

COMUNE DI ORISTANO

PROVINCIA DI ORISTANO



AREA TECNICA - SETTORE LAVORI PUBBLICI

Titolo:

“Interventi nella scuola primaria "Sacro Cuore" di via Amsicora: - Piano straordinario di edilizia scolastica iscola" - Interventi urgenti di ricostruzione della copertura - cup: H19J20002560007. - Rimozione e bonifica amianto della copertura - cup: H11D21000080001

DIAGNOSI ENERGETICA

SCALA:
varie

TAVOLA
DE

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Stefano Lochi

SINDACO
Dott. Massimiliano Sanna

PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI
Ing. Stefano Deiana

IMPRESA



revisione	data	riferimento revisione	disegnatore	controllo	approvazione
1	09/2022	REVISIONE 1			SD

Ing. STEFANO DEIANA

Via Martiri del Congo n° 74a 09170 - Oristano - Sili (OR)
Cod. Fisc. DNESFN75A16G113W
PEC stefano.deiana3@ingpec.eu

Cell. +39 3475257771
P. Iva 01062360951
Email stefano.deiana@gmail.com

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Comune di ORISTANO

Provincia di ORISTANO

**RELAZIONE DI DIAGNOSI
ENERGETICA**

COMMITTENTE:

Amministrazione comunale Oristano

Oristano, li 08/09/2022

**Il REDE
(Referente della Diagnosi Energetica)**

Ing. Stefano Deiana

OGGETTO DI STUDIO

La trasformazione di un edificio esistente in una struttura con più alte prestazioni energetiche, cioè con ridotti consumi di energia non può prescindere da un'accurata analisi preliminare (Diagnosi Energetica) per verificare lo stato degli impianti esistenti e delle caratteristiche della struttura del fabbricato.

Sulla base dei risultati ottenuti potrà essere definito il progetto di riqualificazione, selezionando gli interventi più efficaci per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio in funzione delle risorse economiche che si hanno a disposizione.

La presente Diagnosi Energetica si basa su un'analisi dello stato di fatto attuale che, a partire dalle condizioni standard di riferimento, prosegue con una modellazione "*tailored rating*" fino a raggiungere le condizioni di esercizio che simulano al meglio la gestione e conduzione degli impianti.

La valutazione dell'ottimo si basa sulla ricerca del fattore di congruità.

La fase successiva riguarda l'indagine approfondita di soluzioni per il miglioramento energetico e la conseguente riduzione delle spese di conduzione degli impianti.

Lo studio è stato eseguito a partire da sopralluoghi, con attività di analisi documentale sulla scorta di dati ed elaborati tecnici delle proprietà oggetto dello studio.

Il confronto è fatto con i consumi energetici medi ricostruiti per gli anni 2019, 2020 e 2021.

I combustibili per il riscaldamento confrontati sono i seguenti: Aria propanata (equivalente al G.P.L.).

L'attività di diagnosi termina con una valutazione dei costi e dei benefici derivanti dagli interventi proposti.

Lo scopo ultimo della presente diagnosi energetica è infatti l'individuazione delle modalità con cui ridurre il fabbisogno energetico e la valutazione costi-benefici dei possibili interventi.

Normativa di riferimento

Le valutazioni sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

- **D.Lgs. 102/2014:** *Attuazione della direttiva 2012/27/UE 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.*
- **Decreti attuativi 26 giugno 2015**
- **Legge 90/2013:** *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale.*
- **Legge n.10/91:** *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*
- **D.Lgs. 192/05:** *Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia*

Le principali normative tecniche di riferimento sono:

- **UNI/TS 11300-1:** *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*
- **UNI/TS 11300-2:** *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*
- **UNI/TS 11300-3:** *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*
- **UNI/TS 11300-4:** *Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*
- **UNI/TS 11300-5:** *Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili*
- **UNI/TS 11300-6:** *Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili*
- **UNI EN 15459:** *Prestazione energetica degli edifici - Procedura di valutazione economica di sistemi energetici degli edifici*

- **UNI CEI EN 16247-1: 2012** "Diagnosi Energetiche - Parte 1: Requisiti generali" che definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica comune a tutte le DE
- **UNI CEI EN 16247-2: 2014** "Diagnosi Energetiche - Parte 2: Edifici" che si applica alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, definendone i requisiti, la metodologia e la reportistica. Essa si applica anche al settore terziario
- **UNI CEI EN 16247-5: 2015** "Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell'auditor energetico" che specifica le competenze che deve possedere il REDE

PROCEDURA DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di *audit energetico*. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

Nella fase di audit sono state effettuate una serie di operazioni consistenti nel:

- rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio:
 - dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, (indagine stratigrafica dell'involucro edilizio al fine di conoscere e indagare la tipologia costruttiva delle murature perimetrali; rilievo dei materiali e delle dimensioni degli infissi; rilievo architettonico del fabbricato e ricostruzione della distribuzione interna delle singole unità immobiliari da planimetrie catastali);
 - tipologia degli impianti esistenti;
- analisi e valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

Il limite del presente studio è dovuto alla scarsa disponibilità di dati di partenza per la costruzione della parte impiantistica del modello di calcolo dove si è potuto ricostruire con buon dettaglio la parte dell'involucro edilizio con geometrie e tipologie di elementi, mentre, non essendo stato possibile accedere in tutte le abitazioni, e quindi non si è potuto ricostruire con lo stesso dettaglio la tipologia e la potenza degli impianti presenti negli alloggi né tantomeno sono stati forniti dati utili sui consumi per la presente diagnosi.

Per effettuare lo studio in oggetto è stato utilizzato il software per lo studio energetico Termus della ACCA Software S.p.A., software certificato dal CTI per la rispondenza al DM 26/06/2015, a garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale, con il quale, dai dati in possesso, è stato ricostruito un modello di calcolo per stimare i fabbisogni energetici e la classe energetica dell'edificio.

Partendo da tale modello, ricostruito su quanto rilevato (tailored rating), per poi elaborare la Diagnosi energetica in rispondenza alle indicazioni della UNI CEI EN 16247-2, è stato valutato il comportamento energetico dell'edificio conseguentemente all'esecuzione di interventi di miglioramento energetico.

Una volta creato il modello energetico, anche tutte le soluzioni analizzate rappresentano una "simulazione" quanto più veritiera degli effettivi risparmi che possono derivare dalle soluzioni di efficientamento energetico che vengono proposte.

La finalità dello studio di fattibilità e quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio sono stati:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte; valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre eventuali miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale.

In particolare sono stati valutati 3 possibili tipologie di interventi di efficientamento energetico che sono risultati tecnicamente possibili nel rispetto dei requisiti minimi energetici e quindi dei Criteri Ambientali Minimi:

- miglioramento termico delle superfici trasparenti (installazione nuovi infissi);
- isolamento termico dei solai superiori a confine con il volume riscaldato;
- isolamento termico delle murature perimetrali.

Sono state quindi valutate sia i singoli interventi che diverse combinazioni degli stessi, per individuare scenari d'intervento che consentano il raggiungimento dell'obiettivo dato (miglioramento di almeno una classe energetica).

Per stimare in quale misura gli interventi e gli scenari potessero incidere sulle prestazioni energetiche degli edifici, sono stati approfonditi i seguenti dati:

- calcolo delle prestazioni e classi energetiche degli edifici allo stato attuale;
- calcolo delle prestazioni e classi energetiche con l'esecuzione degli interventi di miglioramento energetico ipotizzati;
- valutazione economica dell'intervento e paragone con la spesa massima sostenibile;
- valutazione fattibilità tecnica generale.

A tale scopo, per ogni intervento, nelle varie simulazioni, sono stati utilizzati materiali coibentanti (per la copertura e per le pareti perimetrali) ed infissi, con caratteristiche e prestazioni termiche nel rispetto del DM 26/06 2015 Requisiti Minimi Energetici, che si applica agli edifici pubblici e privati, siano essi edifici di nuova costruzione o edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione, e del decreto attuativo sui Criteri Ambientali Minimi nel campo dell'edilizia DM 11 ottobre 2017.

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico conforme alle norme precedentemente citate.

PRESENTAZIONE DEL SITO

INFORMAZIONI GENERALI

REGIONE: SARDEGNA - Comune di ORISTANO - Provincia di ORISTANO

Indirizzo: Via Amsicora, SNC - Piano: t,1,2 - Interno: A

Coordinate GIS: Lat: 39°54'16" Long: 8°35'37"



Vista edificio - 1



Vista edificio - 2

PARAMETRI CLIMATICI STANDARD

Gradi Giorno: **1.059 GG** - Zona climatica: **C**

Temperatura minima di progetto: 3,00 °C

Temperatura massima estiva di progetto: 32,90 °C

TEMPERATURE ESTERNE MEDIE MENSILI [°C]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
9,10	10,10	11,70	14,20	18,60	22,20	24,20	24,20	20,70	17,60	13,20	9,80

UMIDITA' RELATIVE MENSILI [%]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
81,10	78,70	82,00	80,30	62,10	61,50	58,70	55,80	63,40	67,80	77,10	82,10

IRRADIAZIONI MENSILI [MJ/m2]

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N	2,08	3,07	4,08	5,39	8,70	10,54	9,96	7,32	5,04	3,60	2,51	1,92
NE	2,26	3,83	5,93	8,11	12,29	14,30	14,22	11,33	8,12	4,97	2,83	2,12
E	3,86	6,66	9,25	10,92	15,04	16,76	17,18	14,88	12,21	8,65	4,77	4,41
SE	5,85	9,24	11,08	11,17	13,53	13,98	14,62	14,27	13,66	11,45	6,95	7,50
S	7,15	10,73	11,37	9,71	10,44	10,09	10,52	11,48	12,88	12,76	8,35	9,53
SW	5,85	9,24	11,08	11,17	13,53	13,98	14,62	14,27	13,66	11,45	6,95	7,50
W	3,86	6,66	9,25	10,92	15,04	16,76	17,18	14,88	12,21	8,65	4,77	4,41
NW	2,26	3,83	5,93	8,11	12,29	14,30	14,22	11,33	8,12	4,97	2,83	2,12
H Tot.	5,30	9,20	13,30	16,50	23,50	26,60	27,00	22,70	17,80	12,00	6,60	5,70
H Diff.	3,10	4,30	5,50	6,70	8,70	8,70	8,00	7,70	6,40	4,80	3,70	2,70

DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Il presente paragrafo riporta una descrizione del sistema "edificio-impianto", suddiviso per EOdC, da cui partire per analizzarne il comportamento.

Si precisa che il volume considerato per la valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio è unicamente quello in cui è presente un sistema di riscaldamento e/o raffrescamento.

Nome: Scuola Elementare "Sacro Cuore" via Amsicora

Catasto Fabbricati Foglio: 22 - Particella: 1536 - Subalterni: 1

Numero delle unità immobiliari: 1

Anno di costruzione: 1968

DATI TECNICI E COSTRUTTIVI

Principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

Climatizzazione invernale ed estiva

Volume lordo riscaldato (V) m ³	13.002,77
Superficie lorda disperdente del volume riscaldato (S) m ²	6.682,20
Rapporto S/V (fattore di forma)	0,51 m ⁻¹
Superficie utile riscaldata dell'edificio m ²	2.817,21
Volume lordo raffrescato (V)	0,00 m ³
Superficie lorda disperdente del volume raffrescato (S)	0,00 m ²
Superficie utile raffrescata dell'edificio	0,00 m ²

L'edificio è costituito dalle seguenti unità immobiliari, diviso per zone classificate in base alla categoria (di cui all'art.4, c.1 del Dlgs 192/2005):

Aule e Laboratori

- Zona Termica "Aule e Laboratori (riscaldamento)": E7

Palestra E6(2)

- Zona Termica "Palestra (riscaldamento)": E6(2)

Servizi Palestra E6

- Zona Termica "Servizi Palestra (riscaldamento)": E6(2)

INVOLUCRO ESTERNO

In questa parte della relazione vengono presi in esame gli elementi edilizi costituenti l'involucro dell'edificio analizzato.

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, con la maggiore accuratezza possibile in relazione all'accessibilità dei luoghi e dei singoli componenti, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi disperdenti.

PARETI VERTICALI ESTERNE

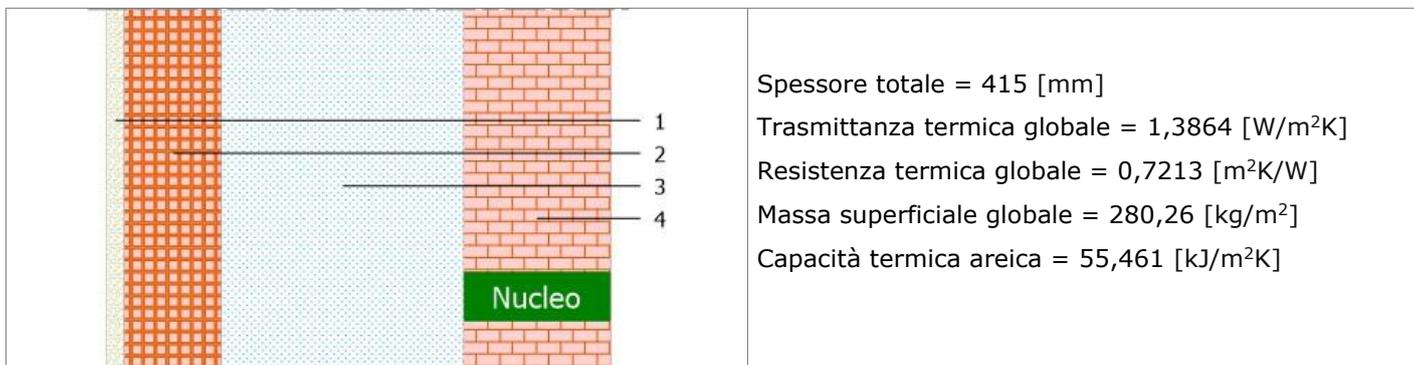
Descrizione: Parete esterna triplo strato

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco interno	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
2	Mattone forato - resistenza 0.20	80		5,0000	64,00	9,3826	1.000	0,2000
3	Strato d'aria verticale da 5 cm	50		5,5556	0,07	1,0000	1.008	0,1800
4	Mattone forato - resistenza 0.20	80		5,0000	64,00	9,3826	1.000	0,2000
5	Strato d'aria verticale da 5 cm	50		5,5556	0,07	1,0000	1.008	0,1800
6	Mattone laterizio pieno (250*120*50)	120		6,6667	216,00	9,3826	840	0,1500
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



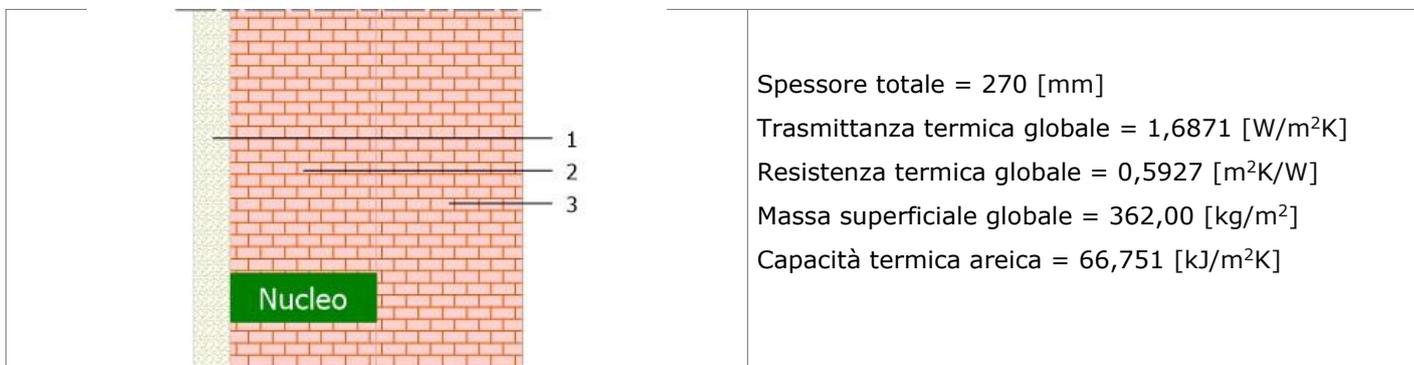
Descrizione: Parete esterna doppio strato

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco interno	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
2	Mattone forato - resistenza 0.20	80		5,0000	64,00	9,3826	1.000	0,2000
3	Strato d'aria verticale da 20 cm	200		5,5556	0,26	1,0000	1.008	0,1800
4	Mattone laterizio pieno (250*120*50)	120		6,6667	216,00	9,3826	840	0,1500
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



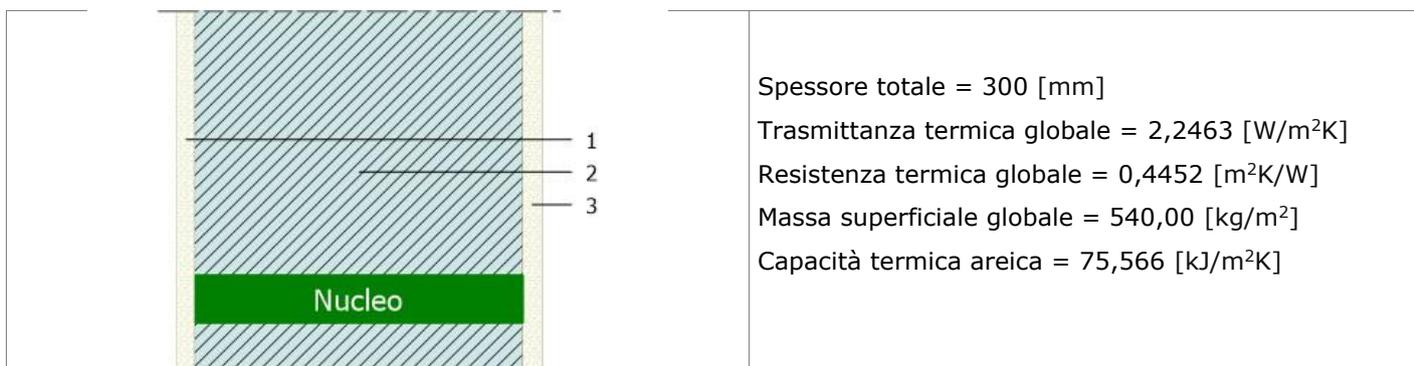
Descrizione: Parete facciavista 25 cm spessore

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco interno	30	0,7000	23,3333	42,00	10,7222	1.000	0,0429
2	Mattone laterizio semipieno (250*120*50)	120		5,2632	181,00	9,3826	840	0,1900
3	Mattone laterizio semipieno (250*120*50)	120		5,2632	181,00	9,3826	840	0,1900
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



Descrizione: Parete in cemento armato

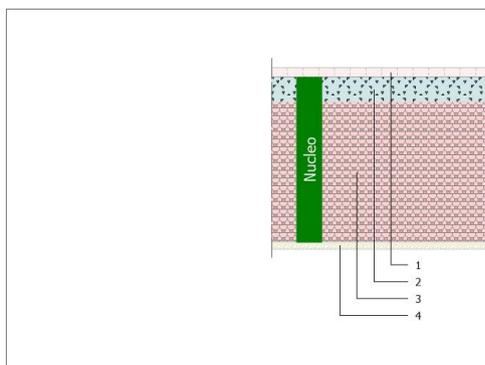
Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco di calce e gesso	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
2	Calcestruzzo ordinario	270	1,1615	4,3019	540,00	74,2308	1.000	0,2325
3	Intonaco di calce e gesso	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



SOLAI

Descrizione: Solaio in laterocemento

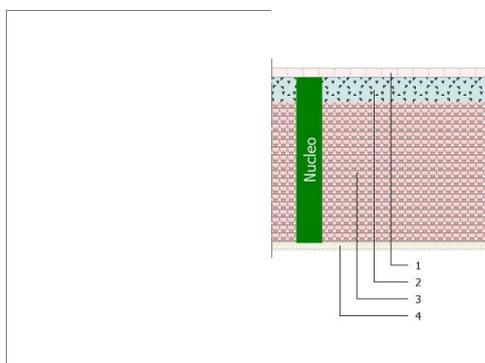
Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza esterna	0		10,0000				0,1000
1	Piastrelle ceramiche	15	1,3000	86,6667	34,50	205,3191	840	0,0115
2	Massetto ordinario	40	1,0600	26,5000	80,00	74,2308	1.000	0,0377
3	Soletta piana laterocemento isolata	225		1,6667	400,00	10,1579	1.000	0,6000
4	Intonaco interno	10	0,7000	70,0000	14,00	10,7222	1.000	0,0143
	Adduttanza interna	0		10,0000				0,1000



