

COMUNE DI PALAU

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA -
COMPONENTE 1 -ISTRUZIONE E RICERCA - INVESTIMENTO 3.3: "PIANO DI MESSA IN
SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELLE SCUOLE"

OGGETTO:

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA
SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO DI VIA DEL FARO
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

TAVOLA

ALLEGATO

A

SCALA

COMMITTENTE

Comune di Palau
Piazza Popoli d'Europa, 1
07020 Palau

PROGETTISTA

dott. ing. Andrea Pippia
via G. Mazzini, 9
07026 Olbia
tel/fax 0789 26846

RESPONSABILE SETTORE TECNICO
dott. Giovanni Tiveddu

R.U.P.
dott. Giovanni Tiveddu

DATA Febbraio 2022

AGG.

FILE Scuola_via_del_faro_prog_definitivo_R2_def.dwg

ARCHIVIO IMP.2021.016

SOMMARIO

<u>PREMESSA</u>	<u>2</u>
<u>STUDIO DI VULNERABILITÀ SISMICA</u>	<u>2</u>
<u>OPERE DI MIGLIORAMENTO SISMICO</u>	<u>2</u>
<u>OPERE DI MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ VISIVA E ILLUMINOTECNICA</u>	<u>3</u>
<u>DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO</u>	<u>3</u>
INVOLUCRO EDILIZIO	5
DOTAZIONE IMPIANTISTICA	6
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO INVERNALE	6
ILLUSTRAZIONE DELL'INTERVENTO PROPOSTO E MOTIVAZIONI TECNICO-ECONOMICHE DELLA SCELTA.	10
TIPOLOGIA DI INTERVENTO SCELTA	10
CRITERI ADOTTATI NELL'ANALISI TECNICA	12
SEQUENZA E MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELL'INTERVENTO	12
PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI ESEGUITI	13
CONSUMI DEI VETTORI ENERGETICI	13
INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA	13
<u>PRESTAZIONI DA RISCONTRARE A VALLE DELL'INTERVENTO</u>	<u>14</u>

Relazione illustrativa e tecnica

Premessa

Il presente progetto di fattibilità tecnica economica è stato compilato dal sottoscritto ing. Andrea Pippia, iscritto all'Albo ingegneri delle province di Sassari e Olbia-Tempio al n° 759, giusta convenzione d'incarico sottoscritta con il Comune di Palau, rappresentato dal Responsabile del Settore Lavori Pubblici e Manutenzioni.

Oggetto dell'incarico complessivo è la progettazione di fattibilità, definitiva ed esecutiva, nonché il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione per gli interventi di riqualificazione energetica e di miglioramento sismico della scuola secondaria primo grado ubicata in via Del Faro nel centro abitato di Palau, CUP: H78I21003170001.

L'iniziativa intrapresa dal Comune di Palau con l'affidamento dell'incarico per la compilazione del presente progetto, si inserisce nelle misure del "PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA - COMPONENTE 1 –ISTRUZIONE E RICERCA – INVESTIMENTO 3.3: "PIANO DI MESSA IN SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELLE SCUOLE". Il soggetto ammesso all'incentivo è la Pubblica Amministrazione del Comune di Palau, che è proprietaria dell'immobile sul quale verranno realizzati gli interventi.

- interventi di incremento dell'efficienza energetica in edifici esistenti parti di essi o unità immobiliari esistenti mediante isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato
- interventi di piccole dimensioni di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e di sistemi ad alta efficienza in edifici esistenti parti di essi o unità immobiliari esistenti mediante sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche

Per questa tipologia d'intervento, sarà garantito il valore minimo del coefficiente di prestazione istantanei ($COP \geq 3,8$). La prestazione delle pompe dovrà essere dichiarata e garantita dal costruttore della pompa di calore sulla base di prove effettuate in conformità alla UNI EN 14511. Al momento della prova la pompa di calore deve funzionare a pieno regime, nelle condizioni indicate nella citata Tabella 3. Saranno inoltre installate valvole termostatiche a bassa inerzia termica su tutti i corpi scaldanti ed altresì organi di lettura dei parametri idraulici e di bilanciamento della rete.

