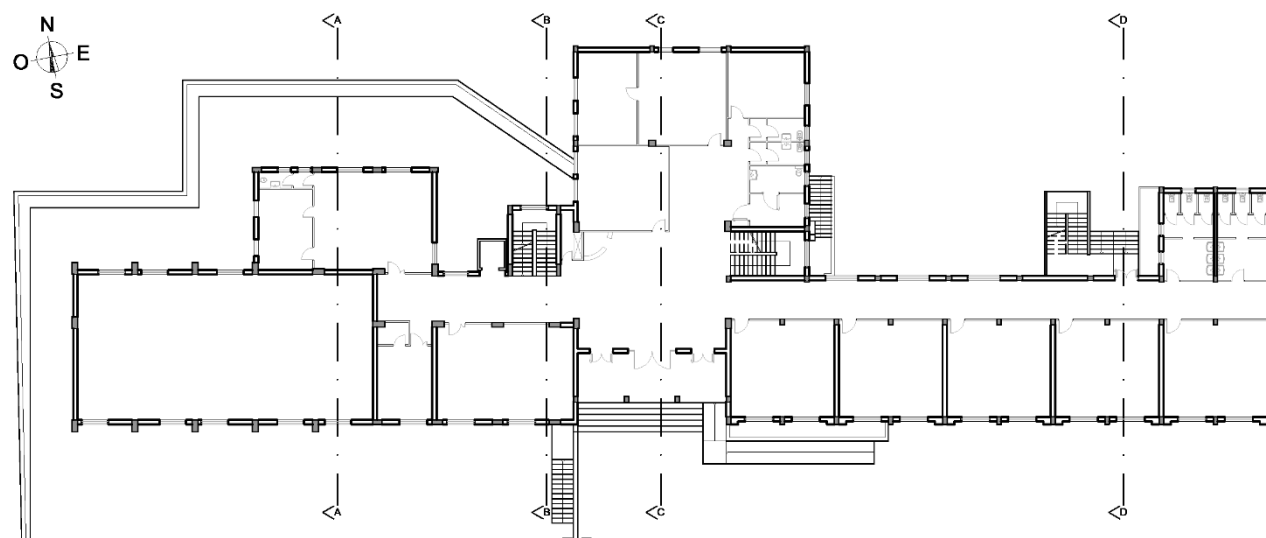


**Fig. 2.20** – Complesso scolastico G. Pascoli: veduta aerea



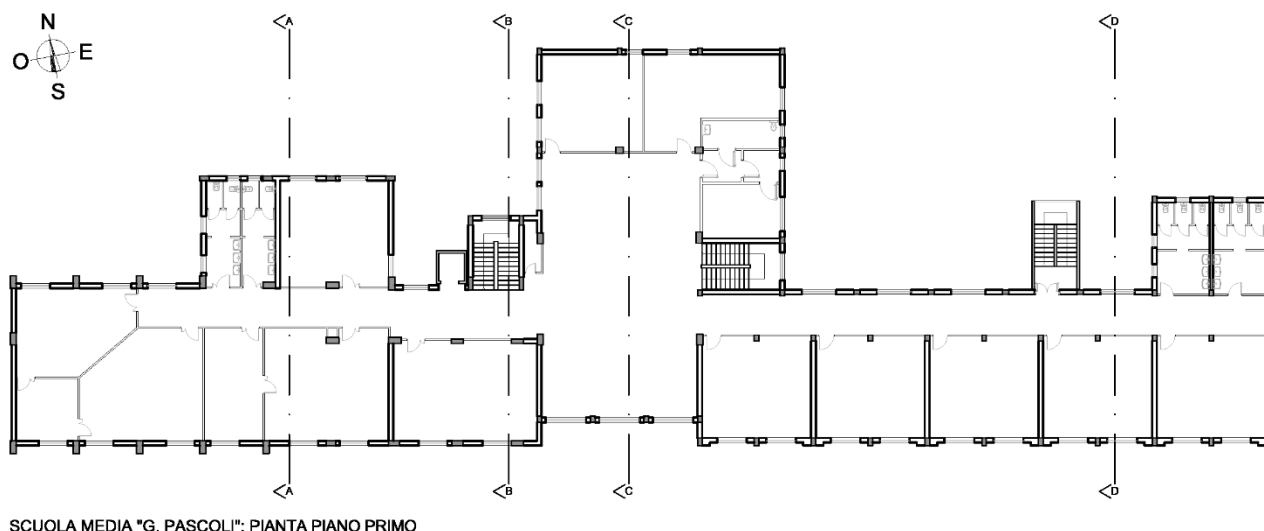
SCUOLA MEDIA "G. PASCOLI": PIANTA PIANO SEMINTERRATO

Fig. 2.21 – Complesso scolastico G. Pascoli: pianta piano seminterrato



SCUOLA MEDIA "G. PASCOLI": PIANTA PIANO RIALZATO

Fig. 2.22 – Complesso scolastico G. Pascoli: pianta piano rialzato



SCUOLA MEDIA "G. PASCOLI": PIANTA PIANO PRIMO

Fig. 2.23 – Complesso scolastico G. Pascoli: pianta primo piano

Sul complesso scolastico è stato eseguito un intervento di affiancamento della caldaia esistente con una pompa di calore da 170 kW che è diventato il generatore di calore principale, relegando la caldaia solo come eventuale integrazione nel periodo più freddo (accordo di programma Royalties SEL SpA). Inoltre, è stato presentato un progetto esecutivo, candidato su una misura di finanziamento regionale proposta come riprogrammazione di parte delle somme della delibera CIPE n.21/2014 (DGR 1459 – Delibera CIPE n.21/2014 – FSC 2007-2013 – Obiettivo B: Efficientamento energetico e strutturale di edifici pubblici finalizzato alla piena fruibilità dei servizi dedicati all'istruzione, altri servizi pubblici obbligatori ed al culto), per un intervento combinato di risparmio ed efficientamento energetico consistente in: sostituzione degli infissi esistenti con nuovi infissi in PVC con vetrocamera doppio 4-12-4 mm di  $U_w=1,62 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ; sostituzione dei radiatori in ghisa con nuovi terminali idronici installati a soffitto e conseguente adeguamento della rete di distribuzione; realizzazione di isolamento dall'esterno con pannelli di polistirene espanso sinterizzato EPS 250 di spessore 40 mm. Esternamente al progetto esecutivo, è stata prevista inoltre anche l'installazione di un ulteriore impianto fotovoltaico su falda da 20 kW. Nella tabella seguente sono stati simulati questi interventi, considerando per ognuno di essi la presenza della sola pompa di calore come generatore attivo.

