

M.M. no. 22 concernente la richiesta di un credito di fr 2'220'000.-- per il risanamento dei tetti delle aule e per altri lavori di manutenzione straordinaria delle Scuole elementari ai Saleggi

Locarno, 8 aprile 2013

Al Consiglio Comunale

Locarno

Egredi Signori Presidente e Consiglieri,

Premesse

Il Centro scolastico dei Saleggi è stato realizzato in tre diverse tappe nel corso degli anni settanta, segnatamente nel 1972 e 1974-5 per i due blocchi delle aule e nel 1979 per l'edificio che accoglie la palestra ed i servizi amministrativi e di supporto. Il costo complessivo dell'investimento ammontava a ca. fr. 12 Mio, ai quali dobbiamo aggiungere i ca. 3,6 Mio versati per l'acquisto del terreno. Dal punto di vista architettonico e didattico viene riconosciuta un'alta qualità dell'intero complesso, tanto è vero che il Cantone l'ha voluto inserire nell'elenco dei beni culturali d'interesse cantonale (inventario del Moderno). Citiamo unicamente un breve stralcio della relativa scheda:

“Il pregio e la singolarità del complesso delle scuole elementari sta proprio in questa sua dimensione urbana, ovviamente facilitata da un accurato studio dei materiali e delle strutture portanti in metallo che compongono e nel contempo decorano gli spazi”.

Le grandi qualità del centro scolastico ai Saleggi sono però controbilanciate da vari problemi di ordine tecnico e strutturale che hanno obbligato il Comune ad intervenire in vari frangenti per porvi rimedio. Si era partiti già nel 1986, con una spesa di oltre fr. 400'000.— per rinforzare la struttura del tetto della palestra e sostituire i lucernari esistenti. Pochi anni dopo, nel 1989, è stato richiesto un nuovo credito di fr. 2'550'000.—per il risanamento termico degli edifici e per altri lavori di manutenzione straordinaria (risanamento del cemento armato e delle pareti in BKS). In particolare, sono stati sostituiti i vetri semplici con vetri doppi e risanato l'impianto di riscaldamento a gas. La stessa Commissione della gestione aveva proposto di aumentare di mezzo milione questo credito, per completare alcune opere puntuali. Ancora prima dell'inizio dei lavori, a seguito di una perizia commissionata allo studio Passera e Pedretti, il Municipio è giunto alla conclusione che i due blocchi delle aule dovevano subire importanti interventi di consolidamento strutturale. Si ricorderà infatti che il terreno sul quale sorge il complesso scolastico era stato utilizzato per molti anni quale discarica. Evidentemente, al momento della costruzione questa situazione non era stata adeguatamente considerata e nel giro di 15 anni i cedimenti misurati, in particolare nel blocco della seconda tappa, raggiungevano i 110 mm. Da qui l'esigenza di effettuare palificazioni e sottomurazioni, oltre alla posa di controventature alle estremità dei corridoi. La richiesta di un credito supplementare di fr. 1'458'000.—risale al

maggio del 1991, quando i lavori erano iniziati da poco. La loro conclusione è giunta nel 1994 ed ha portato alla presentazione di un apposito messaggio per un superamento dei crediti stanziati in ragione di ca. fr. 750'000.--. Su questo importo hanno inciso specialmente ulteriori lavori di risanamento delle strutture portanti e la sostituzione delle cupole e delle volte in plexiglas che coprono i corridoi. Il sorpasso aveva suscitato non poche discussioni, che si erano concluse con la mancata approvazione del messaggio, a causa dell'assenza di molti Consiglieri Comunali e di svariate astensioni.

Negli anni successivi non sono più stati attuati interventi significativi, se si escludono la nuova impermeabilizzazione del tetto della palestra e la conversione dell'impianto di riscaldamento, con l'allacciamento del centro scolastico alla rete della centrale termica della Morettina. Sono per contro stati numerosi i piccoli lavori di manutenzione e, soprattutto, di riparazione che hanno interessato in modo particolare i tetti delle aule e dei corridoi, dove si ripetono a intervalli sempre più frequenti delle infiltrazioni d'acqua significative.

