



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Regione Umbria



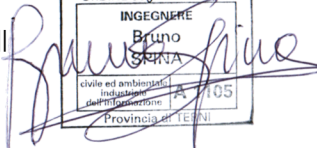
Comune di Terni

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA, ADEGUAMENTO SISMICO E RIQUALIFICAZIONE
EDILIZIA, EX SCUOLA DELL'INFANZIA GRILLO PARLANTE SITA IN VIA R. BOTONDI
N° 18, DA RICONVERTIRE A SERVIZI INTEGRATIVI PER L'INFANZIA.**

Affidamento servizi di ingegneria e architettura

CUP: F41B21001600001 CIG: 94361258AE

RTP IN COSTITUENDO

MANDATARIA	<div><div><div>KALIPÉ</div><div>INGEGNERIA & ARCHITETTURA</div></div><div>Galleria del Corso 7 - 05100 Terni (TR) 0744 1031503 - info@kalipestudio.it - kalipestudio@pec.kalipestudio.it - www.kalipestudio.it</div></div>	<div>ING. BRUNO SPINA ING. SIMONE SCACCETTI GEOM. MASSIMILIANO MANZONI ING. VALERIO TORELLI ING. LUCA CALZUOLI ING. EDOARDO FRINGUELLOTTI</div> <div><div>ORDINE degli INGEGNERI INGEGNERE Bruno SPINA civilile ed ambientale Indirizzo dell'Ingegnere Provincia di TERNI</div><div></div></div>				
	MANDANTE 1	ING. GOFFREDO MASTROIANNI				
	MANDANTE 2	DOTT. GEOL. GIUSEPPE CARACCIOLLO				
	MANDANTE 3	ING. ILARIA FRANCIOLI - GIOVANE PRO- FESSIONISTA				
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO						
COMMITTENTE	COMUNE DI TERNI					
UBICAZIONE	VIA R. BOTONDI n.18 – 05100 TERNI (TR)					
RIFERIMENTI CATASTALI	FG. 124 – P.LLA 540					
TITOLO ELABORATO						
RELAZIONE GENERALE – EFFIENTAMENTO ENERGETICO						
CODICE ELABORATO						
PUB05.PE.ECO.RI.A						
REV.	DATA	DESCRI- ZIONE	REDATTO	VERIFI- CATO	APPRO- VATO	

SOMMARIO

1 RELAZIONE DESCRITTIVA INTERVENTO1

 1.1 INDIVIDUAZIONE DEL SITO.....1

 1.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO1

 1.3 DESCRIZIONE DEL NUOVO INTERVENTO2

 1.3.1 L’isolamento termico2

 1.3.2 Il nuovo impianto termico3

 1.4 MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE.....5

 1.5 NORMATIVE DI RIFERIMENTO6

 1.5.1 Norme quadro di riferimento nazionale.....6

 1.5.2 Norme tecniche a supporto.....7

 1.5.3 Banche dati.....7

1 RELAZIONE DESCRITTIVA INTERVENTO

1.1 INDIVIDUAZIONE DEL SITO

L'intervento di cui in oggetto riguarda un fabbricato sito nel Comune di Terni, in via R. Botondi n. 18.

Il fabbricato è costituito da unica unità immobiliare distinta catastalmente al Fg. 124, P.Ila 540, di proprietà del Comune di Terni.

Il fabbricato, attualmente non in uso, è destinato ad essere riconvertito da scuola per l'infanzia a struttura in cui si svolgeranno servizi integrativi per l'infanzia.



Fig.1: Localizzazione del sito WGS84 (42.5514° N - 12.6473° E)

1.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il fabbricato, essendo stato realizzato nei primi anni '70, risulta attualmente particolarmente energivoro con una classe energetica G rispondente alla più bassa.

Le stratigrafie murarie attuali unitamente alle ampie vetrate non isolate costituiscono il principale motivo di dispersioni termiche.

