



COMUNE DI NAPOLI

**FUTURA** LA SCUOLA  
PER L'ITALIA DI DOMANI



Ministero dell'Istruzione



## PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università -Investimento 3.3  
"Piano di messa in sicurezza e riqualificazione delle scuole"



### ADEGUAMENTO SISMICO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO SCUOLA I.C. RUSSO VIA V. MARRONE, 67/69 NAPOLI

#### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Cod. Edificio ARES 0630490032

Progettista:  
Ing. Giulio Davini

Responsabile del Procedimento:  
Arch. Alfonso Ghezzi

DESCRIZIONE ELABORATO:

Relazione efficientamento energetico

COD. ELABORATO :

**C**

SCALA :

-

DATA :

GENNAIO 2022

# Relazione tecnica preliminare di riqualificazione energetica

## Sommario

1. Oggetto .....	3
2. Descrizione del Sistema Edificio-Impianto .....	4
2.1. Involucro .....	4
2.2. Impianti .....	5
3. Simulazione del sistema edificio-impianto .....	5
3.1. Risultati simulazione sistema edificio impianto .....	6
4. Interventi di miglioramento dell'efficienza energetica .....	8
5. Analisi costi / benefici .....	11
6. Allegato: APE convenzionale pre e post intervento .....	12

## 1. Oggetto

L'oggetto della presente relazione tecnica di fattibilità dell'intervento di riqualificazione energetica è il complesso scolastico "IC Russo", sede centrale sita in Via Vincenzo Marrone n. 67/69 del Comune di Napoli. Ai sensi del DPR 412/93, esso ricade nella destinazione d'uso E.7: Edifici adibiti ad attività scolastiche. L'immagine aerea seguente riporta una vista del complesso:



L'immobile è costituito, dal punto di vista strutturale, da telai in c.a. L'edificio presenta tre livelli fuori terra e un piano seminterrato. Gli orizzontamenti sono costituiti da solai latero-cementizi.

Le tabelle che seguono riportano i dati geografici e climatici utili per la redazione del presente studio:

DATI GEOGRAFICI	
Città	Napoli
Altitudine	17 m slm
Latitudine nord	40,8588°
Longitudine est	14,1738°

Tabella 1: Dati geografici edificio



CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	
Zona Climatica	C
Temperatura esterna di progetto	2 °C
Gradi Giorno	1.034 GG
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento:	10 ore giornaliere dal 15 novembre al 15 marzo

Tabella 2: Dati climatizzazione invernale edificio

## 2. Descrizione del Sistema Edificio-Impianto

Al fine di consentire la simulazione energetica dell'edificio e la scelta delle misure di riqualificazione energetica più appropriate, è stato necessario procedere alla caratterizzazione energetica del sistema edificio-impianto, cioè ricostruire il comportamento energetico dell'involucro edilizio (opaco e trasparente) in relazione al contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, oltre a tener conto delle grandezze che influenzano i consumi specifici quali le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti, per quanto noto al momento di redazione del presente documento. Sono stati quindi considerati i seguenti servizi e impianti:

Servizio / impianto	Tipologia
Riscaldamento idronico ( $H_{idr}$ )	Centralizzato
Acqua calda sanitaria (W)	Locale
Climatizzazione estiva (C)	Assente
Ventilazione (V)	Assente
Riscaldamento aeraulico ( $H_{aer}$ )	Assente
Illuminazione (L)	Fluorescente
Trasporto (T)	N. 1 ascensore
Solare termico (ST)	Assente
Solare fotovoltaico (SF)	Assente

Tabella 3: servizi e impianti

### 2.1. Involucro

Di seguito si analizzano gli elementi edilizi disperdenti costituenti l'involucro dell'edificio analizzato. Attraverso la documentazione disponibile, integrata dai dati reperiti direttamente nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, con la maggiore accuratezza possibile in relazione all'accessibilità dei luoghi e dei singoli componenti, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti disperdenti, con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi.

La tabella che segue riporta una sintesi delle caratteristiche dell'involucro utilizzate in fase di studio:

Elemento	Tipologia
----------	-----------

Pareti verticali esterne	<i>Muratura a cassa vuota in mattoni forati con intercapedine sp. 8-20-12 cm</i>
Copertura	<i>Solaio in latero-cemento sp. 40 cm</i>
Solaio piano terra	<i>Solaio in latero-cemento sp. 40 cm</i>
Serramenti	<i>Metallo taglio termico e vetrocamera semplice</i>

Tabella 4: involucro edilizio

## 2.2. Impianti

Per gli impianti e servizi coinvolti nella valutazione della prestazione energetica dell'edificio, sono state assunte le seguenti tipologie:

Servizio / impianto	Tipologia
Riscaldamento idronico ( $H_{idr}$ )	<i>Centralizzato, caldaia a gas standard 870 kW, radiatori installati su pareti esterne</i>
Acqua calda sanitaria (W)	<i>Un boiler elettrico per ciascun blocco WC</i>
Illuminazione (L)	<i>Fluorescente, comando locale, senza regolazione</i>
Trasporto persone	<i>Ascensore elettrico con argano, senza inverter</i>

Tabella 5: impianti

## 3. Simulazione del sistema edificio-impianto

Al fine di valutare le prestazioni energetiche dell'edificio in esame e individuare i possibili interventi di efficientamento, si è optato per la costruzione di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, descrivendo il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Il metodo di calcolo scelto per tale simulazione è il metodo "quasi stazionario", prevede calcoli semplificati su base mensile e, in Italia, fa riferimento alle norme tecniche UNI/TS 11300. La costruzione del modello segue i seguenti step:

- Inserimento dei dati climatici: i dati climatici differiscono in base alla località. La norma UNI 10349 fornisce, per il territorio italiano, dati climatici convenzionali, utili nella redazione degli attestati di prestazione energetica e per le diagnosi nella fase di normalizzazione dei consumi.
- Definizione dei confini del fabbricato e delle zone termiche: per costruire il modello energetico del sistema edificio-impianto è necessario definire i confini del fabbricato, ovvero l'insieme degli elementi edilizi che separano l'ambiente climatizzato dall'ambiente esterno (aria, terreno) o da ambienti non climatizzati. L'insieme degli elementi che delimitano l'ambiente climatizzato verso esterno, terreno e ambienti non climatizzati costituisce la superficie disperdente dell'edificio.
- Definizione dei servizi energetici presenti e degli impianti: devono essere indicati i servizi energetici presenti (riscaldamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, raffrescamento,





illuminazione, trasporto) e le caratteristiche degli impianti a servizio di ogni zona climatizzata.

- Risultati della simulazione: sono stati calcolati i diversi fabbisogni energetici per i servizi presenti dell'edificio:
  - fabbisogno di energia termica per riscaldamento;
  - fabbisogno di energia per illuminazione.

### 3.1. Risultati simulazione sistema edificio impianto

Il modello sviluppato secondo le ipotesi riportate ha evidenziato una bassa qualità dell'involucro edilizio, con riferimento sia alle prestazioni invernali che a quelle estive. L'immobile risulta in classe energetica E, con un consumo di energia globale pari a 276,75 kWh/m<sup>2</sup>.

Le elaborazioni sono state condotte con l'ausilio del software Energy Blumatica. Di seguito si riportano alcune tabelle che sintetizzano i risultati e gli indicatori energetici dell'edificio:

 <b>Riepilogo energia primaria</b>				
DESCRIZIONE	Simbolo	U.M.	Edificio reale	Ed. riferimento
Energia primaria globale non rinnovabile	EPgl,nren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>259,96</b>	111,95
Energia primaria globale rinnovabile	EPgl,ren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>16,79</b>	12,99
Energia primaria globale totale	EPgl,tot	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>276,75</b>	124,94
Emissioni CO2			<b>54,44</b>	26,66
Classificazione EPgl,nren,rif,standard(2019/21)			<b>E</b>	
 <b>Servizio: Riscaldamento</b>				
Indice di prestazione termica utile per il riscaldamento	EPH,nd	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>90,31</b>	37,49
Rendimento medio stagionale	$\eta_H$	-	<b>0,475</b>	0,733
Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPH,nren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>190,30</b>	51,16
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPH,ren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria totale per il servizio	EPH	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>190,30</b>	51,16
 <b>Servizio: Produzione acqua calda sanitaria</b>				
Indice di prestazione termica utile per ACS	EPW,nd	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>3,90</b>	3,90
Rendimento medio stagionale	$\eta_W$	-	<b>0,287</b>	0,567
Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPW,nren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>10,96</b>	6,89
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPW,ren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>2,64</b>	0,00
Energia primaria totale per il servizio	EPW	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>13,60</b>	6,89
 <b>Servizio: Raffrescamento</b>				
Indice di prestazione termica utile per raffrescamento	EPC,nd	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Rendimento medio stagionale	$\eta_C$	-	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPC,nren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPC,ren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria totale per il servizio	EPC	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00