SCUOLA PASCOLI	Classe energetica	EP <sub>h</sub>	EP <sub>acs</sub>	EPI	EP <sub>glnr</sub>	Eta <sub>Gh</sub>	Eta <sub>Gw</sub>	QI	Q <sub>xl_rete</sub>	CMB <sub>h</sub>	Q <sub>xh</sub>	CMB <sub>w</sub>	Q <sub>xw</sub>
		kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno	kWh/m <sup>2</sup> anno			kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh	m <sup>3</sup> - kWh	kWh
ANTE	F	167,1203	6,2884	11,9599	185,3687	0,6669	0,3561	37500	12837	34693	256	6750	0
	E	128,8152	3,7714	11,9907	144,5773	0,8653	0,5938	37500	12870	138166	174	4034	80
PdC+FV	E	128,7538	3,7583	2,6999	135,2121	0,8657	0,5959	37500	2898	138166	174	4034	80
IS-P+PdC+FV	D	91,6918	3,7023	2,6999	98,0941	0,9554	0,6049	37500	2898	98386	173	3974	84
INF+PdC+FV	D	109,3287	3,9542	2,6999	115,9828	0,7496	0,5663	37500	2898	117317	173	4244	82

Tab. 2.19 – Complesso scolastico G. Pascoli: calcolo della prestazione energetica degli interventi.

Nella tabella seguente è stato applicato il **coefficiente di utilizzo**, stimato in base al reale uso della struttura e, riferendolo ai consumi reali dei vettori energetici. Si noti come variano i consumi dei vettori energetici sia "Ante-intervento" che dopo degli interventi e, l'abbattimento di CO<sub>2</sub> relativo.

SCUOLA PASCOLI	Energia elettrica				Gas metano		FV			Abbattimento di CO <sub>2</sub>	
	Illuminaz. kWh	ACS kWh	Forza motrice kWh	Riscaldam. kWh	Riscaldam. m <sup>3</sup>	ACS m <sup>3</sup>	Prod. kWh	Utilizzo kWh	In Rete kWh	ΔCO <sub>2</sub> tCO <sub>2</sub> eq	ΔCO <sub>2</sub> (C <sub>utilizzo</sub> ) tCO <sub>2</sub> eq
ANTE	7189	5670	5745	0	24015	0	0	0	0	91,50	66,56
PdC	7207	3389	5745	95641	0	0	0	0	0	11,16	7,46
PdC+FV	1623	1694	2873	95641	0	0	24000	11935	12065	-10,71	-14,54
IS-P+PdC+FV	1623	1669	2873	68104	0	0	24000	11961	12039	-37,05	-32,76
INF+PdC+FV	1623	1782	2873	81209	0	0	24000	11847	12153	-24,36	-24,02

Tab. 2.20 – Complesso scolastico G. Pascoli: applicazione del coefficiente di utilizzo. Stima abbattimento CO<sub>2</sub>.

