



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



CIRI • EDILIZIA E COSTRUZIONI  
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE PER LA RICERCA INDUSTRIALE  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



# **Nuova sostenibilità energetica ed ambientale nelle strutture di ASP Città di Bologna:** strategie, esperienze e progettualità per innovare l'accoglienza

**Prof. Ing. Riccardo Gulli**  
**Ing. Nicola Bartolini**

Lunedì 26 ottobre 2015

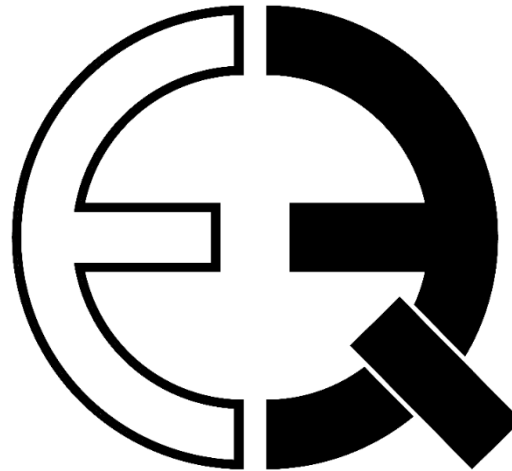
Sala del Coro, ASP Città di Bologna  
Via Marsala 7, Bologna

- Valutazione dello stato di fatto prestazionale, manutentivo e ambientale attraverso l'applicazione di strumenti di verifica e controllo che consentano di supportare le scelte progettuali, fornendo un ausilio nell'ottimizzazione degli esiti architettonici, energetico-prestazionali e di comfort abitativo.
- Valutazione della qualità globale degli edifici da esaminare di proprietà di ASP Città di Bologna al fine di individuare, con la massima efficienza, le aree di intervento più significative per la definizione delle migliori strategie di valorizzazione e gestione.
- Valutazione economica semplificata degli interventi come supporto alle decisioni ed all'individuazione delle priorità di intervento.