Con il presente Messaggio intendiamo dunque sottoporvi in via principale il rifacimento integrale della copertura del tetto (isolazione ed impermeabilizzazione), con la sostituzione delle cupole, unitamente ad altri lavori di contorno. Coghieremo l'occasione per posare un impianto parafulmine completo, per sostituire tutte le lampade e le tende delle aule e da ultimo per sistemare la pavimentazione di alcuni cortili.

I tetti delle aule

Grazie alla consulenza di una ditta specializzata, lo scorso anno è stata svolta una verifica molto attenta sullo stato attuale delle coperture. I sondaggi effettuati hanno permesso di rilevare la sua stratigrafia, che si differenzia in parte tra aule e corridoi. In generale, sopra la struttura del tetto vero e proprio (in lamiera grecata o in cemento armato) troviamo:

- Il freno vapore (o una lastra tipo pavatex)
- Due strati di isolamento termico in polistirolo e poliuretano
- L'impermeabilizzazione in sarnafil
- La ghiaia

In alcuni punti si notano gli interventi svolti all'inizio degli anni '90, segnatamente per quanto concerne l'aumento dello spessore per l'isolamento termico e la posa del freno vapore che non sempre risulta completo. Le lastre d'isolamento mostrano inoltre dei giunti aperti che ne riducono l'efficacia. Il manto impermeabile, a seguito del suo restringimento, si è staccato in diversi punti dai profili metallici, dalle cupole e dai parapetti in calcestruzzo. Da qui derivano pure le principali infiltrazioni, non facili da individuare. Inoltre, sopra il sarnafil non è stato posato uno strato di protezione agli interventi meccanici ed è stata impiegata della ghiaia spaccata che facilita il danneggiamento. Un elemento che potrebbe facilitare le infiltrazioni è la rottura dei giunti in mastice o in silicone.

Un altro punto problematico è determinato dagli scarichi dei tetti, dove riscontriamo alcuni accumuli d'acqua, dovuti probabilmente alla flessione della struttura negli anni successivi alla costruzione, e l'assenza di scarichi di troppo pieno che sono limitati alla zona dei corridoi. In compenso, le lamiere di copertura e le cappe di ventilazione sono ancora in buono stato anche se andrebbero pulite e tinteggiate o termo laccate.

La proposta d'intervento

Il consulente specialista e l'Ufficio tecnico comunale hanno esaminato diverse opzioni d'intervento, sia per l'impiego di materiale, sia per la messa in opera, partendo comunque dai seguenti principi:

1. Economicità
2. Durabilità
3. Miglioramento dell'isolamento termico (rispetto del RUE_n)
4. Mantenimento dell'aspetto attuale (edificio sotto protezione)
5. Velocità d'intervento

L'ottimizzazione del progetto ha portato ad una soluzione che considera la messa in opera sopra le aule di un cosiddetto tetto caldo che sarebbe strutturato nel modo seguente:

- Sopra la struttura portante vengono posate delle lastre OSB da 14 mm, sulla quale verrà saldato il freno vapore bituminoso, con risvolti laterali fino all'altezza dell'isolamento termico;
- L'isolamento termico è previsto con lastre in poliuretano (PUR) che presenta un buon valore U (0.174 W/m²K), con uno spessore relativamente contenuto di 140 mm;
- L'impermeabilizzazione verrà eseguita con manti bituminosi polimeri su tutte le superfici, ma nei punti di raccordo con i bordi del tetto, degli scarichi e dei lucernai si utilizzerà una guaina fluida poliuretanic, altamente elastica e applicata a piena aderenza e con più strati. In questo modo viene garantita l'impermeabilizzazione di lunga durata con una manutenzione minima;
- Volendo mantenere le lamiere di copertura dei parapetti esistenti, verrà tagliato l'attuale manto in Sarnafil che sarà collegato alla guaina fluida poliuretanic con un apposito nastro di protezione;
- L'impermeabilizzazione sarà poi ricoperta da un telo di protezione tipo feltro, sopra il quale verrà posata della ghiaia rotonda (ca. 50 mm)

Lo spessore complessivo è superiore a quello attuale e quindi rischia di oltrepassare il bordo esistente del tetto. Per questo motivo, tra le opere di lattoniere citiamo in particolare l'esecuzione di elementi in metallo a L che dovranno contenere lo strato di ghiaia nella parte terminale a ridosso delle pensiline vetrate, in modo che esteticamente non venga percepito questo cambiamento tecnico. Sempre in quest'ottica e come anticipato, le copertine termo laccate non verranno sostituite, ma soltanto pulite e, laddove necessarie, riverniciate. Coghieremo pure l'occasione per adeguare gli scarichi esistenti e per dotare il tetto di ogni aula di almeno 2 troppo pieni per evitare il ristagno dell'acqua.