**Servizio: Illuminazione**

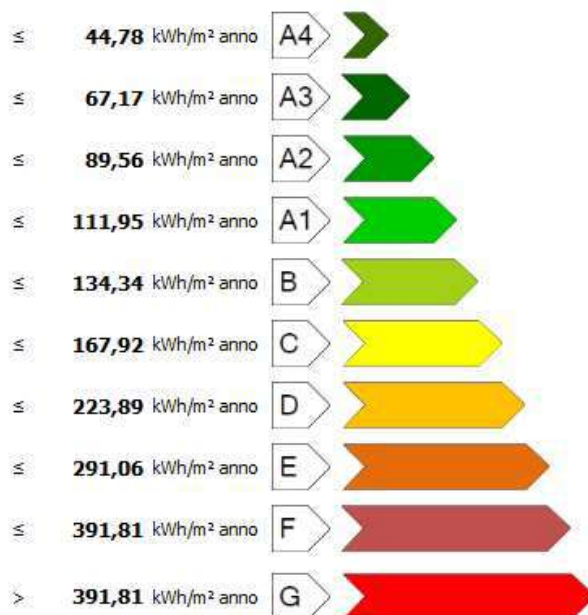
Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPL,nren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>58,70</b>	53,90
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPL,ren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>14,15</b>	12,99
Energia primaria totale per il servizio	EPL	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>72,85</b>	66,89

**Servizio: Ventilazione meccanica**

Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPV,nren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPV,ren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria totale per il servizio	EPV	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00

**Servizio: Trasporto persone o cose**

Energia primaria non rinnovabile per il servizio	EPT,nren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria rinnovabile per il servizio	EPT,ren	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00
Energia primaria totale per il servizio	EPT	kWh/m <sup>2</sup> anno	<b>0,00</b>	0,00

**Prestazione energetica globale**

**EDIFICIO  
A ENERGIA  
QUASI ZERO**

**CLASSE  
ENERGETICA**

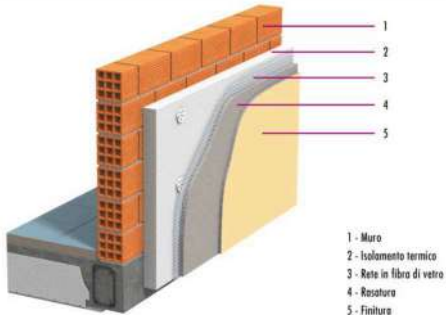



**E**




**259,96**  
kWh/m<sup>2</sup> anno



#### 4. Interventi di miglioramento dell'efficienza energetica

Di seguito sono descritte le proposte di intervento che si ritiene possano essere realizzate per incrementare l'efficienza energetica dell'edificio in oggetto. Dei vari interventi possibili, si è optato per la realizzazione di quelli meno invasivi sull'involucro esterno e, precisamente:

1	Realizzazione di cappotto termico con pannelli in lana di vetro sp. minimo 8 cm per le tamponature verticali	
2	Realizzazione di cappotto termico con pannelli in lana di vetro sp. minimo 10 cm per la copertura	
3	Sostituzione degli infissi esistenti con nuovi infissi con telaio metallico a taglio termico con triplo vetro e doppia camera con gas argon	
4	Ristrutturazione impianto di riscaldamento con sostituzione del generatore esistente con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche sui radiatori esistenti	

5	Sostituzione dei boiler elettrici esistenti per produzione ACS con nuovi boiler a pompa di calore	
6	Realizzazione di impianto fotovoltaico di potenza 90 kW	
7	Sostituzione dei corpi illuminanti con nuovi a LED	

Con gli interventi proposti per involucro e sistema di riscaldamento, e l'installazione dell'impianto fotovoltaico, la prestazione energetica può arrivare alla classe A2, come si evince dalla sintesi dei calcoli riportata nella tabella seguente:

Area	Indice	Pre-Intervento	Post-Intervento	Var.(%)
Globale	Energia primaria totale non rinnovabile [EPgl,nren]	259,96 kWh/m <sup>2</sup>	69,78 kWh/m <sup>2</sup>	-190,179 (-73,2%)
	Energia primaria totale rinnovabile [EPgl,ren]	16,79 kWh/m <sup>2</sup>	28,69 kWh/m <sup>2</sup>	11,900 (70,9%)
	Energia primaria globale [EPgl,tot]	276,75 kWh/m <sup>2</sup>	98,47 kWh/m <sup>2</sup>	-178,279 (-64,4%)
	Classificazione	E	A2	-
	Produzione di CO2	54,44 kg/m <sup>2</sup> anno	14,75 kg/m <sup>2</sup> anno	-39,696 (-72,9%)
	Tempo di ritorno		14,6 anni	-
Climatizzazione invernale	Indice di prestazione termica utile [EPH,nd]	90,31 kWh/m <sup>2</sup>	44,89 kWh/m <sup>2</sup>	-45,420 (-50,3%)
	Efficienza media stagionale [ηH]	0,47	0,94	0,463 (97,5%)
	Energia primaria non rinnovabile [EPH,nren]	190,30 kWh/m <sup>2</sup>	47,83 kWh/m <sup>2</sup>	-142,473 (-74,9%)
	Energia primaria rinnovabile [EPH,ren]	0,00 kWh/m <sup>2</sup>	0,05 kWh/m <sup>2</sup>	0,053
	Energia primaria totale [EPH,tot]	190,30 kWh/m <sup>2</sup>	47,88 kWh/m <sup>2</sup>	-142,420 (-74,8%)
Produzione acqua calda	Indice di prestazione termica utile [EPW,nd]	3,90 kWh/m <sup>2</sup>	3,90 kWh/m <sup>2</sup>	-
	Efficienza media stagionale [ηW]	0,29	0,75	0,459 (160,1%)
	Energia primaria non rinnovabile [EPW,nren]	10,96 kWh/m <sup>2</sup>	1,00 kWh/m <sup>2</sup>	-9,961 (-90,9%)
	Energia primaria rinnovabile [EPW,ren]	2,64 kWh/m <sup>2</sup>	4,23 kWh/m <sup>2</sup>	1,588 (60,1%)
	Energia primaria totale [EPW,tot]	13,60 kWh/m <sup>2</sup>	5,23 kWh/m <sup>2</sup>	-8,373 (-61,6%)