L'impiantistica termica presenta a sua volta un vetusto sistema di riscaldamento, completamente in disuso e parzialmente danneggiato, costituito da classica centrale termica a gasolio su basamento e terminali a radiatori; il tutto comandato da un termostato ambiente tipo On/Off comandante direttamente il circolatore principale. All'esterno del fabbricato è presente il serbatoio interrato atto allo stoccaggio del carburante.

La stessa centrale termica era deputata alla produzione di ACS per gli usi bagno, mentre nel locale cucina veniva sfruttata una caldaia murale a gas metano specifica per gli impieghi del locale.

Essendo, infine, particolarmente prestazionale il futuro involucro e prevedendo l'utilizzo del cespite di natura scolastica al di fuori del periodo centrale estivo, onde focalizzare le spese di intervento su ben più importanti elementi si è ritenuto superfluo dotare il bene di un sistema di raffrescamento. La centrale termica prevista, comunque, è tale da poter implementare tale tipologia impiantistica in futuro qualora se ne necessitasse.

1.3 DESCRIZIONE DEL NUOVO INTERVENTO

L'esecuzione di interventi mirati sia sull'involucro in termini di isolamento termico che sull'impiantistica termica porteranno a migliorare notevolmente le prestazioni energetiche complessive fino alla classe A4 più efficiente.

Si specifica, inoltre, che tutti i materiali impiegati risponderanno a criteri CAM per la riduzione dell'impatto ambientale (sostenibilità, riciclo a fine vita, etc.).

1.3.1 L'isolamento termico

L'impiego di isolante del tipo lana di roccia nello spessore di 12 cm nelle murature perimetrali permetterà un primo step di efficientamento energetico: la trasmittanza finale sarà prossima agli $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ in luogo delle precedenti $0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m ² K]	Massa superficiale [kg/m ²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m ² K/W]
	Adduttanza interna	0		7.7000				0.1299
1	Intonaco di calce e gesso	20	0.7000	35.0000	28.00	10.7222	1'000	0.0286
2	Mattoni laterizi semipieni (250*120*120)	250		2.1277	297.00	9.3826	840	0.4700
3	Collante in pasta - Bonding 11	5	0.7000	140.0000	7.75	153.0000	837	0.0071
4	Pannello lana di roccia - doppia densità 110	120	0.0350	0.2917	13.20	1.0000	1'030	3.4286
5	Rasante in pasta - Adesan CPS B	5	0.7000	140.0000	7.75	153.0000	837	0.0071
	Adduttanza esterna	0		25.0000				0.0400

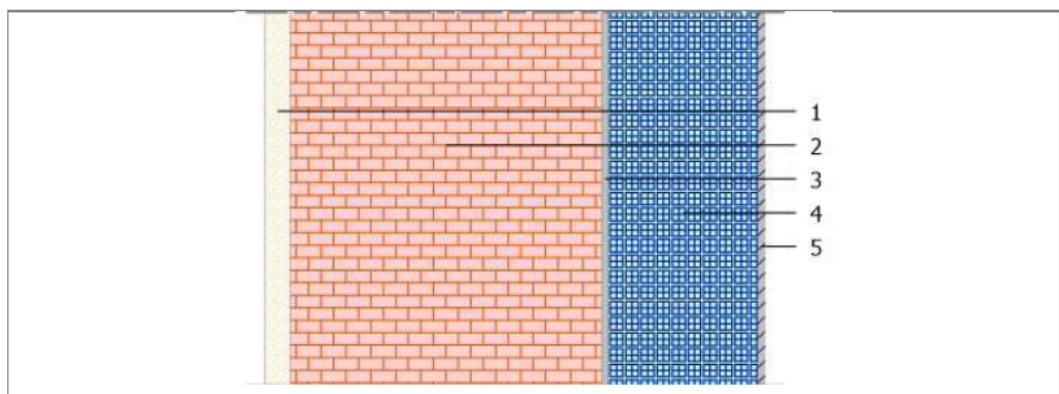


Figura 1 – nuova stratigrafia delle murature perimetrali

La nuova copertura in legno sarà anch'essa coibentata con lana di roccia affogata all'interno di pannellature sandwich portando una prestazionale trasmittanza termica finale di $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, un valore tipico di edifici a costruzione "passiva".

