



Comune di PALAU

Provincia di Sassari - Zona Omogenea Olbia - Tempio

Sindaco: Francesco Giuseppe Manna

***Piano straordinario di Edilizia Scolastica Iscol@,
Programma asse I - Scuole del nuovo Millennio -
Ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e
funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste***

Responsabile del Procedimento: Arch. Giovanni Tiveddu



Progetto di FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA Relazione di sostenibilità dell'opera



Progettazione:

OFFICINE 18

Società di ingegneria
via Alagon 8, 09123, Cagliari (CA)
info@officinediciotto.it

**Arch. Mattia Giuseppe Barranca
Arch. Leonardo Scalas
Dott. Agr. Federico Corona
Dott.ssa Elisabetta Tuveri**

revisione	data	codice elaborato
00	14/09/2023	01_ERE_04_REL

PREMESSA.....	2
OBIETTIVI PRIMARI DELL’OPERA IN TERMINI DI “OUTCOME” E BENEFICI PER LE COMUNITÀ E I TERRITORI INTERESSATI	2
VERIFICA DEI CONTRIBUTI SIGNIFICATIVI AD ALMENO UNO DEGLI OBIETTIVI AMBIENTALI.....	7
INTRODUZIONE	7
OBIETTIVO 1 - MITIGAZIONE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO.....	7
OBIETTIVO 2 – ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI.....	10
OBIETTIVO 3 – USO SOSTENIBILE E PROTEZIONE DELLE RISORSE IDRICHE E MARINE.....	11
OBIETTIVO 4 – ECONOMIA CIRCOLARE.....	12
OBIETTIVO 5 – PREVENZIONE E RIDUZIONE DELL’INQUINAMENTO	14
OBIETTIVO 6 – PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA BIODIVERSITÀ E DEGLI ECOSISTEMI	16
CRITERI AMBIENTALI MINIMI	18
STIMA DELLA CARBON FOOTPRINT E DELLA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA DELL’OPERA IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE	21
ANALISI DEL CONSUMO COMPLESSIVO DI ENERGIA CON L’INDICAZIONE DELLE FONTI PER IL SODDISFACIMENTO DEL BISOGNO ENERGETICO, ANCHE CON RIFERIMENTO A CRITERI DI PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA	23
MISURE PER RIDURRE LE QUANTITÀ DEGLI APPROVVIGIONAMENTI ESTERNI E OPZIONI DI MODALITÀ DI TRASPORTO PIÙ SOSTENIBILI DEI MATERIALI VERSO/DAL SITO DI PRODUZIONE AL CANTIERE	25
STIMA DEGLI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI DELL’OPERA.....	26
INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE DI TUTELA DEL LAVORO DIGNITOSO	28
SOLUZIONI TECNOLOGICHE INNOVATIVE.....	29
ANALISI DI RESILIENZA	30

PREMESSA

La relazione di sostenibilità dell'opera, redatta all'interno del progetto di fattibilità tecnico-economica per l'“*Ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste*”, illustra gli obiettivi e le strategie per la sostenibilità dell'intervento definiti nell'ambito del progetto.

I seguenti capitoli sono organizzati in riferimento alle prescrizioni del DLgs. 36/2023 e ai documenti programmatici e di indirizzo predisposti dai Ministeri per i progetti elaborati nell'ambito del PNRR (decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108).

In particolare, la sezione sulla verifica dei contributi dell'intervento agli obiettivi ambientali, come specificati nella “Tassonomia per la finanza sostenibile” (Regolamento UE 2020/852) adottata per promuovere gli investimenti in progetti verdi e sostenibili e per realizzazione degli obiettivi del Green Deal europeo, è elaborata secondo le indicazioni della “Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH) - Edizione aggiornata allegata alla circolare RGS n. 33 del 13 ottobre 2022” del Ministero dell'Economia e delle Finanze.

OBIETTIVI PRIMARI DELL'OPERA IN TERMINI DI “OUTCOME” E BENEFICI PER LE COMUNITÀ E I TERRITORI INTERESSATI

Il progetto di ampliamento in sopraelevazione con riqualificazione energetica e funzionale della scuola primaria di Palau sita in Via Incrociatore Trieste intende promuovere in modo sistemico la “triple bottom line” della sostenibilità, intesa come sintesi delle sfere ambientale, sociale ed economica. L'intervento intende infatti non soltanto porsi all'avanguardia per la gestione sostenibile delle risorse, ma anche produrre un impatto sociale positivo tramite la creazione di condizioni ottimali per l'apprendimento, lo sviluppo di funzioni sociali complementari a servizio della comunità, la promozione di una coscienza ambientale e della green economy nel contesto locale, mediante una strategia di rinnovamento ecosostenibile e di resilienza su un orizzonte temporale ampio.

L'intervento sarà realizzato in conformità ai Criteri Ambientali Minimi aggiornati dal recente DM 23/06/2022 (GURI n. 183 del 6 agosto 2022), entrato in vigore il 4 dicembre 2022, e in allineamento agli obiettivi ambientali promossi dall'Unione Europea con il Regolamento UE 2020/852 “Tassonomia per la finanza sostenibile”.

Il progetto è poi fortemente indirizzato agli obiettivi di sviluppo sostenibile stabiliti dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per il 2030 (Sustainable Development Goals), individuati tramite l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, sottoscritta e recepita anche dall'Italia. L'intervento è, in particolare, focalizzato sui seguenti Sustainable Development Goals:

- obiettivo 4 “Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all”;
- obiettivo 6 “Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all”;
- obiettivo 7 “Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all”;

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

- obiettivo 8 “Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all”;
- obiettivo 11 “Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable”;
- obiettivo 12 “Ensure sustainable consumption and production patterns”;
- obiettivo 13 “Take urgent action to combat climate change and its impacts by regulating emissions and promoting developments in renewable energy”;
- obiettivo 15 “Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss”.

I principali benefici per la comunità e il territorio nel lungo termine che si prevede siano prodotti dalla realizzazione dell'intervento possono essere riassumibili di seguito:

1) Benefici ambientali:

- minimizzazione del consumo di energia e di risorse non rinnovabili per la riqualificazione e per le fasi di esercizio e di fine vita dell'opera;
- recupero ambientale del sito, promozione della biodiversità, connessione con gli habitat ecologici dell'intorno;
- protezione delle risorse idriche e gestione sostenibile delle acque piovane nel sito.

2) Benefici sociali:

- creazione di un polo scolastico d'eccellenza con modalità didattiche innovative, basate su modelli inclusivi che favoriscano una crescita culturale per il territorio comunale e sovracomunale;
- creazione di servizi complementari alla funzione scolastica a servizio dell'intera comunità locale, configurando di fatto la scuola riqualificata come “centro civico” per attività sociali e culturali per il territorio;
- creazione di condizioni di qualità ambientale degli spazi interni ed esterni ideali per proteggere la salute degli alunni, favorire l'apprendimento e lo sviluppo del pensiero critico e creativo, con ruolo primario affidato alla luce naturale, al contatto con la natura, alla qualità dell'aria interna e al comfort;
- sviluppo di una coscienza ecologico-ambientale nella comunità locale, grazie alla sensibilizzazione degli alunni e degli utenti sui temi della sostenibilità e alla promozione dell'educazione per lo sviluppo sostenibile nelle nuove generazioni.

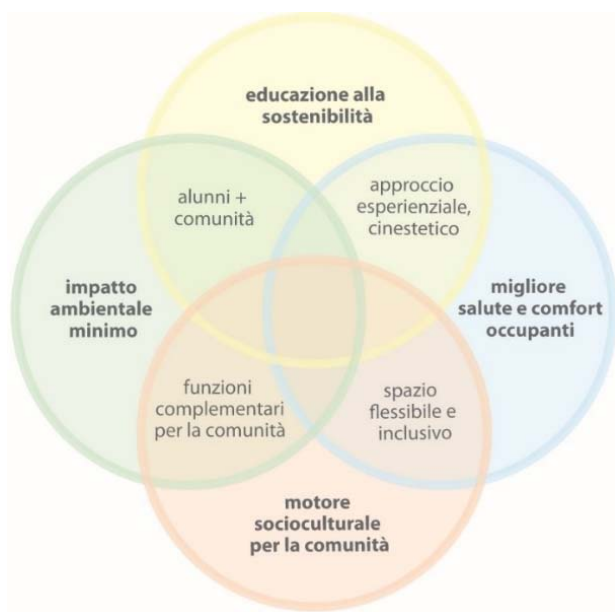
3) Benefici economici:

- minimizzazione dei costi di esercizio e di manutenzione della struttura scolastica, mediante soluzioni architettoniche e impiantistiche durevoli e ad altissima efficienza energetica, con possibile replicazione del modello di gestione in altre strutture;

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

- sviluppo della green economy nel contesto locale attraverso la creazione di un modello ispiratore di buone pratiche di sostenibilità e di un polo attrattore che accolga spazi multifunzionali per la promozione di prodotti e aziende green locali;
- gestione ottimizzata e polifunzionale del complesso scolastico nel lungo termine, con soluzioni spaziali e impiantistiche flessibili e adattabili a esigenze molteplici, tali da consentire l'utilizzo esteso della struttura oltre il periodo e gli orari scolastici.

Il progetto promuove dunque la crescita e lo sviluppo della comunità locale nel lungo periodo, interpretando il concetto di sostenibilità secondo sinergie estese, che integrano la tradizionale matrice di tipo ambientale, economica e sociale con la dimensione culturale. Su quest'ultimo aspetto, il progetto intende definire un modello scolastico “verde” innovativo, aperto ad accogliere funzioni complementari a quella didattica, focalizzato sull'interazione generazionale attiva tra educatori e giovani e sullo sviluppo di una coscienza ecologico-ambientale nelle nuove generazioni, tale da costituire un vero e proprio motore socio-culturale per la comunità locale.



