

# DIAGNOSI ENERGETICA

Scuola pubblica

SCUOLA DELL'INFANZIA " MARTIRI DELLA LIBERTA' "

Via Dei Classici 7, 26100 Cremona



Il Tecnico diagnosticatore: arch. Nicolò Gambino



data: 31/01/2023

## Sommario

1	Introduzione .....	3
2	Il diagnosticatore .....	3
3	Metodologia del lavoro .....	3
4	Dati del soggetto diagnosticato .....	6
5	Sommario dell'utilizzo di energia dell'edificio e suggerimenti di risparmio energetico .....	6
5.1	Attuale livello di consumo energetico e consumi specifici.....	6
5.1.1	Consumi di Energia Elettrica.....	7
5.1.2	Consumi del Teleriscaldamento .....	10
6	Dati di base dell'edificio .....	14
6.1	Informazioni del sito.....	14
6.2	L'articolazione geometrica dell'edificio.....	18
6.3	Informazioni sulla struttura.....	19
6.4	Abaco delle tipologie costruttive delle pareti verticali.....	20
6.5	Abaco delle tipologie costruttive Coperture e Pavimento .....	22
6.6	Abaco delle tipologie di Serramenti .....	24
6.7	L'impianto termico .....	56
6.7.1	La centrale termica: Sottosistema di generazione .....	56
6.7.2	Orari di funzionamento dell'impianto .....	60
6.7.3	Sottosistema di emissione.....	61
6.8	Illuminazione .....	65
7	I principali punti di carenza rilevati nell'edificio.....	69
7.1	Pareti .....	69
7.2	Serramenti .....	69
7.3	Copertura e solaio di pavimento .....	69
7.4	Impianto termico.....	70
8	Il modello di simulazione dell'edificio .....	71
9	Suggerimenti di miglioramento dell'efficienza energetica .....	72
9.1	Gli interventi di miglioramento analizzati .....	72
9.2	Parametri per lo studio di fattibilità degli interventi.....	72
9.3	Tariffe utilizzate nel calcolo del risparmio energetico .....	74
9.4	Risultati analisi economica .....	74
9.4.1	Azione 1: Riqualificazione strutture opache.....	74
9.4.2	Azione 2: Sostituzione serramenti.....	75
9.4.3	Azione 3: Riqualificazione impianto termico .....	76
9.4.4	Azione 4: Intervento cumulativo (1+2+3) + intervento di installazione di impianto fotovoltaico.	

## 1 Introduzione

Nell'ambito del finanziamento dell'Unione Europea "NextgenerationEu"- M5C2-12.3, ottenuto con la partecipazione al bando PINqA , per la concessione di agevolazioni finalizzate all'efficientamento energetico degli edifici pubblici di proprietà del comune di Cremona, si è reso necessario procedere alla diagnosi energetica dell'edificio, scuola pubblica polo per l'infanzia "Martiri della Libertà", sita nel comune di Cremona in Via Dei Classici 7, identificata catastalmente al Fg. 102 Mapp. 383, per valutare gli interventi energetici più vantaggiosi.

L'edificio posto in esame sarà oggetto di demolizione e ricostruzione ed è stato progettato per il raggiungimento del target NZEB, con un ampliamento della superficie riscaldata pari all'incirca del 15%.

Il documento redatto è conforme ai seguenti riferimenti legislativi e normativi:

- Allegato 2 del D.Lgs 102/2014
- Deliberazione della Giunta Regionale 20 luglio 2015 n 967
- D.d.u.o 30 luglio 2015 – n. 6480 della Regione Lombardia.
- UNI TS 11300 parte 1, 2, 3 e 4
- Norma UNI CEI EN 16247, ed in particolare:
  - Norma UNI CEI EN 16247-1 "Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali"
  - Norma UNI CEI EN 16247-2 "Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici residenziale e terziario"

Nella relazione saranno esplicitati in dettaglio i criteri seguiti nell'analisi e nella modellizzazione termofisica dell'edificio. Di seguito sono poi riportate le analisi dello stato attuale dell'edificio, l'analisi degli andamenti climatici attestati nel comune, l'analisi dei consumi dell'edificio e si completano con l'indicazione delle maggiori criticità rilevate.

Nella seconda parte vengono dettagliati alcuni interventi di retrofit dell'involucro valutati in termini sia di energia risparmiata che di valore economico dell'investimento. Si includono anche analisi relative ad alcuni indicatori economici (V.A.N., Pay back time, tutti attualizzati).

Le analisi messe in atto considerano l'attuale stile di gestione e di consumo dell'edificio analizzato e ipotizzano che gli stessi restino invariati nel corso dei prossimi anni.

## 2 Il diagnosticatore

Il diagnosticatore, arch. Nicolò Gambino, è dipendente del comune di Cremona a cui è stata riconosciuta la nomina di E.G.E. nell'ambito delle attività riguardanti la pianificazione dell'energia sostenibile sul territorio comunale (redazione del PAES, delle linee guida per la stesura delle norme dedicate all'efficienza energetica contenute nel Regolamento Edilizio), la certificazione e la diagnosi energetica degli edifici di proprietà comunale.

## 3 Metodologia del lavoro

Per riuscire a individuare il potenziale di miglioramento dell'involucro edilizio e il risparmio ottenibile mediante interventi sulle strutture orizzontali e verticali opache e sul sistema impiantistico, si procede alla costruzione di un modello, dove l'edificio viene modellato grazie alle sue caratteristiche termofisiche di superficie, di orientamento, di dislocazione, di impianto, ecc. Il modello preso in esame viene ampiamente descritto nei vari paragrafi successivi, e viene, poi, modificato con gli interventi ipotizzabili e ritenuti fattibili, per poterne calcolare la bontà a livello quantitativo.

Quest'azione è fondamentale per potere poi procedere all'analisi costi/benefici.

La modellazione si basa su una serie di fasi sintetizzate di seguito:

1. analisi degli incartamenti forniti dagli uffici comunali (planimetrie catastali, impianti e consumi annui);
2. sopralluogo tecnico sull'edificio con rilievo dei principali elementi disperdenti e impiantistici imputati nel modello di calcolo;
3. costruzione del modello;
4. validazione del modello termo-fisico con i dati di consumo reale.

Per la costruzione del modello si è fatto uso del programma di progettazione termotecnica Termolog Epix 7, che utilizza gli algoritmi della norma tecnica nazionale UNI TS 11300 ed è coerente con il D. Lgs. 192/05 e s.m.i. con il DM 26.6.2015 e le successive linee guida emanate da Enea riguardo alla diagnosi energetica degli edifici scolastici.

In linea generale, la differenza di calcolo fra il sistema utilizzato per la diagnosi e quanto invece utilizzato ai fini della definizione della Classe energetica dei vari edifici consta in una serie di parametri che ai fini della Certificazione sono normalizzati.

Infatti, se l'obiettivo di una certificazione è definire la maggiore o minore qualità di involucro e impianti termici valutando la performance energetica dell'edificio attraverso una classe energetica e definendo un valore di consumo confrontabile con altri edifici, è necessario che le elaborazioni per la certificazione non risultino influenzate dagli stili di gestione dell'edificio stesso. Questo implica la necessità di normalizzare parametri come la temperatura degli ambienti interni (per la certificazione si considera pari a 20° indipendentemente da quella effettiva), le ore di funzionamento dell'impianto termico (per la certificazione va considerato che l'impianto termico deve garantire un'uniformità temporale della temperatura interna per 24 ore al giorno, pari a 20 °C), la ventilazione (calcolata ai fini della certificazione secondo valori predefiniti dalla normativa tecnica di riferimento).

L'obiettivo di una diagnosi energetica, invece è quello di valutare la qualità dell'involucro e degli impianti al fine di definire priorità d'intervento anche attraverso una valutazione economica d'investimento. E' evidente, quindi, la necessità di considerare lo stile di gestione reale dell'edificio. Più l'edificio viene utilizzato e riscaldato, più rapidi risulteranno i tempi di ritorno di interventi di retrofit.

Il primo passo, dunque, al fine di una diagnosi, è la ricostruzione dell'edificio in termini di caratteristiche termofisiche di ogni elemento costruttivo che costituisce l'involucro, attraverso i parametri dei singoli materiali componenti le varie stratigrafie (pareti verticali, pareti sotto-finestra, solai di copertura, solai di basamento, serramenti). Per ogni elemento viene indicata la superficie, distinta a seconda dell'orientamento e le trasmittanze. Questo parametro, congiuntamente alla temperatura di progetto, permette di definire la potenza dell'edificio e di valutare contestualmente come le dispersioni di calore si distribuiscono attraverso l'involucro.

In secondo luogo vengono definite le grandezze che consentono di calcolare gli apporti gratuiti (sia da serramenti attraverso l'irraggiamento solare incidente che da strumentazione elettronica o elettrodomestici che apportano calore all'interno degli ambienti) e le dispersioni dovute alla ventilazione (la ventilazione è un parametro necessario al fine del benessere e della salubrità degli ambienti).

Il comportamento dell'edificio durante la stagione di riscaldamento viene poi simulato, prendendo in considerazione i parametri dell'impianto termico legati alla produzione, alla distribuzione, all'emissione e alla regolazione del calore attraverso l'analisi e la successiva modellizzazione dei vari sottosistemi dell'impianto termico.

La valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio è stata effettuata attraverso il calcolo di alcuni indicatori di efficienza energetica:

- Domanda totale di energia per riscaldamento invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria e l'illuminazione artificiale (kWh);
- Consumo teorico (kWh);
- Distribuzione delle dispersioni attraverso l'involucro.

Come ultima fase si procede alla validazione dei risultati ottenuti, calibrando il modello sui dati di consumo reale, opportunamente interpretati. Questo passaggio rappresenta la fase più interessante di una modellizzazione in quanto permette di valutare la bontà del modello costruito per interpretare il funzionamento dell'edificio. Questa fase, permette al contempo di ricalibrare il modello interpretativo in modo che lo stesso risulti il più possibile rappresentativo della realtà dell'edificio.

Infine vengono definiti gli interventi di miglioramento delle strutture e degli impianti, con la quantificazione dei consumi associati alle nuove condizioni e la valutazione dei relativi risparmi.

## 4 Dati del soggetto diagnosticato

Informazioni generali	
Soggetto	Intero Edificio di proprietà pubblica destinato ad attività istituzionale
Sede	Via Classici 7, Cremona
Tipologia di attività	Edificio adibito ad attività scolastica
Proprietario immobile	Comune di Cremona
Referente	Prof. GianLuca Galimberti
Ruolo	Sindaco

## 5 Sommario dell'utilizzo di energia dell'edificio e suggerimenti di risparmio energetico

### 5.1 Attuale livello di consumo energetico e consumi specifici

Come richiesto dall'Allegato 2 del D.Lgs. 102-2014, la presente diagnosi:

- a) deve essere basata su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico;
- b) deve comprendere un esame dettagliato del profilo di consumo energetico dell'edificio

A tal fine e per la validazione del modello della diagnosi, sono stati quindi valutati in dettaglio i consumi dell'edificio attraverso la raccolta dei seguenti documenti:

- fatture di energia elettrica ( Kwh )
- fatture del teleriscaldamento (Mcal)

Le fatture energetiche comprendono tutti i consumi della scuola e non permettono di scorporare i consumi in voci di dettaglio perché non sono presenti misuratori locali (situazione frequente e normale nel caso di stabili di proprietà della pubblica amministrazione).

L'impianto termico della scuola è dotato di un generatore alimentato dalla rete di teleriscaldamento cittadina, a servizio del riscaldamento e della produzione dell'acqua calda sanitaria. Il consumo elettrico dell'edificio è principalmente dedicato alle utenze locali delle aule e dei servizi annessi (pc, server, stampanti,...) e all'illuminazione.

Le bollette del servizio teleriscaldamento fornite, sono relative alle stagioni termiche 2016– 2017 – 2018.

I dati sono riferiti al singolo mese.

### 5.1.1 Consumi di Energia Elettrica

I consumi di energia elettrica dell'edificio sono desunti da unico contatore i cui dati forniti si riferiscono agli anni 2016, 2017 e 2018.