Anche il solaio di calpestio otterrà un miglior isolamento termico grazie al pacchetto EPS con massetti radianti e l'intercapedine risultante dall'impiego di sottofondi in igloo.

Strato	Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività [W/mK]	Conduttanza [W/m²K]	Massa superficiale [kg/m²]	Resistenza al vapore [-]	Calore specifico [J/kgK]	Resistenza [m²K/W]
	Adduttanza esterna	0		25.0000				0.0400
1	Fogli di bitume	5	0.2300	46.0000	5.50	50'000.0000	1'000	0.0217
2	Pannello a fibre orientate (OSB)	15	0.1300	8.6667	9.75	50.0000	1'700	0.1154
3	Pannello lana di roccia - doppia densità 110	200	0.0350	0.1750	22.00	1.0000	1'030	5.7143
4	freno vapore	5	0.1700	34.0000	3.13	barriera	1	0.0294
5	Pannelli di lana di legno - densità 400	35	0.0972	2.7771	14.00	3.2167	1'500	0.3601
	Adduttanza interna	0		10.0000				0.1000

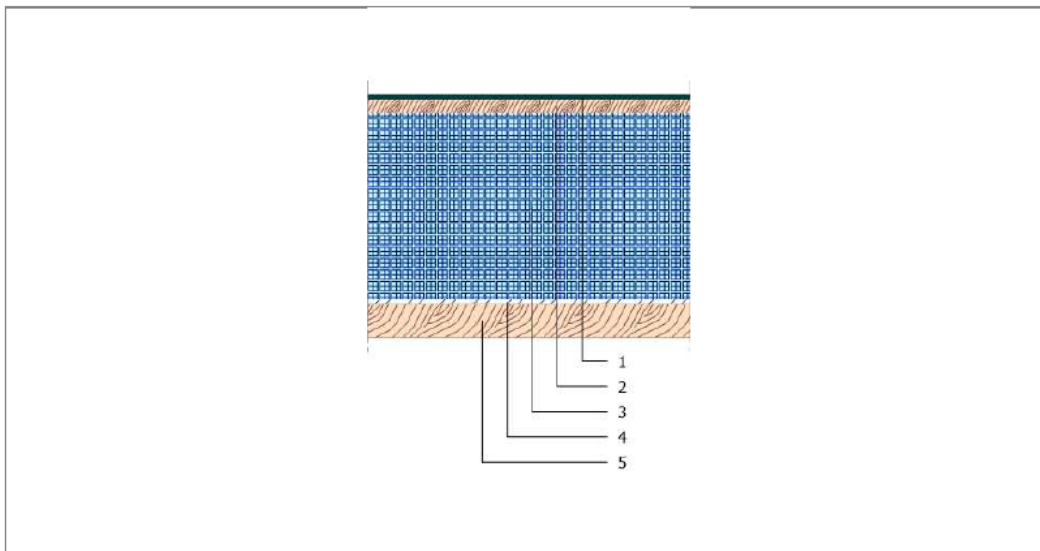


Figura 2 – nuova stratigrafia della copertura in legno

Gli infissi anch'essi subiranno modifiche prospettiche e di materiali (PVC 5 camere con vetrate BE in Argon con U_w prossime agli $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) tali da ridurre sensibilmente le dispersioni attuali viste le grandi superfici vetrate.

1.3.2 Il nuovo impianto termico

Lo smantellamento totale dell'impiantistica esistente consentirà la realizzazione di un nuovo impianto a pavimento radiante, con centrale termica dotata di generatore a pompa di calore idronica 12 kWt monoblocco trifase ad alta efficienza per il riscaldamento, e sistema sempre a pompa di calore su basamento con integrazione solare termica e boiler a doppia serpentina 200 litri per la produzione di ACS, in modo da ottimizzare e razionalizzare l'integrazione con l'impianto fotovoltaico.

Il tutto è in grado di portare riduzioni di fabbisogno energetico notevoli visto l'impiego massiccio di fonti rinnovabili.