## CARATTERIZZAZIONE SISTEMICA DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI ASP CITTA' DI BOLOGNA





BUILDING QUALITY EVALUATION

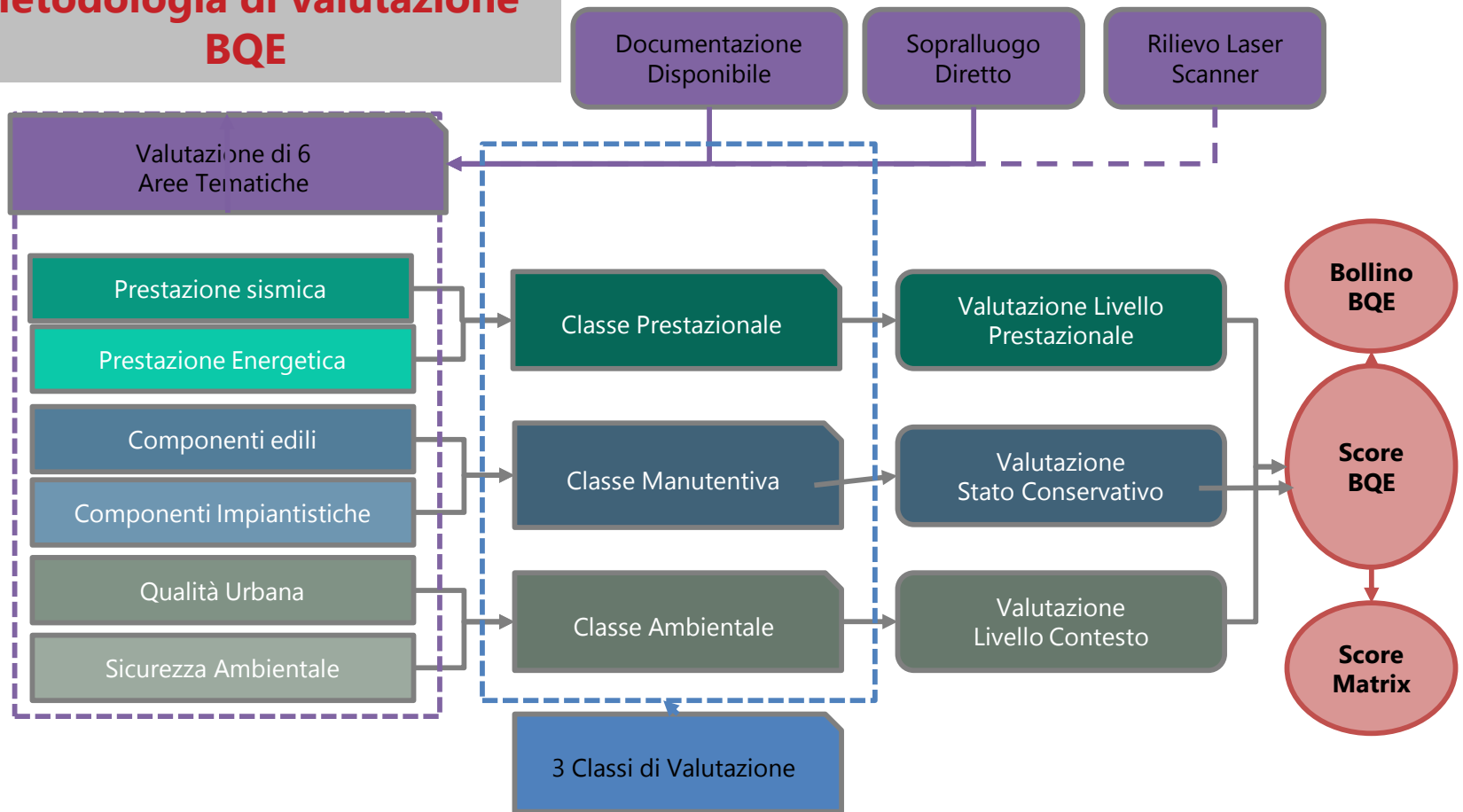
## MISURARE LA QUALITA' COMPLESSIVA DEGLI EDIFICI

La metodologia di analisi **Building Quality Evaluation (BQE)** si pone l'obiettivo di formulare una valutazione della qualità globale di un edificio e di individuare, con la massima efficienza, le aree di intervento più significative per la definizione delle migliori strategie di valorizzazione e gestione.

La metodologia si fonda sull'indagine e valutazione integrata di **3 classi (prestazionale, manutentiva, ambientale)**. Ciascuna delle **tre classi** si compone a sua volta di **2 aree tematiche** di dettaglio. Per ciascuna delle *6 aree tematiche* sono stati individuati gli elementi maggiormente caratterizzanti (**indicatori**) su cui si basano le valutazioni.

CLASSI	DRIVER DI ANALISI	LIVELLO	VALUTAZIONE GLOBALE	AREE TEMATICHE	NUMERO INDICATORI	VALUTAZIONE PARZIALE	GIUDIZIO
PRESTAZIONALE	Definisce le caratteristiche dell'edificio in termini di prestazioni nei confronti della capacità di sopportare azioni sismiche e di essere performante rispetto alle dispersioni dell'involucro e all'efficienza del rapporto edificio/impianto	Assegnazione mediante matrice di corrispondenza in base alle valutazioni globali	Media delle valutazioni delle aree tematiche di dettaglio	PRESTAZIONE SISMICA	13/15	Rispondenza percentuale	Matrice di corrispondenza
				PRESTAZIONE ENERGETICA	17	Rispondenza percentuale	Matrice di corrispondenza
MANUTENTIVA	Definisce lo stato di conservazione dei principali sistemi tecnologici dell'edificio rispetto alle loro condizioni di utilizzo e alla durata del loro ciclo di vita e della funzione che sono chiamati ad assolvere	Assegnazione mediante matrice di corrispondenza in base alle valutazioni globali	Media delle valutazioni delle aree tematiche di dettaglio	COMPONENTI EDILI	8	Rispondenza percentuale	Matrice di corrispondenza
				COMPONENTI IMPIANTISTICHE	10	Rispondenza percentuale	Matrice di corrispondenza
AMBIENTALE	Definisce la qualità ed il grado di sicurezza nei confronti dei principali fattori di rischio del contesto in cui l'immobile è inserito fondandosi sugli indicatori di qualità più significativi	Assegnazione mediante matrice di corrispondenza in base alle valutazioni globali	Media delle valutazioni delle aree tematiche di dettaglio	QUALITÀ URBANA	18	Rispondenza percentuale	Matrice di corrispondenza
				SICUREZZA AMBIENTALE	15	Rispondenza percentuale	Matrice di corrispondenza

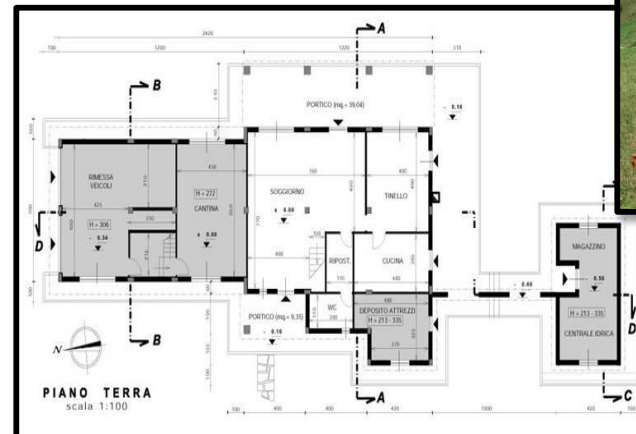
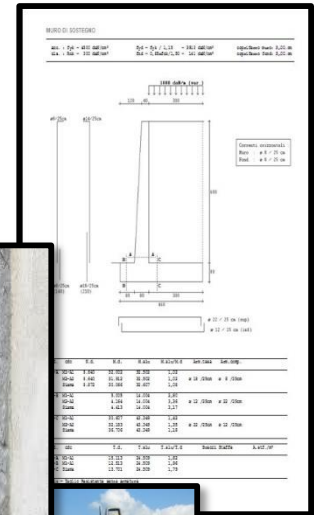
## Metodologia di valutazione BQE



# PRESTAZIONE SISMICA

Informazioni necessarie:

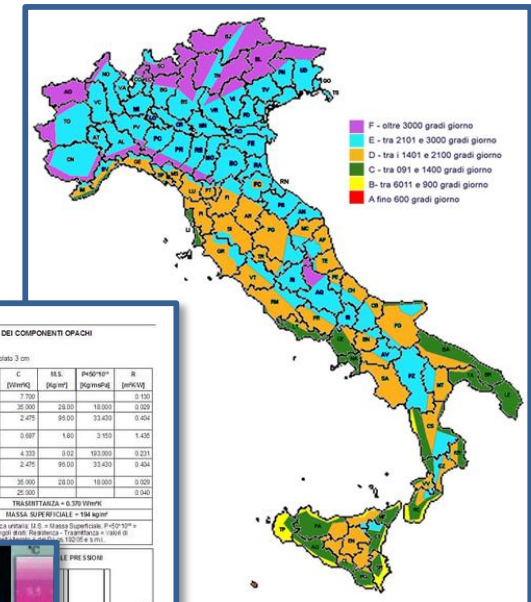
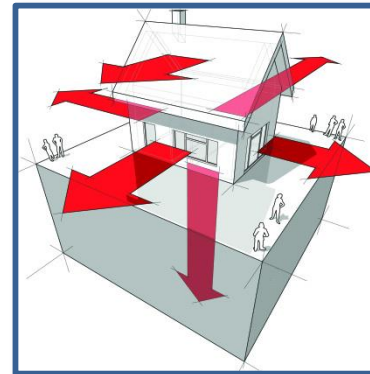
- Analisi delle differenti tecnologie costruttive (cemento armato, muratura, acciaio,...)
- Elaborati progettuali (planimetrie, piante, prospetti, sezioni)
- Relazioni di calcolo (relazione di calcolo, relazione geotecnica)
- Relazioni di collaudo
- Rilievi speditivi / Valutazione a vista
- Rilievo architettonico e strutturale completo (campagne di rilievo con stazione totale, laser scanner)
- Simulazione sulla base della normativa in vigore
- Saggi e prove in situ e in laboratorio



# PRESTAZIONE ENERGETICA

Informazioni necessarie:

- Localizzazione geografica
- Mappa delle zone climatiche
- Rapporto S/V
- Individuazione delle superfici disperdenti (trasmittanza)
- Prestazioni termiche dell'involucro (superfici opache e finestrate)
- Tipo e qualità delle dotazioni impiantistiche
- Presenza di fonti rinnovabili

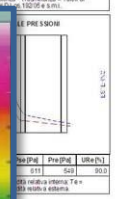


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI**

Calcoli Strutturali: Tramezzo isolato  
 Descrizione Strutturale: Tramezzo con doppio strato in mattoni a 6 fori isolato 3 cm

N.	DESCRIZIONE STRATO (esclusivo all'esterno)	s	λ [W/mK]	C [J/m²K]	μ [kg/m³]	W [g/m²hPa]	IR [m²K²/W]
1	Acquedotto interno	0	0,700	35,000	20,00	18,000	0,103
2	Intervento di calce e gesso	20	0,287	2,475	99,00	33,400	0,029
3	Mattoni perforati/oppositi resistenza meccanica - lambda 0,20 tra 800	120	0,287	2,475	99,00	33,400	0,404
4	Pastellone espanso antiscalfio, in bolle ricamate da blocchi cm. 20	60	0,042	0,097	1,80	3,100	1,435
5	Strato di aria verticale - spessore tra 1 cm. e 2 cm.	15	0,033	4,333	0,02	103,000	0,231
6	Mattoni perforati/oppositi resistenza meccanica - lambda 0,20 tra 800	120	0,287	2,475	99,00	33,400	0,404
7	Intervento di calce e gesso	20	0,287	2,475	99,00	33,400	0,029
8	Acquedotto interno	0	0,700	35,000	20,00	18,000	0,103
<b>RE SISTENZA = 2,261 m²K/W</b>							<b>TRASMITTANZA = 0,29 W/m²K</b>
<b>SPESSORE = 350 mm</b>							<b>MASSA SUPERFICIALE = 194 kg/m²</b>

1: Spessore dello strato; λ: Conduttività termica del materiale; C: Capacità termica; μ: Massa superficiale; W: Umidità assoluta; IR: Resistenza termica dei singoli strati; Resistenza; Trasmissività; U: Umidità di saturazione; s: spessore dello strato; s: spessore dello strato.



<b>COMMITTENTE:</b>	ASP Città di Bologna	<b>UBICAZIONE EDIFICIO:</b>	Viale Roma 21, 40126, Bologna, BO, Emilia-Romagna	<b>DATA:</b>	lunedì 26 ottobre 2015
---------------------	----------------------	-----------------------------	--	--------------	------------------------

