

## ALLEGATO C – REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

PROVA SEMPLIFICATA DI AUDIT TERMOGRAFICO: EDIFICIO 211

### 1.1 DESCRIZIONE PROVA

La presente prova fa riferimento alla norma UNI EN 13187:2000.

Essa definisce un metodo qualitativo, tramite esame termografico, per la rivelazione delle irregolarità termiche degli involucri edilizi.

Nell'ambito della norma utilizzata, la termografia è effettuata tramite un sistema di rivelazione della radiazione infrarossa, che produce un'immagine basata sulla temperatura radiante apparente dell'area bersaglio misurata. La radiazione termica (nel campo dell'infrarosso) è convertita dal sistema di rivelazione per produrre un'immagine termica che rappresenta l'intensità relativa della radiazione termica da diverse parti della superficie e secondo delle condizioni ambientali.

Si ottiene così un termogramma grazie al quale si può definire la distribuzione delle temperature superficiali e la verifica della presenza di anomalie.

Tra le anomalie riscontrabili è possibile riconoscere a titolo esemplificativo e non esaustivo il distacco dell'intonaco, i ponti termici, difetti di isolamento, infiltrazioni d'aria, presenza di umidità nelle pareti, ecc.

Come supporto all'analisi sono state utilizzate le planimetrie disponibili, sulle quali sono state indicate le posizioni del punto di rilievo termografico.

Tale posizione è stata scelta individuando la facciata dell'edificio che, nelle ore precedenti la prova, non è stata esposta alla radiazione solare diretta.

Inoltre la temperatura dell'aria esterna si è mantenuta costante durante tutta la prova così come minime sono state le variazioni della temperatura interna.

La differenza della temperatura tra interno ed esterno rientra nella soglia indicata dalla norma utilizzata nella presente prova.

### 1.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA:

Termocamera: FLIR ThermaCAM E45

Campo di misura: -20 °C fino 250 °C;

Accuratezza:  $\pm 2$  °C o  $\pm 2\%$  della lettura di temperatura;

Intervallo spettrale: (7,5 – 13)  $\mu\text{m}$ ;

Rilevatore FPA (Focal plane array): microbolometro non raffreddato;

Risoluzione sensore: 160 x 120 pixels;

Sensibilità: 0,1 °C fino 25 °C.

Obiettivo termocamera: FOV 25

Software di elaborazione FLIR QuickReport Versione 1.2

Termometro ed igrometro ambiente.



## 2 OGGETTO ISPEZIONE TERMOGRAFICA

Descrizione: Scuola Media "Boccanegra-Enrico"

Codice edificio: E.211

Indirizzo: Piazza Rotonda N. 2, Genova

### 2.1 CARATTERISTICHE EDIFICIO

La struttura portante dell'edificio è costituita da pilastri in cemento armato che si estende per sette piani fuori terra. Si ipotizza che l'involucro edilizio opaco verticale sia costituito da una muratura a cassavuota non coibentata di spessori variabili a seconda delle parti di fabbricato. I solai sono il latero-cemento come documentato dalla foto scattata durante il sopralluogo che ha evidenziato alcune irregolarità nelle finiture delle strutture che hanno permesso di comprenderne le stratigrafie.

La copertura dell'edificio è a falde inclinate e delimita una porzione del sesto livello riscaldato ed utilizzato come deposito di pertinenza della scuola.

L'edificio si presenta con una forma irregolare sia in pianta, sia nello sviluppo tra i piani con solai aggettanti che rendono piuttosto articolata la superficie disperdente dell'edificio stesso. La porzione di copertura irregolare e differente rispetto allo standard è quella della palestra di pertinenza che si presenta come un volume compenetrato rispetto all'edificio scolastico principale. Tale volume ha una copertura calpestabile "a terrazzo" con accesso ad esso dai locali della scuola. L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio in alluminio e vetri singoli.

Lo stato di conservazione degli stessi è scarso, pertanto si generano rilevanti infiltrazioni d'aria all'interno degli ambienti, causando elevati dispersioni termiche e creando un disagio per gli utenti presenti all'interno dell'edificio.

## Immagine termografica 1: Parete esterna e serramenti

Temperatura dell'aria interna:  
20° C

Temperatura dell'aria esterna:  
1° C

Data e ora della prova  
26/02/2018 ore 11:00

Condizioni metereologiche  
Soleggiato

Umidità relativa:  
30%

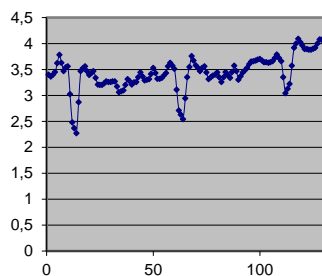
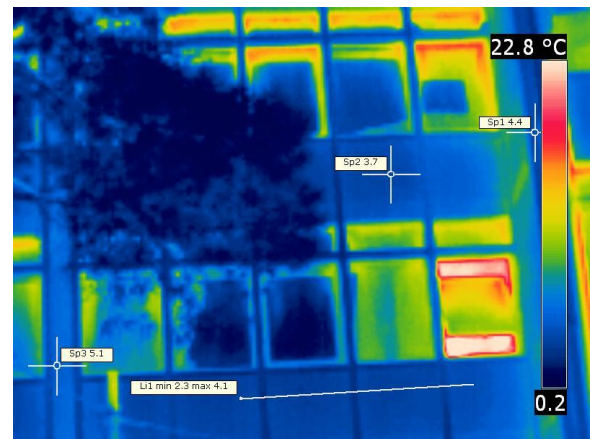
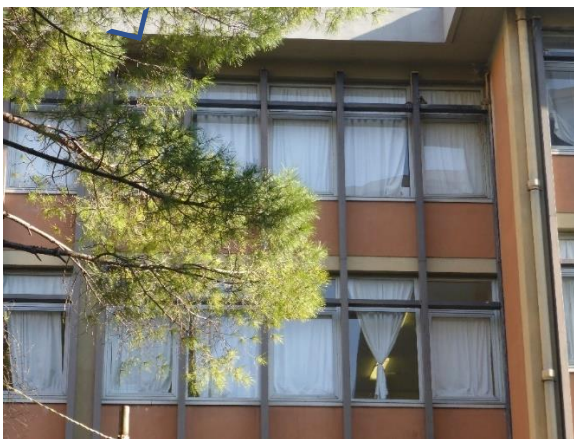