Il prospetto seguente evidenzia l'andamento del prelievo suddiviso per fasce relativo ai due contatori:

Prelievo dalla Rete Elettrica Nazionale (kWh) anno 2016				
Dati da bollette energetiche				
	Consumi F1	Consumi F2	Consumi F3	TOT
gen-16	1124	283	560	1967
feb-16	1253	233	373	1859
mar-16	1111	230	400	1741
apr-16	999	219	335	1553
mag-16	1078	220	295	1593
giu-16	811	212	310	1333
lug-16	62	59	144	265
ago-16	262	99	183	544
set-16	843	205	270	1318
ott-16	1026	220	299	1545
nov-16	1214	222	352	1788
dic-16	1017	213	382	1612
				<b>17718</b>

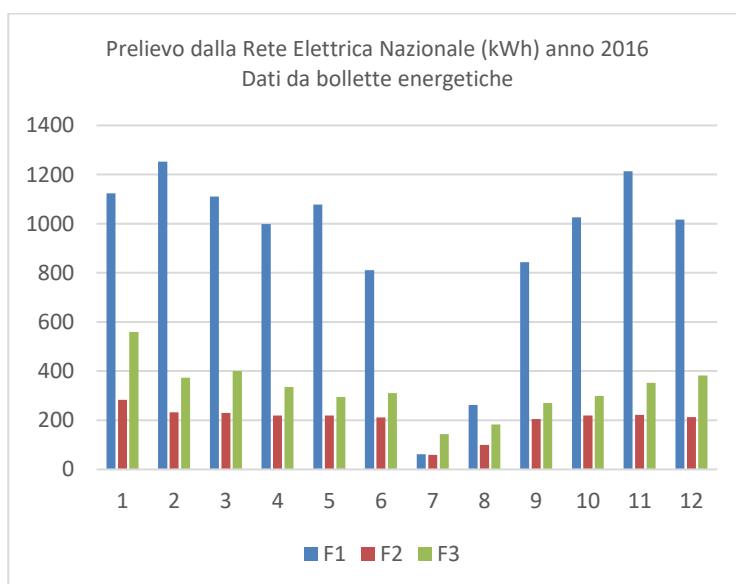


Figura 1: prelievo in KWH del contatore anno 2016

Prelievo dalla Rete Elettrica Nazionale (kWh) anno 2017				
Dati da bollette energetiche				
	Consumi F1	Consumi F2	Consumi F3	TOT
gen-17	1164	223	396	1783
feb-17	1153	213	336	1702
mar-17	1169	239	362	1770
apr-17	708	177	310	1195
mag-17	942	201	275	1418
giu-17	803	244	364	1411
lug-17	142	71	149	362
ago-17	141	72	150	363
set-17	774	206	271	1251
ott-17	927	228	293	1448
nov-17	1113	215	338	1666
dic-17	1029	235	475	1739
				<b>16108</b>

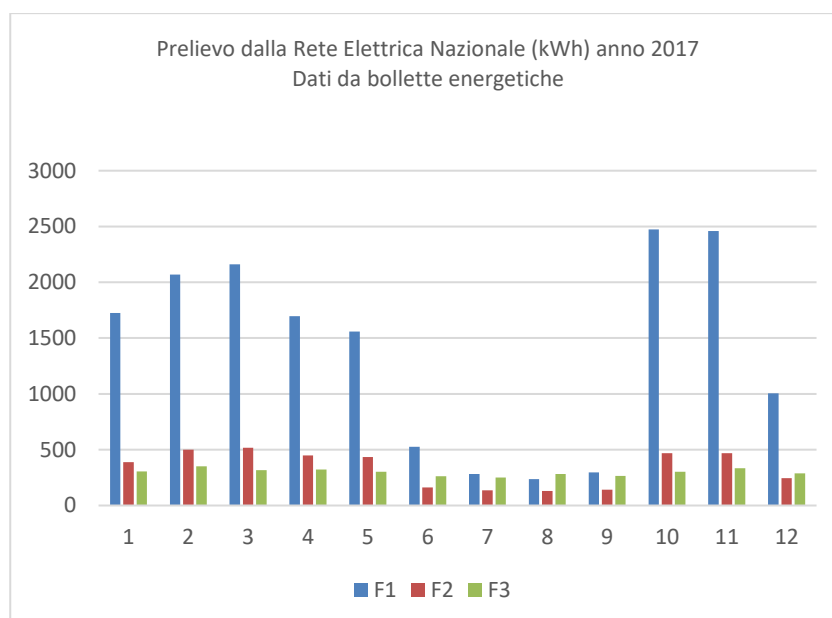
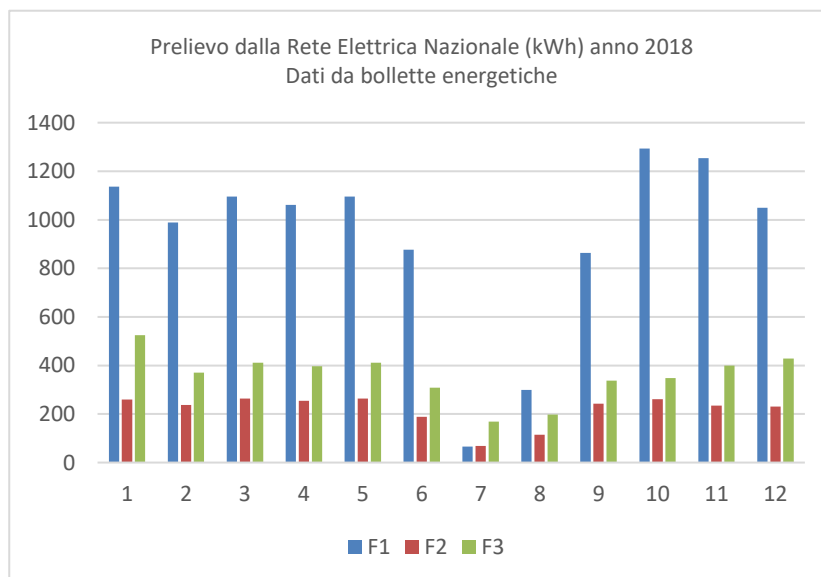


Figura 2: prelievo in KWH del contatore anno 2017

Prelievo dalla Rete Elettrica Nazionale (kWh) anno 2018 Dati da bollette energetiche				
	Consumi F1	Consumi F2	Consumi F3	TOT
gen-18	1136	259	524	1783
feb-18	989	237	371	1702
mar-18	1095	263	411	1770
apr-18	1061	255	397	1195
mag-18	1096	263	411	1418
giu-18	877	189	309	1411
lug-18	66	68	169	362
ago-18	299	115	198	363
set-18	863	242	337	1251
ott-18	1293	261	348	1448
nov-18	1254	235	400	1666
dic-18	1050	231	428	1739
				<b>18000</b>



**Figura 3: prelievo in KWH del contatore anno 2018**

### 5.1.2 Consumi del Teleriscaldamento

Il confronto con i gradi giorno dimostrerà una sostanziale coerenza con le bollette fornite. Il dato più significativo sul quale viene fatta la validazione del modello comunque è il dato riferito al consumo di tutto l'anno.

Lo stabile è dotato di un contatore dedicato al consumo per il riscaldamento ed uno dedicato al consumo per la produzione di acqua calda sanitaria. Al fine di trovare rispondenza tra i consumi reali e la modellizzazione delle caratteristiche termofisiche dell'edificio si sono ripartiti i fabbisogni di energia tenuto conto dei singoli servizi alimentati dai rispettivi scambiatori del teleriscaldamento. I dati di consumo del solo contatore del teleriscaldamento, sono i seguenti:

	Consumo di calorie in Kwh del 2016
<b>gen-16</b>	39918
<b>febb-16</b>	30383
<b>mar-16</b>	26450
<b>apr-16</b>	10828
<b>mag-16</b>	0,00
<b>giu-16</b>	0,00
<b>lug-16</b>	0,00
<b>ago-16</b>	0,00
<b>set-16</b>	5786
<b>ott-16</b>	10785
<b>nov-16</b>	28546
<b>dic-16</b>	35732
<b>TOTALE</b>	<b>181821</b>

	Consumo di calorie in Kwh del 2017
<b>gen-17</b>	37930
<b>febb-17</b>	28738
<b>mar-17</b>	23355
<b>apr-17</b>	9992
<b>mag-17</b>	0,00
<b>giu-17</b>	0,00
<b>lug-17</b>	0,00
<b>ago-17</b>	0,00
<b>set-17</b>	0,00
<b>ott-17</b>	10785
<b>nov-17</b>	28546
<b>dic-17</b>	35732
<b>TOTALE</b>	<b>175080</b>

	Consumo di calorie in Kwh del 2018
<b>gen-18</b>	35358
<b>febb-18</b>	36495
<b>mar-18</b>	35526
<b>apr-18</b>	9539
<b>mag-18</b>	0,00
<b>giu-18</b>	0,00
<b>lug-18</b>	0,00
<b>ago-18</b>	0,00
<b>set-18</b>	0,00
<b>ott-18</b>	9320
<b>nov-18</b>	23359
<b>dic-18</b>	36596
<b>TOTALE</b>	<b>186193</b>

Il parametro più interessante ai fini dell'analisi dei consumi invernali sono i Gradi Giorno (GG), ovvero un parametro che definisce l'andamento delle temperature in una stagione termica. I GG indicano la somma annuale delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura convenzionale fissata a 20°C e la temperatura media esterna giornaliera. I GG definiti dal DPR 412/93 che vengono convenzionalmente presi per il calcolo del fabbisogno termico di un edificio, rappresentano il dato medio su 40 anni.

L'analisi della variabilità delle condizioni climatiche è il presupposto a qualsiasi valutazione del comportamento energetico di un edificio. In primo luogo infatti i consumi termici di un edificio variano al variare delle condizioni climatiche, pertanto ogni variazione non riconducibile all'aumento o alla diminuzione della temperatura esterna dipende da fattori legati all'uso e alla manutenzione dell'edificio. La tabella che segue riporta i dati climatici riferiti al Comune di Cremona e definiti in modo standardizzato dalla normativa vigente.

Dati geografici	
Gradi giorno	2.389 GG
Zona climatica	E
Durata convenzionale della stagione termica	183 giorni
Altitudine sopra il livello del mare	45 m slm
Temperatura esterna	-5 °C
Temperatura esterna estiva a bulbo secco	33°C
Umidità relativa	80 %
Escursione termica giornaliera	12 °C

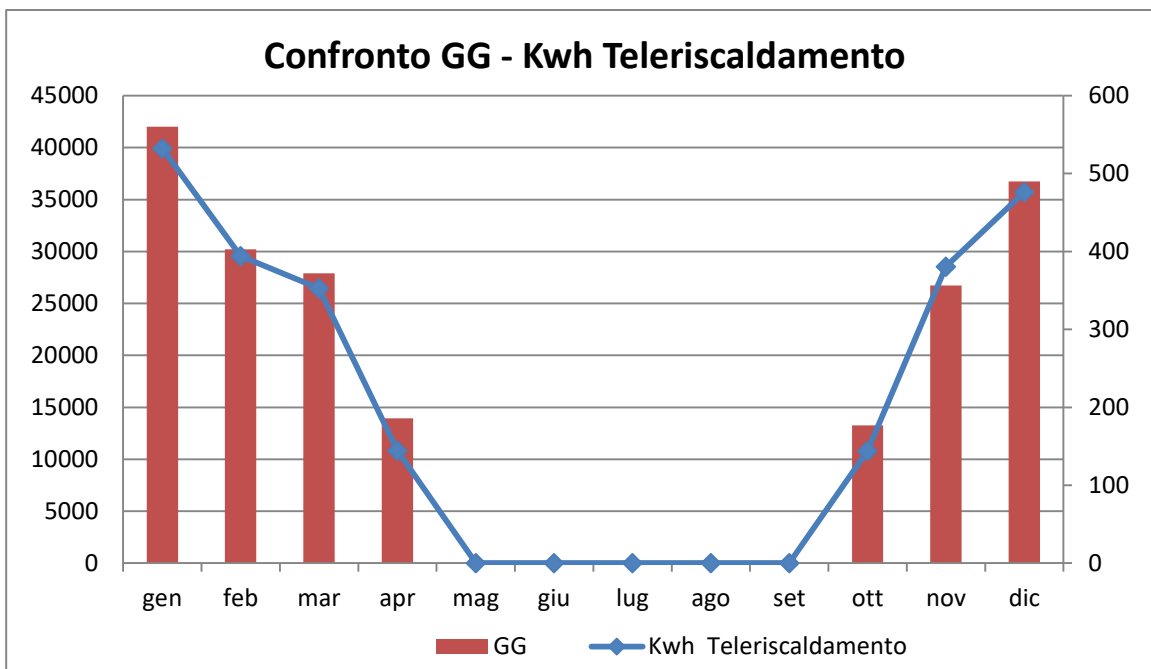
**Figura 4: dati geografici**

Per poter costruire un modello realistico dell'edificio, sono stati valutati gli andamenti delle temperature e dei consumi su base annuale per una annualità. In particolare i consumi sono stati forniti dall'amministrazione comunale mentre le temperature reali rilevate nelle stagioni oggetto d'indagine a Cremona sono stati forniti dall'archivio del sito Meteo.it che raccoglie le serie storiche delle centraline di rilievo della temperatura.

Il modello di calcolo dell'edificio è stato costruito considerando i dati di temperatura registrati nel periodo fra il primo gennaio 2016 e il 31 dicembre 2018, considerato l'arco temporale di tre anni coerentemente al periodo dei consumi rilevati. Sono stati, inoltre, utilizzati i consumi dello stessi anni per validare il modello a confronto.

Il grafico seguente riporta l'andamento dei gradi giorno calcolati nel dettaglio per le annualità menzionate e confrontati con il dato riferito alle calorie, convertite in Kwh, consumate nel medesimo periodo.

Per la leggibilità delle informazioni, si precisa che più è alto il valore del Grado Giorno, più sono basse le temperature invernali nel Comune analizzato. Le calorie utilizzate, sono risultati coerenti con le temperature esterne del periodo e i relativi gradi giorno.



**Figura 5: diagramma di raffronto gradi giorno e consumo in Kwh Teleriscaldamento**

Il confronto nell'andamento fra i gradi giorno e le bollette dimostra un andamento allineato per cui e' possibile utilizzare le bollette per validare il modello che tiene conto delle caratteristiche termo-fisiche dell'edificio.

In relazione alla media dei consumi calcolata sul triennio 2016/2018, sono stati calcolate le Mcal di teleriscaldamento che convertite in Kwh per il riscaldamento, per un totale di mc. 181.031,00. Non è stato possibile fare una rilevazione delle temperature interne durante il periodo invernale in quanto i rilievi sono stati eseguiti nel mese di agosto, mese di non funzionamento dell'impianto stesso.

Le temperature di esercizio ci sono state comunicate dal responsabile dell'impianto.

Dalle informazioni raccolte, come valori di progetto, che la regolazione normalmente è impostata a 21 °C in inverno. L'impianto, gestito con un sistema di telecontrollo, e' regolato per la stagione termica su orari che vanno dalle ore 05.00 alle ore 18.00, esclusi il sabato e la domenica.

I dati riscontrati nella modellazione con l'impostazione indicata hanno fornito come esiti valori coerenti con i consumi delle bollette fornite per cui si ritiene che tale dato sia verificato.