ID	INDICATORI	SOGLIA MINIMA 2015	SOGLIA MINIMA 2019/2021	VALORE CALCOLATO	PESO	RISPONDEZZA 2015	RISPONDEZZA 2019/2021	
<b>PRESTAZIONI INVERNALI INVOLUCRO</b>								
PE01	INDICE NORD	3,33	2,64	9,94	2	34%	27%	
PE02	INDICE SUD	3,52	2,78	10,37	2	34%	27%	
PE03	INDICE EST	7,33	5,77	18,27	2	40%	32%	
PE04	INDICE OVEST	6,17	4,88	17,11	2	36%	29%	
PE05	INDICE COPERTURA	5,28	1,38	37,56	2	14%	4%	
PE06	INDICE SOLAIO BASE	0,53	0,49	3,30	2	16%	15%	
PE07	INDICE SOLAIO TERRA	2,29	2,14	15,13	2	15%	14%	
	TOTALE INVOLUCRO	28,45	20,09	111,69		25%	18%	
<b>PRESTAZIONI IMPIANTO RISCALDAMENTO</b>								
PE08	PERDITE EMISSIONE+REGOLAZIONE+DISTRIBUZIONE	387583,26	350329,71	791336,42	1,25	49%	44%	
PE09	PERDITE GENERAZIONE	102435,59	102435,59	746427,37	1,25	14%	14%	
PE10	RENDIMENTO DI GENERAZIONE UTILE	0,95	0,95	0,85	0,5	89%	89%	
PE11	RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE	0,78	0,78	0,69	0,5	89%	89%	
<b>ACQUA CALDA</b>								
PE12	ACQUA CALDA SANITARIA	27,84	27,84	31,77	2	88%	88%	
<b>PRESTAZIONI ESTIVE</b>								
PE13	SFASAMENTO NORD	12,00	12,00	7,67	0,2	64%	64%	
PE14	SFASAMENTO SUD	12,00	12,00	7,74	0,5	64%	64%	
PE15	SFASAMENTO EST	12,00	12,00	7,35	0,3	61%	61%	
PE16	SFASAMENTO OVEST	12,00	12,00	7,46	0,5	62%	62%	
PE17	SFASAMENTO COPERTURA	12,00	12,00	9,23	0,5	77%	77%	
PE18	TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Y <sub>IE</sub> SUD	0,10	0,10	0,58	0,4	17%	17%	
PE19	TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Y <sub>IE</sub> EST	0,10	0,10	0,59	0,3	17%	17%	
PE20	TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Y <sub>IE</sub> OVEST	0,10	0,10	0,60	0,4	17%	17%	
PE21	TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA Y <sub>IE</sub> COPERTURA	0,18	0,18	0,60	0,4	30%	30%	
<b>APPORTI RINNOVABILI</b>								
PE22	SOLARE TERMICO	0,50	0,50	0,04	0,6	9%	9%	
PE23	SOLARE FOTOVOLTAICO	95,00	123,50	10,00	0,3	11%	8%	
PE24	ALTRE FONTI	0,00	0,00	0,00	0,1	0%	0%	
VPE	<b>VALUTAZIONE PRESTAZIONE ENERGETICA</b>						37%	33%

**GRAFICO PE**

LEGENDA VALUTAZIONE PRESTAZIONE ENERGETICA	LEGENDA GIUDIZI	GIUDIZIO
[VPE] < 40 %	MOLTO SCARSA	<b>MOLTO SCARSA</b>
40 % ≤ [VPE] < 60 %	SCARSA	
60 % ≤ [VPE] < 70 %	SUFFICIENTE	
70 % ≤ [VPE] < 80 %	BUONA	
[VPE] ≥ 80 %	MOLTO BUONA	