1.3.2.2 La centrale termica

La centrale termica per la sezione di riscaldamento prevede:

- Generatore a pompa di calore idronica monoblocco 12 kWt;
- Accumulo inerziale di 50 l;
- Circolatori per la distribuzione al pavimento radiante;

Mentre per la produzione di acqua calda sanitaria:

- Generatore a pompa di calore idronica monoblocco 1,6 kWt;

- Accumulo inerziale di 200 l a doppia serpentina per accumulo acqua tecnica, integrazione al solare termico e produzione istantanea di ACS senza ricorrere a sistemi antilegionella;
- Impianto solare termico in copertura.

1.3.2.3 Il pavimento radiante

Il sistema radiante a pavimento a bassa temperatura sarà del tipo a serpentina direttamente affogato nel massetto di 5cm utile alla posa finale delle piastrelle di calpestio.

La distribuzione prevede due partenze con circolatori dedicati dal collettore idraulico di centrale termica, arrivi distinti a n.2 collettori a parete modulari, completi di regolazione attuate da CTA – cronotermostati ambiente agenti direttamente su ciascun circolatore di zona.

Specifiche dell'impianto:

- Temperatura di mandata del Generatore: 42.0 °C;
- Salto Termico Effettivo al Generatore: 6.6 °C;
- Salto Termico di progetto dei Terminali: 13.0 °C;
- Salto Termico di progetto degli Anelli: 13.0 °C;
- Salto Termico di progetto dei Pavimenti Radianti: 10.0 °C;
- Densità del fluido termovettore: 0.9864 kgm/dm³;
- Viscosità del fluido termovettore: 0.0000005155 m²/s;
- Potenza Utile del Generatore: 11 781 W;
- Contenuto acqua nell'impianto: 109 l;
- Portata: 1 829 l/h;
- Massima perdita di carico: 5 396 daPa.

1.3.2.4 Il sistema solare termico

A supporto del generatore principale P.d.C. ci saranno n.2 pannelli solari termici da 2,6 mq lordi captanti caduno posizionati direttamente in copertura, del tipo "a svuotamento": l'apporto solare sarà sia per l'ACS, rendendo di fatto autonoma la produzione della stessa nei mesi della bella stagione, sia per il riscaldamento a pavimento data la bassa temperatura di mandata pari a 38 °C.

1.3.2.5 Fotovoltaico

A completamento del quadro di efficienza energetica complessiva sarà presente un impianto fotovoltaico in copertura di 6 kW nominali: la produzione attesa dall'impianto di circa 7.500,00 kWh/anno consentirà di coprire i consumi elettrici complessivi dell'istituto.

1.4 MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE

Come noto il parametro per eccellenza di misura della prestazione energetica di un edificio è la Classe Energetica espressa dal dato EP_{gl,nr} – Indice di Prestazione Energetica GLOBALE non rinnovabile. All'uopo di dimostrare il miglioramento energetico del cespite oggetto di futuri lavori proposti, si è quindi proceduto a calcolare le effettive Classi Energetiche allo stato dei luoghi e da progetto.

Le soluzioni anzi descritte consentiranno di passare dalla peggiore classe energetica G alla migliore A4.

A riprova di tale miglioramento di prestazioni sono i risultati di calcolo derivanti dagli APE ante e post operam.

Nel **"Ape ante"** sono riportati i risultati di calcolo termico derivanti dallo studio energetico dell'immobile nello stato di fatto: avendo come detto all'attualità una caldaia a gasolio con distribuzione su radiatori presumibilmente risalente ai primi anni '70, si ricava una prestazione totale pessima come dimostra il dato di riferimento **"Classe Energetica Globale dell'EODC - G"** il peggiore possibile. Ulteriore dato di riferimento è l'**EP_{gl,nr} - Indice di Prestazione Energetica GLOBALE non rinnovabile** che esprime il consumo reale energetico annuo, in questo caso pari a 371,8412 kWh/m²anno, piuttosto elevato.