## 6 Dati di base dell'edificio

### 6.1 Informazioni del sito

L'edificio in esame è ubicato nel Comune di Cremona in via Dei Classici, n. 7 come individuato nella mappa seguente.

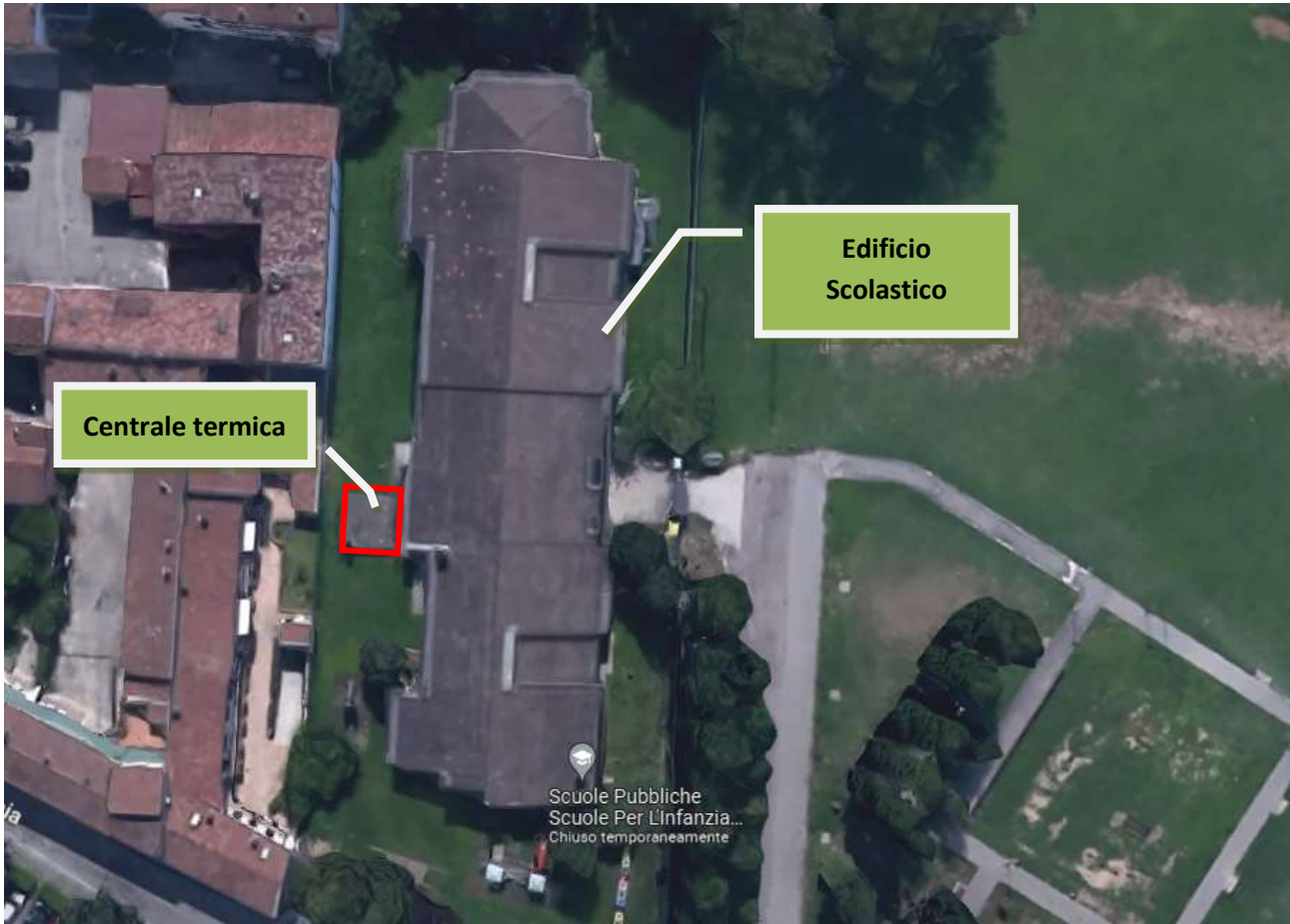


FIGURA 6: IMMAGINE SATELLITARE

Il contesto in cui si colloca l'edificio oggetto di analisi della presente diagnosi in studio è all'interno di un'area urbana prospiciente un parco pubblico. La scuola è costituita da un piano fuori terra, il cui sedime volge parzialmente su un piano cantina e su un piano semiinterrato. Il piano terra copre tutta la superficie interessata dalla scuola mentre nel piano seminterrato sono i locali destinati a cantina e al ricovero della centrale termica. La scuola è divisa in tre aree funzionali: i locali (aule) destinati alle attività didattiche, una grande hall centrale che funziona da collegamento tra i servizi quali il locale mensa, i servizi e gli uffici. Le aule sono allocate nella parte prospiciente il parco e tutte rivolte a est.

Lo stabile in oggetto è stato costruito indicativamente negli anni '70 e non presenta vincolo di carattere paesaggistico e/o architettonico. L'edificio non presenta nessuno altro stabile in adiacenza e non è circondato da altri stabili che portino ad un significativo ombreggiamento.

La scuola, al piano semi-interrato presenta dei locali tecnici di deposito non riscaldati.



**FIGURA 7: VISTA DELL'EDIFICIO DALL'INCROCIO STRADALE VIA VECCHI E VIA DEI CLASSICI.LE PO –VIA OGLIO**

L'impianto di riscaldamento è collocato in una centrale termica posta all'esterno in un corpo di fabbrica fabbricato semiinterrato posto sul lato ovest dell'edificio e completamente distaccato da quest'ultimo. Per la produzione dell'acqua calda sanitaria a servizio del complesso scolastico è presente un generatore dedicato ( scambiatore di calore ), a servizio dei locali wc, del locale mensa e del locale dispacciamento degli alimenti.

Al fine dell'identificazione dei locali confinati e riscaldati segue una numerazione, che troverà rispondenza nell'abaco dei serramenti, nell'abaco dei corpi scaldanti, nell'abaco dei corpi illuminanti e per meglio illustrare lo sviluppo delle distribuzioni interne e la superficie riscaldata complessiva dell'edificio dell'edificio, si riportano la planimetrie delle superfici interessate:

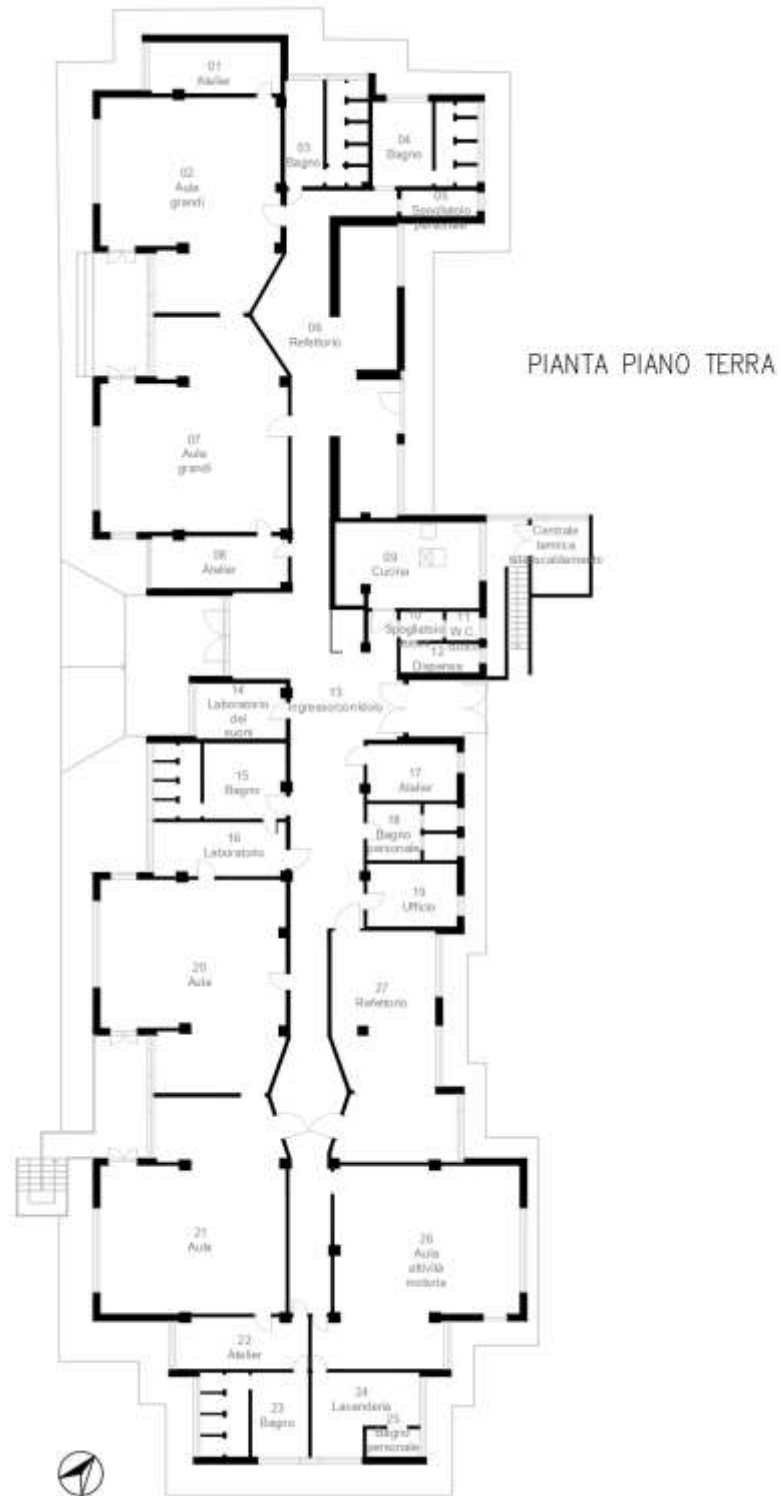


FIGURA 8: PIANTA PIANO TERRA - IDENTIFICAZIONE NUMERICA DEI LOCALI

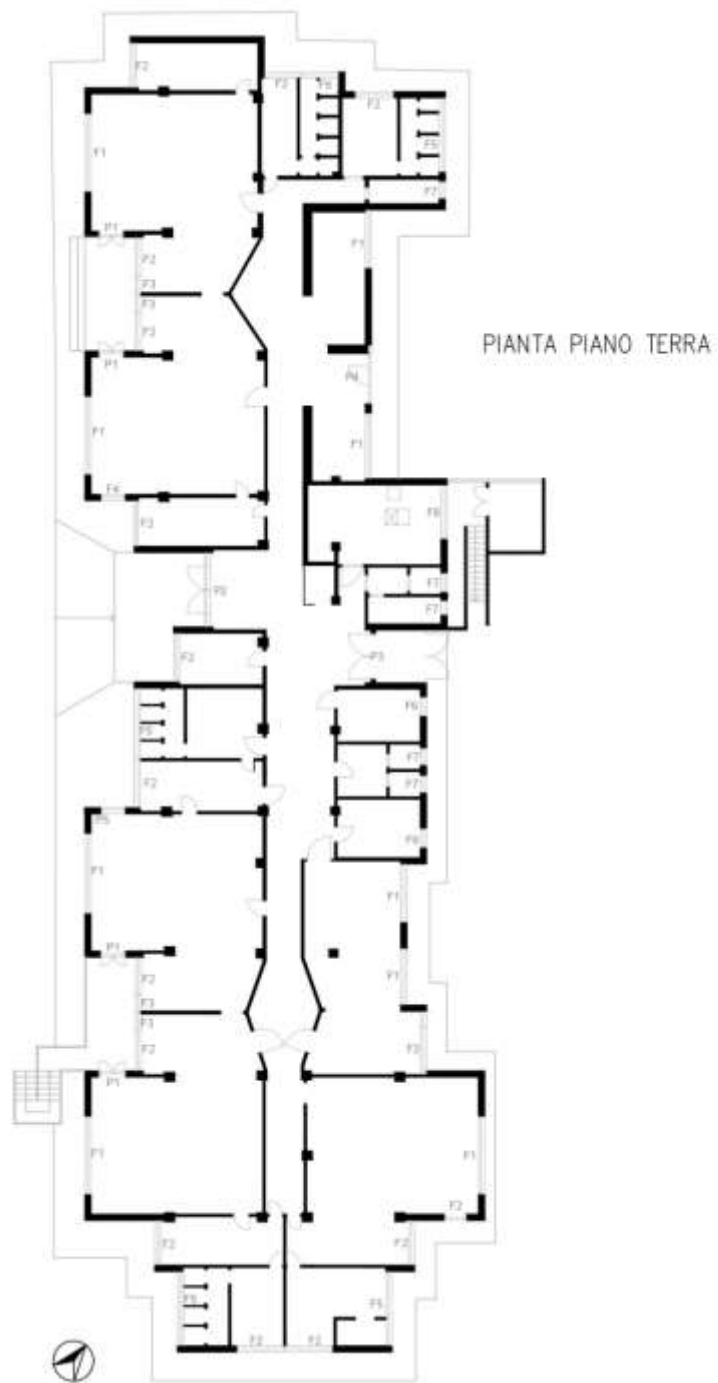


FIGURA 9: PIANTA PIANO TERRA - IDENTIFICAZIONE DELLE FINESTRE NEI LOCALI

## 6.2 L'articolazione geometrica dell'edificio

La tabella seguente disaggrega i dati relativi alle geometrie utilizzate per la modellizzazione dell'edificio.