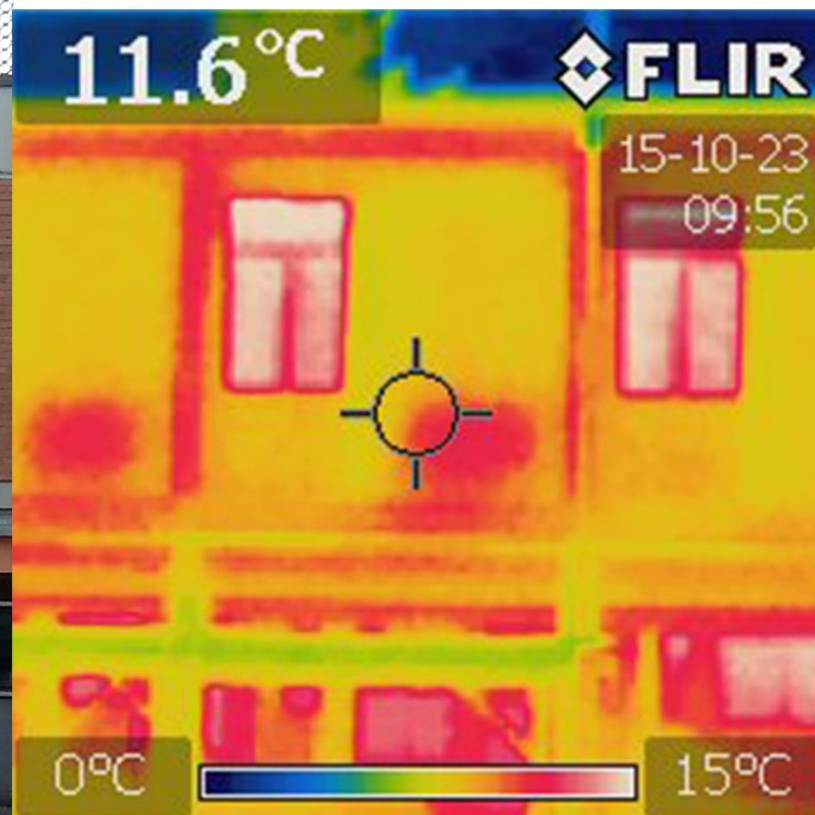


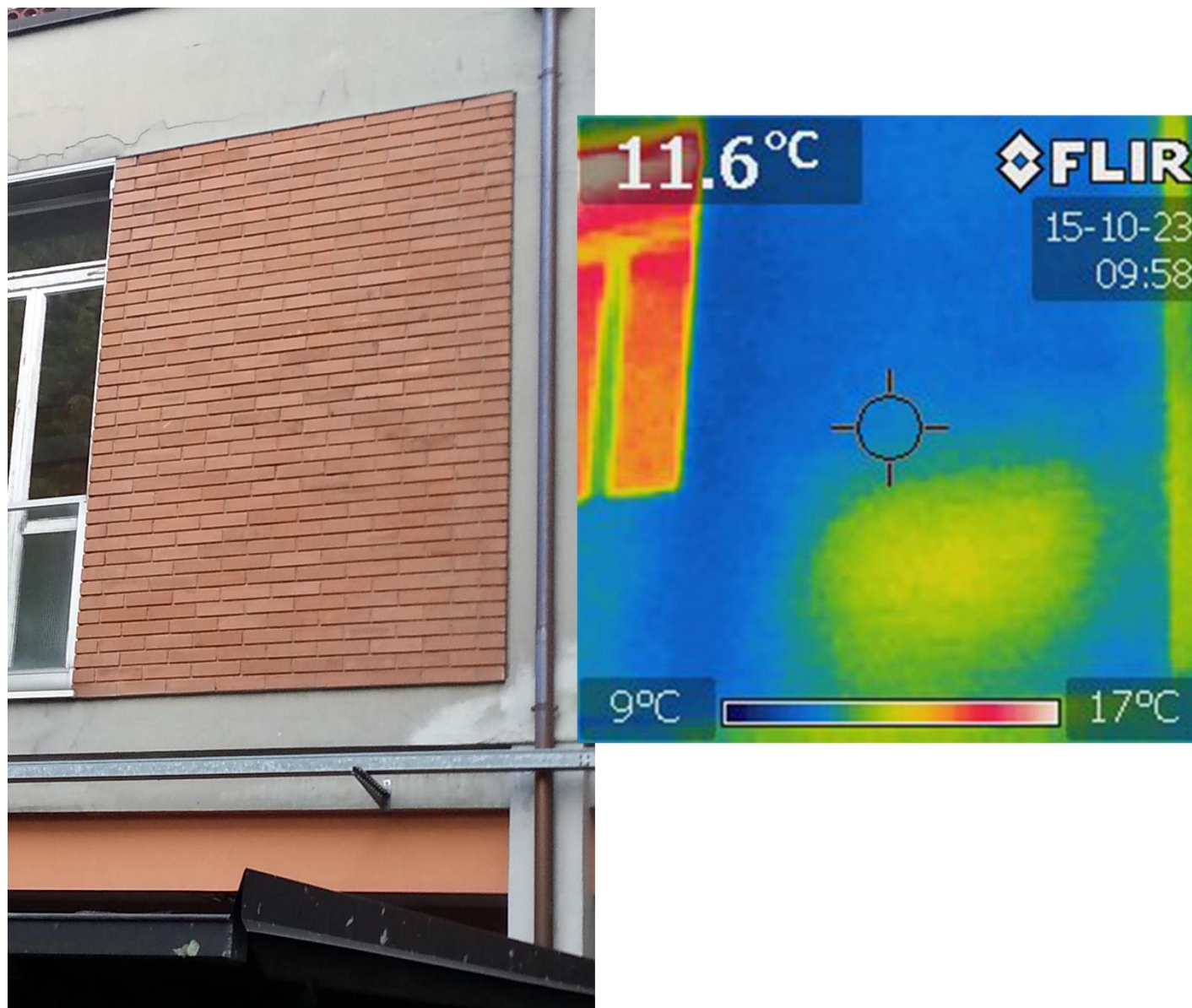
ANALISI TERMOFLUSSIMETRICA

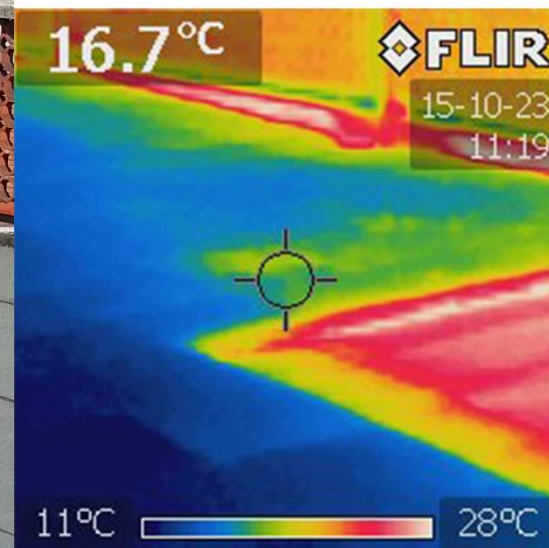


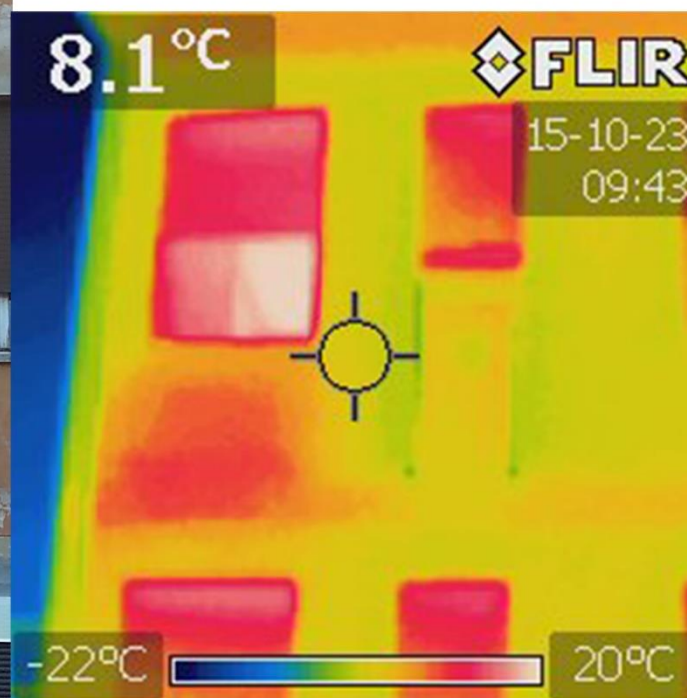
ANALISI INDICI  
COMFORT AMBIENTALE  
(T, UR%, Varia)