Spessore totale = 290 [mm]
 Trasmittanza termica globale = 1,1580 [W/m²K]
 Resistenza termica globale = 0,8636 [m²K/W]
 Massa superficiale globale = 514,50 [kg/m²]
 Capacità termica areica = 64,279 [kJ/m²K]

Descrizione: Solaio in laterocemento

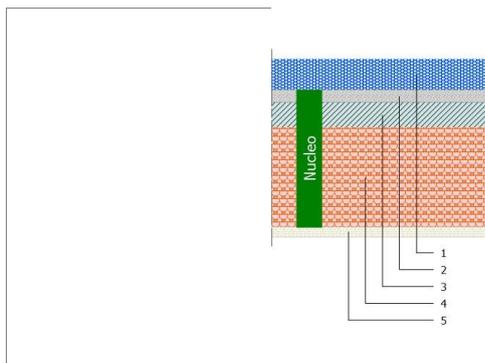
Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400
1	Piastrelle ceramiche	15	1,3000	86,6667	34,50	205,3191	840	0,0115
2	Massetto ordinario	40	1,0600	26,5000	80,00	74,2308	1.000	0,0377
3	Soletta piana laterocemento isolata	225		1,6667	400,00	10,1579	1.000	0,6000
4	Intonaco interno	10	0,7000	70,0000	14,00	10,7222	1.000	0,0143
	Adduttanza interna	0		10,0000				0,1000



Spessore totale = 290 [mm]
 Trasmittanza termica globale = 1,2445 [W/m²K]
 Resistenza termica globale = 0,8036 [m²K/W]
 Massa superficiale globale = 514,50 [kg/m²]
 Capacità termica areica = 65,541 [kJ/m²K]

Descrizione: Copertura inclinata in laterocemento isolata

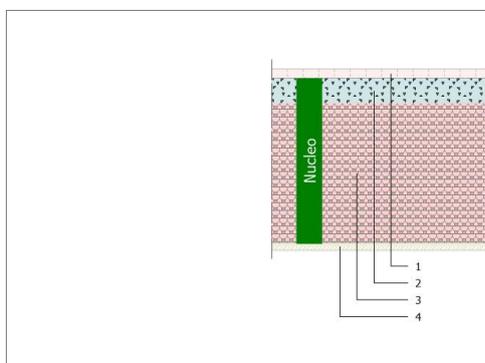
Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400
1	Pannello isolante polistirolo	50	0,0450	0,9000	1,50	92,7885	1.220	1,1111
2	Malta di cemento	20	1,4000	70,0000	40,00	22,7059	1.000	0,0143
3	Calcestruzzo armato	40	0,8500	21,2500	96,00	148,4615	1.000	0,0471
4	Blocco solaio laterizio - resistenza 0.27	160		3,7037	144,00	10,1579	1.000	0,2700
5	Intonaco interno	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
	Adduttanza interna	0		10,0000				0,1000



Spessore totale = 285 [mm]
 Trasmittanza termica globale = 0,6235 [W/m²K]
 Resistenza termica globale = 1,6039 [m²K/W]
 Massa superficiale globale = 281,50 [kg/m²]
 Capacità termica areica = 60,986 [kJ/m²K]

Descrizione: Solaio in laterocemento

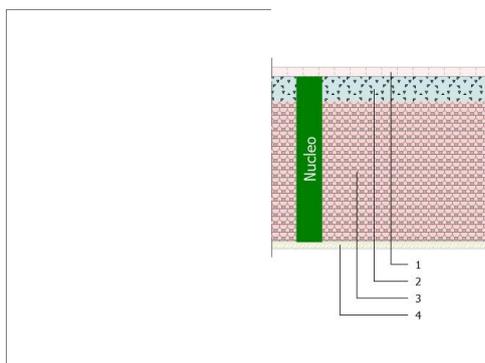
Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		5,9000				0,1695
1	Piastrelle ceramiche	15	1,3000	86,6667	34,50	205,3191	840	0,0115
2	Massetto ordinario	40	1,0600	26,5000	80,00	74,2308	1.000	0,0377
3	Soletta piana laterocemento isolata	225		1,6667	400,00	10,1579	1.000	0,6000
4	Intonaco interno	10	0,7000	70,0000	14,00	10,7222	1.000	0,0143
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



Spessore totale = 290 [mm]
 Trasmittanza termica globale = 1,1454 [W/m²K]
 Resistenza termica globale = 0,8731 [m²K/W]
 Massa superficiale globale = 514,50 [kg/m²]
 Capacità termica areica = 60,879 [kJ/m²K]

Descrizione: Solaio in laterocemento

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		5,9000				0,1695
1	Piastrelle ceramiche	15	1,3000	86,6667	34,50	205,3191	840	0,0115
2	Massetto ordinario	40	1,0600	26,5000	80,00	74,2308	1.000	0,0377
3	Soletta piana laterocemento isolata	225		1,6667	400,00	10,1579	1.000	0,6000
4	Intonaco interno	10	0,7000	70,0000	14,00	10,7222	1.000	0,0143
	Adduttanza esterna	0		5,9000				0,1695



Spessore totale = 290 [mm]
 Trasmittanza termica globale = 0,9975 [W/m²K]
 Resistenza termica globale = 1,0025 [m²K/W]
 Massa superficiale globale = 514,50 [kg/m²]
 Capacità termica areica = 59,837 [kJ/m²K]

Descrizione: Solaio controterra calcestruzzo ordinario

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza interna	0		5,9000				0,1695
1	Pavimentazione interna	15	1,4700	98,0000	25,50	205,3191	1.000	0,0102
2	Malta di cemento	30	1,4000	46,6667	60,00	22,7059	1.000	0,0214
3	Calcestruzzo ordinario	100	1,1615	11,6150	200,00	74,2308	1.000	0,0861
4	Ghiaia grossa senza argilla	200	1,2000	6,0000	340,00	5,1467	840	0,1667
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400

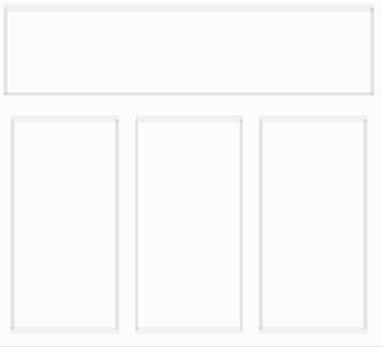
	<p>Spessore totale = 345 [mm] Trasmittanza termica globale = 2,0248 [W/m²K] Resistenza termica globale = 0,4939 [m²K/W] Massa superficiale globale = 625,50 [kg/m²] Capacità termica areica = 67,559 [kJ/m²K]</p>
--	---

SERRAMENTI

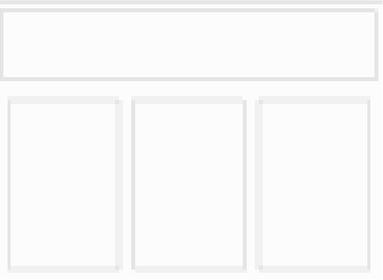
INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 55*65 1A vasistas	
Descrizione	Finestra 55*65 1A vasistas in alluminio taglio termico con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 0,13 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 1,44 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 0,23 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 0,36 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	m²K/W
Resistenza superficiale esterna	0,04	m²K/W
Resistenza intercapedine	-	m²K/W
Coefficiente riduzione area telaio	0,64	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0417	W/m²K
Resistenza totale infisso - R_w	0,33	W/m²K

INFISSO INTERNO	
Titolo	Finestra 205x185 3A sopralluce
Descrizione	Finestra 205*185 3 ante apribili con sopralluce alluminio con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain

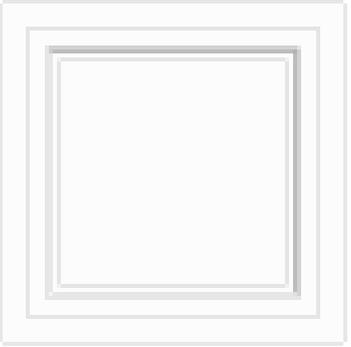
	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 2,90 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 15,16 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 0,89 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 3,79 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,24	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0398	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,33	$\text{W/m}^2\text{K}$

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 255x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 255*185 3 ante apribili con sopralluce alluminio con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 3,70 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 17,16 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 1,01 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 4,72 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,21	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0183	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,33	$\text{W/m}^2\text{K}$

INFISSO INTERNO	
Titolo	Finestra 70*70 1A vasistas
Descrizione	Finestra 70*70 1A vasistas in alluminio taglio termico con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain

	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 0,21 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 1,84 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 0,28 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 0,49 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,57	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0253	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,33	$\text{W/m}^2\text{K}$

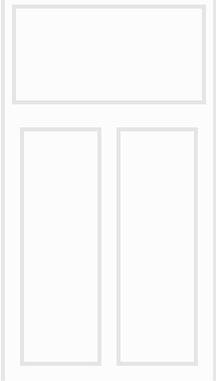
INFISSO INTERNO

Titolo	Finestra 205x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 205*185 3 ante apribili con sopralluce alluminio con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 2,90 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 15,16 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 0,89 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 3,79 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,24	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0398	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,33	$\text{W/m}^2\text{K}$

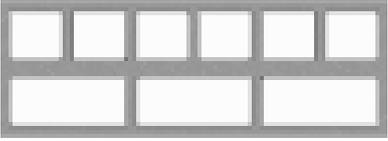
INFISSO INTERNO

Titolo	Finestra 100x185 2A sopralluce	
Descrizione	Finestra 100*185 2 ante apribili con sopralluce alluminio con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain	

	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 1,30 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 8,85 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 0,55 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 1,85 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,30	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0870	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,32	$\text{W/m}^2\text{K}$

INFISSO INTERNO

Titolo	Finestra 390x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 390*135 telaio in acciaio, vetro singolo e 2 ante apribili a vasistas	
	VETRO Tipo vetro = Singolo Area - $A_g = 3,56 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 23,11 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 5,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,85$	TELAIO Tipo telaio = Metallo senza taglio termico Area - $A_f = 1,70 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 7,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 5,27 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,32	
Trasmittanza totale infisso - U_w	5,9170	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,17	$\text{W/m}^2\text{K}$

INFISSO INTERNO

Titolo	Finestra 370x70 2A fissa-1A vasistas	
Descrizione	Finestra 370*70 2A fissa-1A vasistas acciaio con vetro singolo	
	VETRO	TELAIO

	Tipo vetro = Singolo Area - $A_g = 1,72 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 9,60 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 5,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,85$	Tipo telaio = Metallo senza taglio termico Area - $A_f = 0,73 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 7,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 2,45 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,30	
Trasmittanza totale infisso - U_w	5,8786	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,17	$\text{W/m}^2\text{K}$

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 70*70 1A vasistas	
Descrizione	Finestra 70*70 1A vasistas in alluminio taglio termico con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 0,44 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 2,84 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 0,40 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 0,84 \text{ m}^2$	

Cassonetto		-
Parapetto		-
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,47	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0029	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,33	$\text{W/m}^2\text{K}$

RIEPILOGO SERRAMENTI

I risultati dei rilievi sono riassunti nella tabella sottostante

RIEPILOGO GENERALE	Modulo intero		Componente vetrata	
	m^2	%	m^2	%

TOTALE INFISSI				
TIPOLOGIA INFISSO 1				
TIPOLOGIA INFISSO 2				
TIPOLOGIA INFISSO...				

DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

Sistemi di climatizzazione invernale/estiva e di produzione di acs

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

Descrizione impianto: Specifiche dei generatori di energia

Impianto "Centrale termica riscaldamento aria propanata"

Servizio svolto: Climatizzazione Invernale

Elenco dei generatori: 2

Caldaia/Generatore di aria calda

Generatore a biomassa: NO

Combustibile utilizzato: Aria propanata (G.P.L.) [Sm³]

Fluido termovettore: Acqua

Valore nominale della potenza termica utile: 255,00 kW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale:
88,81%

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 30% della potenza nominale:
87,22%

Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

Caldaia/Generatore di aria calda

Generatore a biomassa: NO

Combustibile utilizzato: Aria propanata (G.P.L.) [Sm³]

Fluido termovettore: Acqua

Valore nominale della potenza termica utile: 218,00 kW

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 100% della potenza nominale:
88,81%

Rendimento termico utile (o rendimento di combustione) al 30% della potenza nominale:
77,00%

Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

Impianto "Scaldacqua elettrico"

Servizio svolto: ACS autonomo

Elenco dei generatori: 5

Generatore autonomo per ACS "Scaldabagno 80 l";

Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

Generatore autonomo per ACS "Scaldabagno 80 l";

Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

Generatore autonomo per ACS "Scaldabagno 80 l";

Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

Generatore autonomo per ACS "Scaldabagno 80 l";

Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

Generatore autonomo per ACS "Scaldabagno 80 l";

Stato di esercizio:

Obsoleto

Sufficiente

Performante

Specifiche relative ai sistemi di DISTRIBUZIONE

Fluido termovettore: ACQUA

Specifiche relative ai sistemi di REGOLAZIONE

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari

Zona Termica "Aule e Laboratori (riscaldamento)"

Sistema di regolazione

- tipo di regolazione: Solo climatica / centralizzata
- caratteristiche della regolazione: On off

Zona Termica "Palestra (riscaldamento)"

Sistema di regolazione

- tipo di regolazione: Solo climatica / centralizzata
- caratteristiche della regolazione: On off

Zona Termica "Servizi Palestra (riscaldamento)"

Sistema di regolazione

- tipo di regolazione: Solo climatica / centralizzata
- caratteristiche della regolazione: On off

Numero di apparecchi: 0,00

Terminali di EMISSIONE

Il tipo e la potenza termica nominale sono elencati per zona termica:

Zona Termica "Aule e Laboratori (riscaldamento)":

- Tipo terminale: Radiatori su parete esterna isolata.
- Potenza nominale: 176.000 W.
- Potenza elettrica nominale: 0 W.

Zona Termica "Palestra (riscaldamento)":

- Tipo terminale: Radiatori su parete esterna isolata.
- Potenza nominale: 46.080 W.
- Potenza elettrica nominale: 0 W.

Zona Termica "Servizi Palestra (riscaldamento)":

- Tipo terminale: Radiatori su parete esterna isolata.
- Potenza nominale: 10.500 W.
- Potenza elettrica nominale: 0 W.

ILLUMINAZIONE

Sistema di illuminazione

I copri illuminanti sono fondamentalmente di tre categorie

- Plafoniera a soffitto con tubi fluorescenti: 3x36 W, 2x58 W 1x58 W.
- Plafoniera a soffitto o parete con lampada ad incandescenza da 1x60 W
- Illuminazione di sicurezza con lampade a fluorescenza o led varie taglie.

ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

L'analisi dei consumi energetici ha lo scopo di definire un consumo di *baseline*, da utilizzare come riferimento per la validazione del modello e per la valutazione degli interventi.

L'analisi è attendibile perché esamina i dati di [tre](#) anni, è stata valutata la coerenza e sono state eliminate le eventuali anomalie (cambiamento di destinazione d'uso, dei profili di utilizzo dell'edificio...).

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), sono ripartiti secondo i servizi energetici presenti, che sono: *riscaldamento, ACS, illuminazione, trasporti*.

I consumi non afferenti a questi servizi energetici sono stati esclusi dal consumo di *baseline*.

DETTAGLIO DEI CONSUMI

E' stato possibile analizzare le bollette relative al periodo: 30/11/2018 - 31/03/2022.



DATA INIZIO-FINE	CONSUMI	UDM	COSTO UNITARIO [€]
EDIFICIO			
G.P.L.			
30/11/2018 - 21/12/2018	1785.00	Sm ³	1.21
22/12/2018 - 31/01/2019	3115.00	Sm ³	1.21
01/02/2019 - 21/02/2019	2134.00	Sm ³	1.21
22/02/2019 - 28/03/2019	3189.00	Sm ³	1.21
29/03/2019 - 24/04/2019	465.00	Sm ³	1.21
15/10/2019 - 29/02/2020	7426.00	Sm ³	1.21
02/11/2020 - 31/12/2021	6155.00	Sm ³	1.21
Elettricità			
01/01/2019 - 31/01/2019	5489.00	kWh	0.31
01/02/2019 - 28/02/2019	5042.00	kWh	0.31

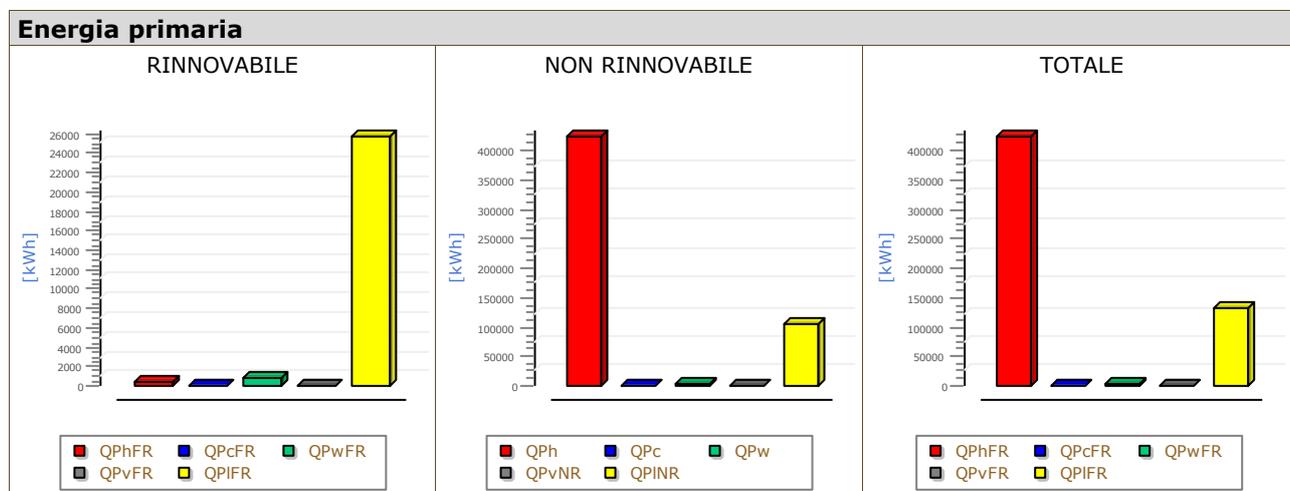
01/03/2019 - 31/03/2019	4550.00	kWh	0.31
01/04/2019 - 30/04/2019	3993.00	kWh	0.31
01/05/2019 - 31/05/2019	4546.00	kWh	0.31
01/06/2019 - 30/06/2019	2914.00	kWh	0.31
01/07/2019 - 31/07/2019	1918.00	kWh	0.31
01/08/2019 - 31/08/2019	1960.00	kWh	0.31
01/09/2019 - 30/09/2019	3851.00	kWh	0.31
01/10/2019 - 31/10/2019	5329.00	kWh	0.31
01/11/2019 - 30/11/2019	5451.00	kWh	0.31
01/12/2019 - 31/12/2019	4763.00	kWh	0.31
01/01/2020 - 31/01/2020	5258.00	kWh	0.31
01/02/2020 - 29/02/2020	4584.00	kWh	0.31
01/03/2020 - 31/03/2020	2422.00	kWh	0.31
01/04/2020 - 30/04/2020	1322.00	kWh	0.31
01/05/2020 - 31/05/2020	1227.00	kWh	0.31
01/06/2020 - 30/06/2020	1412.00	kWh	0.31
01/07/2020 - 31/07/2020	1358.00	kWh	0.31
01/08/2020 - 31/08/2020	1768.00	kWh	0.31
03/09/2020 - 30/09/2020	2857.00	kWh	0.31
01/10/2020 - 31/10/2020	5226.00	kWh	0.31
01/11/2020 - 30/11/2020	5352.00	kWh	0.31
01/12/2020 - 31/12/2020	4784.00	kWh	0.31
01/01/2021 - 31/01/2021	5359.00	kWh	0.31
01/02/2021 - 28/02/2021	5226.00	kWh	0.31
01/03/2021 - 31/03/2021	5555.00	kWh	0.31
01/04/2021 - 30/04/2021	3502.00	kWh	0.31
01/05/2021 - 31/05/2021	4570.00	kWh	0.31
01/06/2021 - 30/06/2021	3067.00	kWh	0.31
01/07/2021 - 31/07/2021	2056.00	kWh	0.31
01/08/2021 - 31/08/2021	1940.00	kWh	0.31
01/09/2021 - 30/09/2021	3681.00	kWh	0.31
01/10/2021 - 31/10/2021	4811.00	kWh	0.31
01/11/2021 - 30/11/2021	5695.00	kWh	0.31
01/12/2021 - 31/12/2021	5013.00	kWh	0.31
01/01/2022 - 31/01/2022	4732.00	kWh	0.31
01/02/2022 - 28/02/2022	5157.00	kWh	0.31
01/03/2022 - 31/03/2022	5559.00	kWh	0.31

I diagrammi seguenti riportano, per ogni suddivisione dell'edificio, i consumi di combustibile, espressi in kWh.