Modello di green school promosso dal progetto di riqualificazione della scuola primaria di Via Incrociatore Trieste a Palau

Il valore culturale si estende oltre la funzione prettamente pedagogica, dunque, in quanto la scuola riqualificata intende assurgere a modello di ispirazione per l'intera comunità cui appartiene, con impatto profondo e duraturo in quanto fulcro di elevata qualità architettonica, che interagisce con il contesto e la vita della comunità stessa con forte proiezione simbolica e fondamentale ruolo civico per il territorio.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

Tale strategia per la sostenibilità dell'intervento è fondata sulla sinergia tra azioni progettuali sistemiche focalizzate sui seguenti aspetti:

- recupero ambientale del sito, protezione e potenziamento degli habitat e della vegetazione endemica, con la previsione di ampi giardini aperti, orti didattici e tetti giardino;
- elevata efficienza e compatibilità ambientale nell'uso dell'energia e delle risorse durante il ciclo di vita, tra l'altro espressa mediante la calibrazione tra soluzioni progettuali passive e attive, tali da garantire un fabbisogno termico molto ridotto coperto in misura ingente dal ricorso a sistemi di produzione energetica da fonte rinnovabile;
- utilizzo di materiali ecosostenibili nel loro ciclo di vita per la costruzione dell'edificio;
- elevata qualità ambientale degli spazi interni ed esterni, mediante l'utilizzo di materiali con emissioni nocive ridotte o nulle e soluzioni di involucro e impiantistiche per un'ottima qualità dell'aria interna, elevato comfort termico, visivo e acustico.
- protezione delle risorse idriche, mediante apparecchiature ad alta efficienza idrica, recupero dell'acqua piovana e soluzioni di gestione sostenibile del cantiere;
- promozione della mobilità ciclabile e sostenibile, con la previsione di servizi dedicati e infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici;
- flessibilità e adattabilità spaziale, mediante partizioni mobili, arredi e dotazioni impiantistiche e tecnologiche versatili, che consentono differenti configurazioni degli ambienti e possibili compartimentazioni per limitare gli oneri di gestione e manutenzione in base alle specifiche necessità;
- gestione sostenibile delle attività di cantiere per minimizzarne gli impatti, con strategie tese a minimizzare l'erosione del suolo, le emissioni di polveri e acustiche, e a proteggere i bacini idrici recettori delle acque piovane;
- minimizzazione degli oneri di esercizio e manutenzione, mediante soluzioni durevoli, sistemi domotici e di monitoraggio per la progressiva ottimizzazione dei consumi;
- l'utilizzo di ampi spazi vegetati, tetti giardino e orti didattici per promuovere attività per l'apprendimento a contatto con la natura;
- sensibilizzazione degli alunni e degli utenti sui temi della sostenibilità, mediante la predisposizione di spazi didattici interni ed esterni che favoriscano laboratori didattici flessibili, basati su modalità d'apprendimento multisensoriali, privilegiando approcci di tipo cinestetico ed esperienziale all'educazione per lo sviluppo sostenibile.

La sostenibilità dell'intervento è interpretata dunque anche in termini di resilienza del compendio, adattabilità funzionale alle mutevoli esigenze, manutenzione e gestione ottimizzata degli oneri di esercizio.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera



Le misure previste offrono opportunità di utilizzo degli ambienti per funzioni molteplici, sia per le attività scolastiche che per attività a servizio dell'intera comunità, in modo da garantire differenti possibilità d'uso della struttura nei periodi extrascolastici.

Le scelte progettuali mirano dunque a realizzare una resilienza ambientale e funzionale dell'opera nel lungo periodo e a trasformare la scuola oggetto di riqualificazione in un modello ispiratore di buone pratiche per lo sviluppo sostenibile.

VERIFICA DEI CONTRIBUTI SIGNIFICATIVI AD ALMENO UNO DEGLI OBIETTIVI AMBIENTALI

INTRODUZIONE

Il principio DNSH è articolato sui sei obiettivi ambientali definiti nel sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili (indicato nell'articolo 17 del Regolamento UE 2020/852), ed è finalizzato a valutare se una misura possa o meno arrecare un danno a tali sei obiettivi ambientali, individuati dal Green Deal adottato dall'Unione Europea. La finalità è dunque indirizzare gli interventi finanziati verso le ipotesi di conformità e sostenibilità ambientale previste dai regolamenti comunitari.

Obiettivo di questo capitolo è dimostrare che l'intervento di ampliamento e riqualificazione della scuola primaria di Via Incrociatore Trieste a Palau contribuisce in modo sostanziale ad almeno uno degli obiettivi definiti nel Regolamento UE 2020/852 “Tassonomia” e non arreca un danno significativo agli altri obiettivi ambientali riportati all'art. 9 (Obiettivi ambientali) del regolamento stesso:

- a) mitigazione dei cambiamenti climatici;
- b) adattamento ai cambiamenti climatici;
- c) uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine;
- d) economia circolare;
- e) prevenzione e riduzione dell'inquinamento;
- f) protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

Tale dimostrazione implica che il progetto è da ritenersi un investimento ecosostenibile in quanto conforme ai criteri di ecosostenibilità delle attività economiche previsti nell'articolo 330 del citato Regolamento UE 2020/852.

Il rispetto degli obiettivi ambientali è garantito dal progetto mediante strategie di progettazione sostenibile, di scelta dei materiali e componenti, di pianificazione delle fasi di cantiere, di gestione dei rifiuti derivanti dalle attività di cantiere, di gestione e manutenzione degli edifici e della loro fase di fine vita, in allineamento ai nuovi Criteri Ambientali Minimi recentemente aggiornati dal DM 23/06/2022.

In riferimento ai sei obiettivi ambientali previsti dai regolamenti tassonomici comunitari sono illustrate di seguito le misure adottate dal progetto. La trattazione include i riferimenti ai pertinenti requisiti dei CAM (DM 23/06/2022) che contribuiscono ai fini del soddisfacimento delle verifiche stesse.

OBIETTIVO 1 - MITIGAZIONE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

L'obiettivo di mitigazione del cambiamento climatico è perseguito mediante un intervento di riqualificazione che garantirà un'alta prestazione energetica dell'edificio, per rispettare al contempo il criterio CAM 2.4.2 “Prestazione energetica” e i requisiti imposti dalla normativa energetica nazionale (DM 26/06/2015 “Requisiti Minimi”), consentendo di raggiungere una classe energetica A secondo la classificazione prevista dal DM 26/06/2015 “Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”.

Le scelte progettuali prevedono infatti un sistema edificio-impianto che ottimizza in modo sinergico strategie progettuali bioclimatiche passive e strategie attive legate a impianti ad alta efficienza, la cui domanda

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

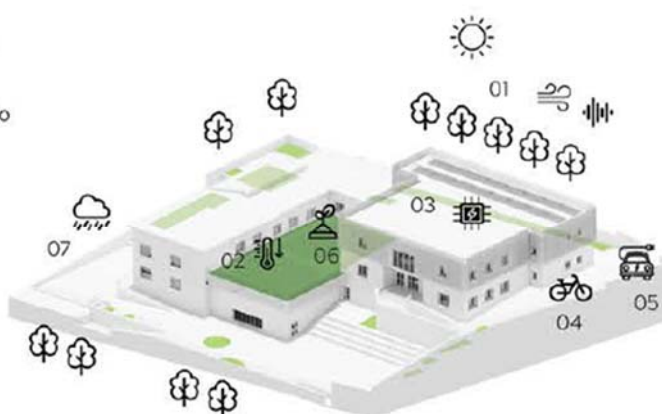
energetica è coperta in misura ingente da sistemi di produzione energetica da fonte rinnovabile. In particolare, il progetto prevede l'applicazione delle seguenti principali misure per l'efficienza energetica:

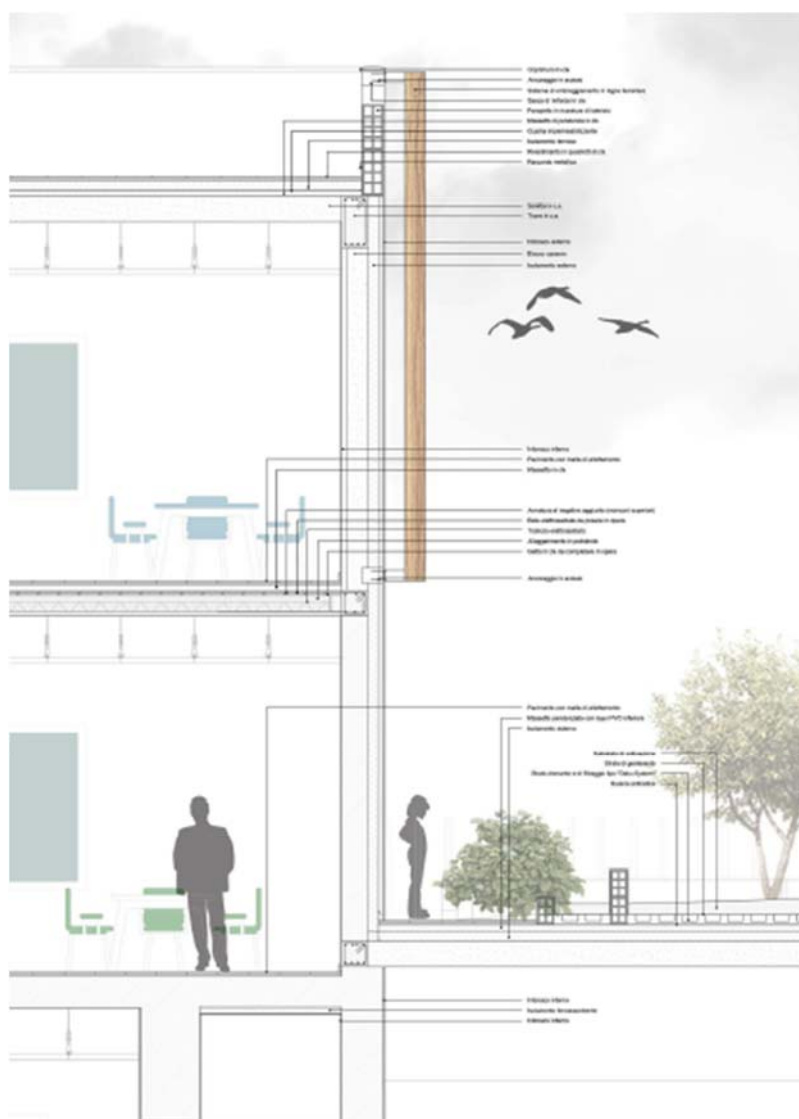
- un'elevata prestazione della componente passiva dell'involucro che consente di minimizzare il fabbisogno termico invernale ed estivo, grazie a soluzioni adattate al clima locale (alto livello di isolamento e inerzia termica, infissi ad alte prestazioni, ermeticità dell'involucro secondo i nuovi requisiti CAM, minimizzazione dei ponti termici, ventilazione meccanica controllata con recupero di calore) che consentono di minimizzare il ricorso alle strategie attive per il controllo climatico interno;
- un involucro mediamente compatto, con nuove aperture e schermature calibrate in funzione dell'esposizione, al fine di favorire i guadagni solari passivi invernali e consentire la l'agevole schermatura nel periodo estivo. L'involucro trasparente è dotato di sistemi schermanti che consentono di modulare la radiazione solare e limitare il surriscaldamento estivo;
- una profondità degli ambienti interni limitata, tale da favorire strategie di ventilazione passiva passante, massimizzare il contributo dell'illuminazione naturale per il benessere visivo degli alunni e da ridurre di conseguenza i consumi per l'illuminazione artificiale;
- una componente attiva costituita da impianti ad alta efficienza alimentati in misura ingente da fonte rinnovabile, con sistemi di illuminazione LED coadiuvati da sistemi domotici rispettanti le prescrizioni del criterio CAM 2.4.3 “Impianti di illuminazione per interni”, impianti di climatizzazione e di produzione di acqua calda sanitaria alimentati da pompe di calore ad alta efficienza, sistemi di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, coadiuvati da un generatore fotovoltaico con batterie di accumulo e dall'impianto solare termico installati sulla copertura.