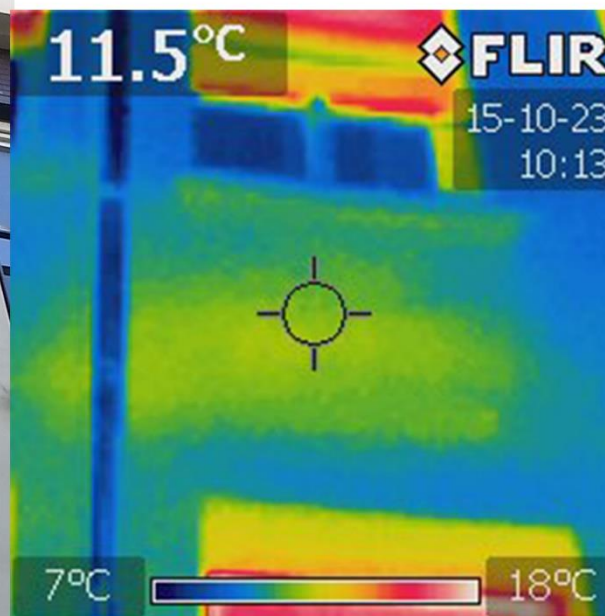
ANALISI TERMOGRAFICA











## Tipo di edificio: ASP - CS "Viale Roma"

Situato in: Viale Roma 21, 40193, Bologna

## Elemento dell' edificio in prova: Solaio di copertura connettivo corpi E-D1

Probabile struttura dell' elemento: Solaio laterocementizio + guaina bitume + piastrelle in cls 40x40 cm

Spessore dell' elemento: 40 cm

Metodo usato: medie progressive (ISO9869)

Delta T medio sull' elemento: 11.14 [°C]

Flusso medio attraverso l' elemento: 7.50 [W/m<sup>2</sup>]

Stima dell' errore di misura dei sensori: 7.4 [%]

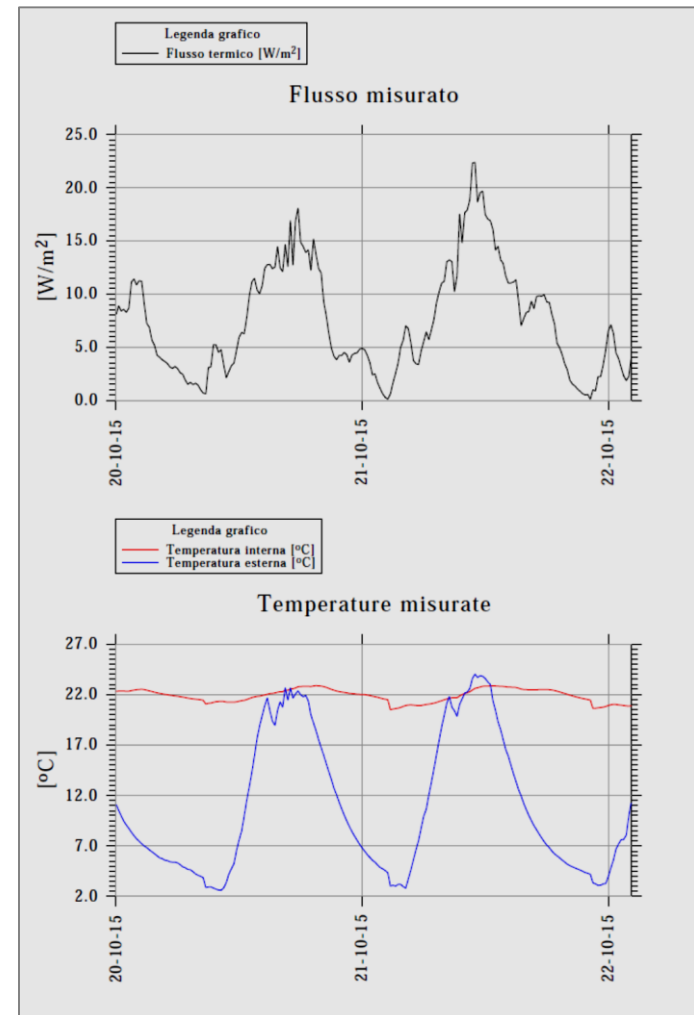
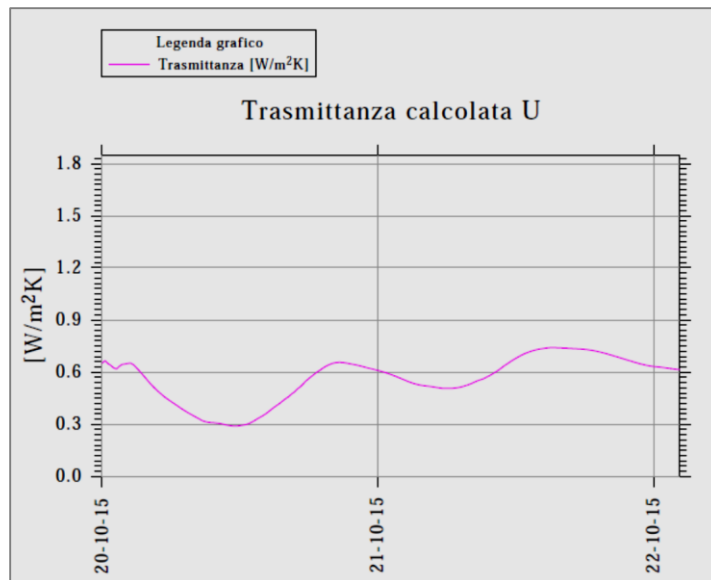
Energia complessiva scambiata attraverso l' elemento: 0.38 [kWh/m<sup>2</sup>]

