

Scuola materna ed elementare “L. ARIOSTO” E1148

VIA L. ARIOSTO, 1

ALLEGATO C_REPORT DI INDAGINE TERMOGRAFICA

FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA

STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager
Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova
Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

CASa Associati
Via Cetto Ciglia 54 – 65128 – Pescara
Tel: 085 4311109 – 349 5394754 – info@casaassociati.it

L'indagine termografica è stata eseguita dopo aver verificato che i parametri ambientali (temperatura e umidità relativa) all'interno e all'esterno fossero idonei, si è proceduto ad effettuare l'indagine termografica. Sono stati effettuati n. 9 termogrammi all'esterno e n. 14 termogrammi all'interno. L'indagine termografica è stata eseguita ai sensi della norma UNI EN 13187 "Prestazione termica degli edifici. Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi. Metodo all'infrarosso" ed è stata eseguita dall' arch. Fabio ARMILLOTTA, iscritto all'Ordine degli Architetti P. P. e C. della provincia di Pescara al n. 1621, con qualifica di addetto (III livello) alle Prove non distruttive, metodo: termografia infrarossi, ai sensi alla norma UNI EN ISO 9712:2012.

Le fasi fondamentali dell'indagine termografica eseguita possono essere sintetizzate in: a) rilievo delle temperature superficiali presenti sulla porzione di involucro edilizio da analizzare; b) verifica della presenza di eventuali "anomalie" nella distribuzione della temperatura superficiale; c) descrizione degli eventuali difetti di costruzione (tipo e importanza) presenti in corrispondenza delle anomalie termiche rilevate.

L'indagine termografica è stata effettuata il giorno 21 novembre 2017, tra le ore 16:30 e le ore 17:10

La temperatura atmosferica rilevata all'esterno dell'edificio durante l'indagine è di 16,20°C. Nelle 24 ore precedenti all'indagine le temperature rilevate sono state le seguenti:

- temperatura massima: 16°C;
- temperatura minima: 9°C.

L'irraggiamento solare, osservato durante le 12 ore prima dell'inizio delle indagini, è stato regolare poiché il cielo era coperto da nuvole. Durante le indagini il cielo era nuvoloso, la zona non era interessata da precipitazioni e la velocità del vento era di circa 11 km/h. La temperatura interna era di 23,70°C quindi la differenza della temperatura dell'aria tra interno ed esterno durante la prova era 7,40°C.

TIPOLOGIA E MODALITÀ DI INDAGINE

La termografia è una tecnica telemetrica in grado di determinare la temperatura radiante di una superficie con notevole risoluzione spaziale e precisione. Si tratta di un mezzo di diagnosi non invasiva basato sull'analisi di immagini che evidenziano discontinuità termiche. La metodologia sfrutta la capacità di alcuni dispositivi (sensori bolometrici) di rivelare l'intensità della radiazione nella zona termica dello spettro elettromagnetico, ovvero quella dell'infrarosso. L'energia termica, o infrarossa, consiste in una luce la cui lunghezza d'onda risulta troppo grande per essere individuata dall'occhio umano; si tratta della porzione dello spettro elettromagnetico che viene percepita come calore. A differenza della luce visibile, nel mondo dei raggi infrarossi tutti gli elementi con una temperatura al di sopra dello zero assoluto (cioè a 0 K = -273,15 °C) emettono calore. Più è alta la temperatura dell'oggetto, più quest'ultimo irradierà raggi infrarossi. Il principio quindi si basa sulla misura della distribuzione delle temperature superficiali dell'oggetto in esame. La strumentazione utilizzata nelle indagini termografiche

è la termocamera che rileva a distanza l'energia infrarossa (o termica) e la converte in un segnale elettronico, che viene in seguito elaborato per produrre immagini video e realizzare calcoli della temperatura. Il calore rilevato da una termocamera può essere quantificato con estrema precisione permettendo all'utente di monitorare la performance termica e, allo stesso tempo, di identificare e valutare l'entità di problemi di natura termica.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norma di riferimento per la misura in opera con il metodo della termografia all'infrarosso sono:

