

Museo dei Paleo Ambienti Sulcitani (PAS)



Descrizione storica e dell'edificio

L'edificio in cui ha sede il museo è situato nei locali appositamente riconvertiti del padiglione delle ex Officine meccaniche della Grande Miniera di Serbariu, collocata nella periferia sud occidentale dell'abitato di Carbonia. L'organismo edilizio si struttura come un corpo principale rettangolare a due livelli, con asse maggiore orientato a NE-SO e due ali laterali a un solo livello disposti a formare una pianta quadrata che delimita una corte interna. Il corpo di fabbrica principale è caratterizzato da copertura a falde mentre gli ambienti laterali, a un livello, hanno copertura piana distinta dalla presenza di due lucernai.

La superficie totale è di 1740 m², dei quali circa 1050 m² destinati al percorso espositivo e alle attività didattiche. La struttura è esposta su tre lati orientati rispettivamente a NO, NE e SO, mentre sul lato SE, confina con un adiacente corpo di fabbrica di dimensioni maggiori e a più livelli.

Le pareti verticali sono realizzate in muratura lapidea. Il materiale predominante è la trachite rossa, caratterizzata da alta porosità e leggerezza. Le coperture orizzontali delle parti a un livello sono gli originali solai latero cementizi mentre le coperture del corpo a due livelli e di alcuni nuovi locali realizzati nella corte interna sono in legno lamellare.

Descrizione struttura e impianti

L'edificio, come tutti quelli del complesso della miniera, è sottoposto a tutela dei beni culturali e si inserisce in un ambito di tutela paesaggistica. La struttura è stata oggetto di un restauro completo nel 2007 che ne ha risanato e rinnovato l'involucro e ne ha adeguato la dotazione tecnologico impiantistica alle esigenze di un'area museale. L'intervento ha avuto un approccio parzialmente conservativo in quanto sono stati realizzati diversi nuovi volumi edilizi e la copertura del corpo di fabbrica principale è stata completamente sostituita con una a struttura lignea. In particolare sono stati realizzati verso la corte interna alcuni nuovi corpi di fabbrica aventi destinazione d'uso di progetto ristoro (bar) e servizi igienici annessi. Tali locali

hanno copertura lignea, il locale bar è caratterizzato da una ampia vetrata che dà verso la corte orientata a SE e priva di schermature.

Le coperture orizzontali originarie sono state conservate ma si è aggiunto dell'isolante e un nuovo assetto delle pendenze in calcestruzzo alleggerito.

Le pareti non sono state isolate, ma è stata realizzata una contro parete interna con un foglio di laterizio forato (8 cm spessore) per l'alloggiamento degli impianti e la protezione dalla umidità di risalita.

Nello specifico il restauro ha compreso le seguenti lavorazioni:

- Ripristino della muratura (intonaci e materiale lapideo) con l'inserimento di contro pareti interne e placcatura esterna in trachite rossa nella muratura perimetrale;
- Ripristino delle coperture orizzontali latero cementizie con aggiunta di isolamento termico e di nuova impermeabilizzazione;
- Sostituzione delle chiusure finestrate con altre lignee con vetrocamera di simile fattura;
- Realizzazione di alcune nuove coperture e di nuovi ambienti nella corte interna (bar, servizi annessi);
- Installazione di un impianto di climatizzazione realizzato con pompa di calore e ventilconvettori;
- Installazione di impianti di ventilazione nei bagni e di impianti per la produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS);
- Realizzazione e adeguamento di impianti tecnici (elettrico, idrico, fognario, antincendio, sorveglianza).

Il museo è dotato di un impianto di climatizzazione per il riscaldamento e il raffrescamento suddivisibile in tre rami che alimentano diversi ambienti. Si tratta di impianti a pompa di calore aria-acqua collegati a ventilconvettori a servizio delle zone riscaldate. Gli impianti si presentano in un generale buono stato di conservazione, tuttavia si rileva che i generatori al servizio di una buona parte della struttura non sono funzionanti dal 2015 a causa di una non ben precisata avaria tecnica.

Il sistema di generazione dell'impianto è costituito da tre pompe di calore aria/acqua monoblocco di diversa potenza poste al di sopra dei nuovi locali dei bagni realizzati nella corte interna. Il sistema di distribuzione del fluido termovettore avviene tramite una rete di tubazioni di diversa sezione, realizzata sotto traccia con adeguati spessori di isolamento. Il sistema di emissione è costituito da 30 ventilconvettori ad asse verticale; il sistema di regolazione comprende 3 termostati e si completa con la regolazione manuale di temperatura e velocità della ventola presente su ogni ventilconvettore.

L'impianto di ventilazione è molto semplice, ed è dedicato al ricircolo d'aria nei locali bagno privi di ventilazione naturale. Esso è costituito da una ventola aspirante con espulsione a cielo aperto che comunica all'esterno tramite un canale realizzato in PVC per ogni ambiente bagno. Il sistema è collegato all'accensione dell'illuminazione interna, e rimane acceso per il tempo strettamente necessario.