Coefficiente di adduzione interno utilizzato (hi): 10.0 [W/m<sup>2</sup>K]

Coefficiente di adduzione esterno utilizzato (he): 25.0 [W/m<sup>2</sup>K]

Trasmittanza calcolata (ultime 24h): 0.507 <-> 0.742 [W/m<sup>2</sup>K]

**Trasmittanza calcolata (finale): 0.615 [W/m<sup>2</sup>K]**



**Tipo di edificio: ASP - CS "Viale Roma"**

Situato in: Viale Roma 21, 40193, Bologna

**Elemento dell' edificio in prova: Parete verticale Sud connettivo corpi E-D1****Probabile struttura dell' elemento: Tamponatura a cassa vuota + listelli in cotto**

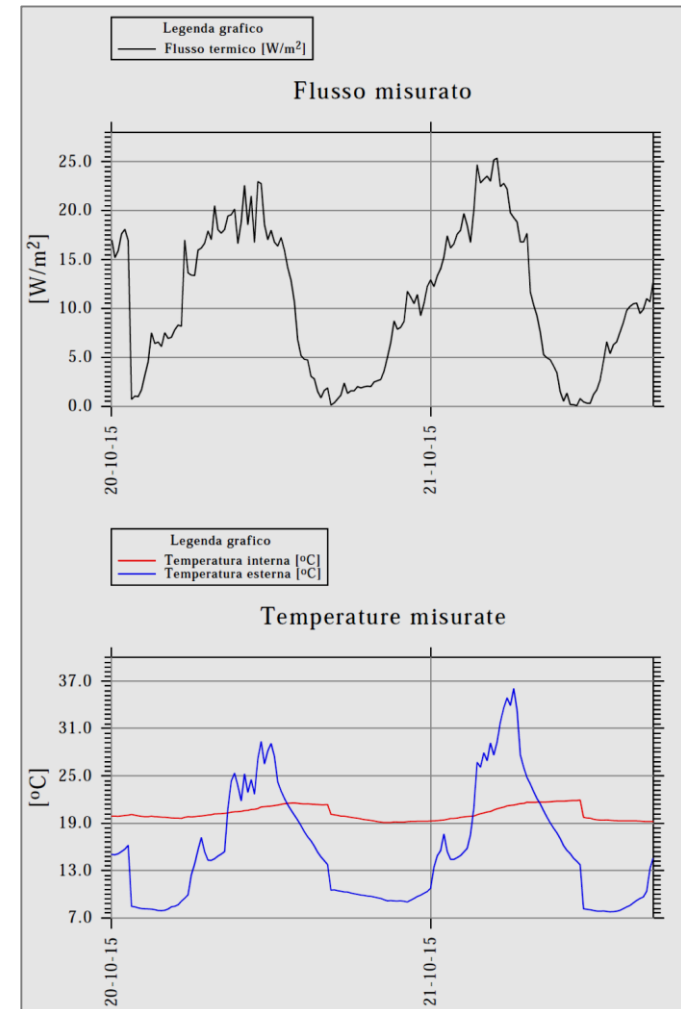
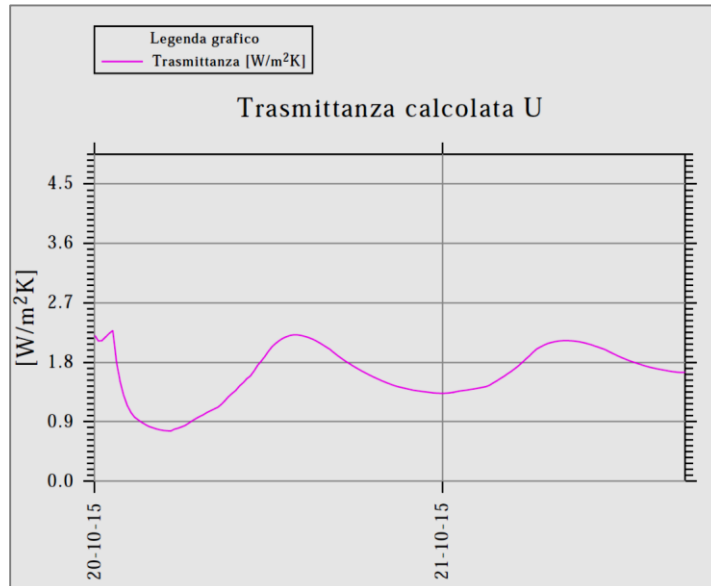
Spessore dell' elemento: 34 cm