SIMULAZIONE DELL'EDIFICIO

Il modello energetico utilizzato per la simulazione si basa su un calcolo semistazionario mensile secondo il pacchetto di norme UNI/TS 11300; il calcolo relativo alla *valutazione adattata all'utenza* ha prodotto i seguenti risultati in termini di fabbisogni dell'involucro, di rendimenti di impianto e di energia primaria spesa.

Consumi di energia primaria suddivisi per servizi energetici

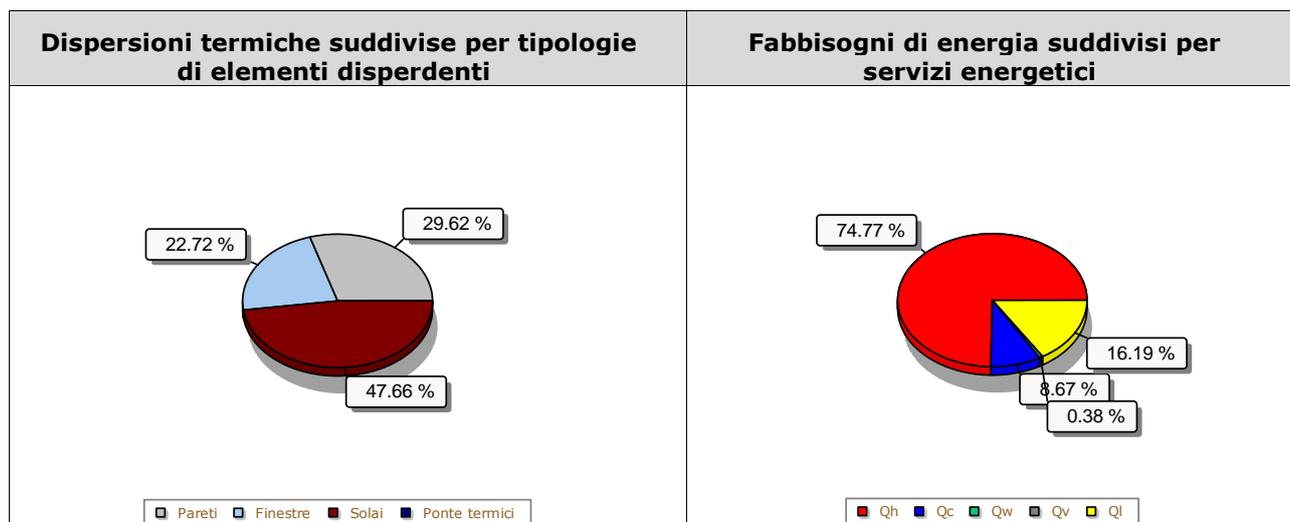


Indici di prestazione energetica

Climatizzazione invernale - $EP_{H,nd} = 89,75 \text{ kWh/m}^2$

Climatizzazione estiva - $EP_{C,nd} = 10,40 \text{ kWh/m}^2$

Energia primaria globale - $EP_{gl,tot} = 203,23 \text{ kWh/m}^2$



Rendimenti medi dei sottosistemi di impianto

RISCALDAMENTO		RAFFRESCAMENTO		ACQUA CALDA SANITARIA	
EtaEh	0.911	EtaEc	1.000	EtaEw	1.000
EtaRh	0.851	EtaRc	1.000		
EtaDh	0.990	EtaDc	1.000	EtaDw	0.926
EtaGNh	0.817	EtaGNc	1.000	EtaGNw	0.750

Efficienze medie stagionali

Impianto di riscaldamento - $\eta_H = 0,59$

Impianto di raffrescamento - $\eta_C = 0,00$

Impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria - $\eta_W = 0,29$

VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico deve essere validato confrontando i risultati ottenuti con i valori di consumo reale di tutti gli impianti.

I consumi reali, riportati nelle bollette energetiche, sono confrontati con i consumi stimati, valutati con la modellazione *tailored rating*, per ottenere diversi fattori di congruità.

Il metodo di calcolo utilizzato per la valutazione dei consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica *UNI/TS 11300*, e si basa su dati climatici (temperatura esterna, pressione parziale del vapore, insolazione) di riferimento secondo dati climatici standard basati sulla zona climatica di appartenenza.

Sulla base di tali dati è stato costruito e analizzato il modello dell'edificio esaminato.

Per effettuare la modellizzazione ed i calcoli necessari a valutare il consumo teorico è stato utilizzato un software che si basa sul calcolo semistazionario, che integra e personalizza il metodo basato sulla normativa tecnica *UNI/TS 11300*.

CALCOLO DEL FATTORE DI CONGRUITA'

Il *fattore di congruità C* è definito come rapporto fra i consumi di energia reale desunti dalle bollette e i consumi energetici valutati utilizzando il modello di calcolo semistazionario. Questo può essere sia minore sia maggiore di uno e rappresenta lo scostamento percentuale fra il consumo reale e quello teorico.

Il *fattore di congruità* è ricavato, a partire dalla valutazione standard, modificando i seguenti parametri:

- dati climatici
- profili di occupazione dell'immobile
- giorni di accensione/spengimento degli impianti
- modulazioni del carico termico
- fabbisogni di acqua calda sanitaria

Fattore di congruità **C = 1,076** - Congruità: MEDIA - **Modello validato**

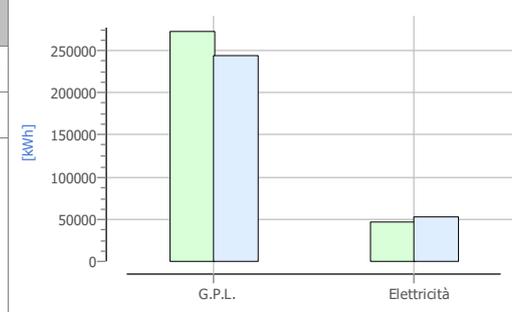
DETTAGLIO DEI FATTORI DI CONGRUITA'

Fattori di congruità suddivisi per combustibili e per servizi energetici

CENTRALE TERMICA: CENTRALE TERMICA

COMBUSTIBILI [kWh]

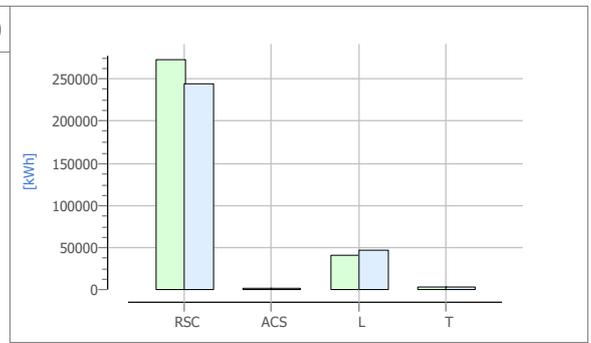
Nome	Consumo reale	Consumo stimato	Fattore congruità
G.P.L.	272530.531	243722.149	1.118
Elettricità	46272.272	52598.022	0.880



SERVIZI [kWh]

Nome	Consumo reale	Consumo stimato	Fattore congruità
RSC	272902.740	244145.241	1.118
ACS	1350.006	1534.562	0.880
L	41291.978	46936.886	0.880

T	3258.080	3703.483	0.880
---	----------	----------	-------



Legenda

- RSC** - riscaldamento
- RFS** - raffrescamento
- V** - ventilazione meccanica
- ACS** - acqua calda sanitaria
- L** - illuminazione artificiale
- T** - trasporti

ANALISI DI FATTIBILITÀ E COSTI/BENEFICI DI SOLUZIONI APPLICABILI AL FABBRICATO

Gli interventi di efficientamento energetico analizzati si riferiscono al solo involucro edilizio, poiché non è possibile intervenire sui vari impianti all'interno di tutti gli alloggi.

Tutti gli interventi realizzabili ricadono nella tipologia ristrutturazione importante di secondo livello o di riqualificazione energetica riguardanti il solo involucro edilizio e sono stati progettati in modo da rispettare le prescrizioni contenute nel Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici - al quale fa riferimento il decreto attuativo sui Criteri Ambientali Minimi nel campo dell'edilizia DM 11 ottobre 2017.

In particolare sono stati rispettati i valori minimi di trasmittanza termica contenuti nelle tabelle da 1 a 4 di cui all'Appendice B del decreto ministeriale 26 giugno 2015 e s.m.i, relativamente all'anno 2021 per gli edifici pubblici.

Come indicato nel DM 11 ottobre 2017 i valori di trasmittanza delle precedenti tabelle si considerano non comprensivi dell'effetto dei ponti termici.

Tutti gli elementi edilizi utilizzati in progetto devono essere conformi a quanto indicato nel paragrafo 2.4.2 Criteri specifici per i componenti edilizi del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare -11 ottobre 2017 -"*Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.*"

L'analisi economica è stata effettuata in conformità alla *UNI EN 15459 : 2008* e permette di valutare il *tempo di ritorno* degli investimenti iniziali relativi agli interventi proposti.

L'analisi si basa sulla stima del costo di investimento iniziale, dei costi di manutenzione e smaltimento in relazione alla vita utile dei singoli elementi, dei costi di conduzione e gestione legati al consumo di combustibile, delle eventuali entrate legate all'utilizzo dei fonti rinnovabile e delle eventuali agevolazioni fiscali ottenibili.

I parametri economici si basano sul *costo globale totale* e su fattori economici statistici (*VAN, TIR*).

Per ogni tipo di intervento viene valutata l'energia risparmiata, con il relativo risparmio economico e le emissioni evitate in atmosfera.

L'approccio è basato sull'elaborazione a partire dai dati esistenti.

L'energia risparmiata è valutata ipotizzando anche un progressivo degrado delle prestazioni tecniche degli impianti.

La valutazione ambientale, in termini di energia primaria spesa e di emissioni inquinanti in atmosfera, si basa sul consumo energetico del sistema edificio-impianto, a partire dai fabbisogni dell'involucro e dai rendimenti dell'impianto.

Il *fattore di congruità* è ricavato modificando i seguenti parametri della valutazione standard:

- dati climatici
- occupazione degli immobili
- giorni di utilizzo
- modulazioni del carico

Si osservi che tale fattore può essere sia minore sia maggiore di uno e rappresenta lo scostamento percentuale fra il consumo reale e quello teorico.

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Sul modello di edificio valutato sono stati proposti i seguenti interventi di efficientamento energetico:

AREA	RIEPILOGO INTERVENTI
Involucro	Isolamento coperture con rimozione del manto esistente (contenente amianto)
Involucro	Sostituzione infissi esistenti con nuovi infissi con telaio in pvc 5 camere e trasmittanza doppio vetro bassoemissivo
Involucro	Realizzazione di cappotto termico in lana di vetro spessore 10 cm

SCENARI DI INTERVENTO E ANALISI COSTI/BENEFICI

L'analisi economica, conforme alla *UNI EN 15459*, permette di valutare il *tempo di ritorno* degli investimenti iniziali relativi agli interventi proposti.

L'analisi si basa sulla stima del costo di investimento iniziale, dei costi di manutenzione e smaltimento in relazione alla vita utile dei singoli elementi, dei costi di conduzione e gestione legati al consumo di combustibile, delle eventuali entrate legate all'utilizzo dei fonti rinnovabile e delle eventuali agevolazioni fiscali ottenibili.

I parametri economici si basano sul *costo globale totale* e su fattori economici statistici (*VAN, TIR*).

Per ogni tipo di intervento viene valutata l'energia risparmiata, con il relativo risparmio economico e le emissioni evitate in atmosfera.

L'approccio è basato sull'elaborazione a partire dai dati esistenti.

L'energia risparmiata è valutata ipotizzando anche un progressivo degrado delle prestazioni tecniche degli impianti.

INTERVENTO MIGLIORATIVO SOLUZIONE 1

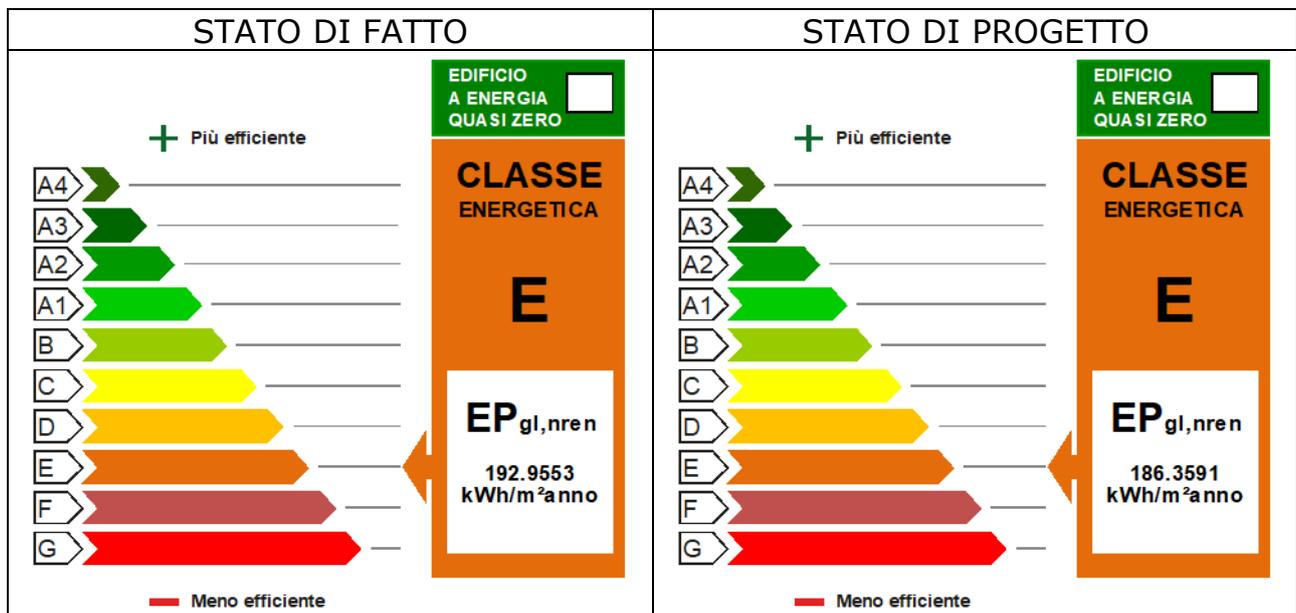
Intervento: miglioramento termico delle superfici opache ORIZZONTALI: isolamento coperture con rimozione del manto esistente (contenente amianto).

Zona climatica "C"

Trasmittanza solaio di copertura da $C = 2.7784 \text{ W/m}^2\text{K}$ a $C = 0.2013 \text{ W/m}^2\text{K}$.

I valori limite di trasmittanza per accedere alle detrazioni fiscali Strutture opache ORIZZONTALI: isolamento coperture (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946) Zona climatica $C \leq 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$

	Prestazione energetica prima dell'intervento		Prestazione energetica dopo l'intervento	
	STATO DI FATTO		INTERVENTO MIGLIORATIVO	
	Classe Energ.	EP _{gl,nren}	Classe Energ.	EP _{gl,nren}
SOLUZIONE 1	E	192,96 kWh/m ² anno	E	186,36 kWh/m ² anno



Ipotesi di calcolo

Parametri	
Tasso di interesse di mercato [%]	4.00
Tasso di inflazione [%]	3.00
Tasso di crescita costo energia [%]	5.00
Durata del calcolo [anni]	40.00

Valutazione economica

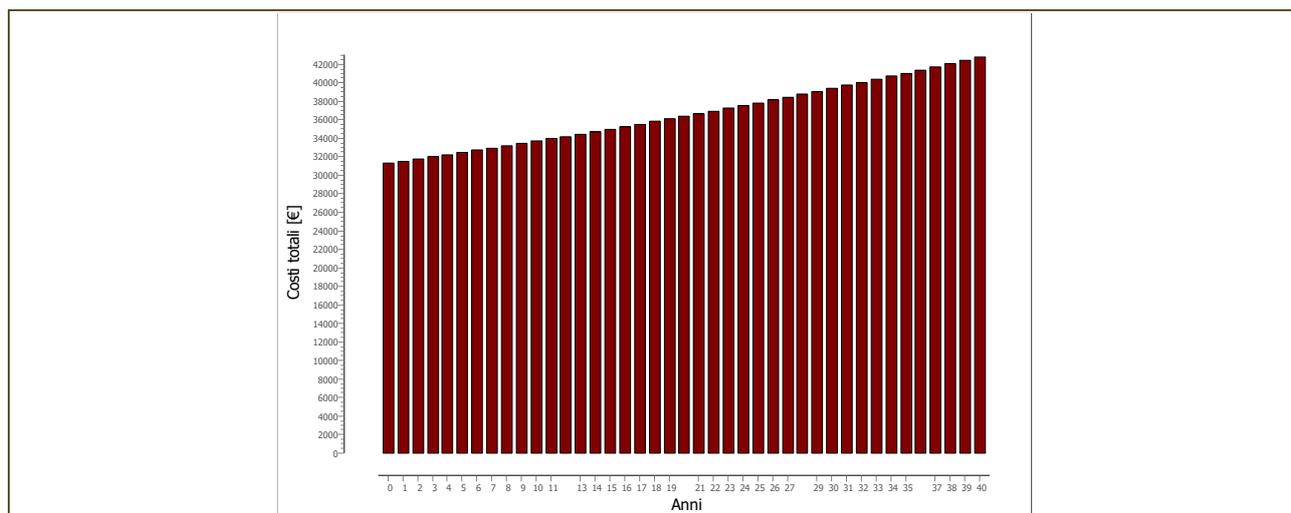
Perdita di efficienza media degli impianti	[%]	1.00
Entrate da impianti fotovoltaici	[€]	0.00

Tasso di interesse reale generale	[%]	0.97
VAN	[€]	-45 228
TIR	[%]	-5.54
Tempo di ritorno dell'intervento	[anni]	29.00
Costo totale globale	[€]	1 462 428.70

Fabbisogni totali prima dell'intervento

Anno	Costi di esercizio [€]	Costi di gestione [€]	Costi periodici [€]	Costi totali annuali [€]
0	27 317.48	0.00	4 000.00	31 317.48
1	27 580.15	0.00	3 961.54	31 541.68
2	27 845.34	0.00	3 923.45	31 768.79
3	28 113.08	0.00	3 885.72	31 998.80
4	28 383.40	0.00	3 848.36	32 231.76
5	28 656.32	0.00	3 811.36	32 467.67
6	28 931.86	0.00	3 774.71	32 706.57
7	29 210.05	0.00	3 738.41	32 948.46
8	29 490.92	0.00	3 702.47	33 193.38
9	29 774.48	0.00	3 666.87	33 441.35
10	30 060.78	0.00	3 631.61	33 692.38
11	30 349.82	0.00	3 596.69	33 946.51
12	30 641.65	0.00	3 562.10	34 203.75
13	30 936.28	0.00	3 527.85	34 464.13
14	31 233.74	0.00	3 493.93	34 727.67
15	31 534.07	0.00	3 460.34	34 994.40
16	31 837.28	0.00	3 427.06	35 264.34
17	32 143.41	0.00	3 394.11	35 537.52
18	32 452.48	0.00	3 361.48	35 813.95
19	32 764.52	0.00	3 329.15	36 093.68
20	33 079.57	0.00	3 297.14	36 376.71
21	33 397.64	0.00	3 265.44	36 663.08
22	33 718.77	0.00	3 234.04	36 952.81
23	34 042.99	0.00	3 202.94	37 245.93
24	34 370.32	0.00	3 172.15	37 542.47
25	34 700.81	0.00	3 141.65	37 842.45
26	35 034.47	0.00	3 111.44	38 145.91
27	35 371.34	0.00	3 081.52	38 452.86
28	35 711.45	0.00	3 051.89	38 763.34
29	36 054.83	0.00	3 022.54	39 077.37
30	36 401.51	0.00	2 993.48	39 394.99
31	36 751.52	0.00	2 964.70	39 716.22
32	37 104.90	0.00	2 936.19	40 041.10
33	37 461.68	0.00	2 907.96	40 369.64
34	37 821.89	0.00	2 880.00	40 701.89
35	38 185.56	0.00	2 852.31	41 037.87
36	38 552.73	0.00	2 824.88	41 377.61