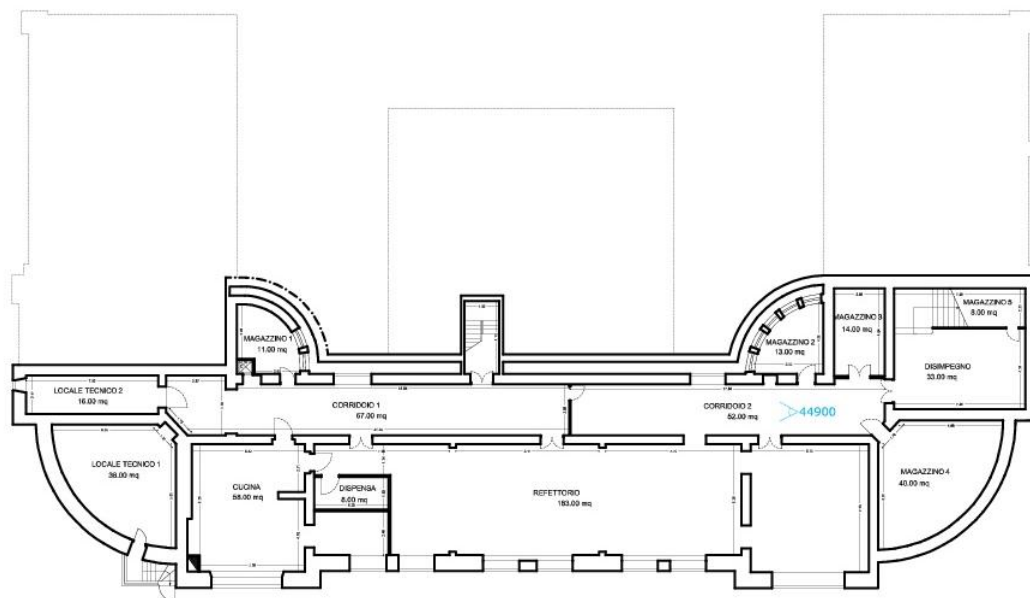
- UNI 9252:1988 "Isolamento termico. Rilievo e analisi qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici. Metodo della termografia all'infrarosso";
- UNI EN 13187:2000 "Prestazione termica degli edifici. Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi. Metodo all'infrarosso" (fa riferimento alle termocamere che lavorano nella lunghezze d'onda "long wave", comprese tra 8 e 14 μm);
- UNI 10824-1:2000 "Prove non distruttive. Termografia all'infrarosso. Termini e definizioni".

STRUMENTAZIONE

La termocamera utilizzata per le indagini è il modello FLIR B620 (serial n. 404002122) di cui si allega la scheda tecnica sintetica che ne evidenzia le caratteristiche principali.