Metodo usato: medie progressive (ISO9869)

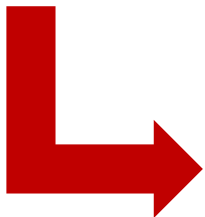
Delta T medio sull' elemento: 4.65 [°C]

Flusso medio attraverso l' elemento: 10.66 [W/m<sup>2</sup>]

Stima dell' errore di misura dei sensori: 10.5 [%]

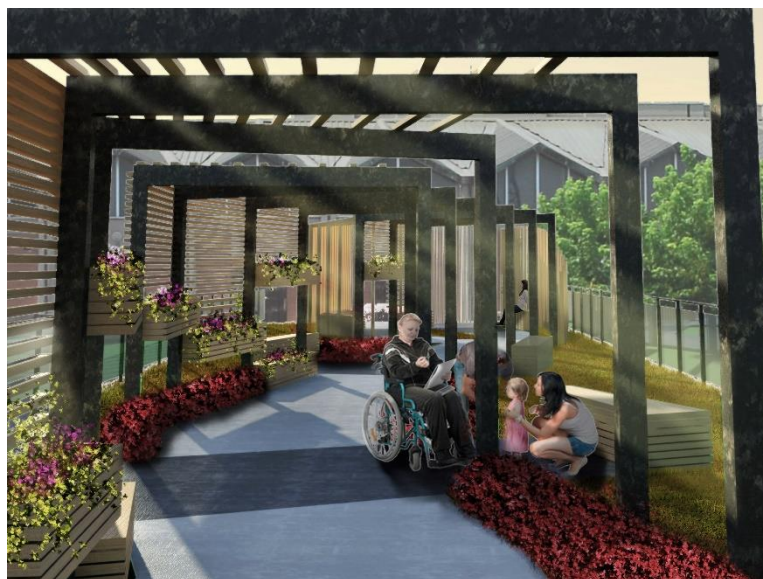
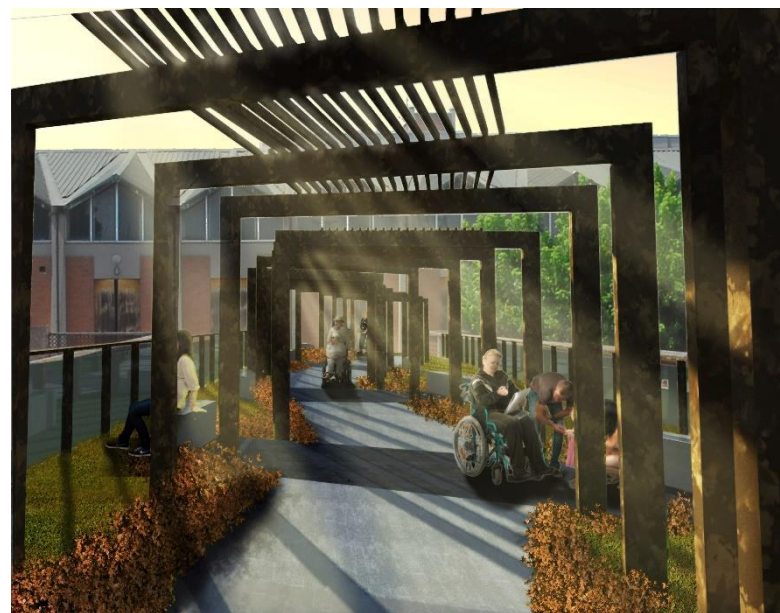
Energia complessiva scambiata attraverso l' elemento: 0.44 [kWh/m<sup>2</sup>]Coefficiente di adduzione interno utilizzato (hi): 7.7 [W/m<sup>2</sup>K]Coefficiente di adduzione esterno utilizzato (he): 25.0 [W/m<sup>2</sup>K]Trasmittanza calcolata (ultime 24h): 1.331 <-> 2.130 [W/m<sup>2</sup>K]**Trasmittanza calcolata (finale): 1.650 [W/m<sup>2</sup>K]**

- Necessità, da parte di ASP, di dover gestire e proporre interventi su un patrimonio immobiliare molto eterogeneo
- Necessità di caratterizzare sistematicamente tale patrimonio immobiliare attraverso l'utilizzo di strumenti speditivi in grado di fornire una chiara rappresentazione del comportamento degli immobili di ASP
- Necessità di concentrare le proprie risorse (umane ed economiche) solo su alcuni interventi e, per questo motivo, necessità di una chiara visualizzazione delle priorità di intervento con i relativi costi e tempi di ritorno degli investimenti.



CARATTERIZZAZIONE SISTEMICA DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DI  
ASP CITTA' DI BOLOGNA ATTRAVERSO IL PROTOCOLLO SPEDITIVO BQE

**SOLO A QUESTO PUNTO È POSSIBILE EFFETTUARE DELLE IPOTESI PROGETTUALI....**



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

[riccardo.gulli@unibo.it](mailto:riccardo.gulli@unibo.it)  
[nicola.bartolini5@unibo.it](mailto:nicola.bartolini5@unibo.it)



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



CIRI • EDILIZIA E COSTRUZIONI  
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE PER LA RICERCA INDUSTRIALE  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