Alla luce della progettazione preliminare già predisposta, si è provveduto all'esecuzione dei necessari sopralluoghi di dettaglio sull'immobile oggetto d'intervento. In tali occasioni è emersa la presenza di alcune criticità riguardanti la parte corticale degli elementi strutturali in c.a. e dei cornicioni a filo gronda, fattispecie che ha reso opportuno da parte della stazione appaltante il predisporre una specifica progettazione di un intervento di risanamento generalizzato da porre in essere preventivamente alla prevista posa del termocappotto isolante;

studio di vulnerabilità sismica

È stato predisposto lo studio di vulnerabilità sismica dell'edificio, su incarico conferito al sottoscritto dall'Ente appaltante. I dettagli dello studio sono implementati nel presente progetto. Si rimanda per i dettagli agli elaborati tecnici specifici

opere di miglioramento sismico

È stato predisposto a cura dell'ing. Salvatore Roberto Addis su incarico dell'Ente appaltante il progetto delle opere di miglioramento sismico da porre in essere. I dettagli sono implementati nel presente progetto e sono riportati negli allegati specifici alla presente relazione.

Opere di miglioramento della qualità visiva e illuminotecnica

Il progetto prevede la posa di un sistema di illuminazione delle aule didattiche e speciali costituito da sorgenti LED e sensori di presenza che garantiscono il massimo apporto di luce naturale agli ambienti mediante modulazione del flusso luminoso degli apparecchi comandato da un sensore di luce. Sono altresì previste opere di miglioramento del comfort visivo degli ambienti e di stimolo del senso di appartenenza all'istituzione scolastica ed ai valori identitari locali. Questi ultimi obiettivi vengono perseguiti mediante l'apposizione in tutti gli ambienti di immagini e simboli identitari, nonché mediante la posa in opera di cromatismi sulle pareti degli ambienti tali da favorire lo stato d'animo degli occupanti in maniera affine alle funzioni svolte all'interno dei singoli ambienti. Trattandosi di scuola secondaria di primo grado, è previsto l'utilizzo di tinte tenui e più fredde per ricreare un effetto di passività reattiva aumentando le capacità di concentrazione. Colori consigliati e previsti nell'appalto sono: il beige, il verde chiaro, il verde pallido e il verdazzurro. Nelle aule in cui gli studenti sono rivolti tutti nella stessa direzione, in quanto di particolare utilità, si prevede che la parete frontale sia di un colore diverso da quello delle pareti laterali e di fondo. Lo scopo è quello di dirigere l'attenzione dei ragazzi su ciò che hanno davanti e di far riposare gli occhi agli studenti quando questi alzano lo sguardo dal banco, offrendo loro un evidente contrasto cromatico tra lavagna, pareti, materiali didattici e l'insegnante stesso. I colori consigliati e previsti nell'appalto per le pareti laterali e di fondo sono beige, color arenaria, marrone chiaro; per la parete frontale: tonalità intermedie di verde o blu. Per la biblioteca è previsto l'uso di tinte riposanti che creino un effetto di passività reattiva e aumentino la concentrazione. I colori consigliati e previsti nell'appalto sono il verde pallido e verde chiaro. In atri e corridoi la gamma di colori consigliata e prevista nell'appalto è molto varia. In particolare nelle classi inferiori i colori possono essere vivaci e, trattandosi di una scuola a più piani, ogni corridoio può essere colorato con delle tinte diverse. Sono previsti in quanto più appropriati schemi cromatici che includano colori complementari.

Descrizione dello stato di fatto

L'edificio ha destinazione scolastica ed è attualmente concesso in uso in parte a titolo di alloggio custode ed in parte (locali ex ambulatorio) ad associazioni esterne.

La costruzione risulta ultimata nel 1979 / 1980.

La superficie utile interna complessiva riscaldata, articolata su due livelli, è di circa 1.668 mq, di cui 105 mq circa di zone non riscaldate e 75 mq circa relativi all'alloggio custode. Il volume lordo complessivamente riscaldato è di circa 9.118 mc.



Foto 1 Vista dell'edificio dal fronte sud su ingresso principale



Foto 2 vista dal fronte sud - ingresso palestra



Foto 3 vista dal fronte est - via Del Faro



Foto 4 vista dal fronte ovest - ingresso laterale / uscita di sicurezza

Involucro edilizio

La tipologia costruttiva, da quanto è emerso nei sopralluoghi effettuati ed altresì da alcune prove endoscopiche eseguite sui muri di tomagno, consiste in uno scheletro in conglomerato cementizio armato e muri di tomagno a doppio foglio in blocchi forati di laterizio con interposta camera d'aria.