37	38 923.43	0.00	2 797.72	41 721.15
38	39 297.69	0.00	2 770.82	42 068.51
39	39 675.56	0.00	2 744.17	42 419.73
40	40 057.05	0.00	2 717.79	42 774.84

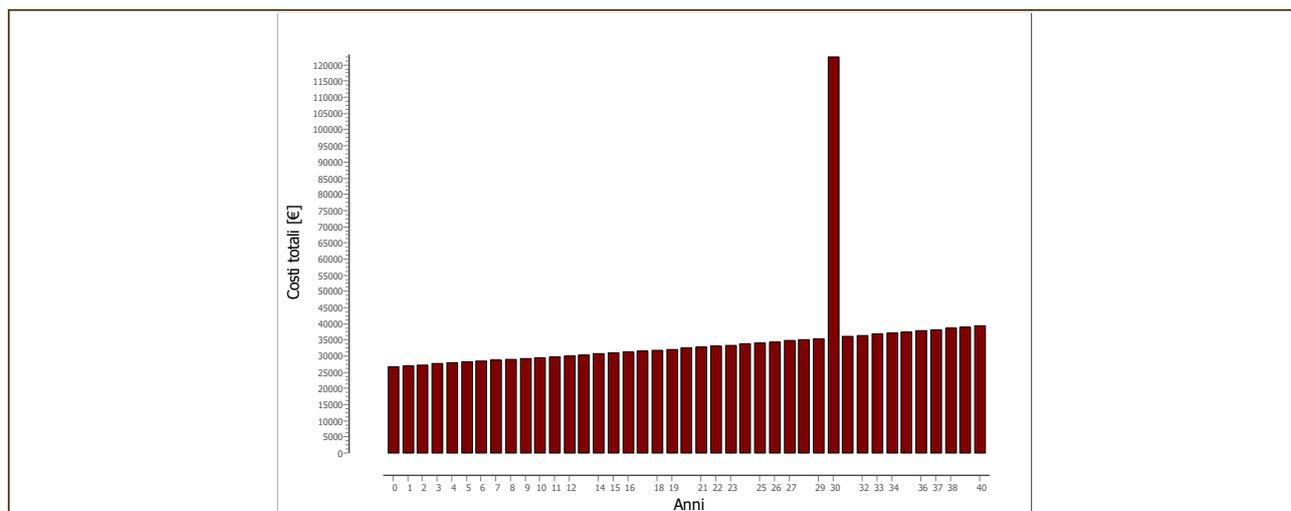


Fabbisogni totali prima dell'intervento: costi totali annuali

Fabbisogni totali dopo l'intervento

Anno	Costi di esercizio [€]	Costi di gestione [€]	Costi periodici [€]	Costi una tantum [€]	Costi totali annuali [€]	Guadagni rinnovabili [€]	Guadagni periodici [€]	Incentivi fiscali [€]	Guadagni una tantum [€]
0	26 798.09	0.00	0.00	0.00	26 798.09	0.00	0.00	0.00	0.00
1	27 055.77	0.00	0.00	0.00	27 055.77	0.00	0.00	0.00	0.00
2	27 315.92	0.00	0.00	0.00	27 315.92	0.00	0.00	0.00	0.00
3	27 578.57	0.00	0.00	0.00	27 578.57	0.00	0.00	0.00	0.00
4	27 843.75	0.00	0.00	0.00	27 843.75	0.00	0.00	0.00	0.00
5	28 111.48	0.00	0.00	0.00	28 111.48	0.00	0.00	0.00	0.00
6	28 381.78	0.00	0.00	0.00	28 381.78	0.00	0.00	0.00	0.00
7	28 654.68	0.00	0.00	0.00	28 654.68	0.00	0.00	0.00	0.00
8	28 930.21	0.00	0.00	0.00	28 930.21	0.00	0.00	0.00	0.00
9	29 208.38	0.00	0.00	0.00	29 208.38	0.00	0.00	0.00	0.00
10	29 489.23	0.00	0.00	0.00	29 489.23	0.00	0.00	0.00	0.00
11	29 772.78	0.00	0.00	0.00	29 772.78	0.00	0.00	0.00	0.00
12	30 059.06	0.00	0.00	0.00	30 059.06	0.00	0.00	0.00	0.00
13	30 348.09	0.00	0.00	0.00	30 348.09	0.00	0.00	0.00	0.00
14	30 639.90	0.00	0.00	0.00	30 639.90	0.00	0.00	0.00	0.00
15	30 934.51	0.00	0.00	0.00	30 934.51	0.00	0.00	0.00	0.00
16	31 231.96	0.00	0.00	0.00	31 231.96	0.00	0.00	0.00	0.00
17	31 532.27	0.00	0.00	0.00	31 532.27	0.00	0.00	0.00	0.00
18	31 835.46	0.00	0.00	0.00	31 835.46	0.00	0.00	0.00	0.00
19	32 141.57	0.00	0.00	0.00	32 141.57	0.00	0.00	0.00	0.00
20	32 450.63	0.00	0.00	0.00	32 450.63	0.00	0.00	0.00	0.00
21	32 762.65	0.00	0.00	0.00	32 762.65	0.00	0.00	0.00	0.00
22	33 077.68	0.00	0.00	0.00	33 077.68	0.00	0.00	0.00	0.00
23	33 395.73	0.00	0.00	0.00	33 395.73	0.00	0.00	0.00	0.00
24	33 716.85	0.00	0.00	0.00	33 716.85	0.00	0.00	0.00	0.00
25	34 041.05	0.00	0.00	0.00	34 041.05	0.00	0.00	0.00	0.00
26	34 368.36	0.00	0.00	0.00	34 368.36	0.00	0.00	0.00	0.00
27	34 698.83	0.00	0.00	0.00	34 698.83	0.00	0.00	0.00	0.00
28	35 032.47	0.00	0.00	0.00	35 032.47	0.00	0.00	0.00	0.00
29	35 369.32	0.00	0.00	0.00	35 369.32	0.00	0.00	0.00	0.00
30	35 709.41	0.00	86 775.71	0.00	122 485.12	0.00	0.00	0.00	0.00
31	36 052.77	0.00	0.00	0.00	36 052.77	0.00	0.00	0.00	0.00
32	36 399.43	0.00	0.00	0.00	36 399.43	0.00	0.00	0.00	0.00
33	36 749.43	0.00	0.00	0.00	36 749.43	0.00	0.00	0.00	0.00

34	37 102.79	0.00	0.00	0.00	37 102.79	0.00	0.00	0.00	0.00
35	37 459.54	0.00	0.00	0.00	37 459.54	0.00	0.00	0.00	0.00
36	37 819.73	0.00	0.00	0.00	37 819.73	0.00	0.00	0.00	0.00
37	38 183.38	0.00	0.00	0.00	38 183.38	0.00	0.00	0.00	0.00
38	38 550.53	0.00	0.00	0.00	38 550.53	0.00	0.00	0.00	0.00
39	38 921.21	0.00	0.00	0.00	38 921.21	0.00	0.00	0.00	0.00
40	39 295.45	0.00	0.00	0.00	39 295.45	0.00	0.00	0.00	0.00

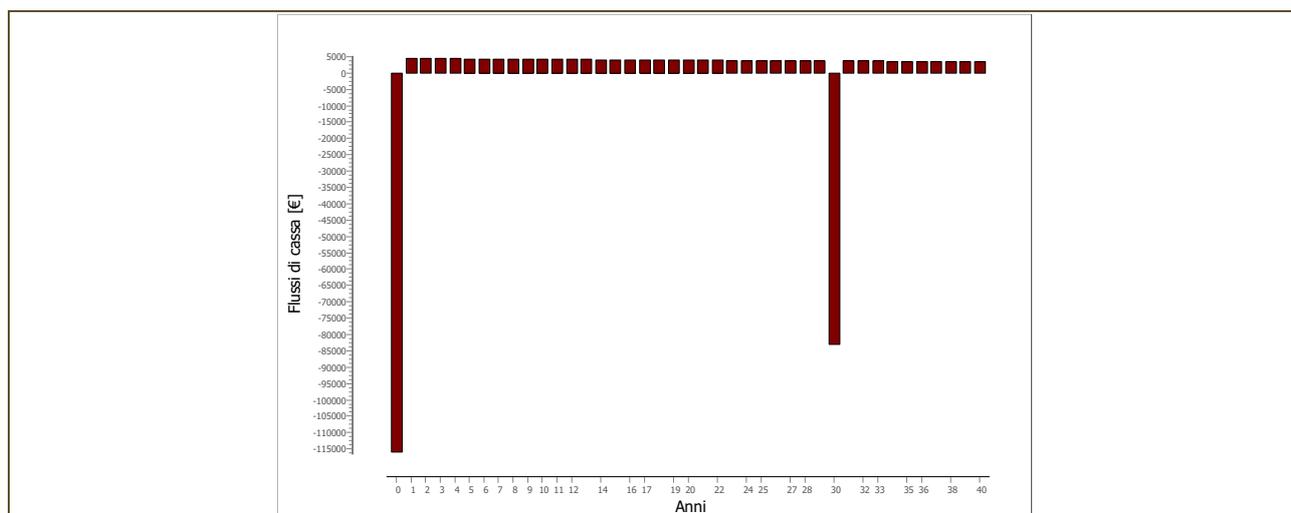


Fabbisogni totali dopo l'intervento: costi totali annuali

Flussi di cassa

Anno	[€]
0	-115 952.90
1	4 485.92
2	4 452.87
3	4 420.23
4	4 388.01
5	4 356.19
6	4 324.79
7	4 293.78
8	4 263.17
9	4 232.96
10	4 203.15
11	4 173.73
12	4 144.69
13	4 116.04
14	4 087.78
15	4 059.89
16	4 032.38
17	4 005.25
18	3 978.49
19	3 952.10
20	3 926.08
21	3 900.43
22	3 875.13
23	3 850.20
24	3 825.63

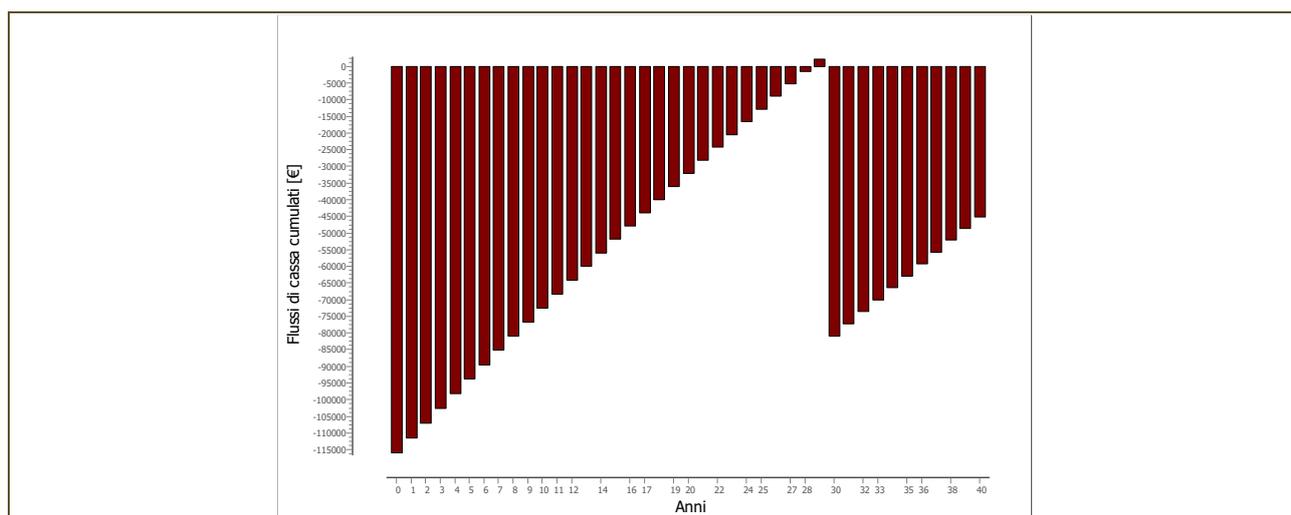
25	3 801.41
26	3 777.54
27	3 754.03
28	3 730.87
29	3 708.05
30	-83 090.13
31	3 663.45
32	3 641.66
33	3 620.21
34	3 599.10
35	3 578.32
36	3 557.88
37	3 537.76
38	3 517.98
39	3 498.52
40	3 479.39



Flussi di cassa cumulati

Anno	[€]
0	-115 952.90
1	-111 466.98
2	-107 014.12
3	-102 593.88
4	-98 205.87
5	-93 849.68
6	-89 524.89
7	-85 231.11
8	-80 967.94
9	-76 734.97
10	-72 531.82
11	-68 358.10
12	-64 213.41
13	-60 097.37
14	-56 009.59

15	-51 949.70
16	-47 917.32
17	-43 912.07
18	-39 933.58
19	-35 981.47
20	-32 055.39
21	-28 154.97
22	-24 279.83
23	-20 429.63
24	-16 604.01
25	-12 802.60
26	-9 025.06
27	-5 271.03
28	-1 540.16
29	2 167.89
30	-80 922.24
31	-77 258.79
32	-73 617.12
33	-69 996.91
34	-66 397.81
35	-62 819.48
36	-59 261.61
37	-55 723.84
38	-52 205.86
39	-48 707.34
40	-45 227.95



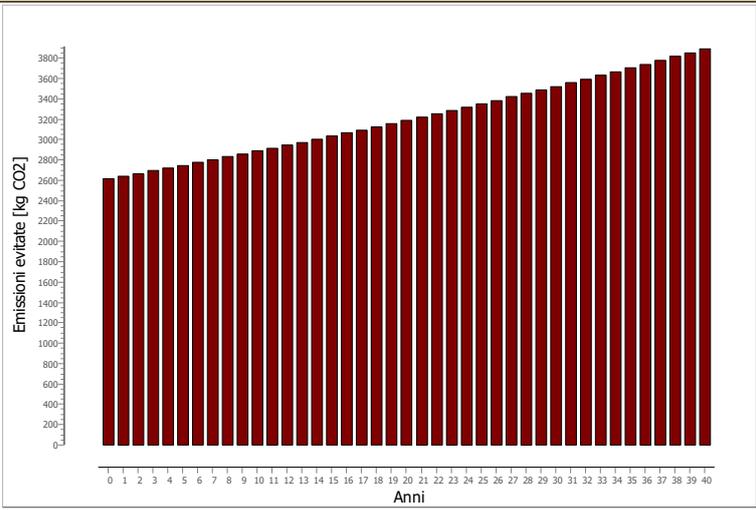
Parametri ambientali

Totale emissioni evitate	[kg CO2]	131 644.67
---------------------------------	----------	------------

Emissioni evitate

Anno	[kg CO2]
0	2 613.28

1	2 639.41
2	2 665.81
3	2 692.47
4	2 719.39
5	2 746.58
6	2 774.05
7	2 801.79
8	2 829.81
9	2 858.11
10	2 886.69
11	2 915.56
12	2 944.71
13	2 974.16
14	3 003.90
15	3 033.94
16	3 064.28
17	3 094.92
18	3 125.87
19	3 157.13
20	3 188.70
21	3 220.59
22	3 252.79
23	3 285.32
24	3 318.17
25	3 351.36
26	3 384.87
27	3 418.72
28	3 452.91
29	3 487.43
30	3 522.31
31	3 557.53
32	3 593.11
33	3 629.04
34	3 665.33
35	3 701.98
36	3 739.00
37	3 776.39
38	3 814.16
39	3 852.30
40	3 890.82



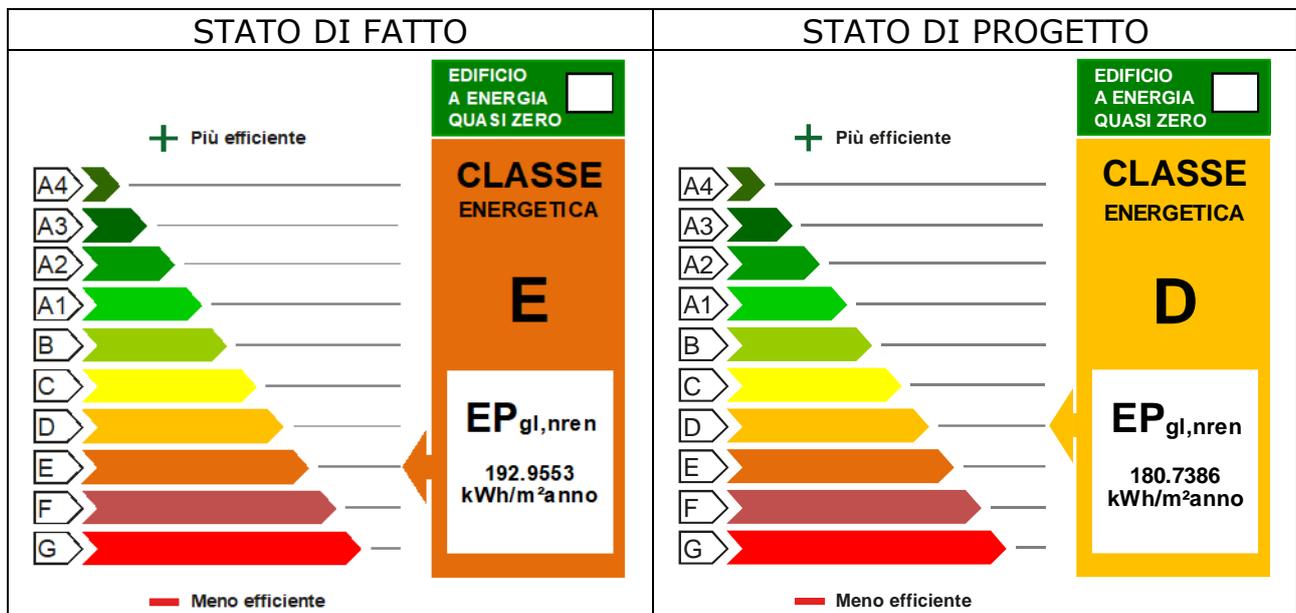
INTERVENTO MIGLIORATIVO SOLUZIONE 2

Intervento: miglioramento termico delle superfici trasparenti (installazione nuovi infissi). Sostituzione infissi esistenti con nuovi infissi con telaio in pvc 5 camere

- trasmittanza telaio $U_f = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- trasmittanza doppio vetro bassoemissivo (4/16/4) $U_g = 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Le trasmittanze U_w di tutti gli infissi relativi alle zone riscaldate risultano minori del valore limite di $1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ come riportato per la zona climatica C nel D.M. 06/08/20.

