



Immagine 2 - Inquadramento Planimetrico

Il complesso è ubicato in via dei Bersaglieri.

- **L'impianto termico** del complesso scolastico è alimentato da due caldaie:
 - o Asilo 115.0 Kw – 127.9 Kw;
 - o Elementari e Medie 360.0 Kw – 393.0 Kw (BLOCCO OGGETTO DI INTERVENTO).

La contabilizzazione dei consumi avviene con letture periodiche. Il riscaldamento dei locali è assicurato da radiatori a parete. L'impianto fornisce anche acqua calda sanitaria.

L'impianto funziona con intermittenza di esercizio, secondo quanto stabilito dalla normativa vigente, per 14 ore giornaliere poiché il Comune di Ortucchio (AQ) ricade nella zona climatica E, e con accensione dal 15 Ottobre al 15 Aprile (durata della stagione di riscaldamento). La temperatura ambiente è fissata ai valori di legge (20° con tolleranza di $\pm 2^\circ$).

Tenendo conto della situazione attuale, nella presente Diagnosi Energetica verranno perseguiti i seguenti obiettivi:

- Definire il bilancio energetico del sistema edificio - impianto dell'edificio scolastico;
- Migliorare la gestione del sistema edificio – impianto con lo scenario di intervento proposto.

Le fasi in cui si articola la presente diagnosi saranno:

- Analisi dei consumi dell'edificio
- Stesura del modello energetico edificio-impianto che riassume la tipologia di utenza, le potenze installate, i profili di utilizzazione e le ore di funzionamento degli impianti
- Scenario di intervento e fattibilità tecnico - economica

1.2 Normativa di Riferimento

Le valutazioni sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il calcolo dei fabbisogni energetici degli 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 si basa la presente analisi è regolata essenzialmente da:

- **Decreto attuativo 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 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.
- **D.P.R. 412/1993:** Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione all'art.4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10

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 12831:** Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto;

- **UNI EN 16212:** Calcoli dei risparmi e dell'efficienza energetica – Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente);
- **UNI CEI/TR 11428:** Gestione dell'energia – Diagnosi energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica;
- **UNI CEI EN 16247-1:** Diagnosi energetiche – Requisiti generali;
- **UNI CEI EN 16247-2:** Diagnosi energetiche – Edifici

2. ANALISI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

2.1 Dati Geo – Climatici

PARAMETRI GEOGRAFICI	
Comune	ORTUCCHIO
Altitudine [m s.l.m.]	680
Latitudine	41°57'
Longitudine	13°38'

PARAMETRI CLIMATICI	
Zona climatica	E
Gradi giorno	2534
Zona vento	2
Velocità del vento giornaliera [m/s]	1,1

PERIODO DI RISCALDAMENTO	
Durata stagione di riscaldamento	183 giorni
Inizio stagione di riscaldamento	15 ottobre
Fine stagione di riscaldamento	15 aprile

TEMPERATURE E IRRADIAZIONI GIORNALIERE MEDIE MENSILI				
Mese	Temperatura esterna [°C]	Irradiazione orizzontale diretta [MJ/m ²]	Irradiazione orizzontale diffusa [MJ/m ²]	Pressione esterna [Pa]
Gennaio	3,7	2,3	3,2	616,6
Febbraio	4,7	4,2	4,0	519,8
Marzo	8,3	5,7	6,2	512,2
Aprile	11,1	8,8	7,5	694,1
Maggio	14,9	11,5	8,9	685,3
Giugno	19,2	15,1	9,1	1.096,9
Luglio	20,8	14,9	8,6	1.163,7
Agosto	19,7	12,9	7,8	918,9
Settembre	15,7	9,9	6,4	646,9
Ottobre	12,4	6,4	4,5	1.071,1
Novembre	7,2	3,0	3,3	667,5
Dicembre	5,1	1,6	2,8	726,4

2.2 Caratteristiche Tipologiche Dimensionali

SUPERFICIE E VOLUME DELL'EDIFICIO SCOLASTICO			
AMBIENTI	Sup. utile [m ²]		Vol. lordo [m ³]
Piano terra	424		1314,5
Piano primo	466,5		1446

Strutture opache verticali

- TAMPONATURE ESTERNE

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA

Nome: TAMPONATURE ESTERNE

Note:

Tipologia:	Parete	Disposizione:	Verticale
Verso:	Esterno	Spessore:	420,0 mm
Trasmittanza U:	0,775 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,290 (m ² K)/W
Massa superf.:	540 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _u [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco esterno	30,0	0,900	0,033	1.800	1,00	16,7	16,7
B	Blocco forato 150 x 250 (giunti malta 12 mm)	180,0	0,333	0,540	1.800	1,00	10,0	5,0
C	Aria 50 mm (flusso verticale ascendente)	60,0	0,310	0,194	1	1,00	1,0	1,0
D	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,387	0,310	1.800	1,00	10,0	5,0
E	Intonaco interno	30,0	0,700	0,043	1.400	1,00	11,1	11,1
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	420,0		1,290				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,890 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	ORTUCCHIO	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,775 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,300 W/(m ² K)

Riferimento normativo: Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO

Strutture opache orizzontali

- SOLAIO CONTROTERRA

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA								
Nome: SOLAIO CONTROTERRA								
Note:								
Tipologia:	Pavimento			Disposizione:	Orizzontale			
Verso:	Terreno			Spessore:	850,0 mm			
Trasmittanza U:	0,584 W/(m ² K)			Resistenza R:	1,711 (m ² K)/W			
Massa superf.:	1.203 Kg/m ²			Colore:	Chiaro			
Area:	- m ²							
STRATIGRAFIA								
	Strato	Spessore s	Conducibilità λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità term. C	Fattore μ _s	Fattore μ _t
		[mm]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]	[Kg/m ³]	[kJ/(kgK)]	[-]	[-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)							
		-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	1,000	0,010	2.300	0,84	0,0	899,99
B	Malta di cemento	40,0	1,400	0,029	2.000	0,84	16,7	9,0
C	Calcestruzzo strutt. chiusa, argilla espansa, interni, umidità 4% (1000 kg/m ³)	200,0	0,310	0,645	1.000	0,88	76,9	50,0
D	Ciottoli e pietre frantumate	600,0	0,700	0,857	1.500	0,84	5,3	5,3
	TOTALE	850,0		1,711				
Conducibilità unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m ² K)				Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m ² K)/W				
Conducibilità unitaria superficiale esterna: 0,000 W/(m ² K)				Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,000 (m ² K)/W				
VERIFICA DI TRASMITTANZA								
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):								
Comune:	ORTUCCHIO			Zona climatica:	E			
Trasmittanza della struttura U:	0,584 W/(m ² K)			Trasmittanza limite U _{lim} :	0,300 W/(m ² K)			
Riferimento normativo: <u>Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90</u>								
ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO								

• SOLAIO INTERPIANO

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA			
Nome: <u>Solaio interpiano</u>			
Note:			
Tipologia:	<u>Pavimento</u>	Disposizione:	<u>Orizzontale</u>
Verso:	<u>Edificio confinante riscaldato</u>	Spessore:	<u>340,0 mm</u>
Trasmittanza U:	<u>0,663 W/(m²K)</u>	Resistenza R:	<u>1,508 (m²K)/W</u>
Massa superf.:	<u>496 Kg/m²</u>	Colore:	<u>Chiaro</u>
Area:	<u>- m²</u>		

STRATIGRAFIA								
	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m ² K)/W]	Densità ρ [Kg/m ³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μ _a [-]	Fattore μ _s [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Intraco di calce o di calce e cemento	20,0	0,990	0,022	1.800	0,84	16,7	16,7
B	Calcestruzzo (1800 kg/m ³)	50,0	0,940	0,053	1.800	0,88	3,3	3,3
C	Strato isolante, lana	50,0	0,060	0,833	200	1,30	20,0	15,0
D	Solaio tipo pedanales(interni) senza soletta cis spessore 320 flusso ascendente	200,0	0,889	0,225	1.800	0,85	0,0	0,0
E	Piastrelle vitanta	20,0	0,580	0,034	1.800	0,85	3,2	3,2
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
	TOTALE	340,0		1,598				
Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,890 W/(m ² K)				Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m ² K)/W				
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 5,890 W/(m ² K)				Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,170 (m ² K)/W				