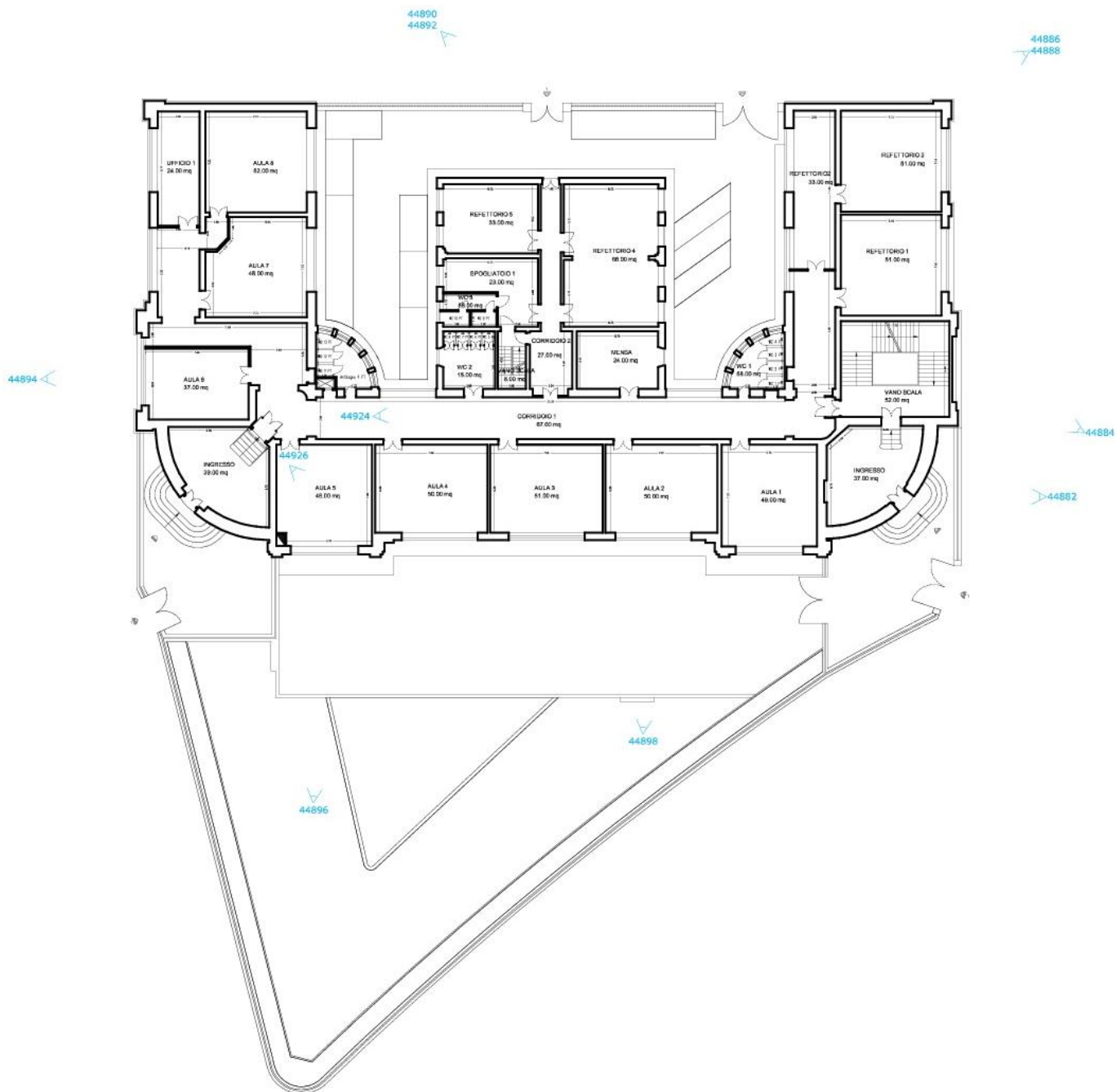
Imaging Performance	
Thermal	
Field of view/min focus distance	24° x 18° / 0.3 m (with standard lens)
Spatial resolution (IFOV)	0.65 mrad (with standard lens)
Thermal sensitivity @ 30°C	<0.065°C
Electronic zoom / pan function	1 - 2 x continuous, including pan function
Image Frequency	30 Hz (non-interlaced)
Focus	Auto, electric and manual
IR Lens	24° plus optional interchangeable FLIR lenses
Detector type	Focal plane array (FPA) uncooled microbolometer; 640 x 480 pixels
Spectral range	7.5 to 13 µm
IR Resolution	640 x 480 pixels
Visual	
Built-in digital video	3.2 Mpixel, full color / built-in Target Illuminator / auto focus
Image Presentation	
Image Fusion	Picture-in-Picture: move, resize, and reshape IR image inside visible light images. Thermal Fusion: Merging of visual and infrared image (interval, above/below).
Reference image	Show live IR image and reference image on screen for easy troubleshooting.
Viewfinder	Built-in, tiltable, high-resolution color viewfinder (800 x 600 pixels)
Built-in display	Built-in 5.6" LCD (1024 x 600 pixels)
Video output	RS170 EIA/NTSC or CCIR/PAL composite video, USB
Measurement	
Object temperature ranges	-40°C to +120°C
Accuracy	2°C or 2% of reading
Measurement analysis	3 spotmeters, 3 areas; auto hot/cold detection, Isotherms (above, below, interval), Delta T, Line Profile, Reference temperature function
Menu controls	Palettes, load custom palettes, auto adjust (manual/continuous/based on histogram equalization), on screen live and reference image, image gallery, programmable storage, user profiles, programmable buttons
Alarm functions	Automatic alarm on any selected measurement function, audible/visible alarm above/below, humidity (includes dew point), insulation
Emissivity correction	Variable from 0.01 to 1.0 or select from listings in pre-defined material list
Measurement features	Automatic corrections based on user input for reflected ambient temperature, distance, relative humidity, atmospheric transmission, and external optics
Optics transmission correction	Automatic, based on signals from internal sensors
Image Storage	
Type	Removable SD-card (1GB)
Image storage modes	Single image, simultaneous storage of IR and visual images
Periodic image storage	Every 10 seconds up to 24 hours
File format - THERMAL	Standard JPEG; 14 bit thermal measurement data included
File format - VISUAL	Standard JPEG inked with corresponding thermal image
Voice annotation of images	60 sec. of digital voice "clip" stored together with the image wired headset
Text annotation of images	Predefined by user and stored with image
Image marker	Markers on visual image
Video Streaming	
Non radiometric IR-video streaming	MPEG 4 streaming to PC using USB or WLAN, with optional Wireless remote control
Laser LocatIR™	
Classification type	Class 2, Semiconductor AlGaInP Diode Laser: 1 mW/635 nm (red)
Laser	Laser pointer activated by dedicated button
Power Source	
Battery type	Li-Ion, rechargeable, field-replaceable
Battery operating time	>3 hours at 25°C typical use
Charging system	In camera (AC adapter or 12V from car) or 2 bay intelligent charger or 12V from car with optional DC 12V connection cable
External power operation	AC adapter 90-260 VAC, 50/60Hz or 12V from car (cable with standard plug optional)
Power saving	Automatic shutdown and sleep mode (user-selectable)
Environmental	
Operating temperature range	-15° C to +50° C
Storage temperature range	-40° C to +70° C
Humidity (operating and storage)	10% to 95%, IEC 68-2-30
Encapsulation	IP 54 IEC 529
Shock	Operational: 25G, IEC 68-2-30
Vibration	Operational: 2G, IEC 68-2-6
Physical Characteristics	
Weight	1.8 kg (incl. lens and battery)
Size (L x W x H)	324 X 144 X 147mm (incl. standard lens)
Tripod mounting	1/4" - 20

