

POOL ENGINEERING  
DOTT. ING. VIRGILIO M. CHIONO

STUDIO DI INGEGNERIA  
GEOM. ANDREA ZANUSSO

Progettazione civile e impiantistica - Architettura - Consulenza - Certificazioni - Formazione - Qualità - Sicurezza - Ambiente

Vicolo Cugiano n° 4 - 10090 San Giorgio C.se - (To) - Italy  
tel 0124 450 535 - fax 0124 450 839 - info@poolsa.eu

Regione Piemonte  
Città Metropolitana di Torino  
Comune di Cavagnolo

Progetto

**PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO**  
**Progetto nuovo impianto fotovoltaico a**  
**servizio di Scuola Primaria Statale**  
**Piazza Vittorio Veneto**

Localizzazione

Piazza Vittorio Veneto n.5 - 10020 - Cavagnolo (TO)

Fase Progettuale

Definitivo - Esecutivo

Titolo Tavola

Diagnosi Energetica

Committenza



Comune di Cavagnolo  
Via C. Colombo n. 168  
10020 - Cavagnolo (TO)

Per validazione

Professionisti



Riferimenti

Rev. n° 000	Data	06/2023	Dis.	A.C.	Descr.	Emissione definitiva
Rev. n° 001	Data		Dis.		Descr.	
Rev. n° 002	Data		Dis.		Descr.	
Rev. n° 003	Data		Dis.		Descr.	

Tavola

Scala

Cod. Comm. 230072

Cod. Tavola

N° Tavola

**DE**

Pool Engineering S.A.  
P. IVA 08926970016

Pool Engineering S.n.c.  
P. IVA 09266390013

Lo studio opera  
con procedure  
conformi alla norma

**ISO 9001**

Mod 760-00 08-2010 (Rev 002)

© Riproduzione vietata senza consenso scritto dell'autore

Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>2 di 10</b>
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

## SOMMARIO

<b>Sommario</b>	<b>2</b>
<b>1 Premessa</b>	<b>3</b>
1.1 Obiettivi dell'analisi Energetica	3
1.2 Articolazione del Rapporto di Analisi Energetica	3
<b>2 Inquadramento dell'Immobile Oggetto di Diagnosi</b>	<b>4</b>
<b>3 Descrizione STATO DI FATTO</b>	<b>5</b>
<b>4 Analisi dei consumi energetici Reali</b>	<b>5</b>
4.1 Energia elettrica	5
4.2 Fabbisogno di energia primaria ed emissioni di CO2	6
4.3 Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione	6
<b>5 Utilizzo di fonti rinnovabili</b>	<b>7</b>
5.1.1 Impianto fotovoltaico	7
<b>6 CONCLUSIONI</b>	<b>10</b>



Documento	Relazione tecnica	Pagina	3 di 10
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

# 1 PREMESSA

## 1.1 Obiettivi dell'analisi Energetica

L'edificio oggetto della presente diagnosi energetica è un edificio ad uso scolastico comunale sito in Piazza Vittorio Veneto n°5 – 10020 – Cavagnolo (TO).

L'obiettivo del presente studio è lo svolgimento di un'attività di analisi finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e all'individuazione di quegli interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso, con particolare attenzione a quelli che risultano tecnicamente ed economicamente più vantaggiosi.