Il requisito CAM sul comfort termico (facente parte del criterio CAM 2.4.2) sarà garantito mediante l'utilizzo di un involucro caratterizzato da isolamento termico e inerzia termica molto elevati con isolanti di origine naturale dotati di buona densità, tale da garantire anche il requisito di inerzia termica richiesto, con una trasmittanza termica periodica inferiore a 0.09 W/mq K per le chiusure verticali opache e a 0.16 W/mq K per la copertura.

- 01 Schermatura sul lato sud da sole estivo, vento e traffico veicolare esterno tramite la presenza di specie arboree caducifoglie
- 02 Utilizzo delle superfici prative e del tetto giardino come elementi di dispersione del calore
- 03 Produzione di energia elettrica attraverso i pannelli fotovoltaici montati in copertura
- 04 Rastrelliere per biciclette
- 05 Colonnine di ricarica per veicoli elettrici
- 06 Compostiera
- 07 Raccolta delle acque piovane per irrigazione del verde e acqua sanitaria

VERDE E SOSTENIBILITA'





Il progetto di riqualificazione della struttura scolastica di Via Incrociatore Trieste contribuisce dunque in modo sostanziale all'obiettivo ambientale di mitigazione del cambiamento climatico, in quanto riduce drasticamente il consumo energetico e incrementa significativamente l'efficienza energetica del complesso, in allineamento alle previsioni della scheda di autovalutazione DNSH per la misura legata alla riqualificazione energetica degli edifici scolastici, grazie in particolare alla sinergia tra le due componenti passiva ed attiva del progetto:

- 9

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

- impianti ad alta efficienza alimentati in misura ingente da fonte rinnovabile (componente attiva), con sistemi di climatizzazione e di produzione di acqua calda sanitaria alimentati da pompe di calore ad alta efficienza, coadiuvati da un generatore fotovoltaico con batterie di accumulo e dall'impianto solare termico installati sulla copertura;

Il progetto determinerà inoltre ridotte emissioni di gas serra in quanto sarà conforme ai più stringenti requisiti ambientali minimi definiti dai CAM, recentemente aggiornati dal DM 23/06/2022. Le soluzioni in progetto consentiranno di abbattere le emissioni di CO2 rispetto a quelle di un edificio tradizionale e contribuiranno quindi in modo sostanziale al raggiungimento dell'obiettivo di mitigazione del cambiamento climatico.

OBIETTIVO 2 – ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Nella scheda di autovalutazione DNSH la misura oggetto del presente intervento (riqualificazione energetica degli edifici scolastici) è considerata capace di contribuire in modo sostanziale anche all'obiettivo di adattamento ai cambiamenti climatici. Il progetto di riqualificazione della scuola primaria di Via Incrociatore Trieste a Palau attua diffusamente strategie per adattare l'edificio all'eventuale progredire dei cambiamenti climatici in corso. Le principali strategie sono sintetizzate di seguito:

- l'installazione di schermature solari, al fine di ridurre il surriscaldamento negli ambienti interni ed esterni;
- l'utilizzo di tetti verdi e di ampie superfici vegetate a terra, con capacità di raffrescamento passivo per evapotraspirazione;
- l'utilizzo di essenze arboree a foglia caduca con funzione ombreggiante;
- l'uso di pavimentazioni permeabili e di materiali di finitura per pavimentazioni e copertura dotati di elevato fattore di riflettanza solare SRI;
- la riduzione del fabbisogno idrico dell'edificio mediante l'utilizzo di apparecchi sanitari a basso consumo di acqua dotati di sistemi di controllo e regolazione automatizzati, l'utilizzo di vegetazione autoctona o adattata a bassa domanda idrica, il recupero dell'acqua piovana e il suo riutilizzo per l'irrigazione;
- l'utilizzo di sistemi di produzione energetica da fonte rinnovabile solare;
- la sensibilizzazione degli alunni e degli utenti sui temi della sostenibilità.



Tali strategie riducono il surriscaldamento e l'effetto isola di calore, hanno un impatto diretto sul consumo energetico dell'edificio limitando la necessità di raffrescamento attivo, riducono il carico sulla rete idrica e l'impatto su quella di smaltimento delle acque piovane, contribuendo dunque in modo sostanziale all'obiettivo ambientale di adattamento ai cambiamenti climatici.

Le misure previste consentono dunque l'adattamento dell'opera prevista a possibili rischi fisici climatici che potrebbero influenzarne il rendimento in proiezione futura, quali il cambiamento e la variabilità della temperatura, lo stress termico, la variabilità idrologica e delle precipitazioni, e lo stress idrico. Il progetto intende infatti creare un'infrastruttura scolastica resiliente, sia in termini di flessibilità e adattabilità funzionale a esigenze future, che di adattamento a possibili mutamenti di tipo ambientale-climatico.

OBIETTIVO 3 – USO SOSTENIBILE E PROTEZIONE DELLE RISORSE IDRICHE E MARINE

Il progetto rispetta integralmente il vincolo DNSH sull'uso sostenibile delle risorse idriche e marine. Il progetto prevede infatti l'installazione di apparecchi sanitari in grado di rispettare le prescrizioni dei CAM approvati con DM 23/06/2022, relative al risparmio idrico e agli impianti idrico sanitari (criterio 2.3.9 Risparmio idrico).

Il progetto è conforme al criterio CAM 2.3.9, e dunque al vincolo DNSH, e prevede l'utilizzo di sistemi di riduzione di flusso, controllo di portata e della temperatura dell'acqua. Nello specifico, sono previsti:

- rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi di bagni e delle docce;
- rubinetteria per lavabi/lavandini di bagni e bidet a basso consumo idrico, con portata massima di 6 l/min secondo UNI EN 816 e UNI EN 15091;
- rubinetteria per docce a basso consumo idrico, con portata massima di 8 l/min secondo UNI EN 816 e UNI EN 15091;

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

- apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico, con portata massima di 3 l per scarico ridotto e 6 l per scarico completo);
- orinatoi senza consumo di acqua.

Per i sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata, in fase di esecuzione è richiesta all'appaltatore una dichiarazione del produttore attestante che le caratteristiche tecniche del prodotto (portata) siano conformi, e che tali caratteristiche siano determinate sulla base delle norme di riferimento. In alternativa, è richiesto il possesso di una etichettatura di prodotto, con l'indicazione del parametro portata, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità (es. l'etichettatura Unified Water Label).

Il progetto esecutivo dovrà prevedere scelte esecutive tali da garantire il rispetto degli Standard internazionali di prodotto richiesti. Le specifiche dovranno essere incluse nel capitolato speciale d'appalto. Nella fase di esecuzione, dovranno essere presentate alla stazione appaltante le certificazioni di prodotto relative alle forniture installate.

Il progetto è poi conforme al criterio CAM 2.3.5.1 (Infrastrutturazione primaria - Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche), con la previsione di una rete dedicata per la raccolta delle acque meteoriche, e un sistema di recupero delle stesse con vasche di raccolta per scopi irrigui. Il progetto implementa ulteriori strategie di efficienza idrica mediante la previsione di un impianto di microirrigazione a goccia, conforme a quanto previsto dal CAM 2.3.5.2 (Infrastrutturazione primaria - Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico).

Il progetto esecutivo dovrà sviluppare e dettagliare le soluzioni tecniche ai fini del rispetto dei requisiti richiesti dai criteri CAM sopramenzionati.

OBIETTIVO 4 – ECONOMIA CIRCOLARE

Il vincolo DNSH relativo all'obiettivo "economia circolare" richiede che almeno il 70% (in termini di peso) dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE) prodotti in cantiere sia preparato per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, conformemente alla gerarchia dei rifiuti e al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione. Il vincolo è assolto automaticamente dal rispetto del criterio relativo alla demolizione selettiva, recupero e riciclo (2.6.2) previsto dai CAM approvati con DM 23/06/2022. Il vincolo inoltre richiede di prestare particolare attenzione anche all'applicazione dei requisiti dei CAM relativi al disassemblaggio e fine vita (2.4.14).

Il progetto di ampliamento e riqualificazione della scuola primaria di Via Incrociatore Trieste non incide negativamente sull'obiettivo ambientale "economia circolare" in quanto rispetta congiuntamente i criteri CAM sopramenzionati. In conformità ai requisiti del criterio CAM 2.6.2, nel progetto si prescrive che le opere di demolizione siano eseguite in modo da massimizzare il recupero delle diverse frazioni di materiale, affinché almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, escludendo gli scavi, venga avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, secondo la gerarchia di gestione dei rifiuti di cui all'art. 179 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

Il progetto esecutivo stimerà la quota parte di rifiuti che potrà essere avviato a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero. Tale stima includerà:

- a. valutazione delle caratteristiche dell'edificio;
- b. individuazione e valutazione dei rischi connessi a eventuali rifiuti pericolosi e alle emissioni che possono sorgere durante la demolizione
- c. stima delle quantità di rifiuti che saranno prodotti con ripartizione tra le diverse frazioni di materiale;
- d. stima della percentuale di rifiuti da avviare a preparazione per il riutilizzo e a riciclo, rispetto al totale dei rifiuti prodotti, sulla base dei sistemi di selezione proposti per il processo di demolizione.

Alla luce di tale stima, il progetto esecutivo comprenderà le valutazioni e le previsioni riguardo a:

- a. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti pericolosi;
- b. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti riutilizzabili (nello stesso cantiere o in altri cantieri), riciclabili e recuperabili, suddivisi per frazioni monomateriali, oppure miste di inerti e rifiuti derivanti dalle demolizioni di opere per le quali non è possibile lo smontaggio e la demolizione selettiva, e che quindi saranno avviati ad impianti per la produzione di aggregati riciclati.

In termini di disassemblaggio a fine vita, il progetto di ampliamento e riqualificazione rispetta il CAM 2.4.14 e prevede che almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, sia sottoponibile a fine vita a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero. Le opere sono progettate infatti secondo materiali, componenti e procedimenti costruttivi che permettono la demolizione selettiva a fine vita per massimizzare il riutilizzo e riciclo dei materiali e dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati.