Scuola pubblica elementare via Dei Classici , 7 - Cremona		
Indicatori	Valori	Definizioni
Superficie pianta	990 [m <sup>2</sup> ]	E' costituita dalla massima proiezione dell'edificio sul piano terreno.
Numero di piani	1	Rappresenta il numero totale di piani riscaldati (fuori terra ed interrati).
Superficie riscaldata	895 [m <sup>2</sup> ]	E' costituita dalla somma delle superfici riscaldate per piano.
Volume riscaldato	3.490 [m <sup>3</sup> ]	E' costituito dal volume totale lordo (inclusivo degli spessori di pareti e solai) riscaldato dell'edificio.
Superficie involucro	2.752 [m <sup>2</sup> ]	E' costituita da tutte le superfici che racchiudono il volume riscaldato, ovvero le pareti verticali perimetrali, la copertura ed il basamento. Queste superfici sono anche dette "Involucro disperdente".
Rapporto S/V medio [1/m]	0,78 [1/m]	Il fattore di forma dell'edificio, ovvero il rapporto fra la superficie dell'involucro e il volume lordo riscaldato, indica una propensione alla dispersione di calore media dovuta alle geometrie. In questo caso si attesta un Rapporto S/V medio.

N° locali	destinazione	superficie
Locale 1	atelier	15,33
Locale 2	aula	75,02
Locale 3	bagno	19,61
Locale 4	bagno	19,48
Locale 5	spogliatoio	4,6
Locale 6/Locale 13	refettorio/ingresso/corridoio	201,64
Locale 7	aula	77,27
Locale 8	atelier	16,41
Locale 9	cucina	27,86
Locale 10/Locale 11	spogliatoio/bagno	5,08
Locale 12	dispensa	5,23
Locale 14	laboratorio	11,28
Locale 15	bagno	22,09
Locale 16	laboratorio	16,38
Locale 17	atelier	11,3
Locale 18	bagno	11,35
Locale 19	ufficio	12,86
Locale 20	aula	77,57
Locale 21	aula	79,32
Locale 22	atelier	15,96
Locale 23	bagno	20,75
Locale 24	lavanderia	15,31
Locale 25	bagno	3,43
Locale 26	aula	76,68
Locale 27	refettorio	53,06
		<b>894,87</b>

FIGURA 10: PIANTA PIANO TERRA – SUPERFICIE UTILE RISCALDATA

### **6.3 Informazioni sulla struttura**

Le stratigrafie murarie sono state ipotizzate sulla base dell'anagrafica dell'edificio e delle indicazioni della committenza e verificate dalle evidenze di sopralluogo.

Nel paragrafo seguente sono descritte nel dettaglio le tipologie costruttive rilevate.

I serramenti sono costituiti da un telaio in alluminio e vetro singolo, tranne che per le vie di fuga poste sul lato est dell'edificio dove sono presenti porte finestre con telaio in alluminio e vetro doppio e aria in intercapedine senza taglio e piuttosto datati.

Complessivamente la struttura disperdente dell'edificio risulta di qualità molto bassa. Infatti, la mancanza di materiale coibente ne riduce notevolmente la performance.

#### 6.4 Abaco delle tipologie costruttive delle pareti verticali

Le parete principale è indicata nell'immagine sottostante come segue:

**parete in mattoni forati, di tipologia a cassa vuota con intercapedine d'aria da cm 32,5.**

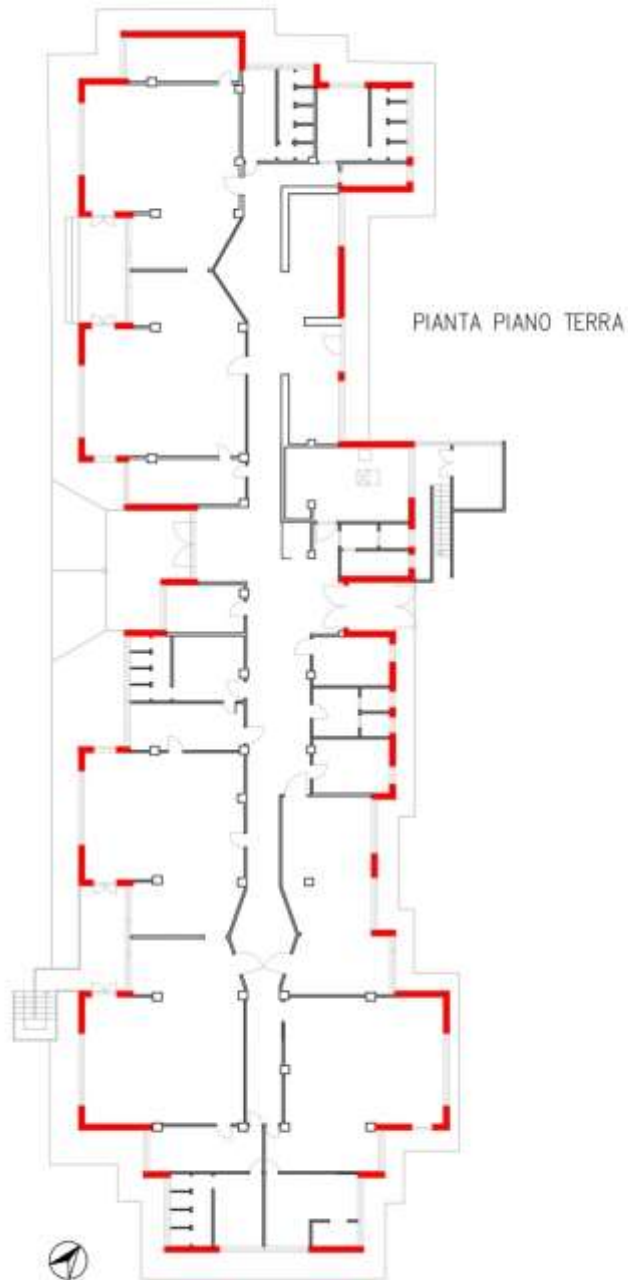
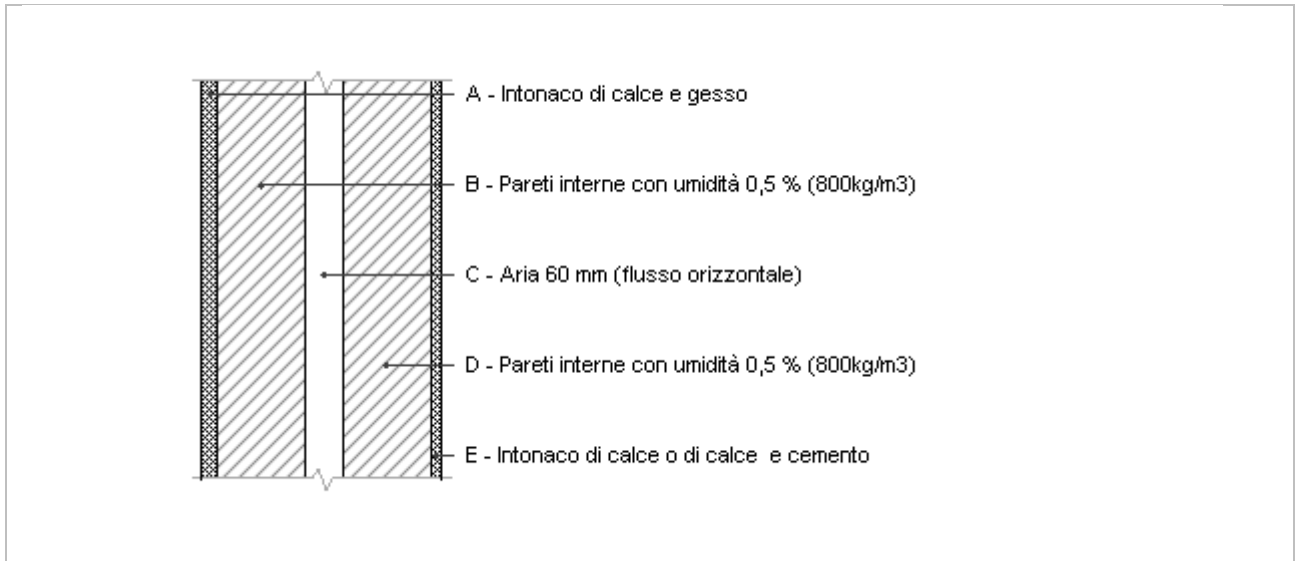


FIGURA 11: PIANTA PIANO TERRA - IDENTIFICAZIONE DELLE PARETI VERTICALI

## 12 Muratura a cassa vuota\_2



Spessore	325,0 mm	Trasmittanza	0,857 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	1,167 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	192 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Parete		
Descrizione	Spessore variabile tra 34 cm e 40 cm in funzione dell'intercapedine		

### Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	20,0	0,700	0,029	1 400	0,84	11,1
B	Pareti interne con umidità 0,5 % (800kg/m <sup>3</sup> )	120,0	0,300	0,400	800	0,84	5,6
C	Aria 60 mm (flusso orizzontale)	50,0	0,330	0,152	1	1,00	1,0
D	Pareti interne con umidità 0,5 % (800kg/m <sup>3</sup> )	120,0	0,300	0,400	800	0,84	5,6
E	Intonaco di calce o di calce e cemento	15,0	0,900	0,017	1 800	0,84	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	325,0		1,167			

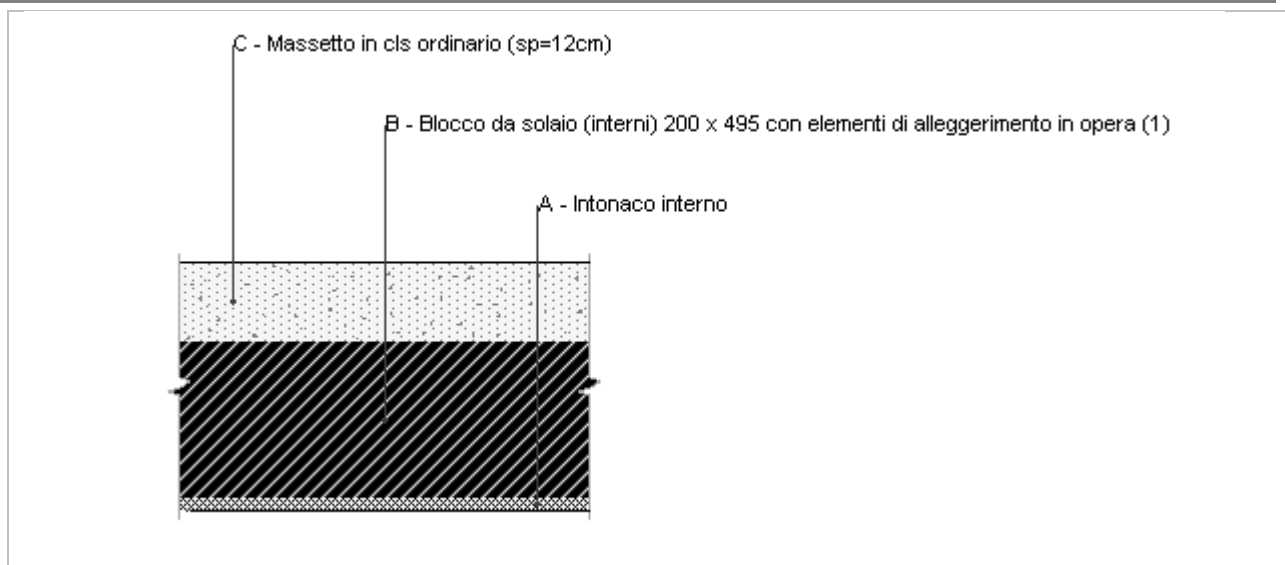
## 6.5 Abaco delle tipologie costruttive Coperture e Pavimento

L'edificio è caratterizzato da 4 tipologie di solai di pavimento e di copertura, ossia:

- TIPOLOGIA 1. La copertura costituita da solaio non praticabile verso ambiente di sottotetto non abitato né riscaldato;
- TIPOLOGIA 2. Il pavimento che da sul terreno;
- TIPOLOGIA 3. Il pavimento costituito da solaio in latero cemento non isolato, verso ambiente non riscaldato (vespaio);
- TIPOLOGIA 4. Il pavimento che su pilotis che da verso l'esterno.