Sopra ai corridoi la proposta tecnica che è risultata più idonea è quella della creazione di un cosiddetto "tetto rovescio", dove la protezione termica viene posata sopra l'impermeabilizzazione. Infatti, il tetto in queste zone è realizzato in beton, per cui si prevede di chiudere i pori, stendere un primer e poi posare uno strato di 18 cm di polistirolo estruso, sopra il quale sarà stesa la stuoia protettiva e posata la ghiaia. Analogamente a quanto avviene sopra le aule, i punti di raccordo saranno connessi con una guaina fluida. Il dettaglio allegato mostra la stratigrafia proposta.

Dal punto di vista termico, l'aumento dello strato isolante ha maggior senso se si procede anche alla sostituzione di tutti i lucernari. In tal modo si possono ottenere i relativi sussidi per il risanamento termico degli edifici, garantito anche per le singole parti d'opera. Pure in questo particolare ambito negli ultimi 20 anni vi sono stati dei progressi notevoli ed ora si trovano in commercio dei lucernari del tutto simili a quelli esistenti, con superficie opalina e con un valore U inferiore a quanto prescritto dal RUE n (1,3 W/m²K). Si tratta di elementi approntati appositamente per ossequiare ai limiti validi per gli stabili per i quali viene richiesta la certificazione Minergie. La componente di spesa è senza alcun dubbio importante, ma oltre all'ottenimento dei sussidi favorisce pure un importante risparmio energetico che complessivamente potrebbe situarsi tra il 5% e il 10% del consumo per singola aula, con una riduzione dei costi che può arrivare a ca. fr. 10'000.—annui.

L'impianto parafulmine

Negli ultimi anni anche le prescrizioni in materia di prevenzione fuoco sono diventate molto più severe e tecnicamente esigenti. Nel caso delle scuole elementari ai Saleggi abbiamo il grosso vantaggio che tutte le aule sono posizionate a piano terreno, con ampie vetrate che rappresentano una comoda e veloce via di fuga e con grandi spazi esterni liberi, idonei per l'evacuazione. A ciò si aggiunge il fatto che certi impianti a rischio, come la presenza di un serbatoio di gas o di nafta, con la relativa caldaia, sono esclusi in partenza, visto che l'intero centro è servito direttamente da una rete di teleriscaldamento. In questo contesto assume un'importanza ancora maggiore la realizzazione di un impianto parafulmine adeguato alle caratteristiche dell'edificio. La sua implementazione nell'ambito del rifacimento della copertura del tetto appare logica, poiché sarà possibile impiegare lo stesso impianto di cantiere, risparmiando quindi sui costi d'installazione.

Si tratta di realizzare una rete di captazione sul tetto piano con un cavo in rame, fissato al tetto con dei morsetti universali. Questa rete sarà poi raccordata con la messa a terra di profondità, realizzata tramite degli elettrodi in rame. La discesa dal tetto avverrà tramite dei tubi di protezione, fissati alle strutture metalliche della costruzione. I dettagli andranno studiati in modo da non creare disturbo agli elementi architettonici caratteristici dell'edificio. Il costo è ovviamente commisurato alla grande superficie dei tetti (quasi 2'000 mq).

Le tende e le lampade delle aule

Già nel 2010 il nostro Ufficio tecnico aveva iniziato a valutare la possibile sostituzione delle lampade originali delle aule (oltre 200 pezzi), unitamente alle relative tende. Per questo motivo era stata approntata un'aula di prova, per verificarne l'impatto. L'impressione generale, dal punto di vista estetico, è molto buona ed è pure condivisa dalla figlia del progettista, l'arch. Eloisa Vacchini, da noi consultata a tal proposito. La sostituzione delle lampade è ovviamente da ricondurre ad un discorso di risparmio energetico, visto che le attuali lampadine da 300W sono estremamente dispendiose e poco efficaci. Dobbiamo inoltre prepararci alla loro progressiva scomparsa dal mercato. Per le tende si tratta invece di normale usura ed è anzi sorprendente che abbiamo avuto una durata di vita così lunga.