Il progetto esecutivo dovrà essere corredato di un piano per il disassemblaggio e la demolizione selettiva, secondo le prescrizioni del criterio 2.4.14 dei CAM, sulla base della norma ISO 20887 “Sustainability in buildings and civil engineering works- Design for disassembly and adaptability — Principles, requirements and guidance”, o della UNI/PdR 75 “Decostruzione selettiva - Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un’ottica di economia circolare” o sulla base delle eventuali informazioni sul disassemblaggio di componenti, fornite con le EPD conformi alla UNI EN 15804, allegando le schede tecniche o la documentazione tecnica del fabbricante dei componenti e degli elementi prefabbricati che sono recuperabili e riciclabili. La terminologia relativa alle parti dell'edificio sarà basata sulle definizioni della norma UNI 8290-1.

Nella fase di esecuzione, sarà predisposta apposita relazione finale con l'indicazione dei rifiuti prodotti al fine della verifica dell'intervento realizzato.

OBIETTIVO 5 – PREVENZIONE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO

Il progetto risulta conforme alle prescrizioni dettate dai vincoli DNSH per tale obiettivo ambientale, in quanto prescrive:

- che non siano utilizzati componenti, prodotti e materiali contenenti sostanze pericolose di cui alla “Authorization List” presente nell'art. 57 del Regolamento CE 1907/2006 (REACH). Tale specifica sarà inclusa nel capitolato speciale d'appalto del progetto esecutivo;
- che i prodotti da costruzione utilizzati per l'edificio siano conformi alle specifiche tecniche definite dalla sezione 2.5 dei CAM di cui al DM 23/06/2022. Il progetto prescrive infatti che i materiali e componenti utilizzati siano conformi ai criteri contenuti nella suddetta sezione, in termini di:
 - o emissioni negli ambienti confinati (2.5.1);
 - o contenuto di materiale riciclato/recuperato/di sottoprodotto secondo le percentuali minime richieste (2.5.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati; 2.5.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso; 2.5.4 Acciaio; 2.5.5 Laterizi; 2.5.8 Tramezzature; contropareti perimetrali e controsoffitti; 2.5.9 Murature in pietrame e miste; 2.5.10.2 Pavimenti resilienti; 2.5.11 Serramenti ed oscuranti in PVC; 2.5.12 Tubazioni in PVC e polipropilene);
 - o caratteristiche di provenienza ed ecocompatibilità dei prodotti legnosi (2.5.6);
 - o requisiti di marcatura CE, assenza di sostanze pericolose o climalteranti, contenuto di materiale riciclato/recuperato/di sottoprodotti per gli isolanti termici ed acustici (2.5.7);
 - o criteri ecologici per le pitture e vernici (2.5.13) e le pavimentazioni (2.5.10.1, 2.5.10.2).

Ai fini della dimostrazione della conformità ai requisiti sui prodotti da costruzione, dovranno essere fornite le Schede tecniche dei materiali e sostanze impiegate e i relativi certificati di prova. Le modalità di conformità e prova dei prodotti sono definite dai vari criteri stessi. In particolare, per quanto concerne la verifica del contenuto di materiale riciclato/recuperato/di sottoprodotti, in accordo ai CAM il progetto prescrive che il valore percentuale del contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti, debba essere dimostrato tramite una delle seguenti opzioni, producendo il relativo certificato nel quale sia chiaramente riportato il numero dello stesso, il valore percentuale richiesto, il nome del prodotto certificato, le date di rilascio e di scadenza:

- o 1. una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, quali ad esempio lo schema internazionale EPD© o EPDItaly©, con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo;
- o 2. certificazione “ReMade in Italy®” con indicazione in etichetta della percentuale di materiale riciclato ovvero di sottoprodotto;
- o 3. marchio “Plastica seconda vita” con indicazione della percentuale di materiale riciclato sul certificato;

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

- o 4. per i prodotti in PVC, una certificazione di prodotto basata sui criteri 4.1 “Use of recycled PVC” e 4.2 “Use of PVC by-product”, del marchio VinylPlus Product Label, con attestato della specifica fornitura;
- o 5. una certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità (come definito in base al punto 1.3.4 dell'allegato del DM CAM Edilizia 23/06/2022 pubblicato nella GURI il 06/08/2022, ai sensi dell'art. 82 del DLgs. 18/04/2016 n. 50), con l'indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti.
- o 6. una certificazione di prodotto, rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità (come definito in base al punto 1.3.4 dell'allegato del DM CAM Edilizia 23/06/2022, ai sensi dell'art. 82 del DLgs. 18/04/2016 n. 50), in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientri nel campo di applicazione di tale prassi.

Per quanto riguarda i materiali plastici, questi possono anche derivare da biomassa, conforme alla norma tecnica UNI-EN 16640. Le plastiche a base biologica consentite sono quelle la cui materia prima sia derivante da una attività di recupero o sia un sottoprodotto generato da altri processi produttivi.

Sono fatte salve le asserzioni ambientali auto-dichiarate, conformi alla norma UNI EN ISO 14021, validate da un organismo di valutazione della conformità, in corso di validità alla data di entrata in vigore del DM 23/06/2022 e fino alla scadenza della convalida stessa.

Il progetto esecutivo prescriverà nel capitolato speciale d'appalto che i mezzi di prova della conformità qui indicati siano presentati dall'appaltatore al direttore dei lavori per le necessarie verifiche prima dell'accettazione dei materiali in cantiere.

- Il progetto, infine, prescrive che le attività di preparazione e conduzione del cantiere garantiscano le prestazioni richieste dal criterio CAM 2.6.1 (Prestazioni ambientali del cantiere). Dovranno essere previste strategie per ridurre l'impatto e l'inquinamento ambientale dovuto alle attività di cantiere, proteggere l'habitat e non arrecare disturbo alla quiete urbana. In particolare, dovranno essere previste misure per controllare il ruscellamento superficiale, e di conseguenza l'erosione dei suoli e l'eutrofizzazione dei bacini idrici ricettori, la protezione della rete delle acque bianche e la minimizzazione delle polveri (es. protezione delle caditoie della rete delle acque piovane con tessuto geotessile, recinzioni filtro e vegetazione perimetrale, sistemi di lavaggio delle ruote degli automezzi, aree di stoccaggio protette da teli impermeabili per i rifiuti prodotti dal cantiere per evitare il percolamento nel terreno). Dovranno essere individuate le aree di deposito e i punti di raccolta dei rifiuti prodotti in cantiere, ed effettuate le stime di riutilizzo e riciclaggio e le modalità di trasporto agli impianti di recupero o smaltimento, e la formazione del personale di cantiere sui temi ambientali. Le misure di riduzione dell'inquinamento acustico potranno prevedere l'utilizzo di sistemi che consentano di limitare il rumore (es. barriere fonoisolanti, vegetazione perimetrale) e limitazioni temporali a specifiche fasce orarie per l'utilizzo di mezzi rumorosi. Le misure di gestione sostenibile delle attività di cantiere al fine di ottemperare ai requisiti richiesti dal criterio dovranno essere

sviluppate ed esplicitate nel progetto esecutivo, che includerà un piano ambientale di cantierizzazione, ove richiesto dalle normative nazionali o regionali.

Il progetto contribuisce dunque all'obiettivo ambientale “prevenzione e riduzione dell'inquinamento”. Le scelte materiche del progetto sono infatti basate sui recenti aggiornamenti dei CAM, seguendo principi di bioedilizia e valutazioni estese all'intero ciclo di vita dei prodotti, prediligendo materiali a basso impatto dotati di Certificazioni Ambientali di Prodotto, possibilmente basate su valutazioni LCA (Life Cycle Assessment) verificate da ente terzo. Si prevede l'impiego di isolanti di origine naturale, l'utilizzo di prodotti da costruzione con elevato contenuto di materiale riciclato ed elevato potenziale di disassemblaggio e riciclaggio/recupero a fine vita, e di prodotti lignei certificati FSC/PEFC o composti da legno riciclato/riutilizzato. I materiali di finitura, gli isolanti e gli arredi avranno basse emissioni e contenuto di Composti Organici Volatili, per ridurre la concentrazione di contaminanti chimici dannosi per la qualità dell'aria e la salute. Le soluzioni formali, costruttive, tecnologiche e materiche contribuiranno dunque alla riduzione dell'inquinamento e a creare spazi interni ed esterni caratterizzati da condizioni ambientali ottimali per la salute degli alunni e del personale scolastico, grazie a elevati livelli di qualità dell'aria, comfort termico, acustico e visivo. Al fine di prevenire e ridurre l'inquinamento, il progetto prevede apposite aree per la raccolta differenziata dei rifiuti, coerentemente con i regolamenti di settore e con il CAM 2.3.5.3.

OBIETTIVO 6 – PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA BIODIVERSITÀ E DEGLI ECOSISTEMI

Il vincolo DNSH relativo a tale obiettivo richiede in primo luogo che gli edifici non siano costruiti in terreni coltivati e seminativi con un livello da moderato ad elevato di fertilità del suolo e biodiversità sotterranea, destinabili alla produzione di alimenti o mangimi, né in terreni che corrispondono alla definizione di foresta ai sensi dell'art. 3, comma 3 e 4, e art. 4 del D. lgs 34 del 2018, né in terreni che costituiscono l'habitat di specie (flora e fauna) in pericolo elencate nella lista rossa europea o nella lista rossa dell'IUCN.

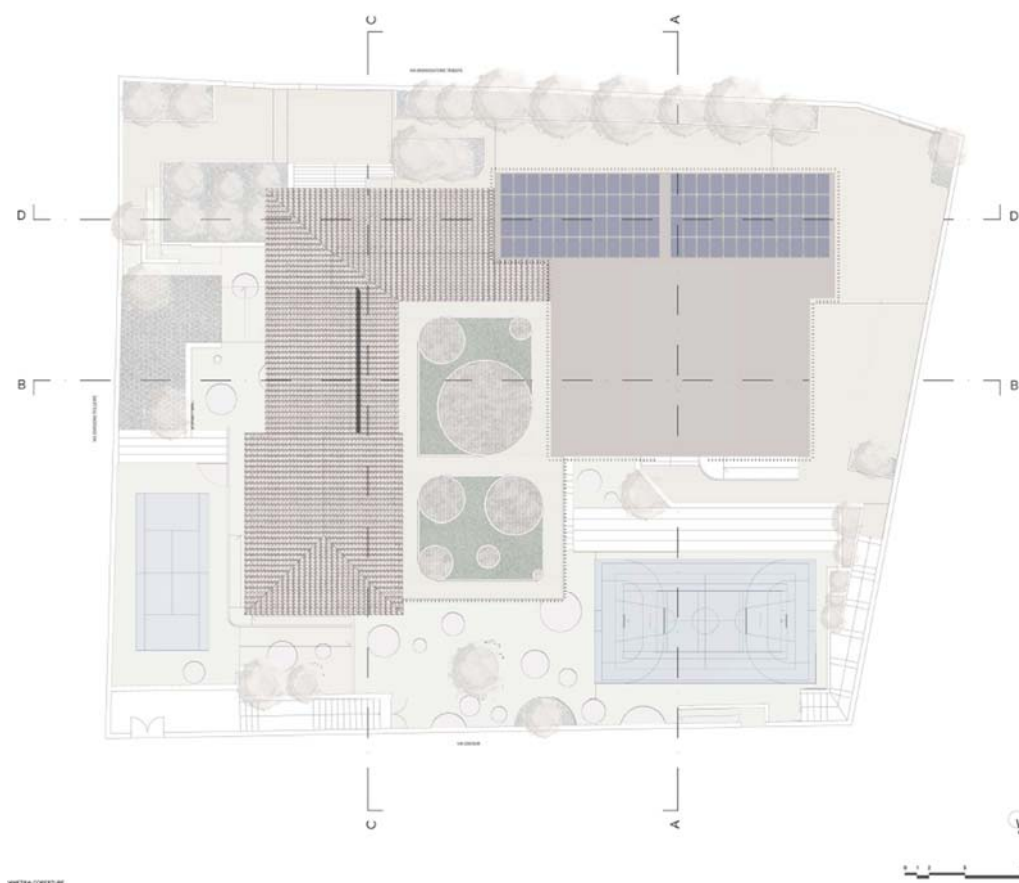
Trattandosi di un intervento di riqualificazione in un'area precedentemente già edificata, il requisito sopramenzionato può considerarsi in parte soddisfatto.