L'Acqua Calda Sanitaria è prodotta tramite 3 boiler elettrici ad accumulo al servizio dei gruppi di bagni, installati internamente in ambienti non riscaldati e tenuti accesi costantemente.

L'illuminazione dell'edificio risponde a diverse esigenze in funzione degli ambienti considerati. Nelle aree espositive l'illuminazione è garantita da un mix di lampade a fluorescenza e faretti alogeni, mentre nelle aree ufficio e nelle aule didattiche sono presenti principalmente le plafoniere con tubi alogeni.

Parametri di performance generale

classe energetica attuale (APE)	Valore EPGI_nren (stato attuale)	Valore EPGI_lim (valore di riferimento)
B	140,88	

Performance struttura esterna

Giudizio qualitativo sulla efficienza dell'involucro	Giudizio qualitativo sulla conservazione dell'involucro
buono	buono

Performance impianti

Giudizio qualitativo sulla efficienza degli impianti	Giudizio qualitativo sulla conservazione degli impianti
buono	impianto di climatizzazione non funzionante

Fonti energetiche

riscaldamento	raffrescamento	illuminazione	ACS
Elettricità di rete	Elettricità di rete	Elettricità di rete	Elettricità di rete

Valutazione del comfort

Il monitoraggio microclimatico effettuato all'interno della struttura ospitante il museo dei Paleo Ambienti Sulcitani ha fatto emergere le scarse condizioni invernali ed estive in tutti gli ambienti, generate soprattutto dalla totale mancanza di sistemi di controllo climatico.

Nella stagione estiva la temperatura dell'aria all'interno degli ambienti si discosta notevolmente dai 26 °C previsti dalle Linee Guida ISPSEL, assumendo valori maggiori ai 30 °C, condizione tuttavia determinata dalla mancanza di un sistema di raffrescamento. L'umidità relativa è sempre risultata compresa entro range di valori medi giornalieri accettabili: 40%<RH<60%.

Nella stagione invernale le variabili all'interno degli ambienti – temperatura e umidità – sono lontani dagli standard di comfort richiesti. Si registrano valori di temperatura interna ben al di sotto dei 20 ° e di umidità relativa ricadenti nell'intervallo 50 -70%.

I rilievi sulla concentrazione di CO₂ hanno invece mostrato, sia per la stagione estiva che invernale, valori adeguati in tutti i locali, evidenziando un soddisfacente ricambio dell'aria.

Stagione invernale -marzo 2018

Comfort invernale	
	Temperatura media percepita
	15 °C

Stagione estiva –luglio2018

Comfort estivo	
	Temperatura media percepita
	30 °C

Proposte per la riqualificazione dell'edificio

La struttura ospitante il museo dei Paleo Ambienti Sulcitani presenta modesti segni di degrado dovuti all'umidità di risalita. L'umidità da infiltrazione meteorica è presente in diversi locali dell'edificio: nei punti di contatto tra le strutture di nuova costruzione che si affacciano alla corte ed il vecchio edificio (i locali della Sala degli alberi Bianchi) e in molti punti di contatto tra muratura e infissi (infissi dei lucernai, infissi delle sale espositive). Indagini termografiche hanno confermato la presenza di infiltrazioni anche piuttosto profonde nella massa muraria, non sempre visibili alla sola ispezione visiva, che localmente stanno generando il distacco degli intonaci. Tuttavia il fenomeno è ancora limitato al degrado estetico causato dal distacco della pittura e degli intonaci.

L'impianto di climatizzazione a servizio dell'edificio risulta attualmente non funzionante e per mitigare localmente le condizioni climatiche vengono adoperate alcune stufe elettriche, sistemi sicuramente meno efficienti rispetto ad una pompa di calore.

Sono state valutate diverse ipotesi di efficientamento riferite all'involucro ed ai sistemi di climatizzazione.

Gli interventi sull'involucro sono caratterizzati da alti tempi di ritorno e forti investimenti iniziali e in questo caso sono anche caratterizzati da un trascurabile impatto sui fabbisogni. La realizzazione di un cappotto termico interno pur garantendo un miglioramento del fabbisogno invernale di circa il 20% e un lieve peggioramento di quello estivo (circa 2% del fabbisogno), richiede un elevato costo iniziale unitamente a un alto tempo di ritorno, rendendo l'intervento economicamente non conveniente da realizzare, anche qualora si considerassero gli incentivi nazionali, in quanto si avrebbe un tempo di ritorno sempre superiore ai 20 anni.

Tuttavia alcuni interventi sull'involucro, come l'installazione di schermature solari e la modifica delle vetrate o delle porte di accesso all'ingresso del museo possono avere ottimi impatti nel comfort termico degli ambienti.