	Prestazione energetica prima dell'intervento		Prestazione energetica dopo l'intervento	
	STATO DI FATTO		INTERVENTO MIGLIORATIVO	
	Classe Energ.	EP _{gl,nren}	Classe Energ.	EP _{gl,nren}
SOLUZIONE 2	E	192,96 kWh/m ² anno	D	180,74 kWh/m ² anno



Ipotesi di calcolo

Parametri	
Tasso di interesse di mercato [%]	4.00
Tasso di inflazione [%]	3.00
Tasso di crescita costo energia [%]	5.00
Durata del calcolo [anni]	40.00

Valutazione economica

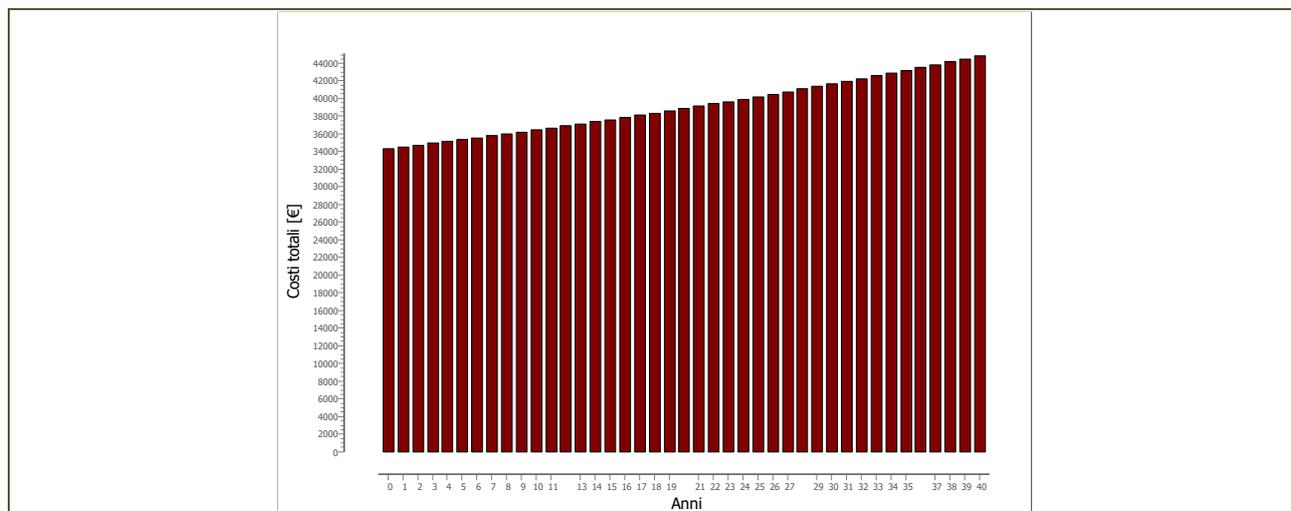
Perdita di efficienza media degli impianti	[%]	1.00
--	-----	------

Entrate da impianti fotovoltaici	[€]	0.00
Tasso di interesse reale generale	[%]	0.97
VAN	[€]	-252 552
TIR	[%]	0.00
Tempo di ritorno dell'intervento	[anni]	MAI (non conveniente)
Costo totale globale	[€]	1 610 698.26

Fabbisogni totali prima dell'intervento

Anno	Costi di esercizio [€]	Costi di gestione [€]	Costi periodici [€]	Costi totali annuali [€]
0	27 317.48	0.00	7 000.00	34 317.48
1	27 580.15	0.00	6 932.69	34 512.84
2	27 845.34	0.00	6 866.03	34 711.37
3	28 113.08	0.00	6 800.01	34 913.10
4	28 383.40	0.00	6 734.63	35 118.03
5	28 656.32	0.00	6 669.87	35 326.19
6	28 931.86	0.00	6 605.74	35 537.60
7	29 210.05	0.00	6 542.22	35 752.27
8	29 490.92	0.00	6 479.32	35 970.23
9	29 774.48	0.00	6 417.01	36 191.50
10	30 060.78	0.00	6 355.31	36 416.09
11	30 349.82	0.00	6 294.20	36 644.03
12	30 641.65	0.00	6 233.68	36 875.33
13	30 936.28	0.00	6 173.74	37 110.02
14	31 233.74	0.00	6 114.38	37 348.12
15	31 534.07	0.00	6 055.59	37 589.66
16	31 837.28	0.00	5 997.36	37 834.64
17	32 143.41	0.00	5 939.69	38 083.10
18	32 452.48	0.00	5 882.58	38 335.06
19	32 764.52	0.00	5 826.02	38 590.54
20	33 079.57	0.00	5 770.00	38 849.56
21	33 397.64	0.00	5 714.52	39 112.16
22	33 718.77	0.00	5 659.57	39 378.34
23	34 042.99	0.00	5 605.15	39 648.14
24	34 370.32	0.00	5 551.26	39 921.58
25	34 700.81	0.00	5 497.88	40 198.69
26	35 034.47	0.00	5 445.01	40 479.49
27	35 371.34	0.00	5 392.66	40 764.00
28	35 711.45	0.00	5 340.81	41 052.26
29	36 054.83	0.00	5 289.45	41 344.28
30	36 401.51	0.00	5 238.59	41 640.10
31	36 751.52	0.00	5 188.22	41 939.75
32	37 104.90	0.00	5 138.33	42 243.24
33	37 461.68	0.00	5 088.93	42 550.61
34	37 821.89	0.00	5 040.00	42 861.89
35	38 185.56	0.00	4 991.53	43 177.10

36	38 552.73	0.00	4 943.54	43 496.27
37	38 923.43	0.00	4 896.00	43 819.44
38	39 297.69	0.00	4 848.93	44 146.62
39	39 675.56	0.00	4 802.30	44 477.86
40	40 057.05	0.00	4 756.13	44 813.18

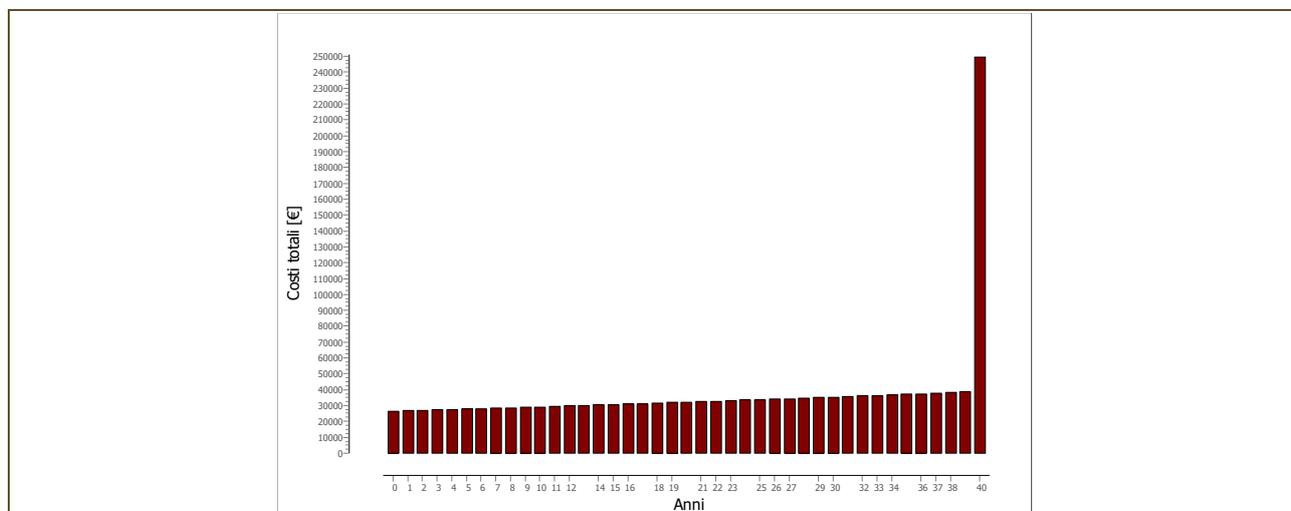


Fabbisogni totali prima dell'intervento: costi totali annuali

Fabbisogni totali dopo l'intervento

Anno	Costi di esercizio [€]	Costi di gestione [€]	Costi periodici [€]	Costi una tantum [€]	Costi totali annuali [€]	Guadagni rinnovabili [€]	Guadagni periodici [€]	Incentivi fiscali [€]	Guadagni una tantum [€]
0	26 562.74	0.00	0.00	0.00	26 562.74	0.00	0.00	0.00	0.00
1	26 818.15	0.00	0.00	0.00	26 818.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	27 076.02	0.00	0.00	0.00	27 076.02	0.00	0.00	0.00	0.00
3	27 336.37	0.00	0.00	0.00	27 336.37	0.00	0.00	0.00	0.00
4	27 599.22	0.00	0.00	0.00	27 599.22	0.00	0.00	0.00	0.00
5	27 864.59	0.00	0.00	0.00	27 864.59	0.00	0.00	0.00	0.00
6	28 132.52	0.00	0.00	0.00	28 132.52	0.00	0.00	0.00	0.00
7	28 403.03	0.00	0.00	0.00	28 403.03	0.00	0.00	0.00	0.00
8	28 676.13	0.00	0.00	0.00	28 676.13	0.00	0.00	0.00	0.00
9	28 951.87	0.00	0.00	0.00	28 951.87	0.00	0.00	0.00	0.00
10	29 230.25	0.00	0.00	0.00	29 230.25	0.00	0.00	0.00	0.00
11	29 511.31	0.00	0.00	0.00	29 511.31	0.00	0.00	0.00	0.00
12	29 795.07	0.00	0.00	0.00	29 795.07	0.00	0.00	0.00	0.00
13	30 081.56	0.00	0.00	0.00	30 081.56	0.00	0.00	0.00	0.00
14	30 370.81	0.00	0.00	0.00	30 370.81	0.00	0.00	0.00	0.00
15	30 662.84	0.00	0.00	0.00	30 662.84	0.00	0.00	0.00	0.00
16	30 957.67	0.00	0.00	0.00	30 957.67	0.00	0.00	0.00	0.00
17	31 255.34	0.00	0.00	0.00	31 255.34	0.00	0.00	0.00	0.00
18	31 555.87	0.00	0.00	0.00	31 555.87	0.00	0.00	0.00	0.00
19	31 859.30	0.00	0.00	0.00	31 859.30	0.00	0.00	0.00	0.00
20	32 165.63	0.00	0.00	0.00	32 165.63	0.00	0.00	0.00	0.00
21	32 474.92	0.00	0.00	0.00	32 474.92	0.00	0.00	0.00	0.00
22	32 787.18	0.00	0.00	0.00	32 787.18	0.00	0.00	0.00	0.00
23	33 102.44	0.00	0.00	0.00	33 102.44	0.00	0.00	0.00	0.00
24	33 420.73	0.00	0.00	0.00	33 420.73	0.00	0.00	0.00	0.00
25	33 742.09	0.00	0.00	0.00	33 742.09	0.00	0.00	0.00	0.00
26	34 066.53	0.00	0.00	0.00	34 066.53	0.00	0.00	0.00	0.00
27	34 394.09	0.00	0.00	0.00	34 394.09	0.00	0.00	0.00	0.00
28	34 724.80	0.00	0.00	0.00	34 724.80	0.00	0.00	0.00	0.00
29	35 058.70	0.00	0.00	0.00	35 058.70	0.00	0.00	0.00	0.00
30	35 395.80	0.00	0.00	0.00	35 395.80	0.00	0.00	0.00	0.00
31	35 736.14	0.00	0.00	0.00	35 736.14	0.00	0.00	0.00	0.00
32	36 079.76	0.00	0.00	0.00	36 079.76	0.00	0.00	0.00	0.00

33	36 426.68	0.00	0.00	0.00	36 426.68	0.00	0.00	0.00	0.00
34	36 776.94	0.00	0.00	0.00	36 776.94	0.00	0.00	0.00	0.00
35	37 130.56	0.00	0.00	0.00	37 130.56	0.00	0.00	0.00	0.00
36	37 487.59	0.00	0.00	0.00	37 487.59	0.00	0.00	0.00	0.00
37	37 848.04	0.00	0.00	0.00	37 848.04	0.00	0.00	0.00	0.00
38	38 211.97	0.00	0.00	0.00	38 211.97	0.00	0.00	0.00	0.00
39	38 579.39	0.00	0.00	0.00	38 579.39	0.00	0.00	0.00	0.00
40	38 950.35	0.00	210 628.49	0.00	249 578.83	0.00	0.00	0.00	0.00

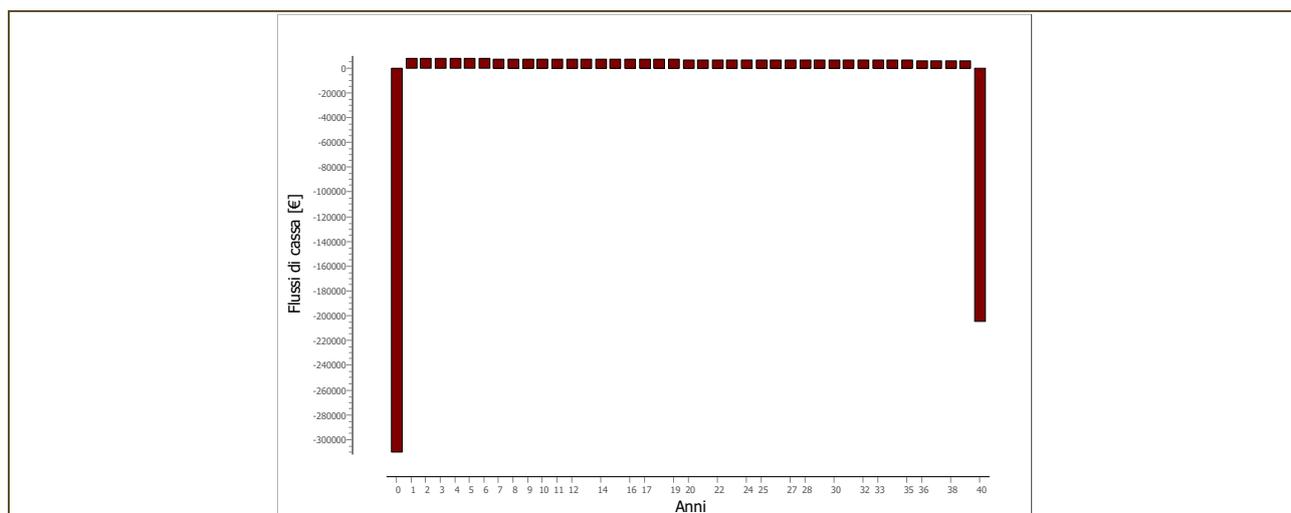


Fabbisogni totali dopo l'intervento: costi totali annuali

Flussi di cassa

Anno	[€]
0	-310 000.00
1	7 694.68
2	7 635.35
3	7 576.73
4	7 518.81
5	7 461.60
6	7 405.08
7	7 349.24
8	7 294.10
9	7 239.63
10	7 185.84
11	7 132.72
12	7 080.26
13	7 028.46
14	6 977.31
15	6 926.82
16	6 876.97
17	6 827.76
18	6 779.19
19	6 731.25
20	6 683.93
21	6 637.24
22	6 591.16
23	6 545.70
24	6 500.85

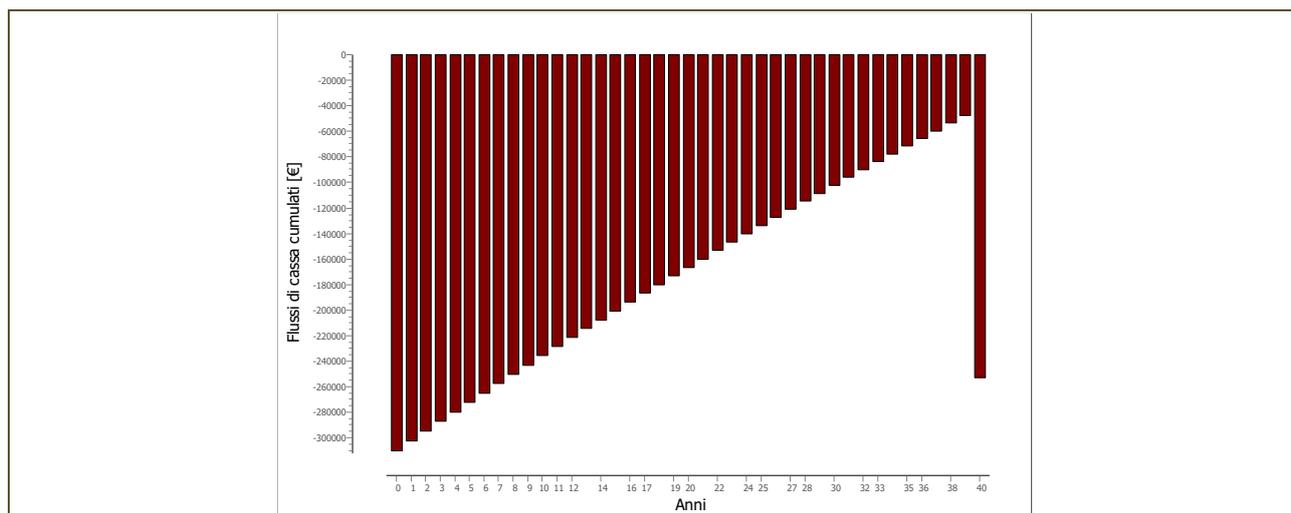
25	6 456.60
26	6 412.96
27	6 369.91
28	6 327.45
29	6 285.58
30	6 244.30
31	6 203.60
32	6 163.48
33	6 123.93
34	6 084.95
35	6 046.53
36	6 008.68
37	5 971.39
38	5 934.65
39	5 898.47
40	-204 765.65



Flussi di cassa cumulati

Anno	[€]
0	-310 000.00
1	-302 305.32
2	-294 669.97
3	-287 093.24
4	-279 574.43
5	-272 112.83
6	-264 707.76
7	-257 358.51
8	-250 064.41
9	-242 824.78
10	-235 638.94
11	-228 506.23
12	-221 425.97
13	-214 397.51
14	-207 420.20

15	-200 493.38
16	-193 616.41
17	-186 788.65
18	-180 009.46
19	-173 278.21
20	-166 594.28
21	-159 957.05
22	-153 365.89
23	-146 820.19
24	-140 319.34
25	-133 862.73
26	-127 449.78
27	-121 079.87
28	-114 752.42
29	-108 466.84
30	-102 222.53
31	-96 018.93
32	-89 855.45
33	-83 731.52
34	-77 646.58
35	-71 600.04
36	-65 591.36
37	-59 619.97
38	-53 685.31
39	-47 786.84
40	-252 552.50



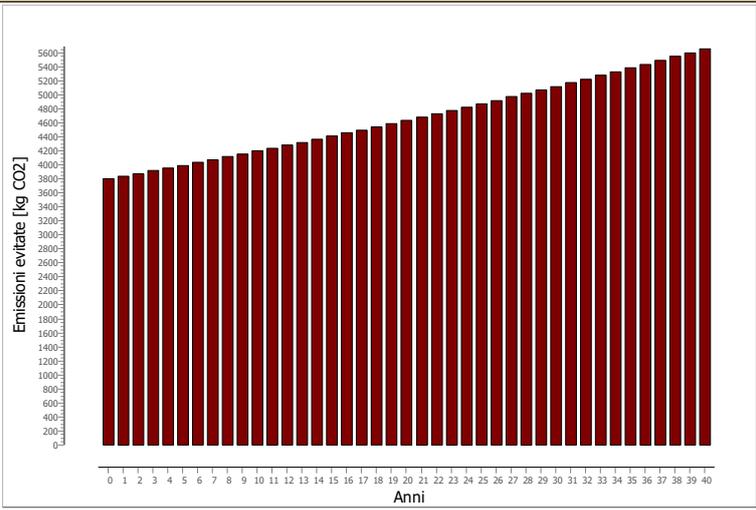
Parametri ambientali

Totale emissioni evitate	[kg CO2]	191 297.08
---------------------------------	----------	------------

Emissioni evitate

Anno	[kg CO2]
0	3 797.44

1	3 835.42
2	3 873.77
3	3 912.51
4	3 951.63
5	3 991.15
6	4 031.06
7	4 071.37
8	4 112.09
9	4 153.21
10	4 194.74
11	4 236.69
12	4 279.05
13	4 321.84
14	4 365.06
15	4 408.71
16	4 452.80
17	4 497.33
18	4 542.30
19	4 587.72
20	4 633.60
21	4 679.94
22	4 726.74
23	4 774.00
24	4 821.74
25	4 869.96
26	4 918.66
27	4 967.85
28	5 017.53
29	5 067.70
30	5 118.38
31	5 169.56
32	5 221.26
33	5 273.47
34	5 326.21
35	5 379.47
36	5 433.26
37	5 487.60
38	5 542.47
39	5 597.90
40	5 653.87



INTERVENTO MIGLIORATIVO SOLUZIONE 3

Intervento: miglioramento termico delle superfici opache verticali (realizzazione “cappotto termico”).