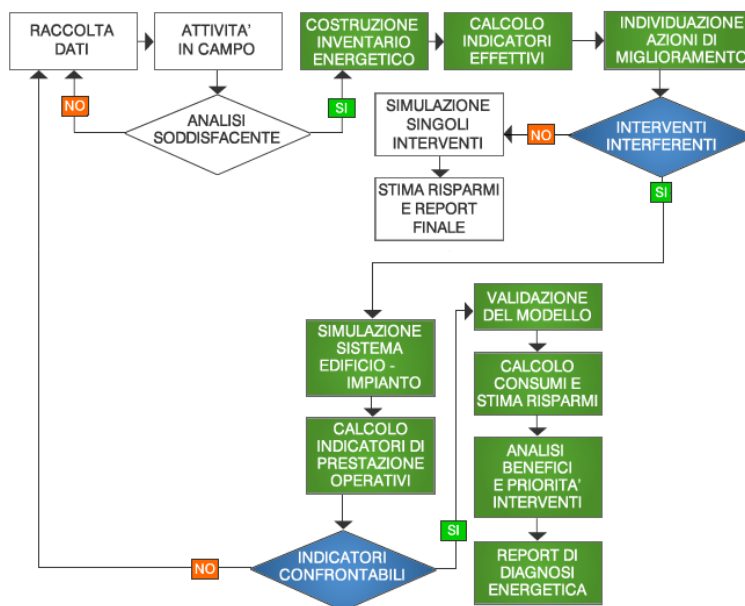
Propedeuticamente alla fase di analisi del sistema edificio - impianto, come generalmente previsto quando ci si appresta ad intervenire su un edificio esistente, in prima battuta è stato necessario reperire tutta la documentazione tecnica riguardante l'edificio.

La lettura attenta e critica della documentazione disponibile, ha permesso di comprendere le caratteristiche essenziali dell'edificio e la sua organizzazione generale. In continuità con questa fase è stato effettuato un sopralluogo tecnico in sito che ha permesso di individuare e definire le criticità presenti, il complessivo stato di conservazione dell'edificio ed in generale di verificare la corrispondenza dello stato di fatto con la documentazione a disposizione.

## 1.2 Articolazione del Rapporto di Analisi Energetica

La presente relazione è strutturata come segue:

- Inquadramento dell'oggetto di indagine;
- Descrizione dello STATO di FATTO;
- Analisi dei CONSUMI ENERGETICI reali;
- Confronto tra i dati reali ed il modello di calcolo;
- Descrizione degli interventi in PROGETTO;
- Stima del RISPARMIO ENERGETICO conseguente all'esecuzione degli interventi;



Schema procedimento di Diagnosi Energetica



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>4 di 10</b>
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

## 2 INQUADRAMENTO DELL'IMMOBILE OGGETTO DI DIAGNOSI

L'intervento in progetto interessa un edificio di proprietà comunale adibito a scuola primaria e dell'infanzia, situato in Piazza Vittorio Veneto n°5, 10020, Cavagnolo (TO), Rif. Catastali: Foglio n°. 7, Particella 50, sub. 1.

Il Comune di Cavagnolo è un comune piemontese di circa 2.300 abitanti della Città metropolitana di Torino. Il comune è situato in posizione di bassa valle, ad una quota di circa 177 m s.l.m. Cavagnolo confina con i comuni di Brusasco, Lauriano e Monteu da Po (nella Città metropolitana di Torino) e Moransengo-Tonengo (in provincia di Asti). Sulla base di queste informazioni è stato possibile definire, facendo riferimento alla norma UNI 10349, tutte le caratteristiche climatiche proprie della zona di intervento, quali: le irradiazioni giornaliere medie mensili e i valori medi mensili di temperatura e umidità.



Figura 1: Inquadramento sito oggetto di DE

DATI GEOGRAFICI	udm
Città	Cavagnolo
Altitudine	177m slm
Latitudine nord	45° 9' 10''
Longitudine est	7° 3' 0''

Tabella 1: Dati geografici edificio oggetto di DE



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>5 di 10</b>
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

### 3 DESCRIZIONE STATO DI FATTO

Allo stato attuale l'edificio scolastico è alimentato elettricamente da due contatori che alimentano rispettivamente la scuola dell'infanzia e la scuola primaria, aventi una potenza di 5,2 kW per la scuola primaria e di 27,5 kW per la scuola dell'infanzia. Entrambi i contatori sono posti a sinistra dell'ingresso dell'edificio scolastico e non è presente nessun tipo di fonte energetica rinnovabile.