In termini di strategie per la protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, il progetto attua numerose misure di riqualificazione ambientale del sito, mediante la protezione delle specie arboree esistenti, il ripristino ambientale di aree precedentemente sviluppate con potenziamento della componente biotica endemica per garantire la conservazione degli habitat presenti nell'area, la creazione di superfici vegetate con ampi giardini e tetti giardino/orti didattici caratterizzati da essenze autoctone per favorire la biodiversità, e attuare una gestione sostenibile delle acque piovane per infiltrazione diretta nel terreno. L'utilizzo di ampie superfici verdi, di pavimentazioni esterne permeabili e di materiali di copertura e per gli spazi esterni dotati di elevato coefficiente di riflettanza solare SRI (Solar Reflectance Index) secondo gli standard previsti dai nuovi CAM (criterio 2.3.3), contribuirà a limitare l'assorbimento solare e l'effetto isola di calore. Per limitare l'inquinamento luminoso e il disturbo dell'avifauna locale, saranno utilizzati apparecchi per l'illuminazione esterna di tipo full-cutoff. Tali misure progettuali sono inoltre allineate alle indicazioni dei CAM 2.3.1 (Inserimento naturale e paesaggistico), 2.3.2 (Permeabilità della superficie territoriale); 2.3.3 (Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico) del DM 23/06/2022.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

Il vincolo DNSH prescrive infine l'utilizzo di legno certificato FSC o PEFC, e si ritiene verificato qualora si rispetti il criterio CAM relativo ai prodotti legnosi (2.5.6). Il progetto risponde al criterio 2.5.6 dei CAM allegati al DM 23/06/2022 e prescrive che tutti i prodotti in legno debbano provenire da foreste gestite in maniera sostenibile, e dunque certificati FSC o PEFC se costituiti da materie prime vergini, o rispettare percentuali di riciclato di almeno il 70% se costituiti prevalentemente da materie prime seconde, comprovate mediante una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità, quale FSC Riciclato e FSC Misto. I prodotti devono essere provvisti di certificati di catena di custodia nei quali siano chiaramente riportati, il codice di registrazione o di certificazione, il tipo di prodotto oggetto della fornitura, le date di rilascio e di scadenza dei relativi fornitori e subappaltatori.

Le suddette specifiche prestazionali dovranno essere esplicitate ed inserite nel capitolato speciale d'appalto del progetto esecutivo e verificate in fase di esecuzione secondo i dettami del criterio.



CRITERI AMBIENTALI MINIMI

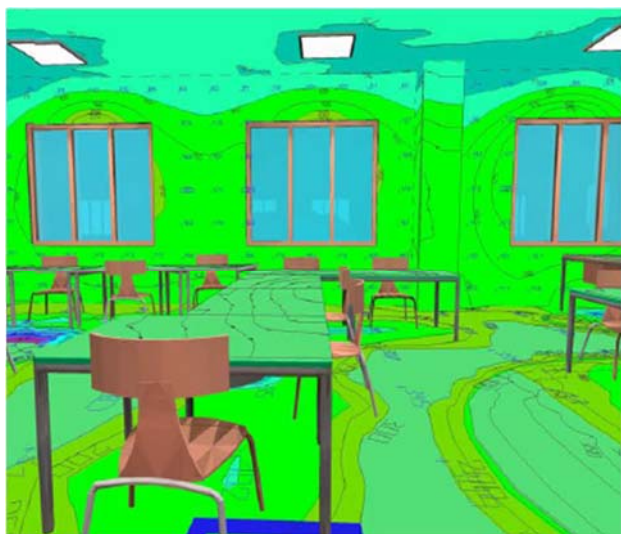
Oltre al rispetto dei CAM richiamati nel precedente capitolo (criteri 2.4.2, 2.4.3, 2.3.9, 2.3.5.1, 2.3.5.2, 2.6.1, 2.6.2, 2.4.14, criteri della sezione 2.5, dell'allegato al DM 23/06/2022), inerente alle verifiche relative ai contributi agli obiettivi ambientali promossi dal Regolamento UE 2020/852, il progetto rispetta gli altri CAM di cui al DM 23/06/2022 applicabili alla tipologia di intervento prevista dal progetto.

In questo capitolo è dunque riportata una relazione tecnica in cui, per i CAM applicabili non già trattati nel capitolo precedente, sono illustrate le scelte progettuali che consentono il soddisfacimento dei requisiti previsti.

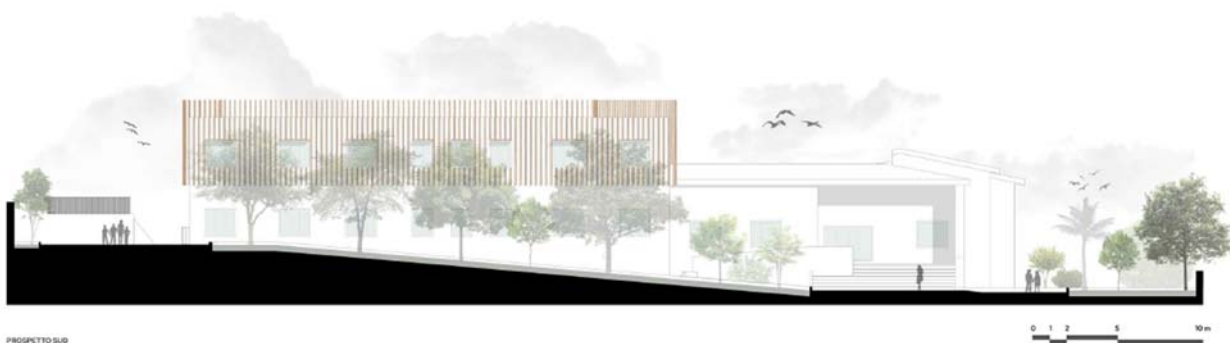
Nello specifico, il progetto risponde anche ai seguenti ulteriori CAM:

- Approvvigionamento energetico (criterio 2.3.7): il progetto è conforme al criterio prevede un sistema di approvvigionamento energetico in grado di coprire in larga parte il fabbisogno della porzione ampliata attraverso impianti da fonte rinnovabile (sistemi fotovoltaici e collettori solari termici installati in copertura; sistemi a pompa di calore);
- Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento (criterio 2.4.4): il progetto individua i locali tecnici destinati ad alloggiare esclusivamente apparecchiature e macchine, dimensionati preliminarmente in base ai macchinari previsti;
- Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria (criterio 2.4.5): il progetto prevede un impianto di ventilazione meccanica controllata con sistema integrato per il recupero dell'energia, al fine di garantire elevati standard dell'aria interna, e tale da limitare la dispersione termica, il rumore, il consumo di energia, l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti e di aria fredda e calda nei mesi invernali ed estivi. L'impianto garantirà gli standard prestazionali richiesti dal criterio;
- Benessere termico (criterio 2.4.6): Il progetto dovrà garantire condizioni di comfort termico e di qualità dell'aria interna conformi almeno alla classe B secondo la norma ISO 7730:2005 in termini di PMV (Voto medio previsto) e di PPD ((Percentuale prevista di insoddisfatti);
- Illuminazione naturale (criterio 2.4.7): il progetto della parte in ampliamento prevede ampie superfici vetrate con buon fattore di trasmissione luminosa al fine di massimizzare il contributo della luce naturale al benessere visivo e rispettare i requisiti di illuminamento richiesti dal criterio per i locali regolarmente occupati (livello di illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 300 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello medio));

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
 Relazione di sostenibilità dell'opera



- Dispositivi di ombreggiamento (criterio 2.4.8): il progetto della parte in ampliamento prevede schermature nei quadranti est-sud-ovest, tali da garantire il requisito di fattore di trasmissione solare totale richiesto dal criterio;



Progetto di fattibilità tecnica ed economica
Relazione di sostenibilità dell'opera

- Tenuta all'aria (criterio 2.4.9): il progetto implementerà le misure esecutive richieste per garantire il livello di tenuta all'aria n_{50} e la durabilità dell'involucro previsti dal criterio;
- Inquinamento elettromagnetico (criterio 2.4.10): l'impianto elettrico è previsto e dovrà essere posato con schema ad albero al fine di rispondere ai requisiti del criterio;
- Prestazioni e comfort acustici (criterio 2.4.11): il progetto esecutivo dovrà garantire, mediante apposita relazione di calcolo previsionale dei requisiti acustici passivi, il rispetto dei livelli prestazionali richiesti dal criterio in relazione alla norma UNI 11532-2;
- Radon (criterio 2.4.12): il progetto riguarda il recupero di un edificio esistente e non prevede interventi sull'attacco a terra (se non la realizzazione di una nuova finitura di pavimentazione in sovrapposizione a quella esistente);
- Piano di manutenzione dell'opera (criterio 2.4.13): il progetto esecutivo dovrà includere un piano di manutenzione dell'opera in cui sia dettagliata la verifica dei livelli prestazionali (qualitativi e quantitativi) in riferimento alle prestazioni relative ai criteri ambientali, e inoltre dovrà prevedere l'archiviazione della documentazione tecnica as-built e relativa alla gestione dell'opera. Il presente progetto di fattibilità tecnico economica include un piano preliminare di manutenzione dell'opera, che sarà affinato in fase di progettazione esecutiva;
- Conservazione dello strato superficiale del terreno (criterio 2.6.3): il progetto prescrive la rimozione e l'accantonamento del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde;
- Reinterri e riempimenti (criterio 2.6.4): Per i rinterri, il progetto prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno di cui al criterio “2.6.3-Conservazione dello strato superficiale del terreno”, proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, ovvero materiale riciclato, che siano conformi ai parametri della norma UNI 11531-1.