Aggiungendo anche l'intervento di re-lamping, con la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con nuovi a LED, controllo di luminosità e presenza negli ambienti, dimezzando la potenza elettrica assorbita per illuminazione, la classe energetica dell'edificio può arrivare ad A3, come da APE convenzionale post intervento riportato in allegato alla presente relazione.

Il confronto tra APE convenzionale pre-intervento e APE convenzionale post-intervento, mostra una riduzione del fabbisogno energetico globale dell'edificio da 276,75 kWh/m<sup>2</sup> a 72,93 kWh/m<sup>2</sup>, corrispondente a una riduzione percentuale del 74% circa dei consumi energetici.

## 5. Analisi costi / benefici

La previsione di spesa per gli interventi sopra descritti è sintetizzata nella tabella che segue:

Intervento	Stima importo (€)
Cappotto termico	725.000
Sostituzione infissi	560.000
Interventi impianto riscaldamento e ACS	50.000
Impianto fotovoltaico	135.000
Re-lamping	205.000
<b>TOTALE EFFICIENTAMENTO</b>	<b>1.675.000</b>

### Risparmio economico annuo

Per ciascuno degli interventi proposti, il risparmio economico annuo è calcolato mediante la seguente relazione:

$$\sum \left( \frac{\text{Fabbisogno pre-intervento}}{\text{Potere calorifero inferiore}} \cdot \text{Prezzo combustibile} \right) - \left( \sum \frac{\text{Fabbisogno post-intervento}}{\text{Potere calorifero inferiore}} \cdot \text{Prezzo combustibile} \right)$$

dove  $i$  è  $i$ -esimo vettore energetico (combustibile)

I dati di riferimento assunti per il calcolo sono riportati nella tabella seguente:

Combustibile	Fabb. Energia [kWh/anno]	Potere calorifero inferiore [kWh/m <sup>3</sup> ]	Prezzo [€]
Gas naturale (Metano)	977.623,29	9,45	€ 0,88
Elettricità	192.121,07	1,00	€ 0,25

Sommando i contributi dei diversi interventi si ottiene un risparmio economico annuo di circa 162.000 €, da cui un tempo di rientro semplice dell'intervento in circa 10 anni:

RISPARMIO (kWh)					
INTERVENTO			Termico	Elettrico	Totale
<b>Cappotto</b>	Fabbisogno termico (kWh)	703.562,62	274.060,67		
	Fabbisogno elettrico (kWh)	192.121,07		0,00	
<b>Serramenti</b>	Fabbisogno termico (kWh)	825.252,62	152.370,67		
	Fabbisogno elettrico (kWh)	115.356,45		76.764,62	
<b>Riscaldamento +ACS</b>	Fabbisogno termico (kWh)	493.139,46	484.483,83		
	Fabbisogno elettrico (kWh)	170.947,70		21.173,37	
<b>Fotovoltaico</b>	Fabbisogno termico (kWh)	977.623,29	0,00		
	Fabbisogno elettrico (kWh)	81.653,36		110.467,71	
<b>Relamping</b>	Fabbisogno termico (kWh)	977.623,29	0,00		



	Fabbisogno elettrico (kWh)	93.007,20		99.113,87	
Risparmio energetico (kWh)			910.915,17	307.519,57	
Risparmio economico			€ 84.825,96	€ 76.879,89	€ 161.705,86
Tempo di rientro (SPB)					€ 10,36

## 6. Allegato: APE convenzionale pre e post intervento

### APE CONVENZIONALE PRE- INTERVENTO



## APE CONVENZIONALE POST- INTERVENTO



E' assicurato il miglioramento di almeno due classi energetiche