VERIFICA DI TRASMITTANZA			
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):			
Comune:	<u>ORTUCCHIO</u>	Zona climatica:	<u>E</u>
Trasmittanza della struttura U:	<u>0,663 W/(m² K)</u>	Trasmittanza limite U _{lim} :	<u>0,800 W/(m² K)</u>
Riferimento normativo: <u>Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90</u>			
ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: OK			

- COPERTURA

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

DATI DELLA STRUTTURA OPACA			
Nome: COPERTURA			
Note:			
Tipologia:	Soffitto	Disposizione:	Orizzontale
Verso:	Esterno	Spessore:	580,0 mm
Trasmittanza U:	0,507 W/(m ² K)	Resistenza R:	1,970 (m ² K)/W
Massa superf.:	894 Kg/m ²	Colore:	Chiaro
Area:	- m ²		

STRATIGRAFIA								
	Sirato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità term. C	Fattore μ _a	Fattore μ _i
		[mm]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]	[Kg/m ³]	[kJ/(kgK)]	[-]	[-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Intraco interno	30,0	0,700	0,043	1.400	1,00	11,1	11,1
B	Blocco da solaio (interni) 240 x 495 con elementi di alleggerimento in opera	400,0	0,811	0,493	1.800	0,85	0,0	0,0
C	Massetto in calcestruzzo alleggerito	100,0	1,090	0,093	1.600	1,00	3,3	3,3
D	Rockwool Pannello 211 80mm	40,0	0,035	1,143	40	1,03	1,0	1,0
E	Guaina in bitume	10,0	0,170	0,059	1.200	0,92	22,222	22,222
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	2	2
	TOTALE	580,0		1,970				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m ² K)	Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m ² K)/W
Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m ² K)	Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m ² K)/W

VERIFICA DI TRASMITTANZA			
Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):			
Comune:	ORTUCCHIO	Zona climatica:	E
Trasmittanza della struttura U:	0,507 W/(m ² K)	Trasmittanza limite U _{lim} :	0,250 W/(m ² K)
Riferimento normativo: <u>Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90</u>			
ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: NO			

Chiusure trasparenti

- FINESTRA 2,60 x 1,40

Area del vetro Ag [m ²]	Area del telaio Af [m ²]	Area tot. Del serramento Aw [m ²]	Perimetro sup. vetrata Lg [m]
3,120	0,520	3,640	12,600

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO	
Trasmittanza serramento Uw [w/m ² K]	Trasmittanza serramento + tenda Uw CORR [w/m ² K]
5,712	

- FINESTRA 1,20 X 0,90

Area del vetro Ag [m ²]	Area del telaio Af [m ²]	Area tot. Del serramento Aw [m ²]	Perimetro sup. vetrata Lg [m]
0,840	0,240	1,080	5,300

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO	
Trasmittanza serramento Uw [w/m ² K]	Trasmittanza serramento + tenda Uw CORR [w/m ² K]
5,729	

- **FINESTRA 3,55 X 1,40**

Area del vetro Ag [m²]	Area del telaio Af [m²]	Area tot. Del serramento Aw [m²]	Perimetro sup. vetrata Lg [m]
4,355	0,615	4,970	14,500

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO	
Trasmittanza serramento Uw [w/m²K]	Trasmittanza serramento + tenda Uw CORR [w/m²K]
5,708	

- **FINESTRA 2,05 X 1,40**

Area del vetro Ag [m²]	Area del telaio Af [m²]	Area tot. Del serramento Aw [m²]	Perimetro sup. vetrata Lg [m]
2,470	0,400	2,870	9,000

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO	
Trasmittanza serramento Uw [w/m²K]	Trasmittanza serramento + tenda Uw CORR [w/m²K]
5,711	

- **PORTA VETRATA INGRESSO 2,00 X 2,20**

Area del vetro Ag [m²]	Area del telaio Af [m²]	Area tot. Del serramento Aw [m²]	Perimetro sup. vetrata Lg [m]
3,500	0,900	4,400	11,500

PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO	
Trasmittanza serramento Uw [w/m²K]	Trasmittanza serramento + tenda Uw CORR [w/m²K]
5,726	

2.3 Modello Energetico e Risultati

La modellazione dell'edificio scolastico, effettuata con il software Termolog, ha permesso di ottenere il fabbisogno termico di energia utile.