### 4 ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI REALI

Si riporta nei successivi paragrafi una valutazione dei consumi energetici dell'edificio. L'obiettivo è quello di definire un consumo di baseline, da utilizzare come riferimento per la definizione degli interventi migliorativi.

Si è provveduto ad un'analisi della sola energia elettrica, in quanto trattasi dell'unico vettore energetico interessato direttamente dall'intervento.

I servizi energetici presenti nell'edificio sono:

- climatizzazione invernale;
- produzione di acqua calda sanitaria;
- illuminazione

#### 4.1 Energia elettrica

Nella tabella seguente si riportano i consumi di energia elettrica mensili determinati sulla base dei valori dell'anno solare 2022, preso come riferimento in quanto maggiormente rappresentativo dell'attuale utilizzo dei locali scolastici.

<b>ANNO 2022 - SCUOLA dell'INFANZIA</b>	<b>Genn.</b>	<b>Febbr.</b>	<b>Marzo</b>	<b>Aprile</b>	<b>Mag.</b>	<b>Giu.</b>	<b>Lug.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Sett.</b>	<b>Otto.</b>	<b>Novem.</b>	<b>Dicem.</b>	<b>TOT.</b>
Consumi en elettrica [kWh]	1677	1667	1817	1411	1406	1068	582	546	1170	1417	1504	1474	15739
<b>ANNO 2022 - SCUOLA PRIMARIA</b>	<b>Genn.</b>	<b>Febbr.</b>	<b>Marzo</b>	<b>Aprile</b>	<b>Mag.</b>	<b>Giu.</b>	<b>Lug.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Sett.</b>	<b>Otto.</b>	<b>Novem.</b>	<b>Dicem.</b>	<b>TOT.</b>
Consumi en elettrica [kWh]	988	885	908	646	497	439	491	248	414	621	968	954	8059
<b>Valori Totali</b>	<b>Genn.</b>	<b>Febbr.</b>	<b>Marzo</b>	<b>Aprile</b>	<b>Mag.</b>	<b>Giu.</b>	<b>Lug.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Sett.</b>	<b>Otto.</b>	<b>Novem.</b>	<b>Dicem.</b>	<b>TOTALE</b>
Consumi en elettrica [kWh]	2665	2552	2725	2057	1903	1507	1073	794	1584	2038	2472	2428	23798

Tabella 2: Consumi energia elettrica mensili

**Consumo effettivo fabbricato oggetto di indagine = 23.798 kWh/anno**



Documento	Relazione tecnica	Pagina	6 di 10
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