Foto 5 intercapedine d'aria nei tompagni in laterizio doppio foglio a cassa vuota

Le coperture ed i solai intermedi sono del tipo latero-cementizio con spessore strutturale pari a 25 cm oltre allo spessore delle sovrastrutture quali massetti e pavimenti. I solai di copertura, nell'impossibilità di determinarne con certezza la composizione, sono stati ipotizzati conformi alle tecniche costruttive correnti all'epoca di realizzazione dello stabile, ossia coibentati con uno strato di lastre di materiale isolante con spessore di circa 4 cm e sovrastante massetto cementizio, con finitura in materiale impermeabilizzante bituminoso.

Su buona parte della copertura piana, risulta installato un impianto fotovoltaico non asservito all'edificio in esame, per la cui realizzazione e gestione il Comune di Palau ha concesso l'utilizzo oneroso ad una società privata. In considerazione della natura dell'intervento in progetto (installazione di una pompa di calore ad alimentazione elettrica), è auspicabile che l'Amministrazione appaltante si adoperi per la possibilità di realizzazione di un impianto fotovoltaico sulla porzione di copertura piana rimasta libera; dai calcoli preliminari svolti dal sottoscritto in merito, tale possibilità potrebbe dotare l'edificio di un impianto con potenza di picco di circa 45 kW per un'energia annua prodotta di circa 46.457 kWh di cui circa 31.300 kWh verrebbero utilizzati per gli usi standard dell'edificio, utili di per sé al miglioramento di almeno una classe energetica per l'edificio, come risultante dalle simulazioni preliminari svolte. Gli infissi ed i serramenti esterni sono realizzati con profilati in alluminio anodizzato elettrocolorato a giunto aperto con taglio termico e cristalli in vetrocamera non trattati, corredati di avvolgibili oscuranti in materiale plastico e relativi cassonetti non isolati completamente interni al volume riscaldato.

Nel complesso l'involucro edilizio allo stato attuale si presenta in buono stato di conservazione per quanto attiene ai pannelli murari in laterizio, mentre per quanto attiene agli elementi strutturali in vista (travi e pilastri) ed ai cornicioni, si riscontra la diffusa alterazione dello strato di copriferro con lesioni generate dal processo espansivo di ossidazione delle barre d'armatura.



Foto 6 Alterazione dello strato copriferro negli elementi strutturali a vista - fenomeno diffuso che richiede intervento sollecito



Foto 7 Alterazione del copriferro diffusa anche nei cornicioni in calcestruzzo armato

Dai calcoli termotecnici di verifica dell'esistente eseguiti dal sottoscritto, le prestazioni dell'involucro edilizio si collocano su un livello sensibilmente inferiore rispetto alle attuali prescrizioni normative sull'efficienza e risparmio energetico.

Dotazione impiantistica

impianto di riscaldamento invernale

Costituito da una caldaia a gasolio, con potenzialità termica nominale massima pari a 262,9 kW marca Bongioanni spa modello T 04/9 con bruciatore marca Riello tipo 972/T bi stadio. La caldaia è installata su un circuito primario con valvola quattro vie comandata da sonda temperatura esterna su centralina termoclimatica di compensazione con sonda esterna e sonda di contatto sulla tubazione di mandata (sistema non funzionante all'atto del sopralluogo per disaccoppiamento tra valvola e servomotore), componenti risultati disconnessi e non funzionanti all'atto del sopralluogo svolto dal sottoscritto; per tale circostanza nei calcoli energetici dello stato ante operam del sistema edificio impianto non si è considerata la presenza della termoregolazione climatica compensata. È presente un bypass tra mandata e ritorno con pompa per funzione anti condensa.



Foto 8 Vista della centrale termica esistente con caldaia a gasolio

La caldaia è attestata su un circuito principale di mandata/ritorno realizzato in rame con diametro 54 x 1.5 mm corrente a vista nell'intercapedine tecnologica presente in adiacenza alle pareti contro terra del piano terra dell'edificio.