Figura 1 Temperature dei moduli involucro

**Osservazioni:** dalla termografia risulta evidente il comportamento termico del telaio che circonda i serramenti. Essi mostrano una temperatura superficiale molto bassa. Questo telaio va a sovrapporsi al serramento ma senza esserne strettamente in aderenza, perché altrimenti risentirebbe del calore dei serramenti in alluminio non a taglio termico. Si notano lievemente i solai interpiano ed il ponte termico del davanzale del sottofinestra. Nel grafico in fig. 1 si evidenziano le variazioni di temperatura lungo la linea orizzontale passante tra i moduli d'involucro. La differenza maggiore di temperatura si ha in corrispondenza del reticolo metallico.

## Immagine termografica 2: Parete esterna e serramenti

**Temperatura dell'aria interna:**  
20° C

**Temperatura dell'aria esterna:**  
1° C

**Data e ora della prova**  
26/02/2018 ore 11:00

**Condizioni metereologiche**  
Soleggiato

**Umidità relativa:**  
30%



**Osservazioni:** dalla risulta evidente la lieve differenza di temperatura superficiale tra l'area del sottofinestra con quella del resto dell'involucro. I serramenti in ombra hanno temperature superficiali maggiori. In alcuni tratti verticali presentano temperature superficiali maggiori dovuti probabilmente al contatto del muro con la distribuzione verticale dell'impianto di riscaldamento (colore superficiale in giallo).

### Immagine termografica 3: Parete esterna e solaio interpiano

Temperatura dell'aria interna:  
20° C

Temperatura dell'aria esterna:  
1° C

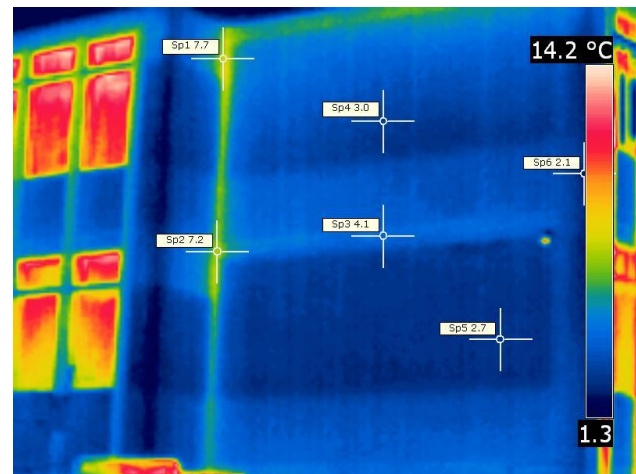
Data e ora della prova  
26/02/2018 ore 11:00

Condizioni metereologiche  
Soleggiato

Umidità relativa:  
30%



cono d'inquadratura della prova



**Osservazioni:** sono ben visibili le dispersioni dei ponti termici dei punti caldi, cioè dell'angolo interno dell'aggetto. Tale temperatura superficiale è maggiore in corrispondenza del solaio interpiano ed è presente anche lungo tutta la parete verticale dell'ultimo piano. Tale alterazione è molto meno significativa nel piano inferiore. Le aree più fredde sono circa a 2,5 °C mentre le più calde sono circa 7,7 gradi.

### Immagine termografica 4: Parete esterna e solaio interpiano

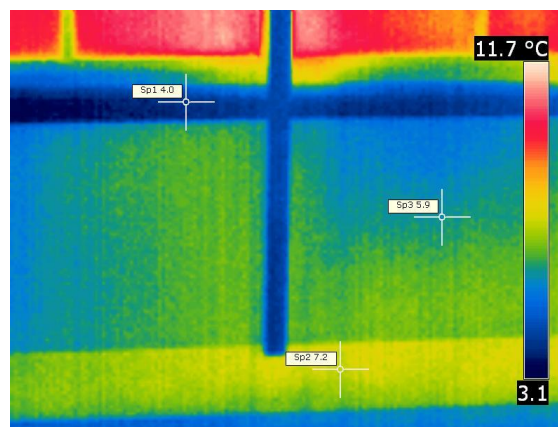
**Temperatura dell'aria interna:**  
20° C

**Temperatura dell'aria esterna:**  
1° C

**Data e ora della prova**  
26/02/2018 ore 11:00

**Condizioni metereologiche**  
Soleggiato

**Umidità relativa:**  
30%



**Osservazioni:** anche in questo sottofinestra si riscontra la presenza di alterazioni di temperatura che si accentuano in corrispondenza del solaio interpiano. Si passa da un temperatura di 5,9 °C nel punto più freddo, fino ai 7,2 del punto più caldo. Anche la presenza del serramento genera alterazioni di temperatura.