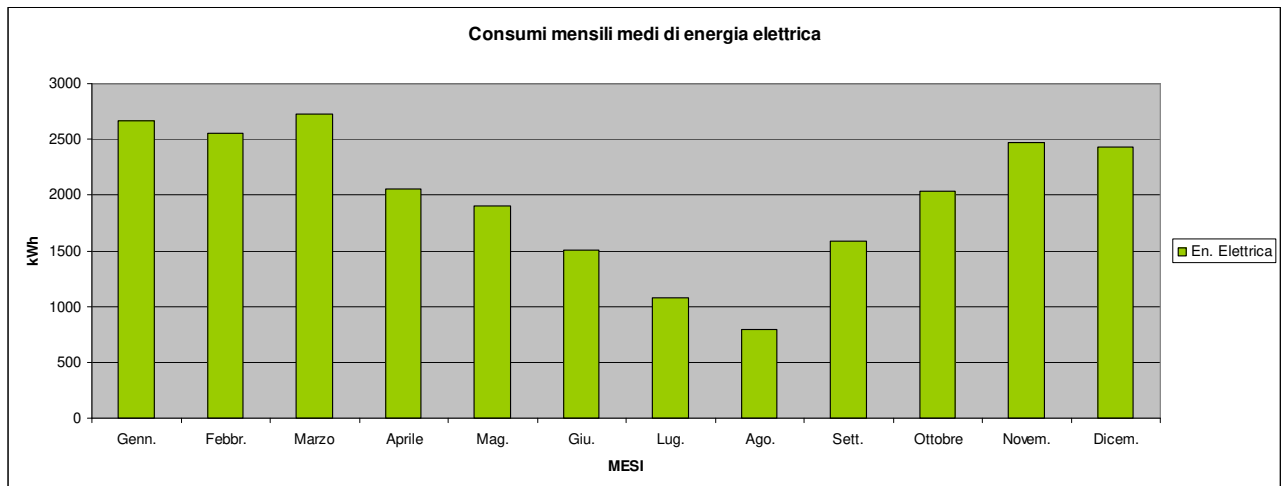


Grafico andamento dei consumi medi mensili di energia elettrica

## 4.2 Fabbisogno di energia primaria ed emissioni di CO2

Nei precedenti paragrafi sono riportati i consumi energetici. Al fine di valutare il fabbisogno di energia primaria richiesto dell'edificio, è necessario convertirli in kWh di energia primaria o in tep (tonnellate equivalenti di petrolio): tale scopo si utilizzano i coefficienti di conversione fissati nella Delibera EEN 3/08 e nella Direttiva europea 2003/87/CE.

<b>TEP energia elettrica</b>	4,5	<b>kWh energia primaria</b>	23.798
------------------------------	-----	-----------------------------	--------

Tabella 3: Consumi in termini di energia primaria

E' possibile, inoltre, valutare le tonnellate di CO2 annualmente emesse per soddisfare il fabbisogno energetico degli edifici.

<b>CO2 da energia elettrica</b>	10,7	†
---------------------------------	------	---

Tabella 4: Consumi in termini di energia primaria

## 4.3 Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione

I consumi di cui sopra si traducono in una spesa annuale per l'approvvigionamento e la gestione, relativamente all'energia elettrica pari a quanto riportato nella tabella seguente.

In relazione ai costi si è fatto riferimento a quanto realmente speso nel periodo di riferimento e pertanto ai costi di mercato non attualizzati.

Nella tabella seguente si riportano le singole voci di spesa e il totale della spesa media annuale:

Vettore Energetico	€/anno
Energia Elettrica	5.087,26€

Tabella 5: Costi dell'energia



Documento	Relazione tecnica	Pagina	7 di 10
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

## 5 UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI

### 5.1.1 Impianto fotovoltaico

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico caratterizzato da una potenza di picco pari a 7,38 kWp, da installarsi nella copertura del fabbricato ed in particolare nella falda est.

Si è provveduto alla simulazione della producibilità dell'impianto fotovoltaico attraverso l'applicativo PVGIS che riporta i seguenti dati:



PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

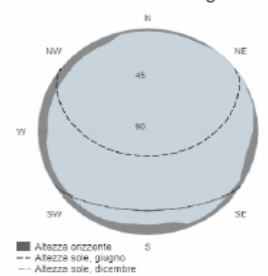
Valori inseriti:

Latitudine/Longitudine: 45.152,8.051  
 Orizzonte: Calcolato  
 Database solare: PVGIS-SARAH2  
 Tecnologia FV: Silicio cristallino  
 FV installato: 1 kWp  
 Perdite di sistema: 14 %

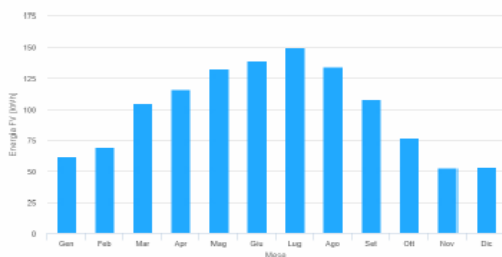
Output del calcolo

Angolo inclinazione: 20 °  
 Angolo orientamento: -15 °  
 Produzione annuale FV: 1195.91 kWh  
 Irraggiamento annuale: 1659.34 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variazione interannuale: 53.33 kWh  
 Variazione di produzione a causa di:  
 Angolo d'incidenza: -2.99 %  
 Effetti spettrali: 0.99 %  
 Temperatura e irradianza bassa: -14.46 %  
 Perdite totali: -27.93 %