Zona climatica “C”

Realizzazione di cappotto termico in lana di vetro spessore 10 cm

Trasmittanza MURO da C = 1.0736 W/m²K a C = 0.2567 W/m²K;

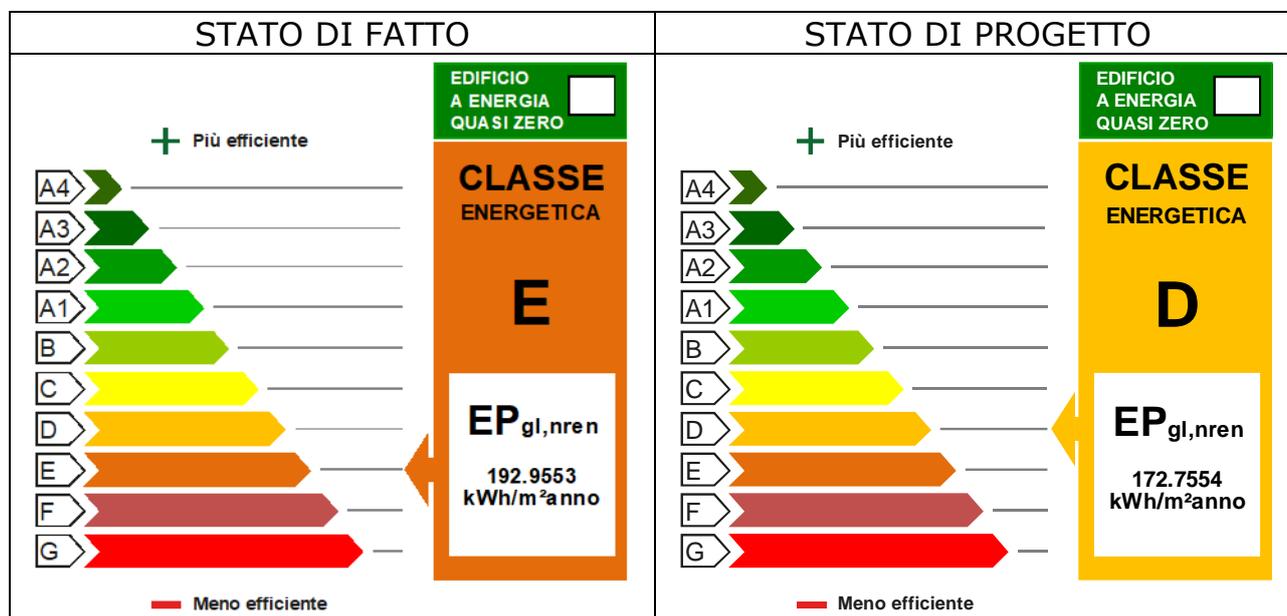
Trasmittanza MURO da C = 2.3649 W/m²K a C = 0.2952 W/m²K;

Trasmittanza MURO da C = 1.8135 W/m²K a C = 0.2567 W/m²K;

Trasmittanza MURO da C = 2.3649 W/m²K a C = 0.2567 W/m²K;

I valori limite di trasmittanza per accedere alle detrazioni fiscali Strutture opache VERTICALI: isolamento coperture (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946) Zona climatica C ≤ 0,30 W/m²K

	Prestazione energetica prima dell'intervento		Prestazione energetica dopo l'intervento	
	STATO DI FATTO		INTERVENTO MIGLIORATIVO	
	Classe Energ.	EP _{gl,nren}	Classe Energ.	EP _{gl,nren}
SOLUZIONE 3	E	192,96 kWh/m ² anno	D	172,76 kWh/m ² anno



Ipotesi di calcolo

Parametri	
Tasso di interesse di mercato [%]	4.00
Tasso di inflazione [%]	3.00
Tasso di crescita costo energia [%]	5.00
Durata del calcolo [anni]	50.00

Valutazione economica

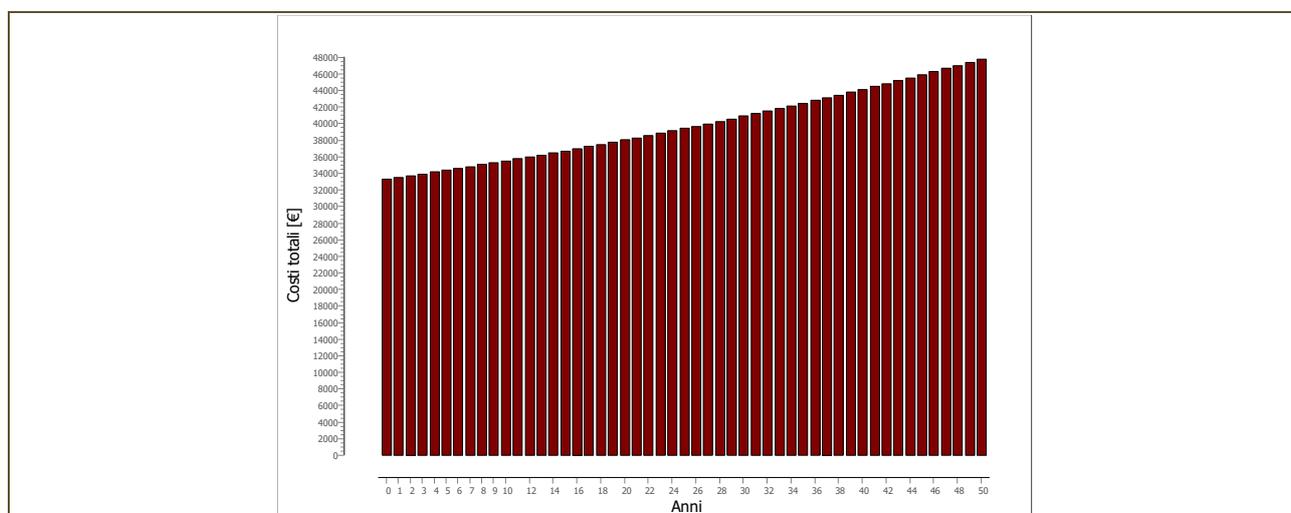
--

Perdita di efficienza media degli impianti	[%]	1.00
Entrate da impianti fotovoltaici	[€]	0.00
Tasso di interesse reale generale	[%]	0.97
VAN	[€]	3 214
TIR	[%]	-3.00
Tempo di ritorno dell'intervento	[anni]	30.00
Costo totale globale	[€]	1 857 881.49

Fabbisogni totali prima dell'intervento

	Costi di esercizio	Costi di gestione	Costi periodici	Costi totali annuali
Anno	[€]	[€]	[€]	[€]
0	27 317.48	4 000.00	2 000.00	33 317.48
1	27 580.15	3 961.54	1 980.77	33 522.45
2	27 845.34	3 923.45	1 961.72	33 730.51
3	28 113.08	3 885.72	1 942.86	33 941.67
4	28 383.40	3 848.36	1 924.18	34 155.94
5	28 656.32	3 811.36	1 905.68	34 373.35
6	28 931.86	3 774.71	1 887.35	34 593.92
7	29 210.05	3 738.41	1 869.21	34 817.67
8	29 490.92	3 702.47	1 851.23	35 044.62
9	29 774.48	3 666.87	1 833.43	35 274.78
10	30 060.78	3 631.61	1 815.80	35 508.19
11	30 349.82	3 596.69	1 798.34	35 744.85
12	30 641.65	3 562.10	1 781.05	35 984.80
13	30 936.28	3 527.85	1 763.93	36 228.06
14	31 233.74	3 493.93	1 746.97	36 474.64
15	31 534.07	3 460.34	1 730.17	36 724.57
16	31 837.28	3 427.06	1 713.53	36 977.88
17	32 143.41	3 394.11	1 697.06	37 234.57
18	32 452.48	3 361.48	1 680.74	37 494.69
19	32 764.52	3 329.15	1 664.58	37 758.25
20	33 079.57	3 297.14	1 648.57	38 025.28
21	33 397.64	3 265.44	1 632.72	38 295.80
22	33 718.77	3 234.04	1 617.02	38 569.83
23	34 042.99	3 202.94	1 601.47	38 847.40
24	34 370.32	3 172.15	1 586.07	39 128.54
25	34 700.81	3 141.65	1 570.82	39 413.28
26	35 034.47	3 111.44	1 555.72	39 701.63
27	35 371.34	3 081.52	1 540.76	39 993.62
28	35 711.45	3 051.89	1 525.94	40 289.28
29	36 054.83	3 022.54	1 511.27	40 588.64
30	36 401.51	2 993.48	1 496.74	40 891.73
31	36 751.52	2 964.70	1 482.35	41 198.57
32	37 104.90	2 936.19	1 468.10	41 509.19
33	37 461.68	2 907.96	1 453.98	41 823.62

34	37 821.89	2 880.00	1 440.00	42 141.89
35	38 185.56	2 852.31	1 426.15	42 464.02
36	38 552.73	2 824.88	1 412.44	42 790.05
37	38 923.43	2 797.72	1 398.86	43 120.01
38	39 297.69	2 770.82	1 385.41	43 453.92
39	39 675.56	2 744.17	1 372.09	43 791.82
40	40 057.05	2 717.79	1 358.89	44 133.73
41	40 442.22	2 691.65	1 345.83	44 479.70
42	40 831.08	2 665.77	1 332.89	44 829.74
43	41 223.69	2 640.14	1 320.07	45 183.90
44	41 620.07	2 614.75	1 307.38	45 542.20
45	42 020.27	2 589.61	1 294.81	45 904.68
46	42 424.31	2 564.71	1 282.36	46 271.38
47	42 832.23	2 540.05	1 270.03	46 642.31
48	43 244.08	2 515.63	1 257.81	47 017.52
49	43 659.89	2 491.44	1 245.72	47 397.05
50	44 079.70	2 467.48	1 233.74	47 780.92

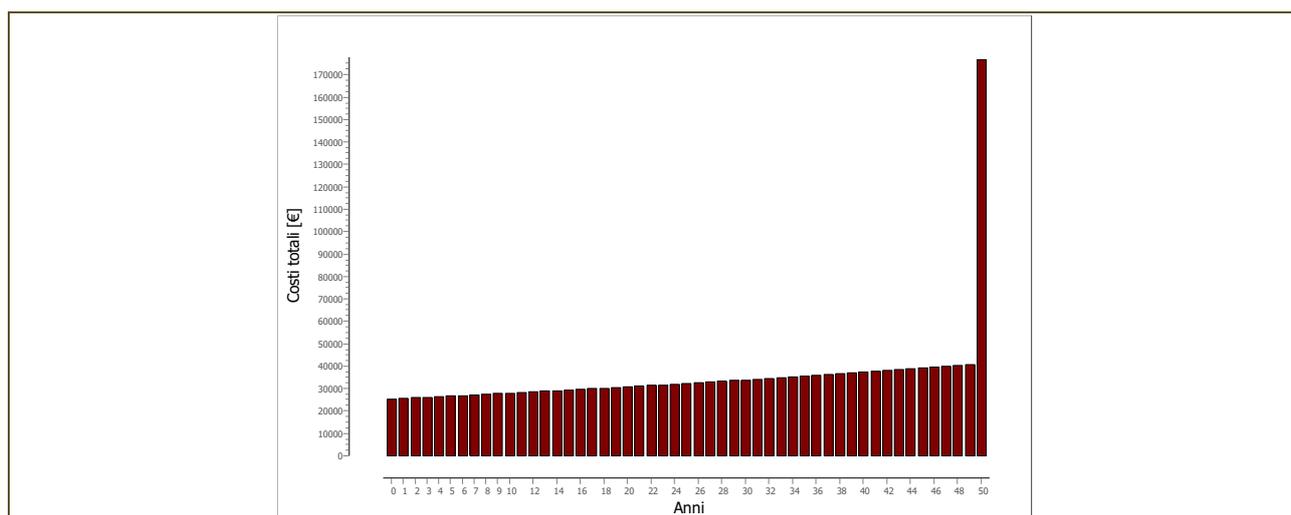


Fabbisogni totali prima dell'intervento: costi totali annuali

Fabbisogni totali dopo l'intervento

Anno	Costi di esercizio [€]	Costi di gestione [€]	Costi periodici [€]	Costi una tantum [€]	Costi totali annuali [€]	Guadagni rinnovabili [€]	Guadagni periodici [€]	Incentivi fiscali [€]	Guadagni una tantum [€]
0	25 421.57	0.00	0.00	0.00	25 421.57	0.00	0.00	0.00	0.00
1	25 666.00	0.00	0.00	0.00	25 666.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	25 912.79	0.00	0.00	0.00	25 912.79	0.00	0.00	0.00	0.00
3	26 161.95	0.00	0.00	0.00	26 161.95	0.00	0.00	0.00	0.00
4	26 413.51	0.00	0.00	0.00	26 413.51	0.00	0.00	0.00	0.00
5	26 667.49	0.00	0.00	0.00	26 667.49	0.00	0.00	0.00	0.00
6	26 923.91	0.00	0.00	0.00	26 923.91	0.00	0.00	0.00	0.00
7	27 182.79	0.00	0.00	0.00	27 182.79	0.00	0.00	0.00	0.00
8	27 444.16	0.00	0.00	0.00	27 444.16	0.00	0.00	0.00	0.00
9	27 708.05	0.00	0.00	0.00	27 708.05	0.00	0.00	0.00	0.00
10	27 974.47	0.00	0.00	0.00	27 974.47	0.00	0.00	0.00	0.00
11	28 243.46	0.00	0.00	0.00	28 243.46	0.00	0.00	0.00	0.00
12	28 515.03	0.00	0.00	0.00	28 515.03	0.00	0.00	0.00	0.00
13	28 789.21	0.00	0.00	0.00	28 789.21	0.00	0.00	0.00	0.00
14	29 066.03	0.00	0.00	0.00	29 066.03	0.00	0.00	0.00	0.00
15	29 345.51	0.00	0.00	0.00	29 345.51	0.00	0.00	0.00	0.00
16	29 627.68	0.00	0.00	0.00	29 627.68	0.00	0.00	0.00	0.00

17	29 912.56	0.00	0.00	0.00	29 912.56	0.00	0.00	0.00	0.00
18	30 200.18	0.00	0.00	0.00	30 200.18	0.00	0.00	0.00	0.00
19	30 490.57	0.00	0.00	0.00	30 490.57	0.00	0.00	0.00	0.00
20	30 783.75	0.00	0.00	0.00	30 783.75	0.00	0.00	0.00	0.00
21	31 079.75	0.00	0.00	0.00	31 079.75	0.00	0.00	0.00	0.00
22	31 378.59	0.00	0.00	0.00	31 378.59	0.00	0.00	0.00	0.00
23	31 680.31	0.00	0.00	0.00	31 680.31	0.00	0.00	0.00	0.00
24	31 984.92	0.00	0.00	0.00	31 984.92	0.00	0.00	0.00	0.00
25	32 292.47	0.00	0.00	0.00	32 292.47	0.00	0.00	0.00	0.00
26	32 602.98	0.00	0.00	0.00	32 602.98	0.00	0.00	0.00	0.00
27	32 916.47	0.00	0.00	0.00	32 916.47	0.00	0.00	0.00	0.00
28	33 232.97	0.00	0.00	0.00	33 232.97	0.00	0.00	0.00	0.00
29	33 552.52	0.00	0.00	0.00	33 552.52	0.00	0.00	0.00	0.00
30	33 875.14	0.00	0.00	0.00	33 875.14	0.00	0.00	0.00	0.00
31	34 200.86	0.00	0.00	0.00	34 200.86	0.00	0.00	0.00	0.00
32	34 529.72	0.00	0.00	0.00	34 529.72	0.00	0.00	0.00	0.00
33	34 861.73	0.00	0.00	0.00	34 861.73	0.00	0.00	0.00	0.00
34	35 196.94	0.00	0.00	0.00	35 196.94	0.00	0.00	0.00	0.00
35	35 535.37	0.00	0.00	0.00	35 535.37	0.00	0.00	0.00	0.00
36	35 877.06	0.00	0.00	0.00	35 877.06	0.00	0.00	0.00	0.00
37	36 222.03	0.00	0.00	0.00	36 222.03	0.00	0.00	0.00	0.00
38	36 570.32	0.00	0.00	0.00	36 570.32	0.00	0.00	0.00	0.00
39	36 921.96	0.00	0.00	0.00	36 921.96	0.00	0.00	0.00	0.00
40	37 276.98	0.00	0.00	0.00	37 276.98	0.00	0.00	0.00	0.00
41	37 635.41	0.00	0.00	0.00	37 635.41	0.00	0.00	0.00	0.00
42	37 997.29	0.00	0.00	0.00	37 997.29	0.00	0.00	0.00	0.00
43	38 362.65	0.00	0.00	0.00	38 362.65	0.00	0.00	0.00	0.00
44	38 731.52	0.00	0.00	0.00	38 731.52	0.00	0.00	0.00	0.00
45	39 103.94	0.00	0.00	0.00	39 103.94	0.00	0.00	0.00	0.00
46	39 479.94	0.00	0.00	0.00	39 479.94	0.00	0.00	0.00	0.00
47	39 859.55	0.00	0.00	0.00	39 859.55	0.00	0.00	0.00	0.00
48	40 242.82	0.00	0.00	0.00	40 242.82	0.00	0.00	0.00	0.00
49	40 629.77	0.00	0.00	0.00	40 629.77	0.00	0.00	0.00	0.00
50	41 020.44	0.00	135 711.59	0.00	176 732.03	0.00	0.00	0.00	0.00

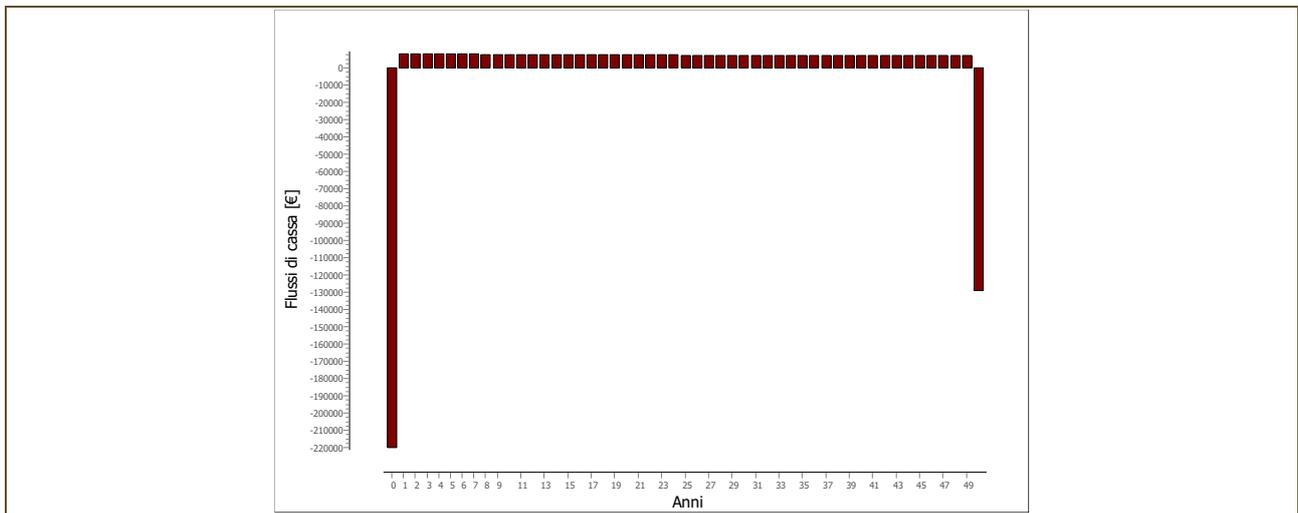


Fabbisogni totali dopo l'intervento: costi totali annuali

Flussi di cassa

Anno	[€]
0	-220 000.00
1	7 856.45
2	7 817.72
3	7 779.71
4	7 742.43

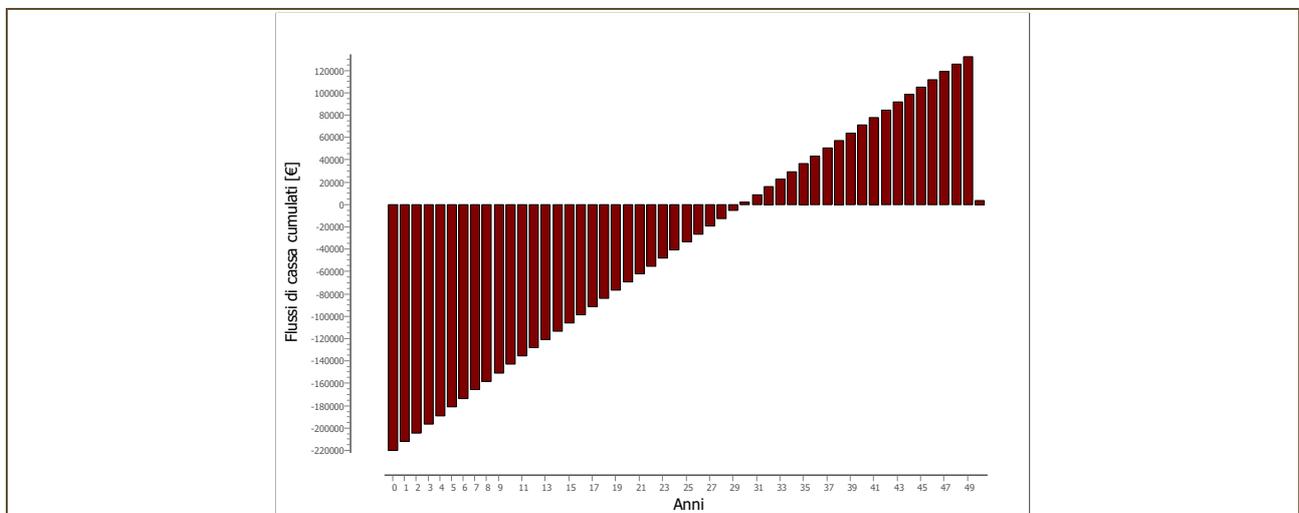
5	7 705.86
6	7 670.02
7	7 634.88
8	7 600.45
9	7 566.73
10	7 533.72
11	7 501.40
12	7 469.78
13	7 438.85
14	7 408.61
15	7 379.06
16	7 350.20
17	7 322.01
18	7 294.51
19	7 267.68
20	7 241.53
21	7 216.05
22	7 191.24
23	7 167.10
24	7 143.62
25	7 120.80
26	7 098.65
27	7 077.15
28	7 056.31
29	7 036.13
30	7 016.59
31	6 997.71
32	6 979.47
33	6 961.89
34	6 944.95
35	6 928.65
36	6 912.99
37	6 897.97
38	6 883.60
39	6 869.86
40	6 856.76
41	6 844.29
42	6 832.46
43	6 821.25
44	6 810.69
45	6 800.75
46	6 791.44
47	6 782.76
48	6 774.71
49	6 767.28
50	-128 951.11