Immagine 3 - Modellazione Edificio da Termolog

DATI GENERATORE		
	VALORE	U.M.
Tipo	Caldaia BALTUR	
Modello	Caldaia a Metano N.2	
Combustibile	Metano	
Potenza termica al focolare	116/393	[Kw]
Fluido vettore	Acqua	

Dettagli del fabbisogno termico di involucro

Unità immobiliare	Riscaldamento				Raffrescamento			
	Q _d	Q _g	Q _u	Q _a	Q _r	Q _{C,tr}	Q _{C,ve}	Q _{C,ht}
Unità immobiliare 01/Piano primo	42.886,74	0,00	0,00	0,00	5.660,88	46.006,70	26.214,87	72.221,58
Totale	72.234,29	7.568,57	0,00	0,00	8.193,88	84.437,10	50.914,63	135.351,73

Stagione di riscaldamento: apporti gratuiti e fabbisogno ideale di energia termica [kWh]

Unità immobiliare/Zona	Q _{sol,op}	Q _{sol,w}	Q _i	Q _{gn}	Q _{H,nd}
Unità immobiliare 01/Piano terra	1.018,72	11.206,87	7.449,18	18.656,05	45.146,00
Unità immobiliare 01/Piano primo	2.540,92	9.667,36	7.906,13	17.573,49	55.139,64
Totale	3.559,64	20.874,23	15.355,31	36.229,54	100.285,64

Stagione di raffrescamento: scambi termici [kWh]

Unità immobiliare/Zona	Q _d	Q _g	Q _u	Q _a	Q _r	Q _{C,tr}	Q _{C,ve}	Q _{C,ht}
Unità immobiliare 01/Piano terra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Unità immobiliare 01/Piano primo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Stagione di raffrescamento: apporti gratuiti e fabbisogno ideale di energia termica [kWh]

Unità immobiliare/Zona	Q _{sol,op}	Q _{sol,w}	Q _i	Q _{gn}	Q _{C,nd}
Unità immobiliare 01/Piano terra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Unità immobiliare 01/Piano primo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda

Q _d	Energia scambiata per trasmissione con l'ambiente esterno
Q _g	Energia scambiata per trasmissione con il terreno
Q _u	Energia scambiata per trasmissione attraverso ambienti non climatizzati
Q _a	Energia scambiata per trasmissione attraverso ambienti climatizzati a temperatura
Q _r	Extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste
Q _{H,tr}	Energia termica scambiata per trasmissione nel periodo di riscaldamento
Q _{H,ve}	Energia termica scambiata per ventilazione nel periodo di riscaldamento
Q _{H,ht}	Energia termica complessiva scambiata nel periodo di riscaldamento
Q _{sol,op}	Energia dovuta agli apporti solari su superfici opache
Q _{sol,w}	Energia dovuta agli apporti solari su superfici trasparenti
Q _i	Energia dovuta agli apporti interni
Q _{gn}	Energia dovuta agli apporti termici gratuiti totali
Q _{H,nd}	Fabbisogno ideale di energia termica utile per la stagione di riscaldamento
Q _{C,tr}	Energia termica scambiata per trasmissione nel periodo di raffrescamento
Q _{C,ve}	Energia termica scambiata per ventilazione nel periodo di raffrescamento
Q _{C,ht}	Energia termica complessiva scambiata nel periodo di raffrescamento
Q _{C,nd}	Fabbisogno ideale di energia termica utile per la stagione di raffrescamento

RISULTATI FINALI DI CALCOLO

CONSUMO DI VETTORI ENERGETICI E PRODUZIONE DI CO₂

CONSUMO ANNUO DI VETTORE ENERGETICO	
COMBUSTIBILE	VALORE
Metano [m ³]	23.400 (226.980 kWh)
Energia elettrica [kWh]	15.300

PRODUZIONE ANNUA DI CO ₂	
COMBUSTIBILE	VALORE
Metano	49.532
Energia elettrica	6.627,92
TOTALE	56.189,92

CLASSE ENERGETICA DELL'EDIFICIO SCOLASTICO

Prestazione energetica globale non rinnovabile - $EP_{gl, nren} = 258,70 \text{ kWh/m}^2 \text{ anno}$

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.