Il progetto esecutivo dovrà sviluppare e dettagliare le soluzioni tecniche per garantire il rispetto dei requisiti richiesti dai criteri CAM sopramenzionati di cui al DM 23/06/2023, e comprovare la conformità a ciascun criterio mediante le modalità e i mezzi di prova richiesti dai criteri stessi, secondo le specifiche riportate nel capitolato speciale d'appalto.

STIMA DELLA CARBON FOOTPRINT E DELLA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA DELL'OPERA IN OTTICA DI ECONOMIA CIRCOLARE

Come sottolineato dai CAM recentemente aggiornati dal DM 23/06/2022, gli edifici a basso impatto ambientale devono avvalersi dell'utilizzo di materiali ecocompatibili che attivino filiere virtuose, promotrici della transizione verso un'economia circolare e un'edilizia volta alla mitigazione dei cambiamenti climatici e al miglioramento della qualità della vita. Uno degli obiettivi primari per uno sviluppo sostenibile del settore edilizio risiede in un uso più efficiente delle risorse per ridurre gli impatti ambientali complessivi nell'intero ciclo di vita degli edifici.

A questo proposito, il Green Deal europeo sottolinea la necessità di ristrutturare il parco immobiliare esistente, dando vita a edifici a energia quasi zero per poter conseguire la neutralità in termini di emissioni di carbonio al più tardi entro il 2050 e incoraggia la promozione di materiali da costruzione ecologici. Lo stesso Green Deal prevede che sia varata una nuova strategia per un ambiente edificato sostenibile, che promuoverà i principi di circolarità lungo l'intero ciclo di vita degli edifici, incentivando il contenuto di riciclato nei prodotti da costruzione, migliorando la durabilità e l'adattabilità degli edifici, e integrando la valutazione del ciclo di vita. La Commissione intende dunque promuovere la sostenibilità ambientale delle soluzioni e dei materiali edilizi, tra cui i biomateriali, le soluzioni basate sulla natura e i materiali riciclati, sulla base di un approccio globale di valutazione del ciclo di vita.

Il progetto di riqualificazione e ampliamento della scuola primaria di Via Incrociatore Trieste a Palau è fortemente allineato a questi principi. Le scelte materiche sono infatti fondate sull'utilizzo di materiali ecologici con elevato contenuto di materiale riciclato o recuperato, che possano poi essere in larga parte riciclati, recuperati o riutilizzati a fine vita. Per la parte in ampliamento si è optato in questa fase preliminare per sistemi edilizi con involucro murario a corpo unico di laterizio alleggerito con farina di legno vergine o miscele di fibre vegetali, con cappotto termoacustico in lana di vetro ad alta densità o equivalente, che sarà applicato anche sulle pareti esistenti oggetto di riqualificazione. Tale scelta rispecchia anche un'attenzione del progetto verso la tradizione costruttiva tipica del contesto e le capacità consolidate delle imprese locali. La microporosità della soluzione in laterizio permette di regolare la temperatura e l'umidità interna dell'edificio per un maggiore comfort abitativo. Lo strato isolante esterno prevede un'alta percentuale di materie prime naturali e riciclate (sabbia e oltre il 65% di vetro riciclato), ed è riciclabile al 100%. Il sistema di involucro così composto consente di ottenere ottime prestazioni di isolamento termico e inerzia termica, e di minimizzare i ponti termici.

Ricerche comparative su differenti sistemi di involucro¹ hanno rilevato che gli impatti ambientali, in termini dei principali indicatori LCA (energia primaria PEI, Global Warming Potential GWP, acidificazione di suoli e acque AP, eutrofizzazione EP, formazione di ozono troposferico POCP), di una soluzione con laterizio porizzato e cappotto termico possono risultare inferiori a chiusure leggere a secco con orditura metallica e correzione dei ponti termici sulle strutture.

Tale scelta costruttiva per l'involucro implica inoltre il ricorso a materiali e prodotti edilizi per i quali sono già state definite, attraverso i CAM introdotti dal DM 17/10/2017 e recentemente aggiornati dal DM 23/06/2022,

¹ Campioli A., Lavagna M. e Paleari M., 2016, Misurare l'impatto ambientale. Informazione ambientale e profilo LCA dei sistemi costruttivi Ytong e Multipor, Report di ricerca.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica

Relazione di sostenibilità dell'opera

misure cogenti in termini di contenuto di materiale riciclato/recuperato/di sottoprodotto, con requisiti prestazionali ambientali già molto elevati e allineati alle best practice comunitarie in relazione ai principi di circolarità nel settore edilizio. Il sistema è conformato dunque a prestazioni ambientali elevate in termini di limitazione di carbon footprint (CO₂eq) e degli impatti sugli indicatori LCA.

Il progetto di riqualificazione e ampliamento, grazie all'utilizzo di tecnologie di involucro ecocompatibili con elevato contenuto di riciclato e potenzialità di disassemblaggio, mira dunque ad allinearsi a impatti ridotti in termini di carbon footprint e indicatori di impatto ambientale LCA.

In conclusione, il progetto si caratterizza per una forte impronta di compatibilità ambientale nel suo intero ciclo di vita, dovuta principalmente alla scelta di materiali ecologici, caratterizzati da un ridotto impatto ambientale, in quanto risorse in parte rinnovabili o perché derivanti da materiale riciclato/recuperato/di sottoprodotti, e da un'alta potenzialità di demolizione selettiva a fine vita con alto grado di riutilizzo/riciclaggio dei componenti.

ANALISI DEL CONSUMO COMPLESSIVO DI ENERGIA CON L'INDICAZIONE DELLE FONTI PER IL SODDISFACIMENTO DEL BISOGNO ENERGETICO, ANCHE CON RIFERIMENTO A CRITERI DI PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA

L'intervento di ampliamento e riqualificazione è progettato per garantire un'alta efficienza energetica, così da rispettare i requisiti di prestazione previsti dal DM 26/06/2015 “Requisiti Minimi”, dal CAM 2.4.2 e dal bando (classe energetica A).

Il progetto prevede un sistema edificio-impianto che ottimizza in modo sinergico strategie progettuali bioclimatiche passive e strategie attive legate a impianti ad alta efficienza, la cui domanda energetica è coperta in misura ingente da sistemi di produzione energetica da fonte rinnovabile. Le fonti energetiche utilizzate per soddisfare i fabbisogni energetici dell'edificio (riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, ventilazione meccanica, illuminazione, apparecchiature e ausiliari) saranno dunque l'energia elettrica della rete e fonti rinnovabili quali l'aria, per i sistemi a pompa di calore, e l'energia solare, per il generatore fotovoltaico e l'impianto solare termico.

Per raggiungere il requisito di prestazione energetica richiesto, il progetto prevede l'applicazione delle seguenti strategie di progettazione bioclimatica:

- un involucro che riduce drasticamente il fabbisogno termico invernale ed estivo grazie a un altissimo livello di isolamento e di inerzia termica, a infissi ad alte prestazioni, alla sua ermeticità, alla minimizzazione dei ponti termici, alla ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, che consentono di minimizzare il ricorso alle strategie attive per il controllo climatico interno;
- materiali isolanti di involucro dotati di buona densità, tale da garantire, congiuntamente alla prestazione di resistenza termica garantita dall'alto livello di isolamento, anche un'elevata prestazione di inerzia termica per le pareti e per la copertura;
- un involucro mediamente compatto, con nuove aperture e schermature calibrate in funzione dell'esposizione, al fine di favorire i guadagni solari passivi invernali e consentire la l'agevole schermatura nel periodo estivo. L'involucro trasparente è dotato di sistemi schermanti che consentono di modulare la radiazione solare e limitare il surriscaldamento estivo;
- una profondità degli ambienti interni limitata, tale da favorire strategie di ventilazione passiva passante, massimizzare il contributo dell'illuminazione naturale per il benessere visivo degli alunni e da ridurre di conseguenza i consumi per l'illuminazione artificiale;
- sistemi schermanti configurati in base all'esposizione per proteggere l'involucro trasparente, al fine di modulare la radiazione solare e limitare il surriscaldamento estivo;
- essenze arboree a foglia caduca disposte strategicamente per ombreggiare nella stagione estiva e non ostacolare il guadagno solare nei mesi invernali;
- tetti verdi e materiali di finitura di copertura e di pavimentazione esterna ad alta riflettanza solare, per ridurre il surriscaldamento estivo e l'effetto isola di calore.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica

Relazione di sostenibilità dell'opera

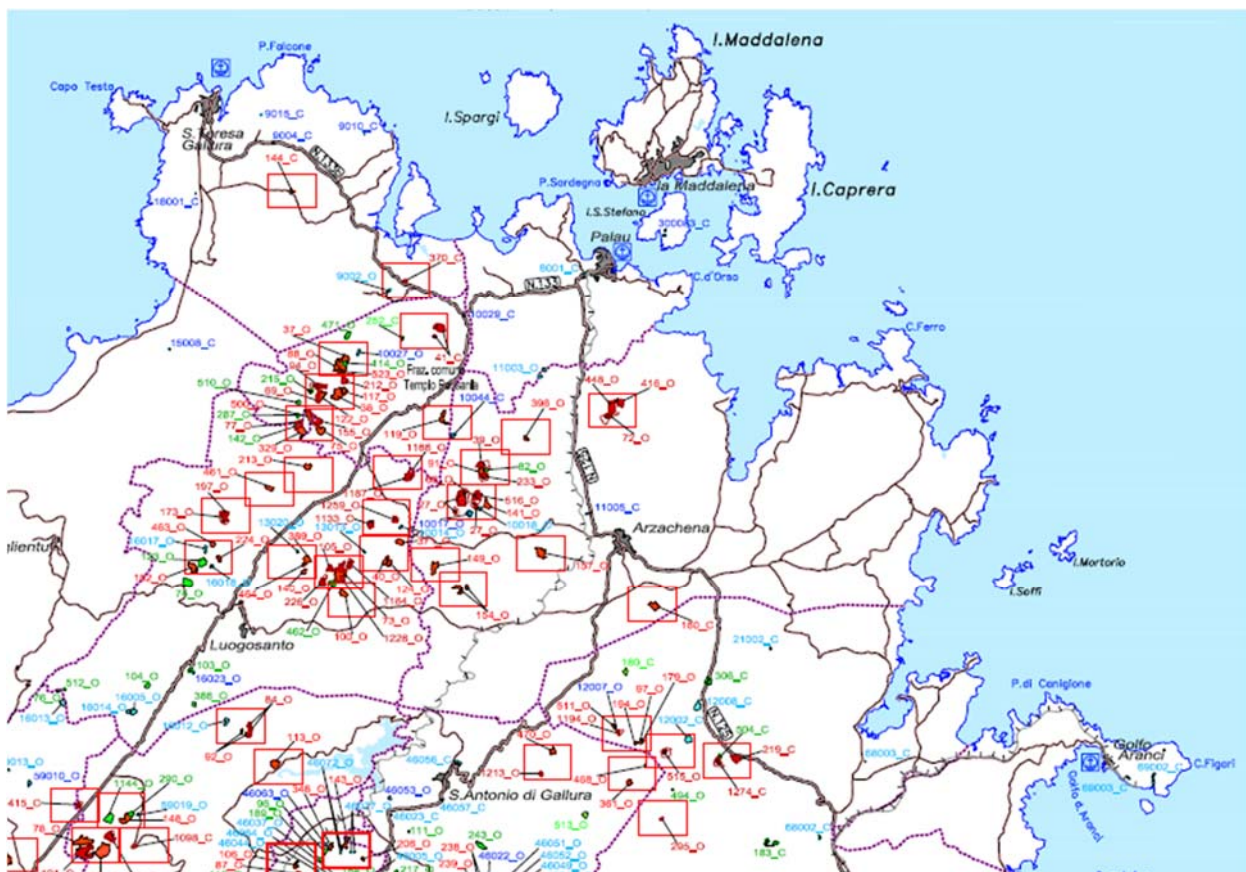
Le dotazioni impiantistiche che contribuiranno al contenimento dei consumi energetici sono rappresentate da sistemi di illuminazione LED coadiuvati da sistemi domotici, impianti di climatizzazione e di produzione di acqua calda sanitaria alimentati da pompe di calore ad alta efficienza, sistemi di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore. Gli impianti saranno coadiuvati da un generatore fotovoltaico con batterie di accumulo e da un impianto solare termico installati sulla copertura.