Nonostante il parere positivo dell'arch. Vacchini, l'Ufficio dei beni culturali ha posto il veto sulla sostituzione delle lampade originali. Infatti, sempre riferendoci al documento citato in ingresso, la scheda relativa al vincolo di protezione del centro scolastico recita:

“Ogni intervento deve essere mirato al mantenimento della qualità architettonica originale del ben culturale (volume, spazi, planimetria, collegamenti, percorsi ecc.) e alla rispettosa

conservazione materiale dei suoi elementi costruttivi compresi gli arredi e le opere artistiche stabilmente legati alla costruzione.”

In uno scritto del maggio 2012, l'Ufficio dei beni culturali indica quindi espressamente che “Le lampade originali esistenti vanno conservate in quanto parte integrante della sostanza monumentale”. Per le tende invece “ci teniamo a disposizione per esaminare proposte concrete e campioni che rispettino il concetto cromatico e architettonico originale”.

Dopo un'analisi condotta a tutto campo, per le lampade è stato possibile individuare una soluzione che permette di conciliare le esigenze di protezione con quelle energetiche. I corpi illuminanti delle aule possono essere adattati con l'inserimento della componente tecnica per un'illuminazione a LED. Il maggior costo rispetto alla sostituzione integrale della lampada ammonta a ca. fr. 22'000.--.

Vogliamo cogliere l'occasione per aggiornare anche le lampade del corpo palestra, in particolare per quanto concerne quelle di emergenza, destinate ad illuminare le vie di fuga. In questo caso sono stati individuati dei modelli che si adattano perfettamente ai corpi illuminanti esistenti. I risparmi di energia elettrica risultano molto consistenti e si aggirano intorno al 60% per le aule ed al 40% per il blocco delle palestre. Si giunge quindi ad un minor costo annuo stimato in ca. Fr. 8'000.--.

Per le tende, riteniamo che il campione già posato possa senza alcun dubbio rispondere alle aspettative dell'Ufficio dei beni culturali, proprio in ragione delle caratteristiche che hanno evidenziato nella loro lettera. In ogni caso, sarà svolta ancora una verifica prima della comanda del materiale.

La sistemazione dei cortili

La pavimentazione degli spazi esterni delle aule non si presenta sempre in buono stato, vuoi per la normale usura, vuoi per il lavoro delle radici delle piante che erano state posate all'interno dei singoli cortili. Non si tratta al momento di intervenire sull'intera superficie, bensì di risanare puntualmente le parti più danneggiate, anche approfittando dei piccoli lavori legati alla messa a terra dell'impianto parafulmine. Le modalità esecutive saranno valutate sul momento, coinvolgendo anche in questo caso i funzionari dell'Ufficio dei beni culturali, visto che la protezione si estende anche alle aree esterne.

I costi

Nella tabella sottostante riassumiamo le posizioni di spesa principali, ritenuto che in allegato trovate i dettagli con le singole parti d'opera per il risanamento dei tetti.

Risanamento tetti

	Blocco 1	604'000.--
	Blocco 2	811'000.--
	Progetto e DL	140'000.--
Impianto parafulmine		
	Materiale	86'000.--
	Manodopera	20'000.--
Sostituzione lampade		
	Aule e corridoi	141'000.--
	Corpo palestra	45'000.--
	DL	18'000.--
Sostituzione tende		
	Fornitura tessuto	78'000.--
	Confezione e posa	32'000.--
Sistemazione cortili		
	Opere capomastro	50'000.--
Diversi e imprevisi		30'000.--
IVA		165'000.--
TOTALE		Fr. 2'220'000.--

Da questo importo vanno dedotti i sussidi per il risanamento termico del tetto, quantificati attualmente in ca. fr. 86'000.--. Inoltre, ricordiamo che i necessari lavori di manutenzione regolare e restauro per degli oggetti gravati da un vincolo di protezione cantonale danno adito alla possibilità di ottenere dei sussidi, secondo i disposti della LBC. Ciò vale a maggior ragione nel nostro caso, dove determinate soluzioni presentano un onere maggiore. Non appena ottenuto questo credito, allestiremo la necessaria documentazione da presentare ai competenti servizi cantonali.