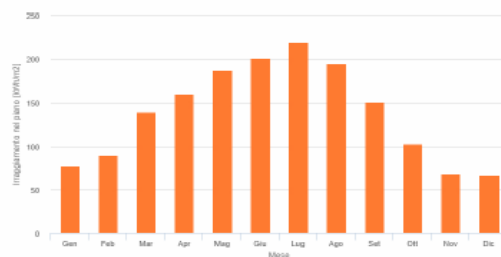
Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:



Energia FV ed irraggiamento mensile

Mese	E_m	H(i)_m	SD_m
Gennaio	61.5	77.2	12.3
Febbraio	69.2	89.3	13.6
Marzo	104.5	139.4	15.0
Aprile	115.5	159.8	14.7
Maggio	132.7	188.1	11.3
Giugno	138.4	200.9	9.5
Luglio	149.1	219.8	7.4
Agosto	134.0	195.0	7.7
Settembre	107.8	151.4	7.7
Ottobre	77.1	102.6	11.9
Novembre	52.7	68.6	12.9
Dicembre	53.5	67.3	9.1

E<sub>m</sub>: Media mensile del rendimento energetico dal sistema definito [kWh].

H(i)<sub>m</sub>: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistem scelto [kWh/m<sup>2</sup>].

SD<sub>m</sub>: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh].



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>8 di 10</b>
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

Di seguito viene evidenziata l'area interessata dall'intervento.