Si riportano di seguito le stratigrafie delle due tipologie di copertura e del pavimento:

### Soffitto non isolato



Spessore	380,0 mm	Trasmittanza	1,504 W/m <sup>2</sup> K
Resistenza	0,665 m <sup>2</sup> K/W	Massa superf.	660 kg/m <sup>2</sup>
Tipologia	Soffitto		
Descrizione			

### Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m <sup>2</sup> K/W	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Intonaco interno	20,0	0,700	0,029	1 400	1,00	11,1
B	Blocco da solaio (interni) 200 x 495 con elementi di alleggerimento in opera (1)	240,0	0,743	0,323	1 800	1,00	0,0
C	Massetto in cls ordinario (sp=12cm)	120,0	1,060	0,113	1 900	1,00	3,3
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
	TOTALE	380,0		0,665			

## Solaio contro-terra in calcestruzzo 1,5-3-10-20

---

### Dati della struttura

Tipologia	345 mm	Disposizione	
Disperde verso	Terreno	Spessore	345 mm
Trasmittanza	2,36 W/(m <sup>2</sup> K)	Capacità termica	
Resistenza	0,42 (m <sup>2</sup> K)/W	Trasmittanza termica periodica	
Valore ricavato da	Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici		
Descrizione			

## Solaio in laterocemento-blocchi collaboranti, esempio 1-[3] 1,5-2-12-(2+24)-2

---

### Dati della struttura

Tipologia	435 mm	Disposizione	
Disperde verso	Esterno	Spessore	435 mm
Trasmittanza	1,34 W/(m <sup>2</sup> K)	Capacità termica	
Resistenza	0,75 (m <sup>2</sup> K)/W	Trasmittanza termica periodica	
Valore ricavato da	Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici		
Descrizione			

## Solaio in laterocemento-blocchi collaboranti, esempio 1-[3] 1,5-2-12-(2+24)-2

---

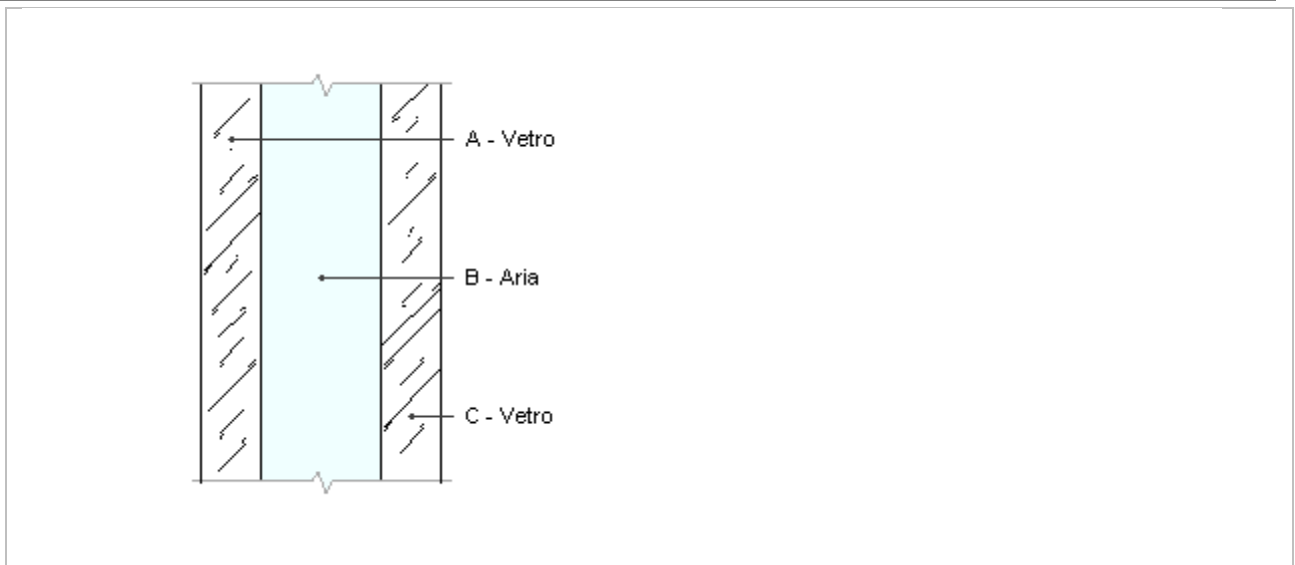
### Dati della struttura

Tipologia	435 mm	Disposizione	
Disperde verso	Zona non riscaldata	Spessore	435 mm
Trasmittanza	1,34 W/(m <sup>2</sup> K)	Capacità termica	
Resistenza	0,75 (m <sup>2</sup> K)/W	Trasmittanza termica periodica	
Valore ricavato da	Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici		
Descrizione			

## **6.6 Abaco delle tipologie di Serramenti**

I serramenti risultano principalmente realizzati con telaio in alluminio , tranne che i serramenti delle vie di fuga che si presentano con un vetro doppio. Per identificarli si utilizza la numerazione riportato sulla planimetria inidcata nel precedente capitolo.

In seguito sono riportate le tabelle che identificano geometrie e caratteristiche fisiche-energetiche di ogni serramento, nonché le caratteristiche dei vetri che li compongono.

**vetro doppio (4-8-4) aria**

Numero lastre	2	Resistenza R	0,325 m <sup>2</sup> K/W
Trasmittanza	3,081 W/m <sup>2</sup> K	Spessore vetro	16,0 mm
Descrizione			

**Stratigrafia**

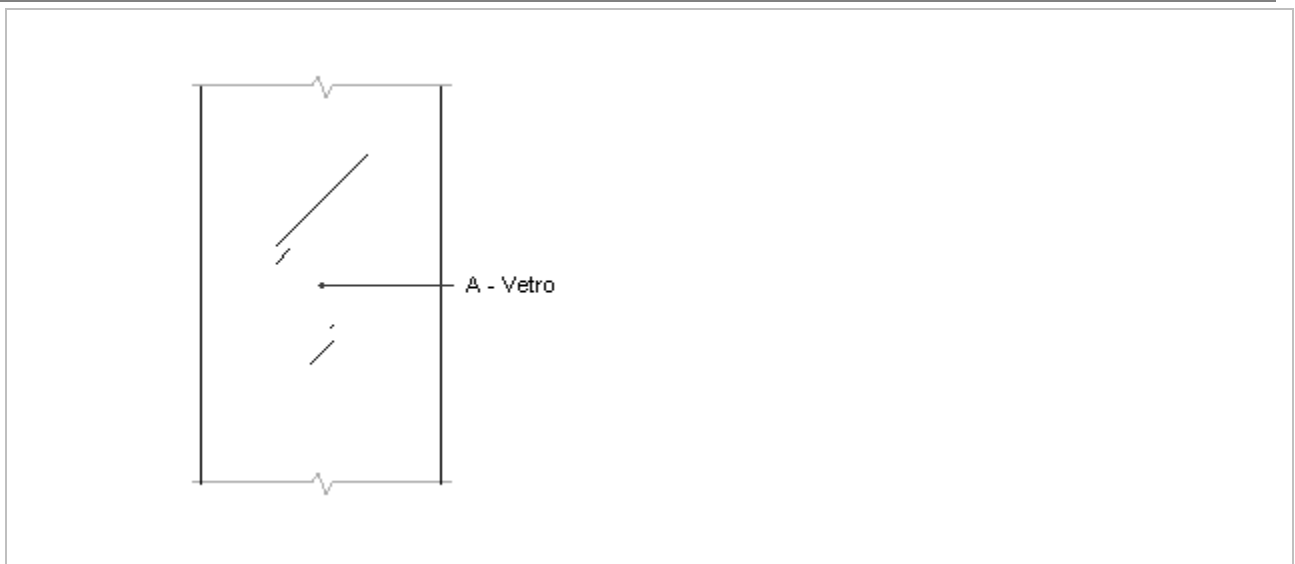
Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Emissività normale interna ε <sub>ni</sub> -	Emissività normale esterna ε <sub>ne</sub> -	Densità ρ Kg/m <sup>3</sup>	Viscosità dinamica μ 10 <sup>-5</sup> kg/ms	Capacità C kJ/(kgK)
Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
A Vetro	4,0	1,000	0,890	0,890	2 500	0,0	0,84
B Aria	8,0	0,025	0,000	0,000	1	1,8	1,01
C Vetro	4,0	1,000	0,890	0,890	2 500	0,0	0,84
Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
TOTALE	16,0						

**Resistenze**

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività normale interna $\epsilon_i$	Emissività normale esterna $\epsilon_{ne}$	Salto termico intercapedine e $\Delta T$ °C	Conduttanza radiativa $h_r$ W/m <sup>2</sup> K	Conduttanza lastra $h_s$ W/m <sup>2</sup> K	Resistenza termica R m <sup>2</sup> K/W
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	0,004
B	Aria	0,837	0,837	15,00	3,702	6,822	0,147
C	Vetro	-	-	-	-	-	0,004
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,040

## vetro singolo



Numero lastre	<u>1</u>	Resistenza R	<u>0,174 m<sup>2</sup>K/W</u>
Trasmittanza	<u>5,746 W/m<sup>2</sup>K</u>	Spessore vetro	<u>4,0 mm</u>
Descrizione	<u></u>		

## Stratigrafia

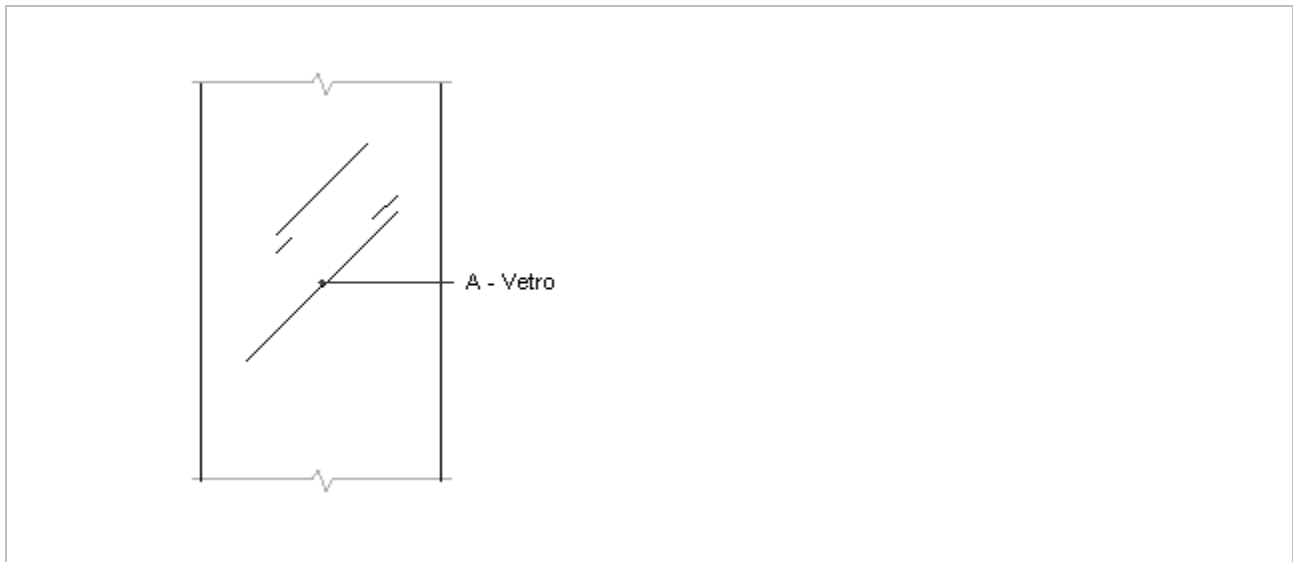
	Strato	Spessore $s$ mm	Conduttività $\lambda$ W/(mK)	Emissività normale interna $\epsilon_{ni}$	Emissività normale esterna $\epsilon_{ne}$	Densità $\rho$ Kg/m <sup>3</sup>	Viscosità dinamica $\mu$ 10 <sup>-5</sup> kg/ms	Capacità C kJ/(kgK)
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
A	Vetro	4,0	1,000	0,890	0,890	2 500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
	TOTALE	4,0						

## Resistenze

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività normale interna $\epsilon_i$	Emissività normale esterna $\epsilon_{ne}$	Salto termico intercapedin e $\Delta T$	Conduttanza radiativa hr	Conduttanza lastra hs	Resistenza termica R
		-	-	°C	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	0,004
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,040

### Vetro singolo 5 mm



Numero lastre	1	Resistenza R	0,175 m <sup>2</sup> K/W
Trasmittanza	5,713 W/m <sup>2</sup> K	Spessore vetro	5,0 mm
Descrizione			

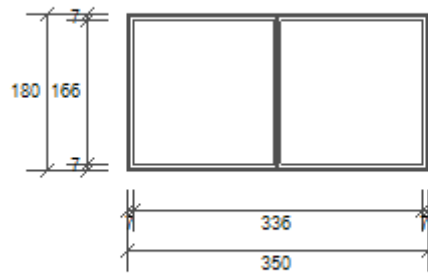
### Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività $\lambda$	Emissività normale interna $\epsilon_{ni}$	Emissività normale esterna $\epsilon_{ne}$	Densità $\rho$	Viscosità dinamica $\mu$	Capacità C
		mm	W/(mK)	-	-	Kg/m <sup>3</sup>	10 <sup>-5</sup> kg/ms	kJ/(kgK)
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
A	Vetro	5,0	1,000	0,890	0,890	2 500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,000	0,000	-	-	-
	TOTALE	5,0						

### Resistenze

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = 0,035, N = 0,38

	Strato	Emissività normale interna $\epsilon_i$	Emissività normale esterna $\epsilon_{ne}$	Salto termico intercapedin e $\Delta T$	Conduttanza radiativa hr	Conduttanza lastra hs	Resistenza termica R
		-	-	°C	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	m <sup>2</sup> K/W
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro	-	-	-	-	-	0,005
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	0,040

**F1- 3500x1800**

Larghezza	L	350 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	5,461 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,839 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	6,300 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	13,220 m
Trasmittanza	Uw	5,354 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5,354 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana
Colore	Pastello

Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura	-
Permeabilità	-
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura $\Delta R$	0,000 m <sup>2</sup> K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

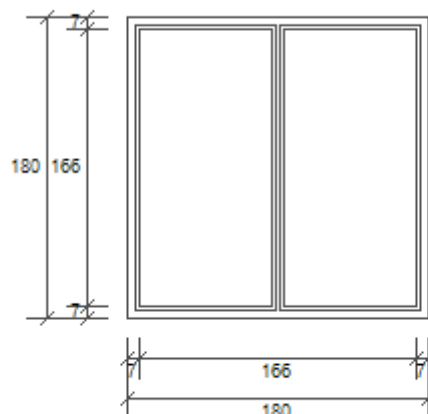
### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	10,6	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune	Cremona
Zona climatica	E
Trasmittanza	5,354 W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza limite	1,400 W/m <sup>2</sup> K
Esito della verifica	NO

## F2-180X180



Larghezza	L	180 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	2,639 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,601 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,240 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	9,820 m
Trasmittanza	Uw	5,200 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5,200 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gI,sh/g,gI -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	7,2	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

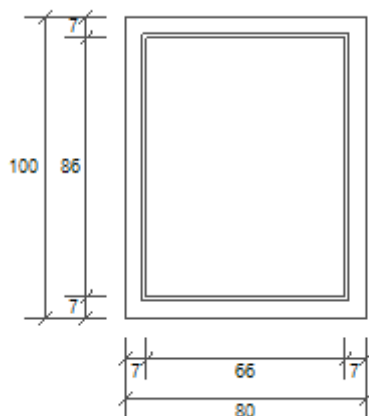
Zona climatica E

Trasmittanza 5,200 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## F3-80X100