I tempi e le fasi di lavoro

I tempi di esecuzione per il risanamento dei tetti sono stati calcolati in funzione dell'estensione delle superfici dei due blocchi. Impiegando una squadra di 4 persone, si considerano ca. 10 giorni lavorativi per singola aula. A ciò aggiungiamo un totale di ca. 40 giorni per le superfici sopra i corridoi. Ciò implicherebbe un lavoro di ca. 12 settimane per il blocco 1, mentre arriviamo a ca. 20 settimane per il blocco 2. Anche ammettendo l'impiego di due squadre, non è possibile concentrare l'intervento nel solo periodo estivo. Dobbiamo tuttavia considerare che diversi lavori possono essere eseguiti anche mantenendo in attività il centro scolastico, con l'eccezione della fase di sostituzione dei lucernari e degli interventi alla carpenteria metallica. L'idea rimane comunque quella di suddividere l'intera opera tra il 2013 ed il 2014, con certe limitazioni durante il periodo invernale.

Conclusioni

L'intervento di manutenzione straordinaria relativo alle regolari infiltrazioni d'acqua in alcune aule è senza alcun dubbio indispensabile e non più procrastinabile. Si tratta però nel contempo di un'occasione per adottare delle misure che avranno un effetto sul medio-lungo termine, segnatamente per quanto riguarda le misure di risparmio energetico che rientrano appieno nella linea tracciata dal Municipio con l'ottenimento lo scorso anno del label di Città dell'Energia. A fronte di costi sempre crescenti per garantire l'approvvigionamento energetico, la scelta intelligente è quella di operare per ridurre i consumi, con un effetto non solo dal punto di vista finanziario, ma anche da quello ambientale. Per il resto, è evidente che la corretta conservazione del nostro patrimonio immobiliare è un atto dovuto anche per coloro, nella fattispecie docenti e allievi, che usufruiscono delle strutture del Comune. Compatibilmente con le nostre disponibilità e nell'ambito di una corretta programmazione, altri edifici scolastici saranno oggetto di simili interventi che vanno ad affiancare gli stabili realizzati di recente, come l'ampliamento delle scuole ai Monti e la nuova scuola dell'infanzia alle Gerre di Sotto, con dei criteri di sostenibilità ambientale all'avanguardia.

Visto quanto precede, vi invitiamo a risolvere:

1. è stanziato un credito di fr 2'220'000.-- per il risanamento dei tetti delle aule e per altri lavori di manutenzione straordinaria delle Scuole elementari ai Saleggi. Il credito sarà iscritto al capitolo 503.20 "Edifici scolastici". I sussidi cantonali saranno iscritti al capitolo 661.70 "Sussidi cantonali per costruzioni edili";
2. a norma dell'art. 13 cpv. 3 LOC il credito decade se non utilizzato entro il termine di un anno dalla crescita in giudicato definitiva delle presenti risoluzioni.

Con la massima stima.

Per il Municipio

Il Sindaco:

Il Segretario:

dr. avv. Carla Speziali

avv. Marco Gerosa

Allegati: Preventivo risanamento tetti
Dettaglio del tetto

Questo messaggio municipale è trasmesso per esame e preavviso alla Commissione della gestione