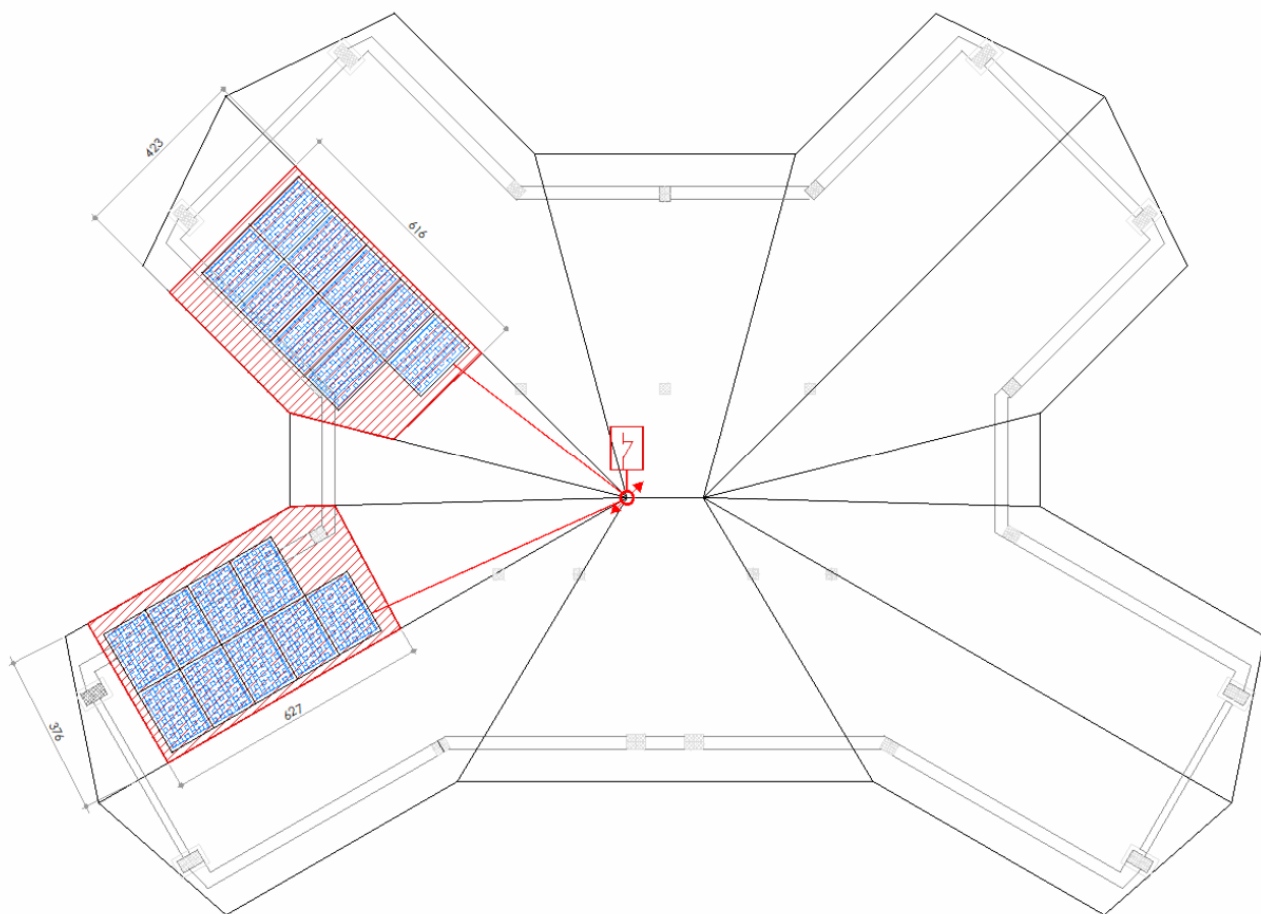


Figura 9: pianta copertura con pannelli fotovoltaici

Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche dei moduli utilizzati:

DATI MODULI FOTOVOLTAICI	
Numero moduli	18
Sup. utile singolo modulo (mq)	Sup. utile singolo modulo (mq)
Sup. lorda singolo modulo (mq)	Sup. lorda singolo modulo (mq)
Potenza di picco singolo modulo (Wp)	410 (Wp)

Tabella 6: Caratteristiche impianto fotovoltaico

I moduli fotovoltaici dovranno essere rispondenti alle norme IEC 61215 e IEC 61730 e saranno accompagnati da un data-sheet che riporterà le principali caratteristiche del modulo stesso. Inoltre, il decadimento delle prestazioni degli stessi deve risultare non superiore al 10% della potenza nominale nell'arco dei primi 12 anni e non superiore al 20% nell'arco di 20 anni.





Documento	Relazione tecnica	Pagina	9 di 10
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

Di seguito si riporta la stima della producibilità dell'impianto nell'arco dell'anno.

	E_m [kWh/kWp]	Produzione FTV [kWh]
<b>GENNAIO</b>	61,50	453,9
<b>FEBBRAIO</b>	69,20	510,7
<b>MARZO</b>	104,50	771,2
<b>APRILE</b>	115,50	852,4
<b>MAGGIO</b>	132,70	979,3
<b>GIUGNO</b>	138,40	1 021,4
<b>LUGLIO</b>	149,10	1 100,4
<b>AGOSTO</b>	134,00	988,9
<b>SETTEMBRE</b>	107,80	795,6
<b>OTTOBRE</b>	77,10	569,0
<b>NOVEMBRE</b>	52,70	388,9
<b>DICEMBRE</b>	53,50	394,8
	<b>1 196,00</b>	<b>8 826</b>