Larghezza	L	80 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	0,568 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,232 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	0,800 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	3,040 m
Trasmittanza	Uw	4,890 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,890 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gl,sh/g,gl -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	3,6	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

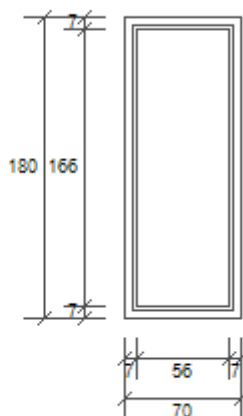
Zona climatica E

Trasmittanza 4,890 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## F4-70X180



Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	0,930 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,330 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,260 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	4,440 m
Trasmittanza	Uw	4,973 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,973 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gI,sh/g,gI -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	5,0	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

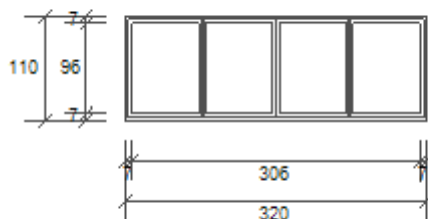
Zona climatica E

Trasmittanza 4,973 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## F5-320X110



Larghezza	L	320 cm
Altezza	H	110 cm
Area del vetro	Ag	2,736 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,784 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,520 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	13,380 m
Trasmittanza	Uw	5,090 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5,090 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gl,sh/g,gl -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	8,6	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

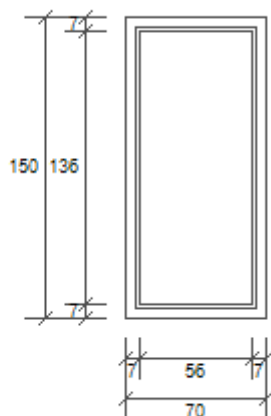
Zona climatica E

Trasmittanza 5,090 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## F6-70 X 150



Larghezza	L	70 cm
Altezza	H	150 cm
Area del vetro	Ag	0,762 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,288 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,050 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	3,840 m
Trasmittanza	Uw	4,937 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,937 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gI,sh/g,gI -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	4,4	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

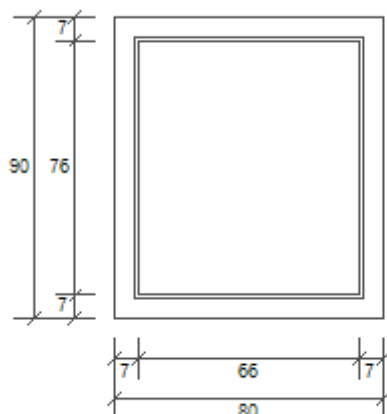
Zona climatica E

Trasmittanza 4,937 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## F7-80X90



Larghezza	L	80 cm
Altezza	H	90 cm
Area del vetro	Ag	0,502 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,218 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	0,720 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	2,840 m
Trasmittanza	Uw	4,829 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,829 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gl,sh/g,gl -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	3,4	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

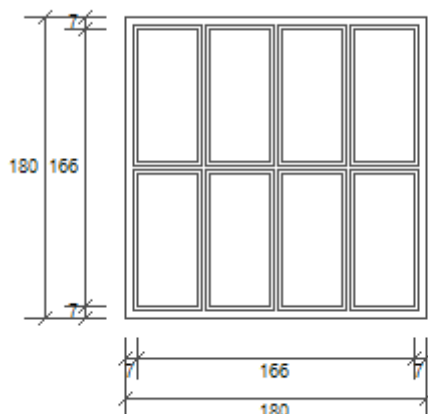
Zona climatica E

Trasmittanza 4,829 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## F8-180X180



Larghezza	L	180 cm
Altezza	H	180 cm
Area del vetro	Ag	2,306 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,934 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,240 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	18,520 m
Trasmittanza	Uw	3,457 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,457 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	3,081 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gI,sh,d	0,58
Fattore di schermatura diretto	g,gI,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gl,sh/g,gl -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	7,2	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

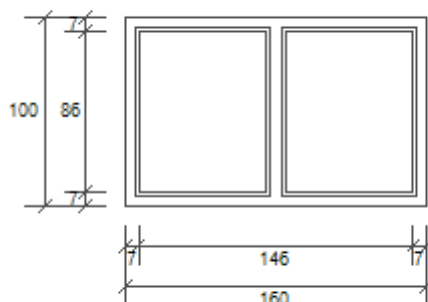
Zona climatica E

Trasmittanza 3,457 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## F9-160X100



Larghezza	L	160 cm
Altezza	H	100 cm
Area del vetro	Ag	1,170 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,430 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	1,600 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	6,160 m
Trasmittanza	Uw	4,929 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	4,929 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Pastello	
Posizione	Schermatura interna	
Trasparenza	Opaca	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,61
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,50

Fattore di schermatura tende g,gI,sh/g,gI -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	5,2	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

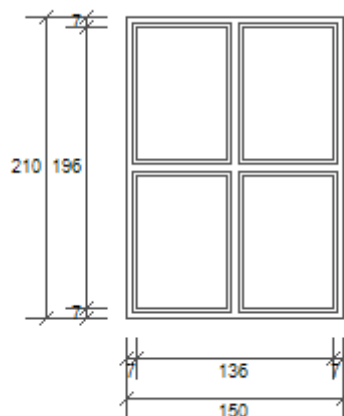
Comune Cremona

Zona climatica E

Trasmittanza 4,929 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

**P1-150X210**

Larghezza	L	150 cm
Altezza	H	210 cm
Area del vetro	Ag	2,344 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,806 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,150 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	12,480 m
Trasmittanza	Uw	3,326 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	3,326 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Doppio vetro normale
Trasmittanza	Ug	3,081 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,750
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-	
Colore	-	
Posizione	-	
Trasparenza	-	
Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-

Fattore di schermatura tende g,gI,sh/g,gI -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

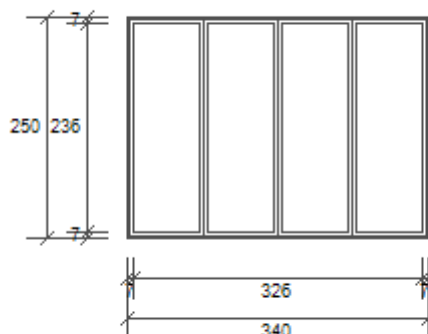
Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	7,2	0,206

## P2-340X250



Larghezza	L	340 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	6,986 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,514 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	8,500 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	24,800 m
Trasmittanza	Uw	5,194 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5,194 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-

Fattore di schermatura tende g,gl,sh/g,gl -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	11,8	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

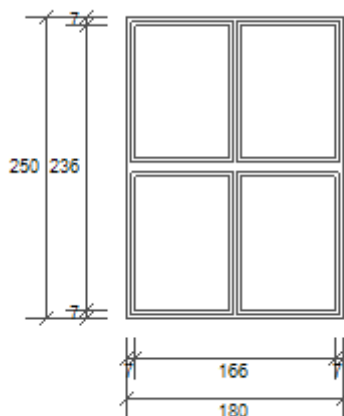
Comune Cremona

Zona climatica E

Trasmittanza 5,194 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

**P3-180X250**

Larghezza	L	180 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	3,448 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,052 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	4,500 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	15,080 m
Trasmittanza	Uw	5,032 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5,032 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,713 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-

Fattore di schermatura tende g,gl,sh/g,gl -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	8,6	0,206

### Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

Comune Cremona

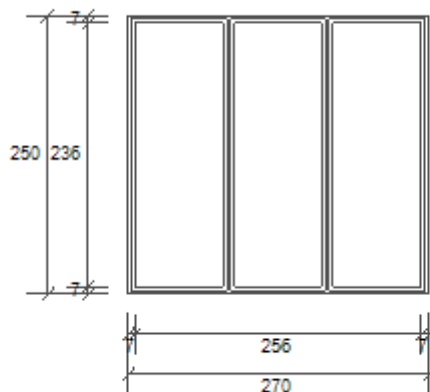
Zona climatica E

Trasmittanza 5,032 W/m<sup>2</sup>K

Trasmittanza limite 1,400 W/m<sup>2</sup>K

Esito della verifica NO

## P4 - 270 X 250



Larghezza	L	270 cm
Altezza	H	250 cm
Area del vetro	Ag	5,570 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	1,180 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	6,750 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	18,880 m
Trasmittanza	Uw	5,231 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5,231 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-

Fattore di schermatura tende g,gI,sh/g,gI -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

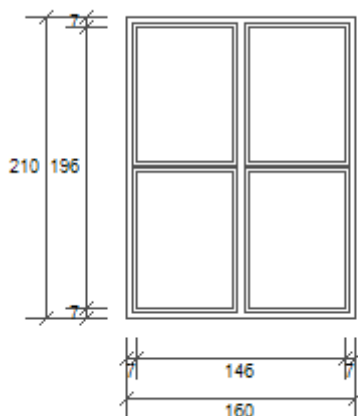
### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	10,4	0,206

**P5 - 160 X 210**

Larghezza	L	160 cm
Altezza	H	210 cm
Area del vetro	Ag	2,570 m <sup>2</sup>
Area del telaio	Af	0,790 m <sup>2</sup>
Area totale del serramento	Aw	3,360 m <sup>2</sup>
Perimetro del vetro	p	13,000 m
Trasmittanza	Uw	5,054 W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	5,054 W/(m <sup>2</sup> K)

**Vetro**

Tipologia	tipo	Vetro singolo
Trasmittanza	Ug	5,746 W/(m <sup>2</sup> K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,850
Emissività	ε	0,837

**Telaio**

Materiale		Metallo
Spessore	sf	14 mm
Tipologia	tipo	Con taglio termico
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m <sup>2</sup> K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,000 W/(mK)

**Schermature mobili**

Tipo schermatura	-
Colore	-
Posizione	-
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	-
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	-

Fattore di schermatura tende g,gI,sh/g,gI -

### Chiusura oscurante

Tipo chiusura -

Permeabilità -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$  0,000 m<sup>2</sup>K/W

### Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

### Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m <sup>2</sup> ] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m <sup>2</sup> K) o W/(mK)
Mur.Cassa vuota - Serramento (Ponte termico)	7,4	0,206

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

## 6.7 *L'impianto termico*

La tabella seguente contiene i dati relativi agli impianti termici installati nell'edificio. La tabella disaggrega le informazioni per specifico sotto-sistema dell'impianto stesso.

Oltre alle informazioni tecniche si riportano i dati relativi allo stile di gestione dell'edificio utilizzate al fine della modellizzazione del sistema edificio-impianto.

### 6.7.1 *La centrale termica: Sottosistema di generazione*

La centrale termica dell'impianto di riscaldamento invernale è costituita da due scambiatori termici che utilizzano l'acqua calda proveniente dalla rete del teleriscaldamento cittadino.



FIGURA 12: FOTO DEL SISTEMA DI GENERAZIONE DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

I dati tecnici delle caldaie (sistema di generazione) sono di seguito riportati:

<b>Generatore riscaldamento 1</b>	
Marca	CIPRIANI
Modello	S/125/36/6/1
Combustibile	ACQUA CALDA DA TELERISCALDAMENTO
Numero generatori	1
Potenza focolare	232,00[kW]
Fluido termovettore	Acqua
Anno di costruzione	1995
Targa impianto	JX5PT79132586103

<b>Generatore riscaldamento 2</b>	
Marca	CIPRIANI
Modello	S/041/19/6/N
Combustibile	ACQUA CALDA DA TELERISCALDAMENTO
Numero generatori	1
Potenza focolare	69,60 [kW]
Fluido termovettore	Acqua
Anno di costruzione	1995
Targa impianto	JX5PT77472240103



**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile



**FIGURA 13: SCAMBIATORE DI CALORE RISCALDAMENTO SCUOLA**

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile



**FIGURA14: SCAMBIATORE PER LA PRODUZIONE DI ACS**

I dati sotto riportati sono quelli dei restanti sottosistemi costituenti l'impianto di riscaldamento invernale.

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

<b>Pompe di circolazione</b>	
Pompa gemellare Generatore 1 [distribuzione riscaldamento scuola]	WILO - DOP 80/160 RPN 10 1.200 [W]
Pompa gemellare Generatore 2 [distribuzione produzione ACS]	LOWARA - NTLM 3/2 70 [W]
<b>Regolazione</b>	
Marca regolazione climatica	LANDIS & GYR - RVL 55
Tipo	Tutti gli altri sistemi di emissione non sono dotati di regolazione ambiente. E' presente la regolazione climatica in numero 3 punti di rilievo
<b>Distribuzione</b>	
Circuiti	Sono presenti 2 circuiti di distribuzione: uno dedicato al riscaldamento ed uno dedicato all'ACS
Posizione tubi	Nel locale caldaia a vista coibentati, in esterno e poi in traccia nelle pareti esterne e nei pavimenti
Coibentazione tubi	presente
<b>Emissione</b>	
Corpi scaldanti	Sono presenti radiatori su tutto il complesso ad eccezione di due locali

**6.7.2 Orari di funzionamento dell'impianto**

La tabella seguente riporta i dati riferiti agli orari di funzionamento dell'impianto.

L'impianto di riscaldamento a servizio delle aule scolastiche e delle loro parti comuni ha un orario differenziato rispetto a quello della palestra.