Il profilo di utilizzo della ACS non rende consigliabile la sostituzione dei generatori che può essere valutabile solo qualora si preveda un forte aumento dei fabbisogni attualmente molto bassi. Allo stato attuale si può solo migliorare la regolazione dei tempi operativi degli scaldacqua tramite strumenti Smart caratterizzati da un ottimo tempo di ritorno e da bassi costi di investimento.

È stato inoltre valutato l'ipotesi di installazione di un impianto fotovoltaico. L'edificio utilizza solo la fonte energetica elettrica ed è caratterizzato da circa 150 mq di copertura piana disponibile per l'installazione di

pannelli fotovoltaici. Le valutazioni preliminari hanno mostrato buoni tempi di ritorno ed una forte diminuzione dei consumi.

N.	Descrizione intervento	Costo intervento [€]	Tempo di ritorno dell'investimento	Variazione Fabbisogno [%]
1	Cappotto termico interno zona uffici	11000	49,5	-8,2
2	Schermatura solare sala alberi bianchi e modifica della vetrata	35000	nessuno	0
4	Intervento sui lucernai	6000	nessuno	0
5	Modifica delle porte di accesso all'ambiente "Ingresso"	5000	35,5	-3,78
5	Riparazione del sistema esistente	4000	nessuno	0
6	Sostituzione del generatore con uno di minore potenza	8000	15,5	-17,7
7	Installazione di un Sistema di climatizzazione HP multi split per gli uffici	7000	5,5	-41,85
8	Stufe ad irraggiamento nei bagni	320	nessuno	2
9	Scaldabagni a pompa di calore	3600	14,3	-1,8
10	Scaldabagno istantaneo a GAS	1600	9	-0,3
11	Sistema di ottimizzazione dei boiler elettrici	300	3	-2
12	Ventola per areazione del ripostiglio	150	nessuno	1
13	Impianto fotovoltaico su tetto piano o pergola lignea/metallica	25200	8	-74

Di seguito sono proposti due scenari multipli, il primo che ha ricevuto maggiore interesse da parte degli stakeholders coinvolti e il secondo relativo a un intervento completo di efficientamento. In generale le azioni riferite all'involucro sono state scartate in quanto costose e impattanti sulle attività che si svolgono nei locali. Gli scenari singoli a basso costo e alto potenziale di miglioramento delle condizioni interne sono stati quasi sempre selezionati.

Scenario condiviso

Lo scenario punta chiaramente a massimizzare il comfort percepito dai dipendenti che utilizzano abitualmente l'edificio, ed a limitare i costi. Da tale scenario multiplo si stima un miglioramento del 3,78% in termini di EPgl.

Scenario:	Scenario condiviso	
Obiettivo:	Raggiungimento del comfort della zona uffici, massimo contenimento dei costi di intervento	
Elemento	Azione	Costo intervento
Involucro	AZ_inv_05_modifica porte di accesso	5000
Riscaldamento	Az_clima_01_riparazione HP	4000
Raffrescamento	Az_clima_04_riscaldamento dei Bagni	320
ACS	AZ_ACS_03_sistema di controllo dell'ACS	300
Ventilazione	AZ_Vent_01_ventilazione del deposito	150
FER		0
Illuminazione	Az_III_01	
altro		
	TOTALE INVESTIMENTO	5000/10000
	TEMPO RITORNO	nessuno

Scenario Completo, di massimo efficientamento con FER

Questo scenario raccoglie tutti gli interventi di efficientamento, al fine di valutare la prestazione ottenibile con un intervento profondo di efficientamento. Lo scenario prevede principalmente: la sostituzione della pompa di calore con una HP (aria-acqua) avente maggiore capacità modulante e minore potenza, l'intervento di isolamento della muratura perimetrale, l'installazione di un campo fotovoltaico da 14kw_p.

Lo scenario punta a massimizzare l'efficienza del sistema edificio - impianto e la produzione da FER avvicinandolo alla definizione di nZEB.

Da tale scenario multiplo si stima un miglioramento del 54,83%.

Scenario:	Scenario 3: scenario di massimo efficientamento	
Obiettivo:	Raggiungimento del comfort della zona uffici, avvicinamento alla definizione di nZEB	
Elemento	Azione	Costo intervento
Involucro	Az_inv_01_isolamento della muratura	11000
	Az_inv_05_modifica delle porte	5000
Riscaldamento	Az_clima_02_sostituzione HP (aria-acqua) minore potenza	4000
Raffrescamento	Az_clima_04_riscaldamento bagni	320
ACS	AZ_ACS_01_regolazione_ACS	300
Ventilazione	AZ_Vent_01_ventola del ripostiglio	150
FER	Az_FER_01_impianto da 14kW _p	25200
Illuminazione		
altro		
	TOTALE INVESTIMENTO	46000
	TEMPO RITORNO	> 15 anni