Le strategie energetiche appena descritte consentiranno di raggiungere il requisito di prestazione richiesto dalla normativa nazionale e dai CAM. Il progetto esecutivo comproverà il soddisfacimento del requisito mediante la produzione degli elaborati specialistici previsti per tale livello della progettazione.

MISURE PER RIDURRE LE QUANTITÀ DEGLI APPROVVIGIONAMENTI ESTERNI E OPZIONI DI MODALITÀ DI TRASPORTO PIÙ SOSTENIBILI DEI MATERIALI VERSO/DAL SITO DI PRODUZIONE AL CANTIERE

Per ridurre gli impatti derivanti dai trasporti correlati all'approvvigionamento dei materiali, si dovrà prediligere l'utilizzo di materiali prodotti, lavorati e forniti nel contesto sardo. Al fine di ridurre tali stessi impatti, sono individuate le cave attive più vicine alle aree di intervento per inerti e prodotti lapidei (codici basati sulla carta delle cave attive nella provincia di Sassari allegata al Piano Regionale delle Attività Estrattive):

- 41_C: Monti Ruju (Tempio Pausania);
- 39_O: Coddaltu (Arzachena);
- 233_O: Santoru A-B (Arzachena).



conformi alle specifiche tecniche indicate nei criteri CAM 3.1.3.2 e 3.1.3.3, o di lubrificanti biodegradabili in possesso dell'Ecolabel (UE) o etichette equivalenti.

STIMA DEGLI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI DELL'OPERA

Nel capitolo 1 sono stati illustrati i principali obiettivi e le finalità del progetto in termini di sostenibilità, articolati secondo le dimensioni ambientale, economica e sociale-culturale. Gli impatti positivi previsti sul territorio e sulla comunità dalla realizzazione dell'opera sono riassumibili di seguito:

- Impatti economici:
 - o minimizzazione dei costi di esercizio e di manutenzione della struttura scolastica, mediante soluzioni architettoniche e impiantistiche durevoli e ad alta efficienza energetica, sistemi di monitoraggio per una progressiva ottimizzazione dei consumi, con possibile replicazione del modello di gestione in altre strutture;
 - o sviluppo della green economy nel contesto locale attraverso la creazione di un modello ispiratore di buone pratiche di sostenibilità e di un polo attrattore che accolga spazi multifunzionali per la promozione di prodotti e aziende green locali;
 - o gestione ottimizzata e polifunzionale del complesso scolastico nel lungo termine, con soluzioni spaziali e impiantistiche flessibili e adattabili a esigenze molteplici, tali da consentire l'utilizzo esteso della struttura oltre il periodo e gli orari scolastici.
- Impatti socio-culturali:
 - o creazione di un polo scolastico d'eccellenza con modalità didattiche innovative, basate su modelli inclusivi che favoriscano una crescita culturale per il territorio comunale e sovracomunale;
 - o creazione di servizi complementari alla funzione scolastica a servizio dell'intera comunità locale, configurando di fatto la scuola rinnovata come “centro civico” per attività sociali e culturali per il territorio;
 - o creazione di condizioni di qualità ambientale degli spazi interni ed esterni ideali per proteggere la salute degli alunni, favorire l'apprendimento e lo sviluppo del pensiero critico e creativo, con ruolo primario affidato alla luce naturale, al contatto con la natura, alla qualità dell'aria interna e al comfort;
 - o sensibilizzazione degli alunni e degli utenti sui temi della sostenibilità, mediante la previsione di laboratori didattici per l'educazione e la pratica di attività per lo sviluppo sostenibile, con conseguente promozione dello sviluppo di una coscienza ecologico- sociale nella comunità locale.

Quest'ultimo punto è considerato un impatto sociale essenziale per il modello innovativo di *green school* che l'opera intende rappresentare. Il nuovo edificio, nel suo aspetto architettonico, nella definizione degli spazi e nelle scelte materiche promuove la creazione di un laboratorio per l'educazione ambientale e la pratica di

attività per lo sviluppo sostenibile, diretto sia agli allievi che al pubblico, che possa produrre un valore educativo e culturale addizionale per gli alunni e l'intera comunità.

A livello pedagogico, si propone di integrare nei piani formativi moduli sull'educazione alla sostenibilità, intesa in senso esteso come “triple bottom line” ambientale-socioculturale-economica, prediligendo attività pratiche volte a far sviluppare una coscienza ecologica e sociale mediante l'esperienza diretta dei principi e delle pratiche sostenibili nello stesso edificio scolastico (orti didattici; attività di educazione ecologica sul recupero dei rifiuti sviluppate in forma creativa tramite esercitazioni pratiche di “art from waste”; osservazione di principi della natura ispiranti modelli di sviluppo sostenibile, come ad esempio la fotosintesi e la biomimesi; ecc.). L'educazione alla sostenibilità sarà dunque sviluppata prediligendo un approccio all'apprendimento di tipo esperienziale e cinestetico, finalizzato alla presa di coscienza della necessità di uno sviluppo sostenibile inteso come principio olistico afferente a tutte le sfere della società.

Tutte le pratiche sostenibili messe in atto nell'edificio diventeranno parte integrante del laboratorio, saranno mostrate e “raccontate” agli alunni e agli utenti tramite modalità di comunicazione coinvolgenti (visual storytelling, vignette educative, cartellonistica e strumenti multimediali, etc.), includendo l'illustrazione quantitativa delle ridotte emissioni e dei risparmi economici, energetici, idrici, così da stimolare anche il pubblico adulto verso comportamenti sostenibili.

Tale laboratorio sull'educazione ambientale e la pratica di attività sostenibili potrebbe operare principalmente tramite la promozione di sinergie interdisciplinari, sfruttando in modo particolare l'agorà, gli orti didattici nelle stagioni intermedie ed estive per promuovere l'apprendimento all'aperto e il contatto diretto con la natura. Tali spazi costituiranno il cuore pulsante del laboratorio, in quanto spazi di socializzazione e apprendimento focalizzato sull'esplorazione del mondo naturale, e rappresentanti al tempo stesso l'espressione tangibile di buone pratiche sostenibili.

Le dotazioni tecnologiche orientate all'uso efficiente delle risorse (es. impianto fotovoltaico, sistema di recupero delle acque piovane) saranno rese accessibili per attività formative e dimostrazioni pratiche, per mostrarne il funzionamento e i benefici. Corsi di formazione, eventi informativi e visite all'edificio saranno organizzati anche per la comunità al di fuori degli orari scolastici, al fine di promuovere la diffusione della cultura della sostenibilità e le imprese locali operanti nella green economy. Il complesso scolastico si configurerà dunque come un modello ispiratore e un perenne spazio espositivo di buone pratiche sostenibili e tecnologie per l'uso efficiente delle risorse, orientato a educare e sensibilizzare verso la sostenibilità sia gli alunni che il personale scolastico e il pubblico, per stimolare lo sviluppo di una più consapevole coscienza ecologico-sociale nell'intera comunità locale.

Tale strategia di sensibilizzazione verso i temi ambientali si allinea perfettamente alla “Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici”, adottata con deliberazione della Giunta Regionale della Sardegna n. 6/50 del 05/02/2019, che include la sensibilizzazione ed educazione a diversi livelli tra gli obiettivi fondamentali trasversali di tipo sistemico.



INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE DI TUTELA DEL LAVORO DIGNITOSO

Gli edifici a basso impatto ambientale devono avvalersi dell'impiego di materiali, processi e procedimenti costruttivi per l'edilizia sostenibile in grado di attivare filiere virtuose, che diventino anche occasioni occupazionali etiche.

L'obiettivo 8 dei Sustainable Development Goals promossi dall'Organizzazione delle Nazioni Unite recita: “Promote inclusive and sustainable economic growth, employment and decent work for all”. Il lavoro dignitoso non è solo un obiettivo, ma anche un motore per lo sviluppo sostenibile: più persone con un lavoro dignitoso portano a una crescita economica più inclusiva, e maggiore crescita produce maggiori risorse per la creazione di lavoro dignitoso, in un ciclo virtuoso che l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile indica come obiettivo sostanziale per creare vantaggi per tutta l'economia locale. Promuovere l'occupazione e l'imprenditoria, garantire i diritti sul lavoro, estendere la protezione sociale e incoraggiare il dialogo sociale sono i quattro pilastri necessari per la realizzazione dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile in questo ambito.

Nel progetto di ampliamento e riqualificazione della scuola primaria di Via Incrociatore Trieste a Palau, tali obiettivi saranno garantiti con riferimento alle normative cogenti, e comprenderanno almeno i seguenti aspetti:

- esclusione del lavoro sommerso;
- promozione della sicurezza sul lavoro;
- qualificazione tecnico-economica delle offerte;
- accessibilità “protetta” alla partecipazione anche delle piccole imprese, quali subappaltatori.