Foto 9 Intercapedine tecnologica - sulla destra le linee dorsali in rame con diametro 54 x 1.5 mm per mandata e ritorno impianto di riscaldamento

La coibentazione di tale dorsale è realizzata in elastomero in tubi con spessore di 9 mm, inferiore ai valori minimi imposti dalla Tabella B allegata al DPR n. 412/1993 in funzione del diametro della tubazione e della conducibilità termica del materiale d'isolamento. Lo strato isolante appare in buono stato per quanto attiene allo stato di conservazione del materiale coibente, ma presenta tuttavia ampie discontinuità specialmente in corrispondenza delle derivazioni e dei pezzi speciali. Il tipo di regolazione è solo da centrale termica mediante impostazioni sul pannello della caldaia. Per quanto attiene alla rete di distribuzione ai collettori e da questi ai singoli corpi scaldanti, anch'essa è realizzata in rame con diametri da 42 x 1.5 mm, 35 x 1.5 mm, 28 x 1.5 mm per le derivazioni ai collettori complanari.



Foto 10 intercapedine tecnologica - stacchi da linea dorsale verso i collettori di alimentazione dei terminali – non sono presenti organi di bilanciamento delle portate

La distribuzione tra collettori complanari e corpi scaldanti è realizzata in rame pre coibentato con diametri di 12 x 1 mm, 14 x 1 mm e in rari casi 16 x 1 mm. In centrale termica è posizionato sulla tubazione di mandata un circolatore a rotore bagnato di tipo gemellare trifase; lungo la dorsale principale, in corrispondenza dello stacco per l'alimentazione degli aerotermi asserviti alla palestra, è posizionato un secondo circolatore gemellare a rotore bagnato marca Lowara ITT mod. FGC 40 – 10T con prevalenza massima di 10 m e portata massima di 17 mc/h. In sede di sopralluogo è stato possibile ricostruire solo in parte la configurazione geometrica della rete. Essa è comunque di tipo mono zona, ossia caratterizzata da un unico livello termico. Nella rete non sono presenti organi di bilanciamento e taratura oltre ai soli detentori sui corpi scaldanti. I terminali sono costituiti da radiatori in alluminio tipo Fondital Scirocco o simile, interasse 600 mm, salvo alcuni locali (refettorio e spogliatoi palestra) con interassi di 800 e 1200 mm. I terminali della palestra sono consistono in quattro aerotermi marca Sabiana modello Atlas alimentati da tubazioni in rame diametro 28 x 1.5 mm.



Foto 11 collettore tipo di distribuzione ai terminali di erogazione



Foto 12 radiatore tipo esistente in alluminio



Foto 13 Aerotermi esistenti asserviti alla palestra



Foto 14 Circolatore supplementare installato su stacco linea alimentazione aerotermi

Illustrazione dell'intervento proposto e motivazioni tecnico-economiche della scelta.

Con il presente progetto definitivo, riprendendo le ipotesi progettuali di base rappresentate nel progetto di fattibilità tecnica ed economica già predisposto in precedenza e fornito al sottoscritto, vengono proposti sostanzialmente due tipi d'intervento: la sostituzione del generatore a gasolio con un sistema a pompa di calore elettrica del tipo aria-acqua e la realizzazione di una coibentazione a cappotto da posare sui paramenti esterni delle pareti perimetrali. Per le sue caratteristiche il complesso di tali interventi è classificabile ai sensi del paragrafo 1.4.2 dell'Allegato 1 al DM 26/06/2015 (S.O. alla G.U. n. 39 del 15/07/2015) come "riqualificazione energetica" in quanto, oltre a coinvolgere una superficie inferiore o uguale al 25% della superficie disperdente complessiva, comporta anche la ristrutturazione dell'impianto termico asservito all'edificio stesso. In effetti la posa del cappotto termico prevista in progetto coinvolge le sole pareti perimetrali e non comporta la sostituzione dei serramenti, per cui la superficie complessivamente coinvolta è pari al 23 % circa della superficie lorda disperdente complessiva. Pare opportuno evidenziare che l'intervento in progetto non prevede la coibentazione della copertura in quanto, come detto in premessa, la medesima accoglie un impianto fotovoltaico installato in precedenza e gestito da soggetti terzi, con conseguente vincolo sull'utilizzabilità e sugli interventi ivi realizzabili. I limiti delle somme a disposizione per l'intervento non rendono altresì applicabile l'operazione di coibentazione delle pavimentazioni contro terra, intervento per altro manifestamente anti economico rispetto ai benefici conseguibili a fronte dei costi da sostenere. Gli interventi previsti si inquadrano comunque tra quelli maggiormente remunerativi sotto il profilo del risparmio dell'energia elettrica consumata e quindi dei costi di gestione, riduzione delle emissioni di CO₂ adeguamento ai valori limite dei fabbisogni e dei rendimenti energetici secondo le vigenti normative specifiche. Si prevede che a valle degli interventi proposti all'edificio possa essere attribuita la classe A3 di prestazione energetica, con un miglioramento quindi di cinque classi energetiche. In seguito all'analisi dello stato di fatto del sistema edificio-impianti, anche sulla scorta dei contenuti del progetto di fattibilità tecnica ed economica, si è ipotizzata la tipologia dei possibili interventi di riqualificazione energetica, scelta tra quelle maggiormente compatibili con il prosieguo dell'attività lavorativa e didattica attualmente in essere nell'edificio in oggetto; ciò in quanto la medesima non potrebbe trovare differente allocazione senza incorrere in disagi operativi e interruzioni di pubblico servizio difficilmente sostenibili. Rispetto al progetto di fattibilità tecnica ed economica, sono state introdotte alcune varianti riguardanti in particolare la rete di distribuzione ai terminali di erogazione dell'energia termica.