**ORARI PER AULE SCOLASTICHE E PARTI COMUNI ALLA SCUOLA**

<b>Giorni</b>	h tot /settimana n° 50
orario medio (h/g)	10
GAC (giorni di spegnimento)	2
<b>Gestione</b>	Terzo responsabile
<b>Controllo da remoto</b>	presente



**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

Per tipologia 1 si intendono i radiatori di seguito riportati:



14

**FIGURA 14: RADIATORI TIPOLOGIA 1 IN GHISA**

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

Per tipologia 2 si intendono quelli di seguito riportati:



**FIGURA 2: RADIATORI IN ALLUMINIO**

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

Per tipologia 3 si intendono quelli di seguito riportati:



**FIGURA 16: RADIATORI IN ACCIAIO**

Si riportano di seguito i radiatori presenti in ogni stanza

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

Locale	Tipo	Numero	Potenza singolo elemento	Potenza totale W
1	R4	1	170	3060
2	R3	3	136	10200
3	R5	1	136	2312
4	R5	1	136	1360
4	R7	1	136	2448
5	R7	1	170	2040
6	R9	2	136	7616
7	R3	7	136	23800
8	R2	1	136	2720
9	R2	1	136	3808
11	R10	1	136	816
13	R1	2	170	8500
13	R11	1	170	3400
14	R20	1	136	2040
15	R19	1	90	2970
16	R18	1	136	3128
17	R12	1	170	1700
18	R14	1	136	1496
18	R14	1	80	640
19	R12	1	170	1700
20	R3	3	136	10200
21	R3	3	136	10200
22	R16	1	100	2100
23	R5	1	136	2312
23	R6	1	136	1360
24	R7	1	136	2448
25	R17	1	70	350
26	R3	2	136	6800
26	R9	2	136	7616
26	R16	1	136	2856
27	R9	2	136	7616
27	R15	1	136	1632
			tot	<b>141244</b>

La potenza totale del sottosistema di emissione presente è pari a 141,24 kW.

## 6.8 Illuminazione

Nell'edificio sono presenti i seguenti sistemi di illuminazione di diversa tipologia



**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile



L1



L2



L3



L4



L5



L6

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile



L7



L8



L9

**FIGURA 17 : CORPI ILLUMINANTI PRESENTI**

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

L'illuminazione è stata codificata nel seguente modo:

Cod	Tipo	Potenza W
L1	4 neon x 18 W	72
L2	2 neon x 36 W	72
L3	2 neon x 36 W	72
L4	1 neon x 60 W	60
L5	1 neon x 80 W	40
L6	2 neon x 60 W	80
L7	2 neon x 40 W	80
L8	2 neon x 40 W	80
L9	2 neon da 60 w	120

Si riportano di seguito le lampade di ogni locale:

Locale	Tipo	Numero	Potenza singolo elemento	Potenza totale
1	L1	2	72	144
2	L2	7	72	504
3	L3	2	72	144
4	L3	2	72	144
5	L4	1	60	60
6	L5	6	40	240
7	L2	7	72	504
8	L1	2	72	144
9	L6	2	80	160
10	L7	1	80	80
11	L7	1	80	80
12	L8	1	80	80
13	L1	7	72	504
14	L9	1	120	120
15	L1	2	72	144
16	L4	2	60	120
17	L9	1	120	120
18	L4	3	60	180
19	L9	1	120	120
20	L2	7	72	504
21	L2	7	72	504
22	L1	2	72	144
23	L4	2	60	120

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

Locale	Tipo	Numero	Potenza singolo elemento	Potenza totale
24	L4	2	60	120
25	L4	1	60	60
26	L1	5	72	360
27	L1	3	72	216

## 7 I principali punti di carenza rilevati nell'edificio

Da una prima analisi dei parametri costruttivi dell'edificio è possibile evidenziare i problemi, o meglio punti di carenza, indicati in seguito con una breve descrizione. L'involucro dell'edificio è stato realizzato negli anni settanta, nel quale non vigeva ancora la prima normativa sull'isolamento termico degli edifici ( L. 373/76).

### 7.1 Pareti

Le strutture opache verticali non presentano alcun tipo di isolamento. Le pareti esterne sono state realizzate con mattoni forati e intercapedine d'aria di tipologia a cassa vuota. Queste soluzioni risultano poco efficaci da un punto di vista energetico in quanto non permettono una corretta risoluzione dei ponti termici e non rappresentano una tecnologia adeguata rispetto alla protezione dalla dispersione del calore. L'assenza di coibente incide negativamente sulla performance complessiva del tamponamento. Un vantaggio evidente dell'involucro è annettibile alla tipologia di sviluppo delle superfici murarie tali da permettere con facilità eventuali interventi di cappottatura termica esterna. Risultano molteplici i ponti termici evidenti nell'edificio analizzato. Tutti i solai di copertura disperdono linearmente verso l'esterno nel punto di attacco fra gli stessi e la parete verticale. Alcuni di questi ponti termici risultano risolvibili, in altri casi la risoluzione è tecnicamente più complessa.

### 7.2 Serramenti

I serramenti hanno un telaio in alluminio e vetro singolo, ad eccezione dei serramenti utili a garantire le vie di fuga, anch'essi in alluminio e con camera d'aria di 8mm. con taglio termico in metallo. Questi componenti finestrati presentano quindi una carenza strutturale notevole dal punto di vista energetico.

### 7.3 Copertura e solaio di pavimento

Non risultano in nessun modo isolati la copertura e il solaio di pavimento, seppur esposti verso ambienti non riscaldati ( cantine ) e in condizioni di scambio termico più favorevole rispetto all'ambiente esterno. Per tale elementi sarebbe particolarmente utile e vantaggioso l'introduzione della coibentazione.

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

**7.4 Impianto termico**

L'attuale impianto termico, costituito da scambiatori di calore, risulta di scarsa qualità e datato. L'assenza di un sistema di regolazione per ambiente, unitamente alla sola presenza di un sistema di termoregolazione di zona di tipo on/off, non permette un'efficiente utilizzo dell'impianto termico creando squilibri termici evidenziati anche dagli utilizzatori finali. Non è presente inoltre un'ottimizzazione dei circuiti con annessa corretta regolazione degli orari di funzionamento delle varie zone.

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

## 8 Il modello di simulazione dell'edificio

Il modello teorico costruito sull'analisi dell'esistente è la base su cui vengono modificate le caratteristiche termofisiche dell'involucro a seconda degli interventi ipotizzati e rispetto alla quale è possibile valutare il comportamento dell'edificio alle nuove condizioni.

Sulla base del modello ipotizzato e sulla base delle bollette fornite è stato fatto un raffronto al fine di validarne la simulazione. Nel modello matematico sono state inserite le temperature esterne reali del comune di Cremona relative al periodo per il quale erano disponibili i consumi reali di bolletta di seguito riportati (triennio 2016 – 2017 – 2018).

Sono stati quindi estratti i consumi reali dalle bollette e i consumi stimati dal modello per la stagioni termiche riferite agli anni 2016, 2017 e 2018

Sono stati quindi confrontati il modello con le relative bollette sia per il TLR che per il consumo di energia elettrica.

TLR -Totale mediato dei consumi effettivi da bolletta, stagione 2016-2017-2018	TLR	207.662 Kwh
Totale consumi stimati dal modello matematico EC		206.308 Kwh
<b>Entità percentuale dello scarto rilevato fra modello e bollette</b>		<b>3.23%</b>

E.E. - Totale mediato dei consumi effettivi da bolletta, stagione 2016-2017-2018		17.075 Kwh
Totale consumi stimati dal modello matematico EC		17.648 Kwh
<b>Entità percentuale dello scarto rilevato fra modello e bollette</b>		<b>3.36%</b>

Poiché al fine di validare un modello normalmente si ritiene che soddisfacente uno scarto con le fatture energetiche che risulti inferiore al +/- 5%, il modello dell'edificio si considera validato. Si suggerisce comunque per permettere un maggiore affinamento del modello di prevedere per le prossime stagioni termiche una campagna di misure della temperatura interna in alcuni locali a campione in modo da ricostruire correttamente il profilo di temperatura interno.



## 9 Suggerimenti di miglioramento dell'efficienza energetica

### 9.1 Gli interventi di miglioramento analizzati

La tabella seguente riporta i dati relativi alla simulazione di alcuni interventi di retrofit analizzati per l'edificio.

SIMULAZIONE CON TERMOLOG		
Intervento di efficientamento	Consumo Teleriscaldamento	Consumo di en.elettrica
	Kwh	kWh
<b>Condizione attuale</b>	<b>214.370</b>	<b>17.648</b>
1. Coibentazione pareti verticali, pavimento e coperture	62.380	16.817
2. Sostituzione finestre	180.934	17.465
3. Sostituzione impianto e introduzione della termoregolazione	180.070	17.591
4. Installazione di impianto fotovoltaico		3.979
6. Intervento cumulativo (1+2+3+4)	<b>35.798</b>	<b>3.382</b>

### 9.2 Parametri per lo studio di fattibilità degli interventi

Sono state fatte le valutazioni energetiche delle azioni di retrofit identificate nell'elenco precedente e per ognuna delle azioni previste sono state valutate le seguenti grandezze economiche, al fine di realizzare uno studio di fattibilità. I parametri e le definizioni coinvolte nello studio di fattibilità sono i seguenti:

- **Investimento iniziale**

Rappresenta l'ammontare dei costi necessari a effettuare l'investimento previsto. Ai fini dei piani economici esposti di seguito, l'investimento si intende come **costo dell'intervento IVA inclusa**.

Nel caso in cui l'investimento venga speso a fine lavori l'investimento iniziale è tutto attribuito all'anno zero, mentre se l'investimento è finanziato o rateizzato l'investimento iniziale viene diviso in più rate ognuna attribuita all'anno in cui viene effettuata la spesa. Ogni quota viene attribuita sulla base dell'effettivo flusso di cassa per cui viene imputata ad ogni anno la rata versata in quel periodo opportunamente attualizzata. L'investimento iniziale può comprendere il totale costo di un bene o solo una sua parte sulla base della valutazione che si sta facendo.

- **Costo dell'intervento**

Nella valutazione dei costi ci si riferisce a tutte le voci di spesa che sono connesse con il lavoro valutato, per cui in questo conteggio vanno considerati sia i costi iniziali che i costi di manutenzione se legati all'introduzione della nuova tecnologia.

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

- **Benefici dell'investimento**

Il calcolo dei benefici di un intervento migliorativo viene ottenuto trasformando il dato di risparmio energetico in valore economico.

- **Tasso di sconto**

Il tasso di sconto è tecnicamente il fattore che permette di attualizzare i flussi di cassa. L'attualizzazione è il processo che permette di fare una valutazione economica che tenga presente anche il valore di una cifra nel tempo.

- **Costo dell'energia**

Nella valutazione economica è necessario stimare i benefici economici del risparmio energetico. Questi benefici nascono dalla valutazione tecnica del risparmio in kWh/m<sup>3</sup> anno e dal costo al kWh dell'energia. Il costo dell'energia va rivalutato negli anni successivi all'anno di investimento ipotizzando un andamento progressivo fisso percentuale nel tempo.

- **VAN (Valore attuale netto)**

Il VAN rappresenta la somma dei flussi di cassa di ogni anno compreso nella durata dell'investimento, attualizzati all'anno in cui si sta facendo la valutazione tenendo conto di tasso di inflazione, tasso di crescita del costo dell'energia e tasso di sconto reale.

$$VAN = \sum_{j=0}^T \frac{FC_j}{(1+r)^j}$$

- **Payback time (Tempo di ritorno)**

Il Payback time (PT) è il numero minimo di anni per il quale il VAN è zero.

- **Indice di profitto(IP)**

L'indice di profitto raffronta i benefici e i costi per individuarne il rapporto e viene calcolato come

$$IP = \frac{\sum_{j=0}^T \frac{B_j}{(1+r)^j}}{\sum_{j=0}^T \frac{C_j}{(1+r)^j}}$$

- **Tasso di rendimento interno (TIR)**

Il TIR è il valore del tasso di sconto  $r$  per cui il VAN è 0 nel periodo di investimento.

$$VAN = \sum_{j=0}^T \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} = 0$$

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

### 9.3 Tariffe utilizzate nel calcolo del risparmio energetico

Nelle valutazioni economiche è stato ipotizzato un prezzo del teleriscaldamento riferito all'ultimo quadrimestre dell'anno 2022, riscontrato dalle tariffe fornite dal produttore locale (Linea Green) pari a **0,213297 €/Kwh**. Tale costo è stato stimato partendo dalle bollette in possesso relative all'ultimo anno. Tali bollette presentano un costo al Kwh, che alla luce degli ultimi accadimenti di carattere nazionale ed internazionali è risultato triplicato rispetto all'anno 2016.

Nelle valutazioni economiche è stato ipotizzato un prezzo medio dell'energia elettrica pari a **20 c€/kWh**. Tale costo è stato stimato partendo dalle bollette in possesso relative all'ultimo anno e cioè all'anno 2018, anno in cui la scuola è stata dismessa per problemi strutturali. Tali bollette presentano un costo al chilowattora oscillante fra 19 e 23 c€/m<sup>3</sup> comprensivo di costo vivo e oneri.

Tali costi si è stimato possano essere soggetti inoltre ad un **aumento progressivo annuo pari al 5% a fronte di un tasso di attualizzazione pari al 6%**. Chiaramente a fronte di un aumento del costo dell'energia più elevato il ritorno economico risulterà più significativo.

Tali valori sono stati stimati sulla base di:

- Per l'energia è stato calcolata la variazione percentuale media dal 2016 al 2018 del costo del Teleriscaldamento sulla base dei dati storici dell'ente fornitore
- Per il tasso di sconto come media dei tassi di sconto bancari dai dati storici della Banca d'Italia degli ultimi 10 anni
- Per il tasso di inflazione come media dei tassi di inflazione degli ultimi 10 anni

### 9.4 Risultati analisi economica

Si riportano qui di seguito le azioni verificate e i risultati economici. Si sottolinea che le stime economiche vanno considerate facendo riferimento alle voci computate e oggetto di futura assegnazione dei lavori e potranno essere soggette a variazione per ribassi e a consuntivo dei piani economici formulati precedentemente.