Flussi di cassa cumulati

Anno	[€]
0	-220 000.00
1	-212 143.55
2	-204 325.83
3	-196 546.12
4	-188 803.69
5	-181 097.83
6	-173 427.81
7	-165 792.93
8	-158 192.48
9	-150 625.74
10	-143 092.03
11	-135 590.63
12	-128 120.85
13	-120 682.01
14	-113 273.40
15	-105 894.34
16	-98 544.14
17	-91 222.13
18	-83 927.62
19	-76 659.94
20	-69 418.41
21	-62 202.35
22	-55 011.11
23	-47 844.01
24	-40 700.39
25	-33 579.59
26	-26 480.94
27	-19 403.79
28	-12 347.47
29	-5 311.35
30	1 705.24
31	8 702.95

32	15 682.43
33	22 644.32
34	29 589.26
35	36 517.91
36	43 430.90
37	50 328.87
38	57 212.47
39	64 082.33
40	70 939.09
41	77 783.37
42	84 615.83
43	91 437.08
44	98 247.77
45	105 048.52
46	111 839.96
47	118 622.72
48	125 397.42
49	132 164.71
50	3 213.60



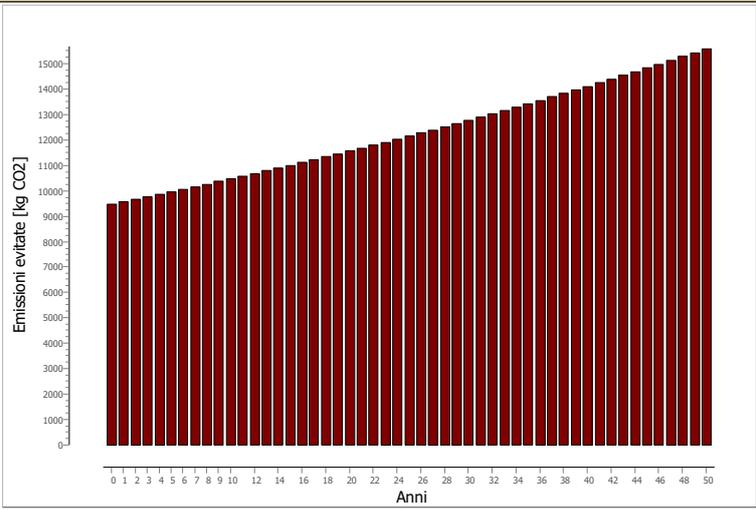
Parametri ambientali

Totale emissioni evitate	[kg CO2]	626 393.51
---------------------------------	----------	------------

Emissioni evitate

Anno	[kg CO2]
0	9 475.33
1	9 570.09
2	9 665.79
3	9 762.44
4	9 860.07
5	9 958.67
6	10 058.26
7	10 158.84

8	10 260.43
9	10 363.03
10	10 466.66
11	10 571.33
12	10 677.04
13	10 783.81
14	10 891.65
15	11 000.57
16	11 110.57
17	11 221.68
18	11 333.89
19	11 447.23
20	11 561.71
21	11 677.32
22	11 794.10
23	11 912.04
24	12 031.16
25	12 151.47
26	12 272.98
27	12 395.71
28	12 519.67
29	12 644.87
30	12 771.32
31	12 899.03
32	13 028.02
33	13 158.30
34	13 289.88
35	13 422.78
36	13 557.01
37	13 692.58
38	13 829.51
39	13 967.80
40	14 107.48
41	14 248.55
42	14 391.04
43	14 534.95
44	14 680.30
45	14 827.10
46	14 975.37
47	15 125.13
48	15 276.38
49	15 429.14
50	15 583.43



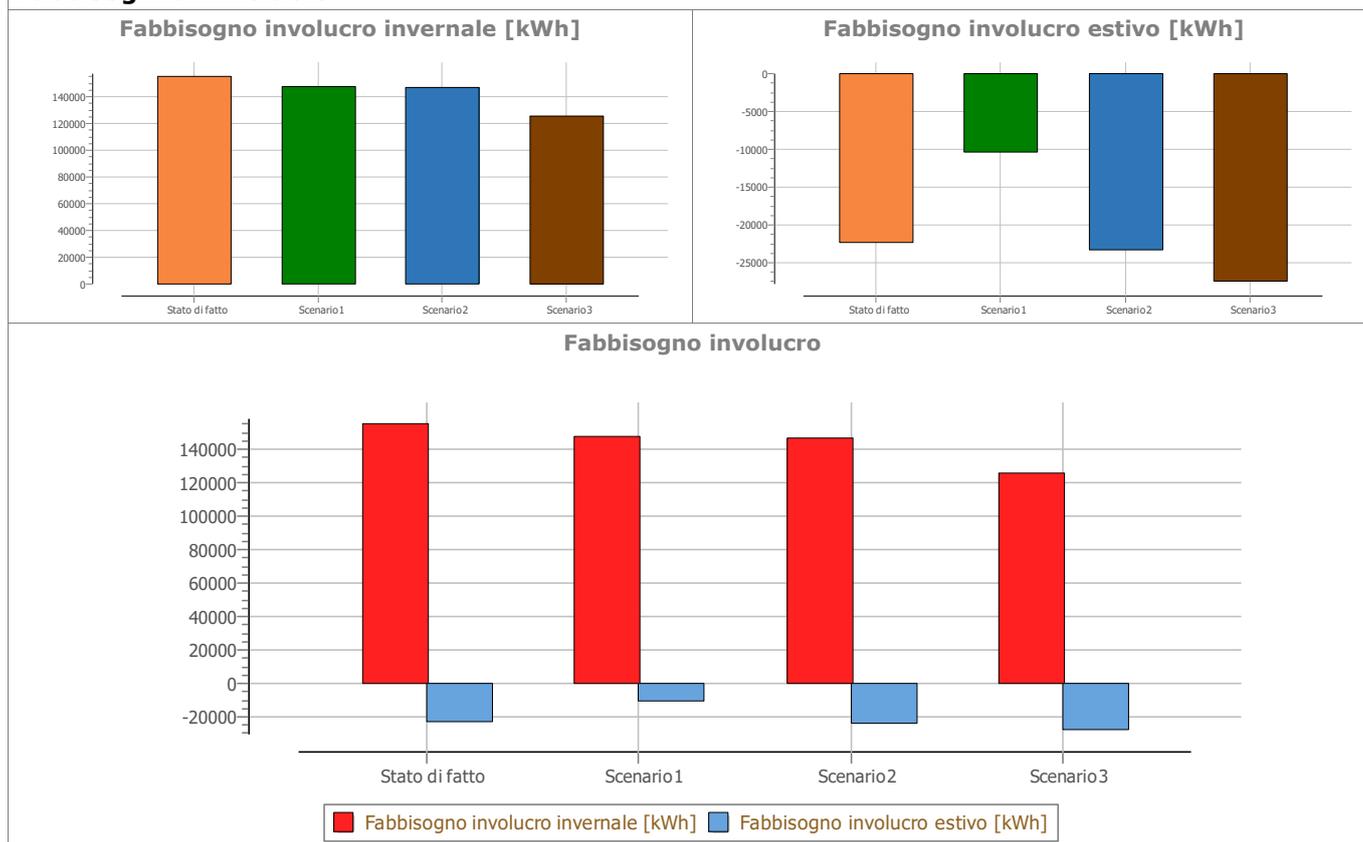
RIEPILOGO SCENARI RISPARMIO ENERGETICO

Variabili energetiche		Stato di fatto	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Consumo energia primaria	[kWh]	383 195.47	365 779.98	371 210.68	339 715.96
	Riduzione %		4.54	3.13	11.35
Fabbisogno involucro invernale	[kWh]	155 505.15	147 722.87	147 128.18	125 608.15
	Riduzione %		5.00	5.39	19.23
Fabbisogno involucro estivo	[kWh]	-22 320.21	-10 446.69	-23 305.51	-27 493.29
	Riduzione %		53.20	-4.41	-23.18
Emissioni di CO2	[kg]	78 622.21	74 824.76	76 008.93	69 146.88
	Riduzione %		4.83	3.32	12.05
EOdC : Scuola Elementare "Sacro Cuore" via Amsicora					
	CLASSE energetica	C	B	C	C
Utilizzo fonti rinnovabili	[%]	0.35	0.37	0.37	0.41

Variabili economiche		Stato di fatto	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Edificio					
Costo di esercizio	[€]	27 317.48	26 562.74	26 798.09	25 421.57
	Riduzione %		2.76	1.90	6.94
Investimento iniziale	[€]		1 610 698.26	1 462 428.70	1 041 768.62
Rientro dell'investimento	[€]		MAI (non conveniente)	29	30
VAN	[€]		-252 552	-45 228	1 705

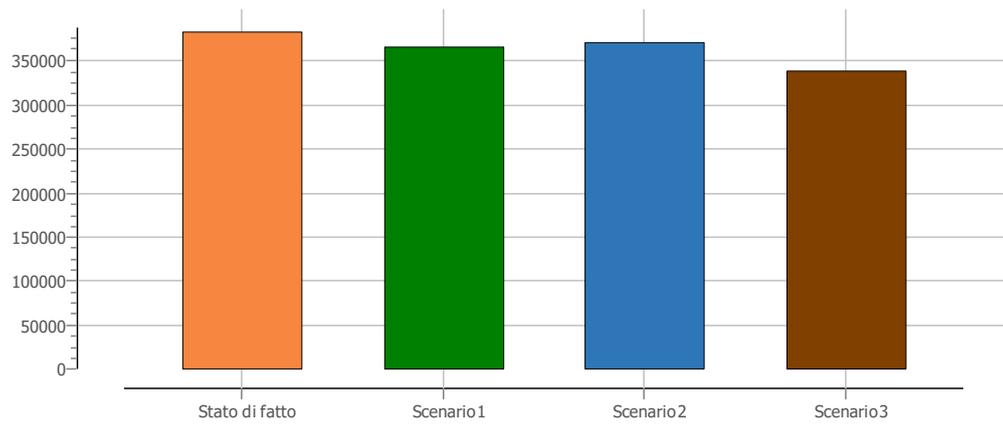
SCENARI DI RISPARMIO ENERGETICO

Fabbisogni di involucro



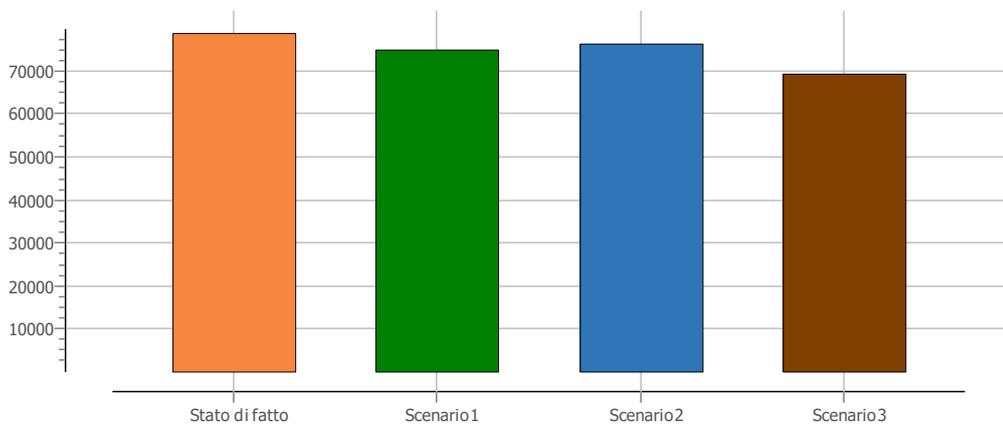
Fabbisogni di energia primaria

Energia PRIMARIA [kWh]



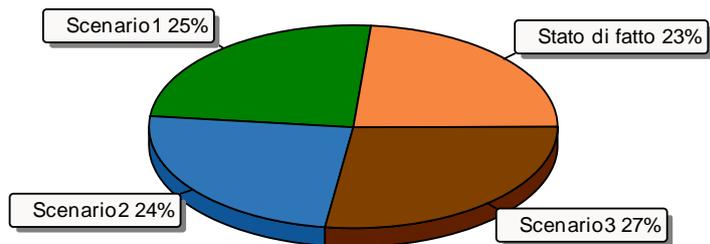
Parametri ambientali

Consumo di CO2 [kg]



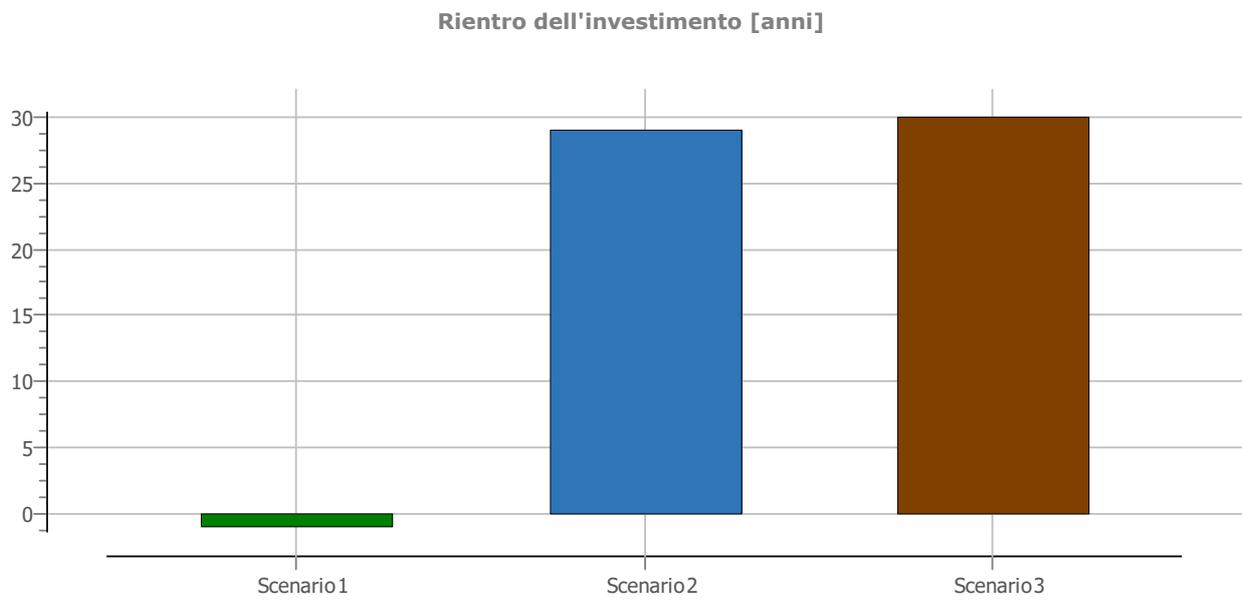
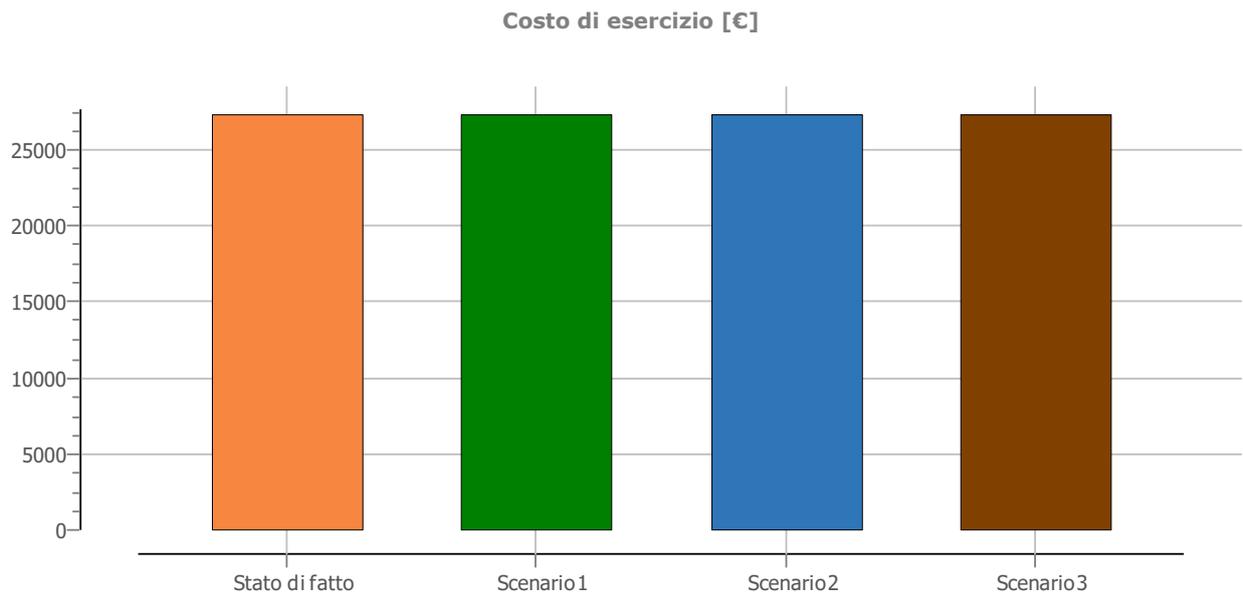
EOdC : Scuola Elementare "Sacro Cuore" via Amsicora

Utilizzo fonti rinnovabili



SCENARI DI CONVENIENZA ECONOMICA

Edificio



SCHEDE TECNICHE RELATIVE ALLE IPOTESI DI INTERVENTO MIGLIORATIVO

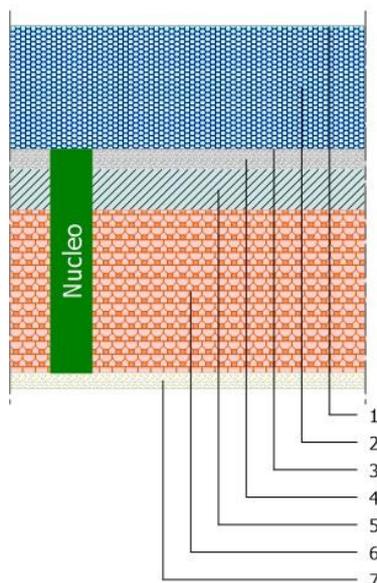
IPOTESI 1

Scheda SS1

Titolo: Copertura inclinata in laterocemento isolata
Descrizione: Copertura inclinata in laterocemento isolata da 35.6 cm (2-16-4-2-12) con manto di copertura in pannello sandwich coibentato in poliuretano 12 cm spessore, con acciaio zincato elettrolitico da 0,5 mm.