Si evidenzia immediatamente l'aumento del consumo di energia elettrica per l'installazione della pompa di calore. Se si guarda agli effetti dell'installazione dell'impianto fotovoltaico, si può comprendere immediatamente come l'impianto fotovoltaico produca ottimi risultati sull'abbattimento dei consumi elettrici (laddove è previsto). Si noti infatti come l'energia autoconsumata abbatte il fabbisogno elettrico per l'illuminazione ambientale, la produzione di ACS e la forza motrice. Inoltre, più o meno la metà di energia prodotta residua viene immessa in rete e valorizzata con lo scambio sul posto. Per quanto attiene all'abbattimento di CO<sub>2</sub>, sia dal punto di vista del calcolo teorico che del calcolo reale, gli interventi che contemplano l'installazione dell'impianto fotovoltaico, chi più chi meno, riducono tutti le emissioni. Fa eccezione l'intervento che prevede l'installazione della sola pompa di calore, per il quale la simulazione indica un aumento delle emissioni. Nella tabella seguente è riportata infine la valutazione economica degli investimenti per gli interventi proposti.

SCUOLA PASCOLI	Classe energetica	EPglnr kWh/m <sup>2</sup> anno	S <sub>utile</sub> m <sup>2</sup>	COSTO INIZIALE €	VAN €	VAN UNITARIO (Costo Globale) €/m <sup>2</sup>	Pay-back semplice anni	Pay-back attualizzato anni	TIR %
ANTE	F	185,3687	2093	-	-	-	-	-	-
PdC	E	144,5773		30.000,00	NEG	NEG	NO PBS	NO PBA	-
PdC+FV	E	135,2121		60.000,00	NEG	NEG	NO PBS	NO PBA	-
IS-P+PdC+FV	D	98,0941		151.200,00	NEG	NEG	20,3	> 20	-
INF+PdC+FV	D	115,9828		220.800,00	NEG	NEG	63,1	> 20	-

Tab. 2.21 – Complesso scolastico G. Pascoli: valutazione economica degli investimenti.

E' immediato individuare negli ultimi due interventi quelli migliori, che portano l'edificio in classe D. Tutti e due gli interventi risultano avere purtroppo un ritorno dell'investimento oltre i 20 anni. Si tratta di interventi che prevedono entrambi sostanziali ammodernamenti. Negli ultimi due infatti si inseriscono anche gli interventi di sostituzione dei terminali di emissione e l'adeguamento della rete di distribuzione. Non è stato simulato poi l'intervento complessivo poiché, pur abbattendo indice di prestazione (probabile classe C) ed emissioni di CO<sub>2</sub>, l'impegno economico è sostenibile probabilmente solo con finanziamento.



## 2.8 ALTRI IMMOBILI COMUNALI

Il recepimento della direttiva 2010/31/UE per mezzo del DL. 63/2013, come già indicato in premessa, ha introdotto l'obbligo per cui tutte le strutture occupate o di proprietà di pubbliche amministrazioni, comprese le scuole, dovranno essere ad "Energia Quasi Zero" entro il 31 dicembre 2018.

A tal proposito, l'amministrazione comunale di Tito ha manifestato la volontà di intervenire anche sugli altri immobili comunali (ad esempio il Cecilia – Centro per la Creatività, la palestra in via Convento, ...), non oggetto di proposte di intervento in questo primo step di monitoraggio del PAES, con azioni specifiche di riqualificazione energetica e/o risparmio energetico da individuare opportunamente e proporre nell'immediato futuro al fine di migliorarne le prestazioni energetiche e ridurre al contempo i consumi di gas naturale e/o energia elettrica. Si rimanda perciò alla prossima fase di monitoraggio del PAES l'approfondimento delle azioni nel frattempo già intraprese dall'amministrazione comunale sui vari immobili di proprietà e di quelle che potrebbero essere intraprese nel prossimo futuro, sia sugli immobili già oggetto di studio nel presente documento che su quelli non espressamente analizzati o menzionati.