Tipologia di intervento scelta

Involucro edilizio opaco

In linea con quanto previsto nel progetto di fattibilità tecnica ed economica, si prevede la posa di un isolamento termico a cappotto esterno. Data l'incidenza significativa dei ponti termici sulla trasmittanza media delle pareti coinvolte dall'intervento dovuta alle numerose bucatrature sui prospetti, il sistema sarà costituito da lastre in pannelli in schiuma di resina fenolica conformi alla UNI EN 13166, rispondenti ai requisiti CAM (Criteri Ambientali Minimi) di cui al DM Ministero dell'Ambiente 11/10/2017, con conduttività termica $\lambda = 0,021 \text{ W/mK}$ e classe di reazione al fuoco B-s1d0 ai fini del rispetto della Guida per la determinazione dei "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili" pubblicata dal Ministero dell'Interno – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco. Nella posa del cappotto termico verranno inoltre mitigati gli effetti dei ponti termici generati soprattutto dagli elementi strutturali in c.c.a. e dagli accoppiamenti parete - serramenti.

Centrale termica

È prevista la dismissione e lo smaltimento della caldaia a gasolio e dei relativi componenti, ivi compreso il serbatoio del combustibile. In sostituzione sarà installata una pompa di calore elettrica con adeguata potenza, dimensionata secondo i calcoli allegati al presente progetto e nel rispetto della normativa nazionale sul risparmio energetico (D. lgs n. 192/2005 e relativi Decreti attuativi). Per il funzionamento ottimale della pompa di calore è prevista l'installazione di un serbatoio inerziale con capacità di 1.500 litri avente anche la funzione di disaccoppiamento idraulico tra impianto di distribuzione ne circuito primario, data la prevista presenza di valvole termostatiche che potrebbero modificare anche sensibilmente la caratteristica idraulica del circuito creando malfunzionamenti della pompa di calore stessa. Il sistema sarà corredato di sonda di compensazione climatica come previsto dalla normativa vigente. L'installazione della pompa di calore è prevista all'esterno in corrispondenza del sedime attualmente occupato dal serbatoio di gasolio da dismettere. Si prevede la realizzazione di una nuova linea elettrica dedicata per l'alimentazione della pompa di calore da derivare subito a valle del punto di fornitura dell'elettricità, mediante un avvanquadro di protezione in contenitore stagno munito di idoneo dispositivo magneto-termico differenziale. Sarà inoltre posato un conduttore di terra da porre in continuità con il sistema di messa a terra dell'edificio esistente.