L'apparato normativo che governa gli appalti pubblici è attualmente strutturato in modo adeguato per la tutela del lavoro dignitoso e affinché la Stazione Appaltante possa effettuare gli opportuni controlli. Al fine di assicurare condizioni di lavoro adeguate nel settore dell'edilizia e per accrescere i livelli di sicurezza nei cantieri, si indicano i seguenti contratti collettivi nazionali del settore edile, stipulati dalle associazioni datoriali

e sindacali più rappresentative sul piano nazionale per le lavorazioni previste per l'intervento e identificati dai seguenti codici assegnati dal Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro (CNEL): F012, F015 e F018.

SOLUZIONI TECNOLOGICHE INNOVATIVE

Le strategie di progetto sono basate sulla sinergia tra soluzioni low-tech legate a criteri dell'architettura bioclimatica (isolamento e inerzia termica, orientamento, schermatura solare, ventilazione passante, materiali di involucro e isolanti di origine naturale o riciclata, ecc.) e soluzioni impiantistiche attive di ultima generazione ad alta efficienza. Queste comprendono:

- sistemi di illuminazione LED dotati di sistemi domotici per l'accensione, spegnimento e dimerizzazione, temporizzati e coadiuvati da sensori di presenza e di rilevamento dell'illuminamento naturale (conformi al criterio CAM 2.4.3);
- impianti di climatizzazione con pompe di calore idroniche ad alta efficienza dotate di inverter, alimentate parzialmente da un generatore fotovoltaico con moduli ad alta efficienza installati in copertura;
- impianto di produzione di acqua calda sanitaria con pompa di calore, coadiuvato da un impianto solare termico;
- impianto di ventilazione meccanica con recuperatore di calore ad alta efficienza;
- apparecchiature sanitarie e rubinetterie con sistemi di riduzione di flusso (temporizzate ed elettroniche con interruzione del flusso d'acqua), controllo di portata e della temperatura dell'acqua;
- sistemi di domotica gestiti da Building Management System per la gestione ottimizzata degli impianti ed eventualmente di altri componenti edilizi (es. schermature);
- sistemi di monitoraggio dei consumi (idrici ed energetici) al fine di promuovere la progressiva ottimizzazione dei costi di gestione e dei relativi impatti ambientali lungo il ciclo di vita dell'edificio.

Tutti i sistemi sono progettati secondo principi di durabilità, orientati a mantenere e ottimizzare l'efficienza degli impianti, e a limitare conseguentemente gli oneri di gestione e di manutenzione sul lungo periodo.

ANALISI DI RESILIENZA

Come già in parte discusso nei precedenti capitoli, le azioni progettuali per la riqualificazione della scuola sono fondate sull'obiettivo di garantire una resilienza su un orizzonte temporale ampio. Tale resilienza e adattabilità della struttura sono progettate in riferimento a possibili scenari di mutazione delle esigenze o di fattori esterni nel tempo, di natura sociale, climatico-ambientale ed economica.

Le strategie progettuali attuate per favorire la capacità di adattamento a tali eventualità sono illustrate di seguito.

- Cambiamenti socio-economici

- Eventuali fluttuazioni dei costi e delle disponibilità idriche ed energetiche sono mitigate da una struttura progettata per minimizzare i fabbisogni idrici ed energetici e coprire in larga parte gli stessi mediante fonti energetiche rinnovabili “gratuite” come l'energia solare, grazie alle strategie passive ed attive ad alta efficienza descritte nel dettaglio nei capitoli precedenti. La previsione di sistemi di monitoraggio dei consumi energetici e idrici consentirà la progressiva ottimizzazione dei costi di gestione, delle relative operazioni di manutenzione e dei relativi impatti ambientali lungo il ciclo di vita dell'edificio.
- In previsione di possibili mutevoli esigenze legate all'aumento o alla riduzione del numero degli alunni e conseguentemente del numero delle classi, la scuola riqualificata è stata progettata come organismo resiliente, dotato di ambienti flessibili e adattabili, mediante partizioni mobili, arredi e dotazioni impiantistiche e tecnologiche versatili, che consentono differenti configurazioni degli ambienti e possibili compartimentazioni per limitare gli oneri di gestione e manutenzione in base alle specifiche necessità, e garantire differenti possibilità d'uso della struttura nei periodi extrascolastici.
- Le peculiarità progettuali illustrate nel punto precedente (adattabilità e flessibilità spaziale con possibili differenti configurazioni e compartimentazioni), unite alla presenza di spazi verdi esterni, in parte ombreggiati (es. patii), sono fondamentali anche per accogliere differenti attività socio-culturali complementari a quelle didattiche, a servizio della comunità, che in previsione futura potrebbero richiedere nuovi spazi nel contesto urbano locale (es. spazi espositivi, sale convegni, ecc.). La scuola in seguito all'intervento si configurerà cioè anche come possibile futuro nuovo centro civico per attività sociali e culturali per il territorio. Essa è infatti progettata come luogo di elevata qualità architettonica che possa determinare un impatto profondo e duraturo sull'intera comunità cui appartiene, e possa interagire con il contesto e la vita della comunità stessa con forte proiezione simbolica e fondamentale futuro ruolo civico per il territorio.

- Cambiamenti climatici

Le strategie previste nel progetto per favorire l'adattabilità climatica dell'intervento sono state definite in riferimento all'appendice A della “Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente” del MEF.

Progetto di fattibilità tecnica ed economica
 Relazione di sostenibilità dell'opera

In via preliminare si possono individuare i seguenti principali rischi fisici climatici per il contesto di riferimento che potrebbero influenzare, in proiezione futura sulla vita utile dell'edificio, il rendimento della struttura e delle attività in essa svolte.

	Temperatura	Acque
Pericoli Cronici	cambiamento della temperatura	cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni
	stress termico	variabilità idrologica o delle precipitazioni
	variabilità della temperatura	stress idrico
Pericoli Acuti	Ondata di calore	Siccità
		Forti precipitazioni

Per ridurre tali rischi legati al clima, Il progetto prevede specifiche misure di adattamento climatico, che sono attuate principalmente mediante soluzioni basate sulla natura, cioè soluzioni ispirate alla natura e da essa supportate, che forniscono al contempo benefici ambientali, sociali ed economici e contribuiscono a creare resilienza. Tali soluzioni apportano una presenza maggiore e più diversificata della natura nonché delle caratteristiche e dei processi naturali nei contesti urbani, tramite interventi sistemici adattati localmente ed efficienti sotto il profilo delle risorse. Pertanto, tali soluzioni basate sulla natura favoriscono la biodiversità e sostengono la fornitura di servizi ecosistemici.

Le principali soluzioni di adattamento previste in questa fase preliminare del progetto riguardano i seguenti aspetti:

- l'utilizzo diffuso di schermature solari calibrate in funzione dell'esposizione, prevalentemente mediante il ricorso a materiali di origine naturale/riciclata e con essenze arboree con funzione ombreggiante, al fine di ridurre il surriscaldamento negli ambienti interni ed esterni e il conseguente fabbisogno energetico per raffrescamento;
- l'utilizzo di tetti verdi e di ampie superfici vegetate a terra, con capacità di raffrescamento passivo per evapotraspirazione e di gestione sostenibile delle acque piovane per infiltrazione diretta nel terreno;
- l'uso di pavimentazioni permeabili e di materiali di finitura per pavimentazioni e copertura dotati di elevato fattore di riflettanza solare SRI;
- l'utilizzo di vegetazione autoctona o adattata caratterizzata da una bassa domanda idrica;
- il recupero dell'acqua piovana e il suo riutilizzo per l'irrigazione;
- l'utilizzo di rubinetteria e apparecchi sanitari ad alta efficienza idrica con basso consumo di acqua e dotati di sistemi di controllo e regolazione automatizzati;

- g) utilizzo di sistemi di produzione energetica da fonte rinnovabile solare.
- h) la sensibilizzazione degli alunni e degli utenti verso i temi ambientali e della sostenibilità.

Le strategie a), b) e c) incidono direttamente sulla riduzione sui potenziali rischi climatici legati al surriscaldamento globale e riguardanti il cambiamento della temperatura, lo stress termico, la variabilità della temperatura e l'ondata di calore, in quanto riducono il surriscaldamento degli ambienti interni ed esterni, limitano l'effetto della radiazione solare estiva e l'effetto “isola di calore”, e hanno un impatto diretto consumo energetico dell'edificio limitando la necessità di raffrescamento attivo.

Le soluzioni b), c) ed e) riducono i potenziali pericoli climatici concernenti il cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni, la variabilità idrologica e le forti precipitazioni, in quanto favoriscono la gestione sostenibile delle acque piovane per infiltrazione diretta nel terreno, diminuendo il carico sulla rete di smaltimento delle acque meteoriche comunale e gli impatti sui bacini idrici recettori.

Le misure d), e) ed f) limitano i rischi legati allo stress idrico e alla siccità, grazie a soluzioni adattive che riducono il fabbisogno idrico dell'edificio, prevedono l'utilizzo di apparecchiature ad alta efficienza idrica e attuano il recupero e il riuso dell'acqua piovana, diminuendo così la dipendenza dalla rete di adduzione idrica comunale. Il settore delle “acque interne” per usi civili è considerato uno dei settori strategici anche dalla “Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici”, adottata con deliberazione della Giunta Regionale della Sardegna n. 6/50 del 05/02/2019.

Infine, in considerazione del progressivo riscaldamento globale, si attende un graduale incremento dei consumi energetici per la climatizzazione estiva. Oltre alle strategie passive menzionate in precedente, l'utilizzo di sistemi di produzione energetica da fonte solare fotovoltaica (misura g)) rappresenta una strategia adattiva che consentirà di limitare gli effetti negativi sull'incremento dei consumi energetici per raffrescamento dovuti ai rischi climatici di cambiamento della temperatura, ondata di calore, e in generale al surriscaldamento globale.

Come illustrato infine nella parte relativa agli impatti socio-economici dell'opera, la struttura scolastica riqualificata opererà come centro promotore della sensibilizzazione degli alunni, e degli utenti più in generale, verso le tematiche legate ai cambiamenti climatici e alla sostenibilità. La strategia h) è dunque trasversale rispetto a tutti i potenziali rischi climatici e si allinea totalmente alla “Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici” della Regione Sardegna, che include proprio la sensibilizzazione ed educazione a diversi livelli tra i suoi fondamentali obiettivi trasversali di tipo sistemico.

Le misure previste in questa fase preliminare dovranno essere sviluppate nella fase successiva della progettazione, e dovranno essere implementate in fase realizzativa dell'opera.

In sintesi, l'intervento di riqualificazione mira a realizzare un organismo adattabile, dotato di resilienza funzionale e ambientale nel lungo periodo, che possa assurgere al ruolo di modello ispiratore di buone pratiche di sviluppo sostenibile per la comunità locale e per il territorio.