## CONCLUSIONI

Alla luce dell'analisi compiuta, la stima degli interventi proposti su alcuni edifici pubblici del comune Tito evidenzia in generale l'opportunità degli interventi stessi, con notevoli benefici in termini di risparmio energetico ed abbattimento delle emissioni climalteranti. Alcuni degli interventi risultano, ad una prima verifica, sostanzialmente sostenibili anche senza intervento di forme di finanziamento; per altri invece è abbastanza probabile che il ricorso a fondi pubblici europei, statali o locali sia opportuno per la loro realizzazione.

D'altra parte, l'esistenza di diverse misure di finanziamento di questo tipo di interventi sugli edifici pubblici, testimonia l'impegno delle istituzioni nazionali ed europee nel perseguire gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas climalteranti del 20% rispetto ai valori del 1990 (pacchetto Clima ed Energia o pacchetto 20-20-20).

## ALLEGATI

### A.1 Legenda simboli

<b>Classe</b>	Classe di prestazione energetica globale
<b>EPh</b>	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale
<b>EPacs</b>	Indice di prestazione energetica per ACS
<b>EPI</b>	Indice di prestazione energetica per l'illuminazione
<b>EPglNr</b>	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
<b>EtaGh</b>	Rendimento globale medio dell'impianto di riscaldamento
<b>EtaGw</b>	Rendimento globale medio dell'impianto di ACS
<b>QI</b>	Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione artificiale
<b>Qxl_rete</b>	Fabbisogno di energia elettrica da rete per l'illuminazione
<b>CMBh</b>	Fabbisogno di metano dell'impianto di riscaldamento
<b>Qxh</b>	Fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari dell'impianto di riscaldamento
<b>CMBw</b>	Fabbisogno di metano dell'impianto di ACS
<b>Qxw</b>	Fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari dell'impianto di ACS
<b>INF</b>	Sostituzione degli infissi esterni
<b>IS-P</b>	Isolamento esterno delle tamponature
<b>IS-T</b>	Isolamento esterno del tetto
<b>COND-VT</b>	Installazione di caldaia a condensazione e di valvole termostatiche
<b>PdC-VT</b>	Installazione di pompa di calore e di valvole termostatiche
<b>FV</b>	Installazione di un impianto fotovoltaico sul tetto

### A.2 Dati di fatturazione energia elettrica e gas

EDIFICI PUBBLICI TITO		
CONSUMI REALI	Energia elettrica	Gas metano
(Anno 2010)	kWh/anno	m <sup>3</sup> /anno
<b>MUNICIPIO</b>	22995	9753
<b>SCUOLA PRIMARIA F. CAFARELLI</b>	20693	28065
<b>COMANDO CORPO POLIZIA LOCALE</b>	18125	692
<b>AUDITORIUM DON DOMENICO SCAVONE</b>	4233	5882
<b>BIBLIOTECA COMUNALE</b>	5454	6831
<b>SCUOLA PRIMARIA E DELL'INFANZIA TITO SCALO</b>	13930	10089
<b>SCUOLA SECONDARIA I GRADO G. PASCOLI</b>	24198	30339

CONSUMI REALI	Energia elettrica	Gas metano
(Anno 2014)	kWh/anno	m <sup>3</sup> /anno
<b>SCUOLA SECONDARIA I GRADO G. PASCOLI</b>	18604	24015



## **BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA**

Allegato Tecnico 01 – Valutazione dei gas serra prodotti dai Rifiuti – SEL SpA, ottobre 2015

Allegato Tecnico 02 – Utilizzo dei Fattori di Emissione – SEL SpA, ottobre 2015

Allegato Tecnico 03 – Stima Emissioni Settore Trasporti – SEL SpA, ottobre 2015

Allegato Tecnico 04 – Stima Emissioni Patrimonio Residenziale – SEL SpA, ottobre 2015

Avviso pubblico: Contributi per interventi di risparmio energetico su unità abitative private – D.G.R. 1108 del 16/09/2014 e ss. mm. e ii. – Regione Basilicata

Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile del Comune di Tito – SEL SpA, 2012

1° Relazione di Monitoraggio Biennale del comune di Tito – SEL SpA, dicembre 2015

<http://www.comune.tito.pz.it>;

[http://www.pattodeisindaci.eu/index\\_it.html](http://www.pattodeisindaci.eu/index_it.html);

<http://www.istat.it/it/>;

<http://www.aci.it/>;

<http://www.societaenergeticalucana.it/>

[www.regione.basilicata.it/](http://www.regione.basilicata.it/)