Tabella 7: Producibilità impianto fotovoltaico

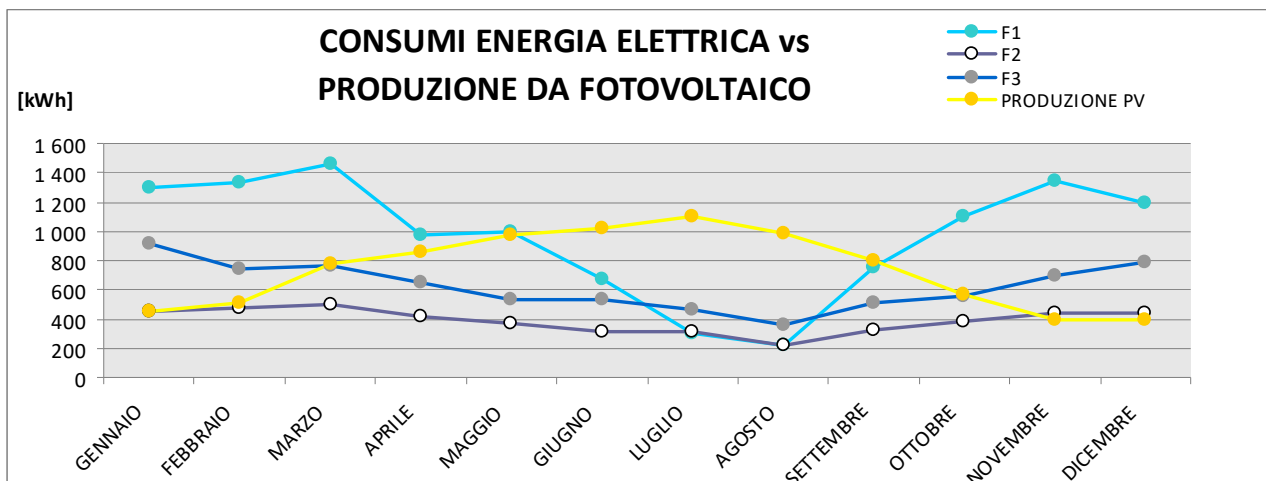


Grafico confronto produzione FV con media dei consumi reali rilevati



Documento	Relazione tecnica	Pagina	<b>10 di 10</b>
Committente	Comune di Cavagnolo	Data emissione	18/04/2023
Referenti		Revisione	000
File	diagnosi energetica.doc		

### Determinazione Tempi di Ritorno dell'Investimento

Di seguito le tabelle riassuntive degli elementi su cui è stato effettuato l'intervento di riqualificazione energetica:

Elemento	Potenza Totale Imp. Fotovoltaico [kWp]		Costo intervento
	Iniziale	Finale	[€]
Imp. Fotovoltaico	0	7,38	33.303,96

Tabella 8: Determinazione dei costi Involucro Edilizio

Gli interventi di cui sopra determineranno un risparmio sui consumi di energia. In tabella si riportano il risparmio e il tempo di ritorno dell'investimento.

Combustibile	Consumi* [kWh /anno]		Risparmio		Tempo di ritorno [anni]
	ante	post	[kWh]	€	
En. Elettrica	23.798 kWh	23.798 kWh – Producibilità imp. Fotovoltaico in autoconsumo = 6.856 kWh	6.856	0,11 €/kWh (valore medio mercato) = 755€	
<b>TOTALE</b>			<b>6.856</b>	<b>755 €</b>	<b>44</b>

Tabella 9: Determinazione risparmio economico

Il tempo di ritorno degli investimenti dell'involucro edilizio e dell'impianto termico è stimato in circa 44 anni.

In termini energetici l'intervento permetterebbe di risparmiare 6.856 kWh/anno, pari a 1,3 tep/anno, pari a 3,1t CO2/anno.

## 6 CONCLUSIONI

L'analisi energetica dell'edificio è stata condotta sulla sola componente elettrica quale unica interessata dall'intervento.

Senza considerare eventuali contributi a fondo perduto né l'andamento del mercato dell'energia elettrica dei prossimi anni, il tempo di ritorno degli interventi di cui sopra risulta pari a 44anni, a vantaggio di un risparmio energetico annuo pari a 6.856 kWh/anno con una riduzione di emissioni pari a 3,1 CO2/anno. In questo modo si riscontra un calo dell'inquinamento ambientale parallelamente ad un migliore ritorno di immagine della struttura scolastica mediante un chiaro segnale positivo legato all'educazione ambientale dei ragazzi.