Allegato 1 Preventivo dei costi

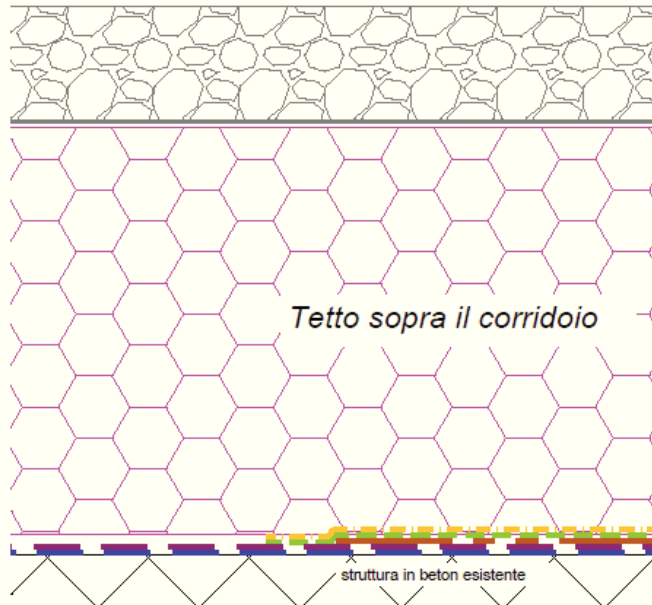
Variante 1 **Aule** **Tetto caldo (carta bituminosa e isolamento termico h=14 cm, raccordi con guaina fluida poliuretanic)**
Corridoi **Tetto rovescio (guaina fluida poliuretanic e isolamento termico XPS 18 cm)**
Senza sostituzione copertine, strato di protezione (feltro e zavorra)

		Blocco 1				Blocco 2				
Installazione cantiere e sgombero										
▪	Installazione e accesso al cantiere			CHF	9'000.00			CHF	12'000.00	
▪	Parapetti di sicurezza/protezioni			CHF	18'000.00			CHF	14'000.00	
▪	Prosciugamenti/Tetti di riparo			CHF	10'000.00			CHF	15'000.00	
▪	Sgombero	m ²	1180	CHF	71'000.00	m ²	1700	CHF	102'000.00	
Cupole nuove										
▪	Cupole 100 x 100 cm	Aule	pz	54	CHF	81'000.00	pz	84	CHF	126'000.00
▪	Cupole Ø 60 cm	Corridoi	pz	8	CHF	13'600.00	pz	14	CHF	23'800.00
Stratigrafia nuova										
▪	Stratigrafia nuova (freno vapore/isolamento termico/carta bituminosa)	Aule	m ²	790	CHF	111'000.00	m ²	1225	CHF	172'000.00
▪	Stratigrafia nuova Isolamento termico XPS	Corridoi	m ²	390	CHF	31'000.00	m ²	475	CHF	38'000.00
	Impermeabilizzazione con guaina fluida	Corridoi	m ²	560	CHF	84'000.00	m ²	583	CHF	87'450.00
Opere da lattoniere										
▪	Copertine termolaccate per parapetti (non vengono sostituite)									
▪	Lamiere verticali	Aule e Corridoi	pz	76	CHF	2'660.00	pz	68	CHF	2'380.00
▪	Lamiere finali	Aule	m ¹	132	CHF	8'844.00	m ¹	205	CHF	13'735.00
		Corridoi	m ¹	33	CHF	7'755.00	m ¹	47	CHF	11'045.00
▪	Elementi in metallo a L	Aule	m ¹	132	CHF	7'260.00	m ¹	205	CHF	11'275.00
		Corridoi	m ¹	33	CHF	1'815.00	m ¹	47	CHF	2'585.00
▪	Cappe di ventilazione quadrate	Corridoi	pz	15	CHF	10'830.00	pz	14	CHF	12'908.00
▪	Cappe di ventilazione a mezzaluna	Corridoi					pz	14	CHF	896.00
▪	Griglie per scarichi	Corridoi	pz	12	CHF	768.00	pz	14	CHF	
Raccordi con guaina fluida poliuretanic										
▪	Raccordi a calcestruzzo	Aule e Corridoi	m ¹	482	CHF	45'790.00	m ¹	143	CHF	10'868.00
▪	Raccordi laterali a calcestruzzo	Aule	m ¹	216	CHF	18'360.00	m ¹	432	CHF	36'720.00
		Corridoi	m ¹	33	CHF	2'145.00	m ¹	47	CHF	3'055.00
▪	Raccordi a metallo	Aule	m ¹	165	CHF	10'725.00	m ¹	252	CHF	16'380.00
▪	Raccordi a cappe di ventilazione	Corridoi	pz	15	CHF	3'600.00	pz	14	CHF	3'360.00
▪	Raccordi a scarichi troppopieni nuovi	Corridoi	pz	18	CHF	2'700.00	pz	28	CHF	4'200.00
▪	Raccordi a scarichi esistenti	Corridoi	pz	12	CHF	1'900.00	pz	14	CHF	1'050.00
▪	Raccordi a cupole	Aule	pz	54	CHF	24'300.00	pz	84	CHF	37'800.00
		Corridoi	pz	8	CHF	2'800.00	pz	14	CHF	4'900.00
▪	Posa nastro Dilatec lungo i tetti a volta colorati	Tetti a volta					m ¹	210	CHF	14'280.00
▪	Posa nastro Dilatec lungo i tetti a volta colorati e parapetti in c.a.	Tetti a volta	m ¹	698	CHF	(23'732.00)	m ¹	992	CHF	(33'728.00)
▪	Giunti in mastice sopra tetti in vetro	Aule	m ¹	140	CHF	5'600.00	m ¹	206	CHF	8'240.00
Strato di protezione (feltro e zavorra)		Aule e Corridoi	m ²	1180	CHF	17'700.00	m ²	1700	CHF	25'500.00
Totale					CHF	604'152.00		CHF	811'472.00	
Deduzione sussidio cantonale		.	m ²	1180	CHF	35'400.00	m ²	1700	CHF	51'000.00
Totale Variante 1					CHF	568'752.00		CHF	760'427.00	
Tutti i prezzi s'intendono senza IVA										