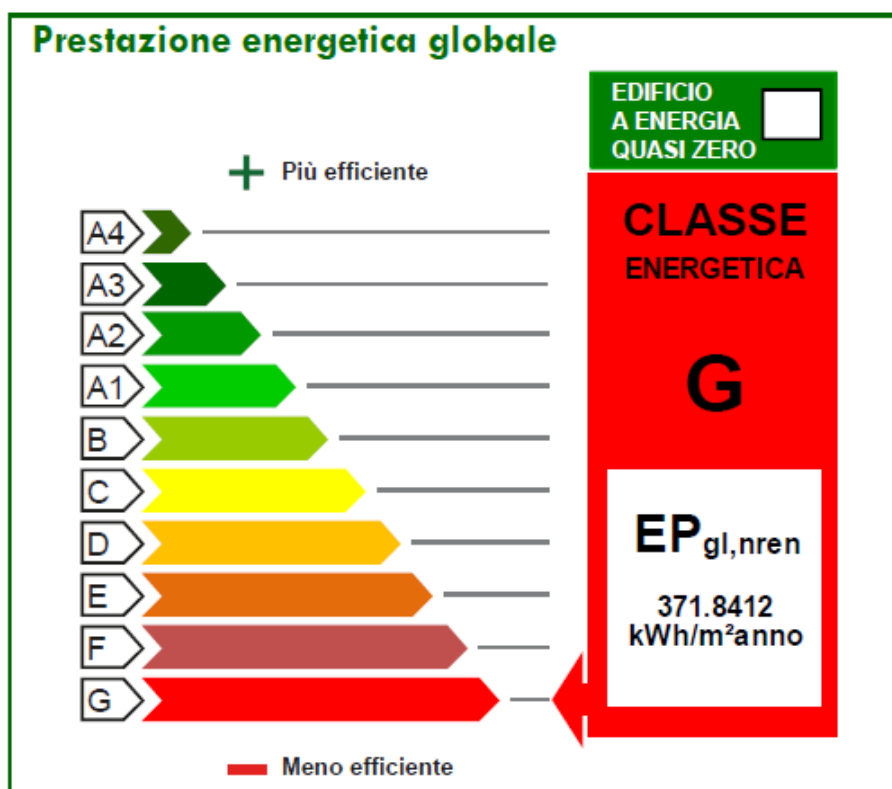


Figura 3 – Estratto APE ante

Nel **"APE post"** sono riportati invece i risultati di calcolo termico derivanti dallo studio energetico dell'immobile post operam: a valle delle soluzioni tecniche descritte ai punti precedenti si ricava una prestazione totale ottimale come dimostra il dato di riferimento **"Classe Energetica Globale dell'EODC – A4"** il migliore possibile. Ulteriore dato di riferimento è l'**EP_{gl,nr} - Indice di Prestazione Energetica GLOBALE non rinnovabile** che esprime il consumo reale energetico annuo, in questo caso pari a 2.6352 kWh/m²anno.