#### 9.4.1 Azione 1: Riqualficazione strutture opache

L'azione prevede la coibentazione di tutta la copertura con l'utilizzo di 14 cm di lana di roccia (conduttività termica pari a 0,036 W/mK), l'isolamento del pavimento con pannelli di poliuretano di spessore pari a 12 cm all'intradosso del solaio (conduttività termica pari a 0,023 W/mK), dell'isolamento delle pareti verticali con uno strato di lana di roccia all'interno, finito con doppia lastra di cartongesso dello spessore di 4 cm (conduttività termica pari a 0,036 W/mK) e con una lastra di silicato di calcio in intercapedine (conduttività termica pari a 0,045 W/mK) e mattoni in leca a bassa conduttività.

Quest'ultimo intervento viene effettuato su tutte le pareti esterne.

L'introduzione di un cappotto, posto tra la muratura portante e lo strato di finitura costituito da forati di 12 cm, porta anche a un sensibile miglioramento di buona parte dei ponti termici presenti (attacco solaio-parete, attacco copertura-parete, angoli, attacco serramento-parete, soglie serramenti).

Dal punto di vista economico si ottengono i seguenti risultati:

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

Descrizione	Coibentazione pareti verticali, pavimento e copertura
Investimento iniziale [€]	€ 292.024
Benefici [€/anno]	€ 31.404
Incremento costo dell'energia annuo [%]	5,0%
Tasso di sconto [%]	6,0%
Durata investimento [anni]	25
VAN [€]	<b>€ 399.604</b>
Payback time [anni]	<b>10</b>
IP [-]	2,4
TIR [%]	9%

La valutazione economica presuppone l'accesso all'incentivo DM 16.02.2016 detto Secondo Conto Termico, pari ad un recupero del 65% in rispondenza ai requisiti per la trasformazione degli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero", che alla luce della normativa successiva, il recupero è considerato pari al 100% per gli edifici scolastici, nel rispetto dei massimali riferiti alla superficie calpestabile e riscaldata e al tetto massima di spesa per questo tipo di edificio. L'accesso a tale incentivo prevede il rispetto in dettaglio delle relative Regole Applicative. Nella fattispecie per ogni tipologia di intervento sono previsti parametri e tetti di spesa massima.

**9.4.2 Azione 2: Sostituzione serramenti**

L'azione prevede la sostituzione dei serramenti a vetro singolo di tutti i serramenti quali porte e uscite di sicurezza presenti:

I serramenti verranno sostituiti con serramenti di nuova generazione con vetri basso-emissivi e con trasmittanza riferita all'intero serramento pari a  $U_w 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , contestualmente alla risoluzione dei ponti termici dei serramenti sia nel punto di attacco dei serramenti che di soglia.

Dal punto di vista economico si ottengono i seguenti risultati:

Descrizione	Sostituzione serramenti
Investimento iniziale [€]	€ 99.172
Benefici [€/anno]	€ 6.908
Incremento costo dell'energia annuo [%]	5,0%
Tasso di sconto [%]	6,0%
Durata investimento [anni]	25
VAN [€]	<b>€ 52.978</b>
Payback time [anni]	<b>16</b>
IP [-]	1,5
TIR [%]	4%

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

La valutazione economica presuppone l'accesso all'incentivo DM 16.02.2016 detto Secondo Conto Termico, pari ad un recupero del 40%. L'accesso a tale incentivo prevede il rispetto in dettaglio delle relative Regole Applicative; nella fattispecie per ogni tipologia di intervento sono previsti parametri e tetti di spesa massima tali per cui la percentuale del 40% potrà subire variazioni al ribasso. Nella fattispecie, detto intervento, rientrando in un progetto di riqualificazione energetica così definito dalla normativa quale NZEB, gode del contributo del 100% perché ha interessato un edificio scolastico

**9.4.3 Azione 3: Riqualificazione impianto termico**

L'azione prevede:

- La sostituzione dell'attuale scambiatore di calore di calore con uno scambiatore di calore di potenza pari ad 1/5 rispetto a quello esistente, alimentato dal teleriscaldamento urbano di potenza pari a 40 Kw;
- Introduzione della termoregolazione elettronica in tutti gli ambienti;
- Introduzione di un sistema di telecontrollo remoto in centrale termica al fine di ottimizzare i tempi di accensione e di spegnimento dell'impianto termico;
- Sostituzione dell'attuale scambiatore di calore con uno uno scambiatore di calore della potenza di 15 Kw a servizio della produzione di ACS e relativi accumulo.

Dal punto di vista economico si ottengono i seguenti risultati:

Descrizione	Sostituzione del sistema di generazione e introduzione della termoregolazione
Investimento iniziale [€]	€ 156.633
Benefici [€/anno]	€ 9.399
Incremento costo dell'energia annuo [%]	5,0%
Tasso di sconto [%]	6,0%
Durata investimento [anni]	25
VAN [€]	<b>€ 7.137</b>
Payback time [anni]	<b>25</b>
IP [-]	1
TIR [%]	0%

La valutazione economica dei singoli interventi e dell'intervento globale presuppone l'accesso all'incentivo DM 16.02.2016 detto Secondo Conto Termico, pari ad un recupero del 65% ( 100% per gli edifici scolastici) dell'investimento perché sussistono le condizioni progettuali per realizzare l'intervento di riqualificazione energetica dell'edificio con la classificazione energetica finale NZEB. L'accesso a tale incentivo prevede il rispetto in dettaglio delle relative Regole Applicative. Nella fattispecie la tipologia di intervento con classificazione NZEB prevede il parametro di € 575/mq per la zona climatica E e per un tetto massimo di spesa di € 1.750.000.

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile**9.4.4 Azione 4: Intervento cumulativo (1+2+3) + intervento di installazione di impianto fotovoltaico.**

L'azione 4 prevede la contestuale realizzazione dei precedenti 3 interventi oltre all'introduzione di un impianto fotovoltaico che soddisfa abbondantemente il fabbisogno di energia elettrica, per una quota pari all'80% circa. Nel progetto di riqualificazione dell'intero quartiere, che gode di contributi PNRR, è prevista l'integrazione di detto impianto alla successiva realizzazione di una comunità energetica a servizio degli edifici di proprietà comunali esistenti che non possono dotarsi delle rinnovabili perché vincolati.

**ANALISI DELLA QUALITÀ TECNICA: CALCOLO DELL'INCREMENTO DELLE PRESTAZIONI**

L'analisi della qualità tecnica dell'investimento è effettuata considerando:

- per determinare i valori di prestazione dell'Ape pre-intervento simulato, da registrare prima dell'inizio lavori
- per determinare i valore di prestazione post-intervento l'APE simulato (allegato alla presente relazione)

Dai due attestati si ottengono i valori riportati in tabella seguente.

Intervento	Unità di Misura	PRE-INTERVENTO	POST-INTERVENTO	Riduzione
Fabbisogno Energetico Annuale in uso standard ( $Q_{nren}$ )	kWh anno	350.885	30.913	319.972
Indice di prestazione globale non rinnovabile ( $EP_{gl,nren}$ )	kWh/m <sup>2</sup> anno	392	34	91%
Indice di prestazione globale totale ( $EP_{gl,tot}$ )	kWh/m <sup>2</sup> anno	567	52	91%
Indice di emissione di CO <sub>2</sub>	kg/m <sup>2</sup> anno	139,1	11,90	91%
CLASSE ENERGETICA	-	E	A3 NZEB	

Superficie Utile	m <sup>2</sup>	895
------------------	----------------	-----

Entrambi gli attestati ante-operam e post-operam sono stati simulati utilizzando il modello di calcolo rispondente ai requisiti minimi L.90/2013 e s.m.i

In fase di certificazione finale l'ape post-operam sarà registrato presso il catasto energetico della Lombardia e potrà, pur rispettando i requisiti richiesti per la certificazione energetica di un edificio NZEB, non trovare riscontro con l'ape inizialmente simulato con i requisiti minimi nazionali.

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile**PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

**PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO**

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.



FIGURA 3: STATO DI FATTO E DI PROGETTO IN CONDIZIONI STANDARD - CONFRONTO

**Comune di CREMONA**

Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

**ANALISI DELLA QUALITÀ ECONOMICA: STUDIO DI FATTIBILITÀ**

Stimando una durata dell'investimento di **25 anni** e utilizzando l'accesso all'incentivo previsto dal Decreto Ministeriale 16.02.2016 detto Secondo Conto Termico, si prospetta per il comune di Cremona uno studio di fattibilità economica dell'investimento.

La valutazione economica presuppone l'accesso all'incentivo DM 16.02.2016 detto Secondo Conto Termico, pari ad un recupero del 65% dell'investimento (a seguito delle recenti introduzioni normative al 100% perché trattasi di edificio scolastico). L'accesso a tale incentivo prevede il rispetto in dettaglio delle relative Regole Applicative; nella fattispecie l'intervento di riqualificazione energetica preso in esame è rispondente ai requisiti richiesti per la trasformazione degli edifici esistenti in edifici "edifici a energia quasi zero".

**Lo studio di fattibilità è sostenuto economicamente, inizialmente, dall'incentivo di cui l'edificio è risultato assegnatario a seguito della partecipazione Bando PINqA (fondi PNRR).**

L'accesso al Conto Termico 2.0 contribuirà a sostenere per una quota importante il piano economico per la parte riferita alla sola efficienza energetica; le rimanenti parti dedicate all'efficienza energetica, seppur in misura minore, godranno dei fondi europei per i quali saranno rispettate le regole di cumulabilità previste dal decreto stesso (art 12 comma 3 del decreto): *"Limitatamente agli edifici di proprietà della pubblica amministrazione e da essa utilizzati, [...] gli incentivi di cui al di cui al presente decreto sono cumulabili con incentivi in conto capitale, anche statali, nei limiti di un finanziamento complessivo massimo pari al 100% delle spese ammissibili, ad esclusione delle cooperative di abitanti e delle cooperative sociali"*. I piani economici finora illustrati, sono dedotti dalle voci computate per la realizzazione della nuova scuola mediante la demolizione e ricostruzione, ma riferite ai parametri geometrici di quella esistente; A seguito della definizione della superficie utile riscaldata dell'edificio esistente, calcolata in mq 895, tenuto conto che il massimale per gli edifici NZEB è di euro 575, e tenuto conto dell'ampliamento previsto per la nuova scuola pari a 159 mq tale per cui la superficie utile riscaldata è pari a mq 1054, è richiesto un contributo pari a **€ 606.050,00**.

Le opere saranno oggetto di futura assegnazione dei lavori all'impresa vincitrice dell'appalto. Nei piani si è tenuto conto di un abbattimento della spesa complessiva riferita al singolo intervento di riqualificazione e all'intervento globale ottenuto dal risparmio energetico ipotizzato con gli interventi proposti. Attraverso l'accesso al conto termico sono stati riformulati i piani economici, limitatamente al solo intervento di efficienza energetica e per un importo pari alle voci computate, dedicate agli isolamenti, alle strutture trasparenti, al sistema impiantistico (tranne che per alcuni sottosistemi impiantistici) e all'impianto fotovoltaico. L'importo totale dedicato alla sola efficienza energetica è stato così suddiviso:

- per il 79,5 % dal conto termico 2.0 (intervento 1.E - combinato disposto dell'art. 4 comma 1, lettere e) del D.M. 16/02/2016 tenuto conto dei tetti massimi e dei parametri riferiti alle singole tipologie di intervento);
- per il 20,5 % dal contributo derivante dai fondi PNRR limitatamente alla parte energetica come da computazione dei lavori.

Si allega alla presente relazione atto di impegno della P.A. di Cremona nel quale si evidenzia la volontà di intervenire sull'edifici scolastico – scuola dell'infanzia "Martiri della Libertà" mediante la completa demolizione e ricostruzione. Tale intervento comporta il raggiungimento del target energetico NZEB.

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile**Intervento cumulativo (1+2+3+4)**

<b>Investimento iniziale [€]</b>	€ 647.256
<b>Benefici [€/anno]</b>	€ 36.897
<b>Incremento costo energia annuo [%]</b>	5,0%
<b>Tasso di sconto [%]</b>	6,0%
<b>Durata investimento [anni]</b>	25
<b>VAN [€]</b>	<b>€ 165.333</b>
<b>Payback time [anni]</b>	<b>20</b>
<b>IP [-]</b>	1,3
<b>TIR [%]</b>	2 %

**Comune di CREMONA**Settore Programmazione, Progettazione, Manutenzione, Mobilità  
Sostenibile, Protezione Civile

Lo studio di fattibilità è sotto riportato

	COSTI att	BENEFICI att	FLUSSO DI CASSA att	FLUSSO DI CASSA CUMULATO att
0	647256	0	-647256	-647256
1	0	36532	36532	-610724
2	0	36170	36170	-574554
3	0	35812	35812	-538742
4	0	35457	35457	-503285
5	0	35106	35106	-468179
6	0	34759	34759	-433420
7	0	34415	34415	-399006
8	0	34074	34074	-364932
9	0	33736	33736	-331196
10	0	33402	33402	-297793
11	0	33072	33072	-264722
12	0	32744	32744	-231977
13	0	32420	32420	-199557
14	0	32099	32099	-167458
15	0	31781	31781	-135677
16	0	31467	31467	-104211
17	0	31155	31155	-73056
18	0	30847	30847	-42209
19	0	30541	30541	-11668
20	0	30239	30239	18571
21	0	29939	29939	48510
22	0	29643	29643	78153
23	0	29349	29349	107503
24	0	29059	29059	136561
25	0	28771	28771	165333

Il VAN positivo a 25 anni attesta la bontà dell'investimento, che rientra a 20 anni.