STRATIGRAFIA

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400
1	Acciaio	1	50,0000	100.000,0000	3,90	barriera	450	0,0000
2	Pannello in poliuretano espanso rigido (PUR o PU), da 80 a 120 mm	120	0,0260	0,2167	4,80	60,0000	1.400	4,6154
3	Acciaio	1	50,0000	100.000,0000	3,90	barriera	450	0,0000
4	Malta di cemento	20	1,4000	70,0000	40,00	22,7059	1.000	0,0143
5	Calcestruzzo armato	40	0,8500	21,2500	96,00	148,4615	1.000	0,0471
6	Blocco solaio laterizio - resistenza 0.27	160		3,7037	144,00	10,1579	1.000	0,2700
7	Intonaco interno	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
	Adduttanza interna	0		10,0000				0,1000



Spessore totale = 356 [mm]

Trasmittanza termica globale = 0,1958 [W/m²K]

Resistenza termica globale = 5,1082 [m²K/W]

Massa superficiale globale = 292,60 [kg/m²]

Capacità termica areica = 59,738 [kJ/m²K]

Trasmittanza termica periodica = 0,03 [W/m²K]

Fattore di attenuazione = 0,15 [-]

Sfasamento = 10,26 [h]

IPOTESI 2

Scheda FN1

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 370x70 2A fissa-1A vasistas	
Descrizione	Finestra 370*70 2A fissa-1A vasistas PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ SAINT GOBAIN	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - $A_g = 1,72 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 9,60 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,43$	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - $A_f = 0,73 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 2,45 \text{ m}^2$	

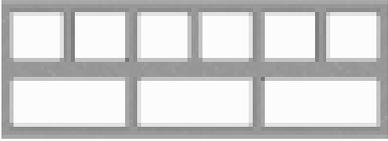
Cassonetto		-
Parapetto		PP1
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,30	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,2949	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,77	$\text{m}^2\text{K/W}$

Scheda FN2

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 70*70 1A vasistas	
Descrizione	Finestra 70*70 1A vasistas in PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - $A_g = 0,44 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 2,84 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,43$	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - $A_f = 0,40 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = PVC Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 0,84 \text{ m}^2$	

Cassonetto	-	
Parapetto		PP1
Resistenza superficiale interna	0,13	m ² K/W
Resistenza superficiale esterna	0,04	m ² K/W
Resistenza intercapedine	-	m ² K/W
Coefficiente riduzione area telaio	0,47	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,2977	W/m²K
Resistenza totale infisso - R_w	0,77	m²K/W

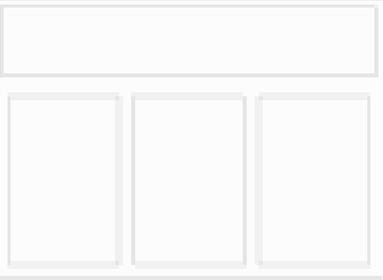
Scheda FN3

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 390x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 390*135 telaio in PVC, vetro doppio 4-16-4 planitherm 4S+ e 2 ante apribili a vasistas	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - A _g = 3,56 m ² Perimetro - L _g = 23,11 m Trasmittanza - U _g = 1,00 W/m ² K Fattore solare normale - f _g = 0,43	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - A _f = 1,70 m ² Trasmittanza - U _f = 1,20 W/m ² K Tipo distanziatori = PVC Trasmittanza distanziatori = 0,06 W/m ² K
	Area totale infisso - A_w = 5,27 m²	

Cassonetto	-	
Parapetto		PP1
Resistenza superficiale interna	0,13	m ² K/W
Resistenza superficiale esterna	0,04	m ² K/W
Resistenza intercapedine	-	m ² K/W
Coefficiente riduzione area telaio	0,32	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,3280	W/m²K
Resistenza totale infisso - R_w	0,75	m²K/W

Scheda FN4

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 255x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 255*185 3 ante apribili con sopralluce PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - A _g = 3,70 m ² Perimetro - L _g = 17,16 m Trasmittanza - U _g = 1,00 W/m ² K	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - A _f = 1,01 m ² Trasmittanza - U _f = 1,20 W/m ² K Tipo distanziatori = PVC
	Area totale infisso - A_w = 5,27 m²	

	Fattore solare normale - $f_g = 0,43$	Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 4,72 \text{ m}^2$	

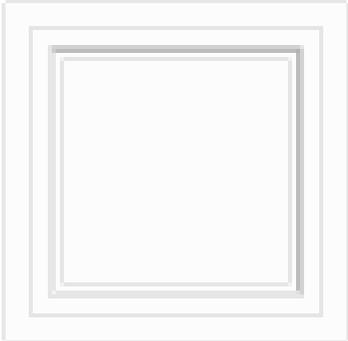
Cassonetto	-	
Parapetto	PP2	
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,21	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,2612	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,79	$\text{m}^2\text{K/W}$

Scheda FN5

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 205x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 205*185 3 ante apribili con sopralluce PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - $A_g = 2,90 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 15,16 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,43$	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - $A_f = 0,89 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = PVC Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 3,79 \text{ m}^2$	

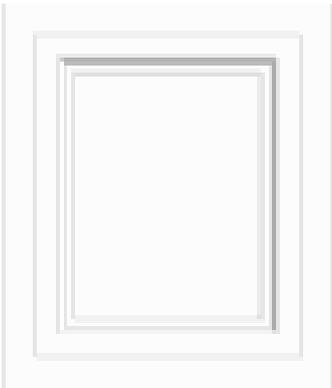
Cassonetto	-	
Parapetto	PP2	
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,24	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,2869	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,78	$\text{m}^2\text{K/W}$

Scheda FN6

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 70*70 1A vasistas	
Descrizione	Finestra 70*70 1A vasistas in PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - $A_g = 0,21 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 1,84 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,43$	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - $A_f = 0,28 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = PVC Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 0,49 \text{ m}^2$	

Cassonetto	-	
Parapetto	PP2	
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,57	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,3389	$\text{W/m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,75	$\text{m}^2\text{K/W}$

Scheda FN7

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 55*65 1A vasistas	
Descrizione	Finestra 55*65 1A vasistas in PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - $A_g = 0,13 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 1,44 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,43$	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - $A_f = 0,23 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = PVC Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Area totale infisso - $A_w = 0,36 \text{ m}^2$	

Cassonetto	-	
Parapetto	PP2	
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$

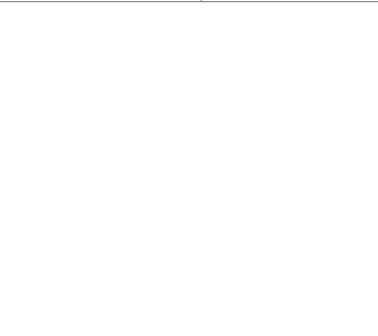
Resistenza intercapedine	-	m ² K/W
Coefficiente riduzione area telaio	0,64	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,3706	W/m²K
Resistenza totale infisso - R_w	0,73	m²K/W

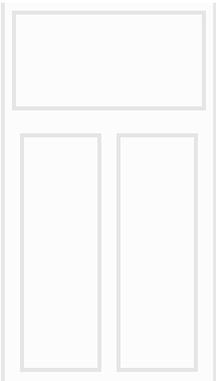
Scheda FN8

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 205x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 205*185 3 ante apribili con sopralluce PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - A _g = 2,90 m ² Perimetro - L _g = 15,16 m Trasmittanza - U _g = 1,00 W/m ² K Fattore solare normale - f _g = 0,43	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - A _f = 0,89 m ² Trasmittanza - U _f = 1,20 W/m ² K Tipo distanziatori = PVC Trasmittanza distanziatori = 0,06 W/m ² K
	Area totale infisso - A_w = 3,79 m²	

Cassonetto	-	
Parapetto		PP1
Resistenza superficiale interna	0,13	m ² K/W
Resistenza superficiale esterna	0,04	m ² K/W
Resistenza intercapedine	-	m ² K/W
Coefficiente riduzione area telaio	0,24	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,2869	W/m²K
Resistenza totale infisso - R_w	0,78	m²K/W

Scheda FN9

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 100x185 2A sopralluce	
Descrizione	Finestra 100*185 2 ante apribili con sopralluce PVC con vetro camera 4-16-4 tipo plantherm4S+ Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio (rivestimento basso-emissivo) Area - A _g = 1,30 m ² Perimetro - L _g = 8,85 m Trasmittanza - U _g = 1,00 W/m ² K Fattore solare normale - f _g = 0,43	TELAIO Tipo telaio = PVC Area - A _f = 0,55 m ² Trasmittanza - U _f = 1,20 W/m ² K Tipo distanziatori = PVC Trasmittanza distanziatori = 0,06 W/m ² K

	Area totale infisso - $A_w = 1,85 \text{ m}^2$
---	--

Cassonetto	-	
Parapetto	PP2	
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,30	
Trasmittanza totale infisso - U_w	1,3465	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,74	$\text{m}^2\text{K/W}$

Scheda FN10

INFISSO INTERNO		
Titolo	Finestra 205x185 3A sopralluce	
Descrizione	Finestra 205*185 3 ante apribili con sopralluce alluminio con vetro camera 4-16-4 tipo planilux Saint Gobain	
	VETRO Tipo vetro = Doppio normale Area - $A_g = 2,90 \text{ m}^2$ Perimetro - $L_g = 15,16 \text{ m}$ Trasmittanza - $U_g = 2,80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ Fattore solare normale - $f_g = 0,75$	TELAIO Tipo telaio = Metallo con taglio termico Area - $A_f = 0,89 \text{ m}^2$ Trasmittanza - $U_f = 2,80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ Tipo distanziatori = METALLO Trasmittanza distanziatori = $0,06 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
Area totale infisso - $A_w = 3,79 \text{ m}^2$		

Cassonetto	-	
Parapetto	PP2	
Resistenza superficiale interna	0,13	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza superficiale esterna	0,04	$\text{m}^2\text{K/W}$
Resistenza intercapedine	-	$\text{m}^2\text{K/W}$
Coefficiente riduzione area telaio	0,24	
Trasmittanza totale infisso - U_w	3,0398	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Resistenza totale infisso - R_w	0,33	$\text{m}^2\text{K/W}$

IPOTESI 3

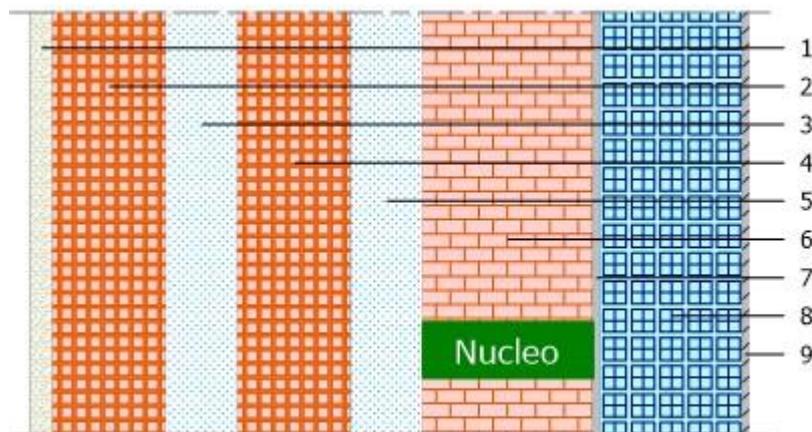
Scheda MR1

Titolo: Parete esterna triplo strato – Cappotto termico 10 cm

Descrizione: Parete esterna triplo strato con strato esterno in mattone facciavista 12 cm, aria 5 cm, strato intermedio in mattone laterizio forato 8 cm, strato aria 5 cm e strato interno in mattone laterizio forato 8 cm, finitura in intonaco 1,5 cm.

STRATIGRAFIA

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco interno	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
2	Mattone forato - resistenza 0.20	80		5,0000	64,00	9,3826	1.000	0,2000
3	Strato d'aria verticale da 5 cm	50		5,5556	0,07	1,0000	1.008	0,1800
4	Mattone forato - resistenza 0.20	80		5,0000	64,00	9,3826	1.000	0,2000
5	Strato d'aria verticale da 5 cm	50		5,5556	0,07	1,0000	1.008	0,1800
6	Mattone laterizio pieno (250*120*50)	120		6,6667	216,00	9,3826	840	0,1500
7	Collante in polvere - Adesan G7 grigio	5	0,3800	76,0000	7,75	20,0000	837	0,0132
8	Pannello lana di vetro - densità 25	100	0,0340	0,3400	2,50	193,0000	1.030	2,9412
9	Rasante in polvere - Adesan G7 grigio	4	0,3800	95,0000	6,20	20,0000	837	0,0105
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



Spessore totale = 504 [mm]

Trasmittanza termica globale = 0,2459 [W/m²K]

Resistenza termica globale = 4,0662 [m²K/W]

Massa superficiale globale = 360,58 [kg/m²]

Capacità termica areica = 49,348[kJ/m²K]

Trasmittanza termica periodica = 0,01[W/m²K]

Fattore di attenuazione = 0,05[-]

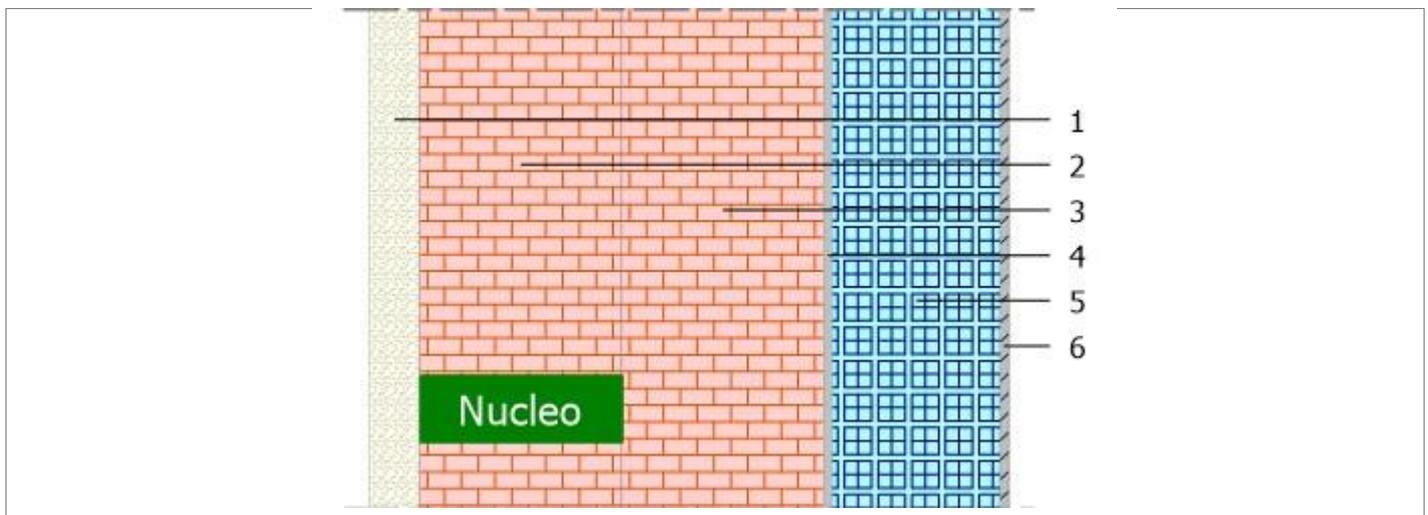
Sfasamento = 13,32[h]

Scheda MR2

Titolo: Parete facciavista 25 cm spessore -Cappotto termico 10 cm
Descrizione: Parete facciavista 25 cm spessore intonacata lato interno

STRATIGRAFIA

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco interno	30	0,7000	23,3333	42,00	10,7222	1.000	0,0429
2	Mattone laterizio semipieno (250*120*50)	120		5,2632	181,00	9,3826	840	0,1900
3	Mattone laterizio semipieno (250*120*50)	120		5,2632	181,00	9,3826	840	0,1900
4	Collante in polvere - Adesan G7 grigio	5	0,3800	76,0000	7,75	20,0000	837	0,0132
5	Pannello lana di vetro - densità 25	100	0,0340	0,3400	2,50	193,0000	1.030	2,9412
6	Rasante in polvere - Adesan G7 grigio	4	0,3800	95,0000	6,20	20,0000	837	0,0105
	Adduttanza esterna	0		25,0000				0,0400



Spessore totale = 379 [mm]

Trasmittanza termica globale = 0,2811 [W/m²K]

Resistenza termica globale = 3,5576 [m²K/W]

Massa superficiale globale = 378,45 [kg/m²]

Capacità termica areica = 59,068[kJ/m²K]

Trasmittanza termica periodica = 0,03[W/m²K]

Fattore di attenuazione = 0,12[-]

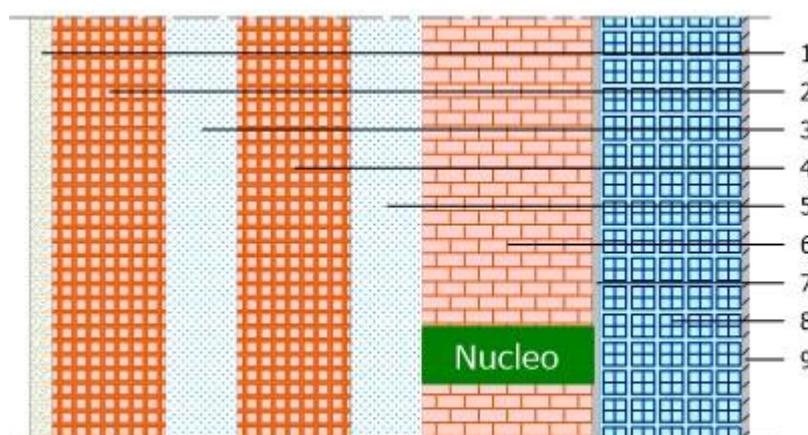
Sfasamento = 10,85[h]

Scheda MR5

Titolo: Parete esterna triplo strato – Cappotto termico 10 cm
Descrizione: Parete esterna triplo strato con strato esterno in mattone facciavista 12 cm, aria 5 cm, strato intermedio in mattone laterizio forato 8 cm, strato aria 5 cm e strato interno in mattone laterizio forato 8 cm, finitura in intonaco 1,5 cm.

STRATIGRAFIA

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		7,7000				0,1299
1	Intonaco interno	15	0,7000	46,6667	21,00	10,7222	1.000	0,0214
2	Mattone forato - resistenza 0.20	80		5,0000	64,00	9,3826	1.000	0,2000
3	Strato d'aria verticale da 5 cm	50		5,5556	0,07	1,0000	1.008	0,1800
4	Mattone forato - resistenza 0.20	80		5,0000	64,00	9,3826	1.000	0,2000
5	Strato d'aria verticale da 5 cm	50		5,5556	0,07	1,0000	1.008	0,1800
6	Mattone laterizio pieno (250*120*50)	120		6,6667	216,00	9,3826	840	0,1500
7	Collante in polvere - Adesan G7 grigio	5	0,3800	76,0000	7,75	20,0000	837	0,0132
8	Pannello lana di vetro - densità 25	100	0,0340	0,3400	2,50	193,0000	1.030	2,9412
9	Rasante in polvere - Adesan G7 grigio	4	0,3800	95,0000	6,20	20,0000	837	0,0105
	Adduttanza esterna	0		7,7000				0,1299



Spessore totale = 504 [mm]

Trasmittanza termica globale = 0,2406 [W/m²K]

Resistenza termica globale = 4,1560 [m²K/W]

Massa superficiale globale = 360,58 [kg/m²]

Capacità termica areica = 49,339[kJ/m²K]

Trasmittanza termica periodica = 0,01[W/m²K]

Fattore di attenuazione = 0,05[-]

Sfasamento = 13,46[h]