Rete di distribuzione fluido termovettore

Dalle valutazioni svolte in sede di sopralluogo in rapporto alle caratteristiche dei locali e degli impianti già presenti nell'edificio, anche in rapporto alle somme disponibili parte delle quali come accennato saranno impiegate per il risanamento degli elementi in c.c.a., si è ritenuta di difficile attuazione la soluzione di rifacimento integrale della rete di distribuzione del fluido termovettore e la sostituzione degli elementi terminali con ventilconvettori. Tale soluzione comporterebbe la posa delle linee elettriche di alimentazione e controllo ed altresì della rete di drenaggio delle condense in caso di utilizzo estivo in raffrescamento. A favore della semplificazione in termini di economia di realizzazione, si è quindi optato per la sostituzione dei soli corpi scaldanti dimensionati per il livello termico ed il salto termico adatti alla pompa di calore, nonché per il riuso della rete di distribuzione esistente; quest'ultima infatti si presenta in buono stato di conservazione, per cui si prevede la sola sostituzione dello strato isolante, adeguandolo alle prescrizioni di cui al DM 412/93 nei tratti dorsali a vista correnti all'interno dell'intercapedine tecnologica, nonché piccoli interventi di ripristino della coibentazione. Per quanto attiene ai nuovi corpi scaldanti si è optato per l'adozione di radiatori in tubolari di acciaio multi colonna, con caratteristiche antinfortunistiche per via delle forme prive di spigoli vivi, da corredare con valvole termostatiche a bassa inerzia per la regolazione della temperatura di ciascun ambiente. I nuovi corpi scaldanti, come accennato, sono stati dimensionati per un livello termico inferiore rispetto a quello imposto dalla caldaia a combustione. In particolare si è adottata la temperatura di mandata pari a 55°C ed un ΔT tra temperatura media del fluido nei corpi scaldati e temperatura ambiente posta a 20°C pari a $32,5^\circ\text{C}$. Tale soluzione comporta la maggiorazione delle dimensioni dei corpi scaldanti a parità di resa termica necessaria per compensare le dispersioni. Inoltre, al fine di scongiurare malfunzionamenti della pompa di calore dovuti a sensibili variazioni dei parametri idraulici del circuito per effetto dell'intervento delle valvole termostatiche, è prevista la posa di una valvola di bypass differenziale a monte del

circuito secondario dell'impianto. Per l'accoppiamento dei nuovi terminali alla rete di distribuzione esistente sono previsti gli adattamenti degli attacchi delle tubazioni ai terminali mediante la posa di idonee prolunghe a compensare la maggior distanza dell'attacco dall'estremità della tubazione esistente. Per quanto attiene ai terminali di erogazione collocati nella palestra, se ne prevede la sostituzione con dispositivi della stessa tipologia ma dimensionati anche in questo caso per il livello termico del fluido riscaldato dalla pompa di calore. Sulla rete di distribuzione, in corrispondenza degli stacchi dalla dorsale verso i singoli collettori di distribuzione, saranno posti in opera i dispositivi di bilanciamento delle portate, costituiti da apposite valvole regolabili. Tale intervento consentirà di regolare le portate ai terminali verso valori prossimi a quelli di progetto, con conseguente aumento dell'efficienza dell'impianto.

criteri adottati nell'analisi tecnica

L'analisi tecnica è stata condotta mediante la stima dei fabbisogni e dei rendimenti energetici eseguita con calcoli di secondo gli standard normativi (metodo A2 di cui alle norme UNI-TS 11300 1-2) e basata su quanto rilevato in situ nonché su quanto evincibile dall'esame del progetto di fattibilità tecnica ed economica esistente messo a disposizione dall'Amministrazione appaltante. La stima dei fabbisogni e dei rendimenti per la soluzione ipotizzata, ha portato a determinare le possibili quote di risparmio in termini di chilowattora elettrici (unica fonte energetica utilizzata). Su questo punto si richiama quanto precedentemente esposto circa l'opportunità di installazione di un impianto fotovoltaico a supporto degli assorbimenti elettrici.

Sequenza e modalità di attuazione dell'intervento

L'intervento da realizzare, individuato attraverso le analisi svolte, è scindibile in tre fasi distinte

1. risanamento degli elementi in c.c.a. e dei cornicioni esistenti;
2. posa di cappotto termico;
3. sostituzione pompa di calore esistente, delle unità terminali e del sistema di regolazione, modifica dello schema di centrale termofrigorifera e inserimento organi di taratura e bilanciamento delle portate.
4. Realizzazione impianto fotovoltaico.

Le fasi sono elencate nell'ordine di priorità, considerando il fatto che, per quanto attiene all'impianto di climatizzazione, è quanto mai opportuno intervenire nei periodi di non funzionamento dell'impianto.

PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI ESEGUITI

Consumi dei vettori energetici

Vettore energetico: Gasolio				
Intervento di riqualificazione energetica: Intervento combinato				
SERVIZI	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
		C _a	C _a	Δ [%]
Riscaldamento	Kg	12268,40		100,00
GALE	Kg	12268,40		100,00

Vettore energetico: Energia elettrica				
Intervento di riqualificazione energetica: Intervento combinato				
SERVIZI	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
		C _a	C _a	Δ [%]
Riscaldamento	kWh	1172,37	10094,30	-761,02
Acqua calda sanitaria	kWh	2804,93	2804,93	
Illuminazione	kWh	24145,20	5911,10	75,52
Trasporto	kWh	1375,16	326,01	76,29
GALE	kWh	29497,60	19136,40	35,13

INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo									
Intervento di riqualificazione energetica: Intervento combinato									
SERVIZI	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]			EP _{ren} [kWh/(m² anno)]			EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	117,43	18,46	84,28	0,34	49,76	-14978,80	117,77	68,23	42,07
C									
W	4,39	4,39		1,06	1,06		5,44	5,44	
V									
L	41,19	12,32	70,08	9,93	17,77	-79,13	51,11	30,09	41,13
T	1,64	0,48	71,17	0,39	0,71	-79,49	2,03	1,19	41,87
Globale	164,64	35,65	78,35	11,72	69,30	-491,80	176,36	104,95	40,49

Indici di prestazione energetica delle unità immobiliari in regime continuo								
Intervento di riqualificazione energetica: Intervento combinato								
Unità immobiliare	EP _{nren} [kWh/(m² anno)]		EP _{ren} [kWh/(m² anno)]		EP _{tot} [kWh/(m² anno)]		Classe energetica	
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO
Scuola	176,36	104,95	11,72	69,30	164,64	35,65	E	A3

LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,nren} = EP_{k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	EP_{k,nren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,ren} = EP_{k,ren} / A$	EP_{k,ren}	[kWh/(m² anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,tot} = EP_{k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	EP_{k,tot}	[kWh/(m² anno)]

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]			
Intervento di riqualificazione energetica: Intervento combinato			
SERVIZI	QR [%]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	0,35	75,51	-22105,90
C			
W	19,42	19,42	
V			
L	19,42	64,58	-232,49
T	19,42	65,41	-236,82
Globale	6,11	69,30	-1035,90

Produzione di CO ₂			
Intervento di riqualificazione energetica: Intervento combinato			
SERVIZI	CO ₂ [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	38953,50	4372,86	88,77
C			
W	1215,10	1215,10	
V			
L	10459,70	2560,69	75,52
T	595,72	141,23	76,29
Globale	51224,00	8289,87	83,82

Prestazioni da riscontrare a valle dell'intervento

Ai sensi della normativa vigente in tema di efficienza e risparmio energetico¹, l'intervento in progetto deve essere inquadrato come riqualificazione energetica. Per tale motivo le scelte progettuali portano al rispetto di quanto riportato nell'Allegato 1 al DM 26/06/2015, ovverosia per l'impianto di riscaldamento, rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 5 e in particolare dell'efficienza media stagionale di cui ai punti 5.3.1, 5.3.2. Per quanto attiene alla misura agevolativa del cosiddetto Conto Energia termico si rimanda a quanto illustrato nel paragrafo di premessa della presente relazione.

Olbia, 04/02/2022

Il tecnico incaricato
ing. Andrea Pippia

¹ D. lgs 192/2005, L. 90/2013, D. Lgs 28/2011, D. Interministeriale 26/06/2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"

COMUNE DI PALAU**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA****MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA - Componente 1 –Istruzione e ricerca –
Investimento 3.3: “Piano di messa in sicurezza e riqualificazione delle scuole”**

***Riqualificazione energetica e interventi di miglioramento sismico della scuola secondaria di primo grado di
via Del Faro***

PROGETTO DEFINITIVO**QUADRO ECONOMICO**

a) Lavori	
a1) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza)	€ 705 494,33
a2) Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (NON soggetti a Ribasso d'asta)	€ 39 007,99
importo lavori soggetto a ribasso d'asta	€ 666 486,34
a3) IVA sui lavori	€ 155 208,75
Somme a disposizione della stazione appaltante per:	
b) Spese per incentivi art.113 c. 2 e ss. D.lgs n. 50/2016	€ 11 287,91
b1) Spese tecniche per progettazione definitiva, progettazione esecutiva, coordinamento sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, direzione lavori, contabilità e misura (compresi IVA e CNPAIA)	€ 84 659,32
c) Spese per pubblicità	€ 1 000,00
e) altre voci	
e1) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto	€ 3 000,00
e2) Spese per diritti ANAC	€ 150,00
d) Imprevisti e arrotondamento	€ 6 199,69
Sommano somme a disposizione	€ 106 296,92
importo totale del finanziamento	€ 967 000,00