Allegato 2

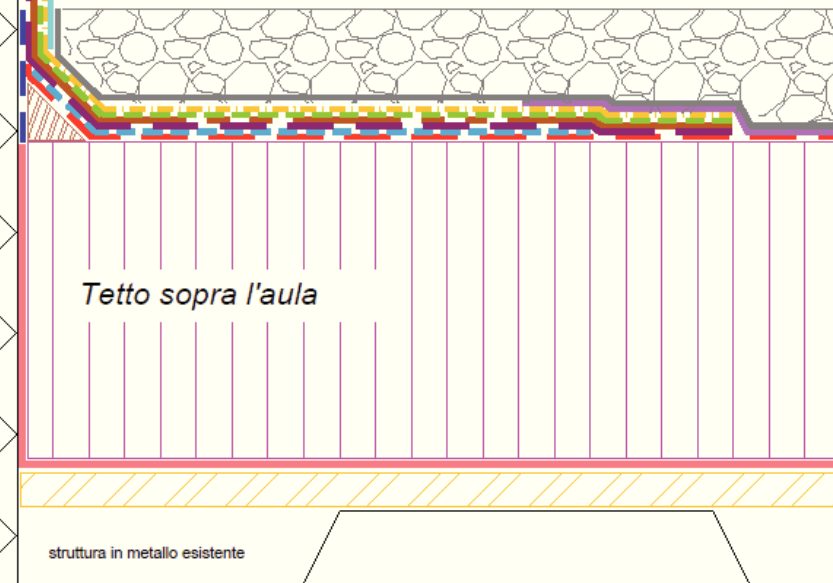
Stratigrafia, tetto sopra il corridoio, tetto rovescio:

-  Ghiaia rotonda lavata 16-30 mm, spessore di 80 mm
-  Stuoia di protezione
-  Parti esterne non protette, protezione UV 2 strati
-  1 strato di guaina fluida con sabbia di quarzo
-  2-3 strati di guaina fluida poliuretanicca (2kg/m²)
-  1 strato di guaina fluida altamente elastica
-  Ammanitura - primer
-  Chiusura pori
-  Isolamento termico 180mm polistirolo estruso XPS



Stratigrafia, tetto sopra l'aula:

-  Ghiaia rotonda lavata 16-30 mm, spessore di 50 mm
-  Stuoia di protezione
-  Ricambio sandwich di carta bituminosa
-  Parti esterne non protette, protezione UV 2 strati
-  1 strato di guaina fluida con sabbia di quarzo
-  2-3 strati di guaina fluida poliuretanicca, (2 kg/m²)
-  1 strato di guaina fluida altamente elastica
-  Ammanitura - primer
-  Chiusura pori
-  1 strato arcuato ai bordi (nastro nel secondo strato di carta bituminosa)
-  2 strati carta bituminosa BIKUPLAN EGV e BIKUTOP LL
-  Profilo a sezione triangolare 25/25mm
-  Isolamento termico 140mm lastre PUR/PIR
-  Barriera vapore
-  Lastra OSB 14mm



Sarnafil e copertina esistente = rimanente