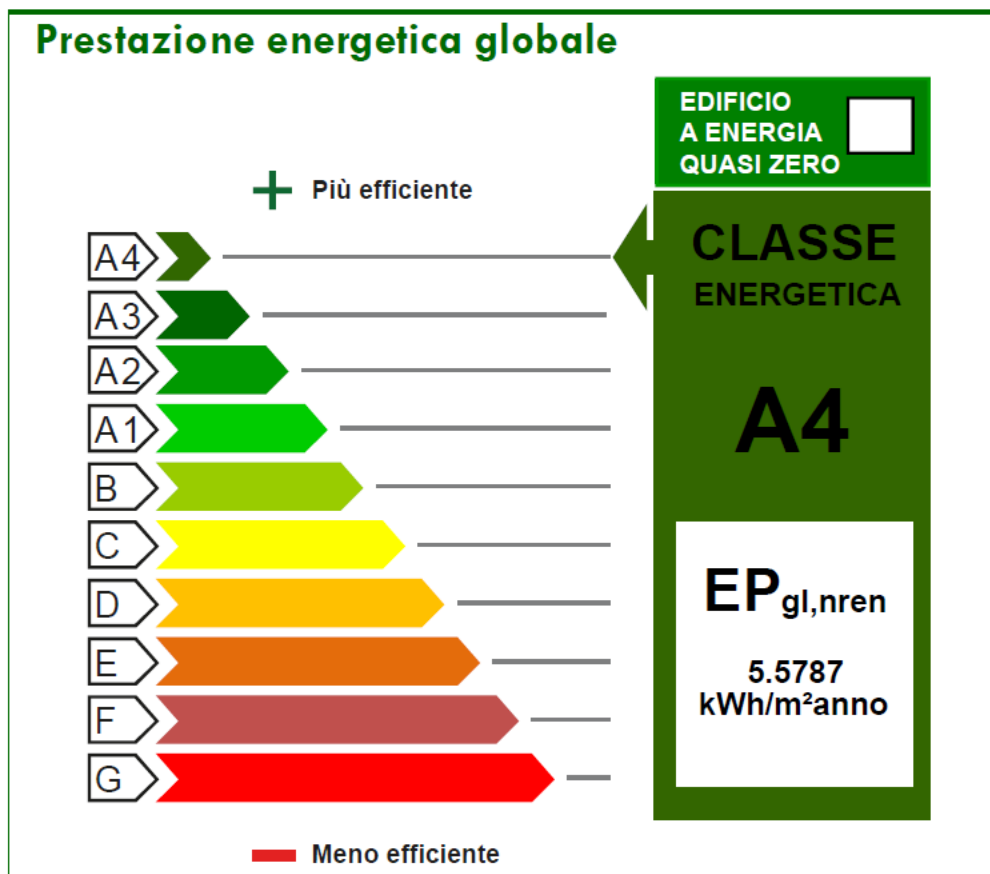


Figura 4 – Estratto APE post

Ne consegue che il *miglioramento di prestazione energetica è addirittura nell'ordine del 90%*.

1.5 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

1.5.1 Norme quadro di riferimento nazionale

- UNI/TS 11300-1 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI/TS 11300-2 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione.
- UNI/TS 11300-3 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI/TS 11300-4 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- Raccomandazione CTI 14 Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione della prestazione energetica per la classificazione dell'edificio.

1.5.2 Norme tecniche a supporto

- UNI EN ISO 6946 Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.
- UNI 10339 Impianti aerulici ai fini del benessere. Generalità classificazione e requisiti. Regole per la richiesta di offerta.
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici.
- UNI/TR 11328-1 Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
- UNI EN 13789 Prestazione termica degli edifici – Coefficiente di perdita di calore per trasmissione – Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 13786 Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 13790 Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
- UNI EN ISO 10077-1 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato.
- UNI EN ISO 12631 Prestazione termica delle facciate continue – Calcolo della trasmittanza termica.
- UNI EN ISO 13370 Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo.
- UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto.
- UNI EN 15193 Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione.
- UNI EN ISO 10211 Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Calcoli dettagliati.
- UNI EN ISO 14683 Ponti termici nelle costruzioni edili – Trasmittanza termica lineare – Metodi semplificati e valori di progetto.
- UNI EN ISO 13788 Prestazione igrometrica dei componenti e degli elementi per l’edilizia. Temperatura superficiale interna per evitare l’umidità superficiale critica e condensa interstiziale – Metodo di calcolo.
- UNI EN 13363-1 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza totale e luminosa - Parte 1: Metodo semplificato.
- UNI EN 13363-2 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza totale e luminosa – Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato.

1.5.3 Banche dati

- UNI 10351 Materiali da costruzione – Conduktività termica e permeabilità al vapore.
- UNI EN ISO 10456 Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
- UNI 10355 Murature e solai – Valori di resistenza termica e metodo di calcolo.

- UNI EN 1745 Muratura e prodotti per muratura – Metodi per determinare i valori termici di progetto.
- UNI/TR 11552 Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici. Parametri termofisici.
- UNI EN 410 Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate.
- UNI EN 673 Vetro per edilizia – Determinazione