PIANO SEMINTERRATO



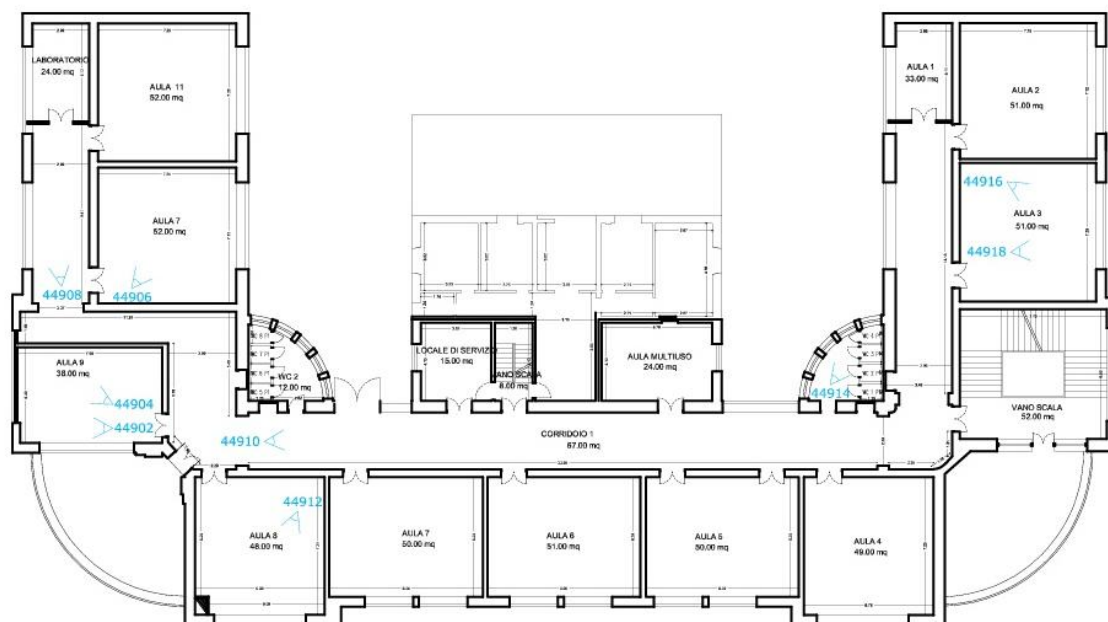


PIANO TERRA



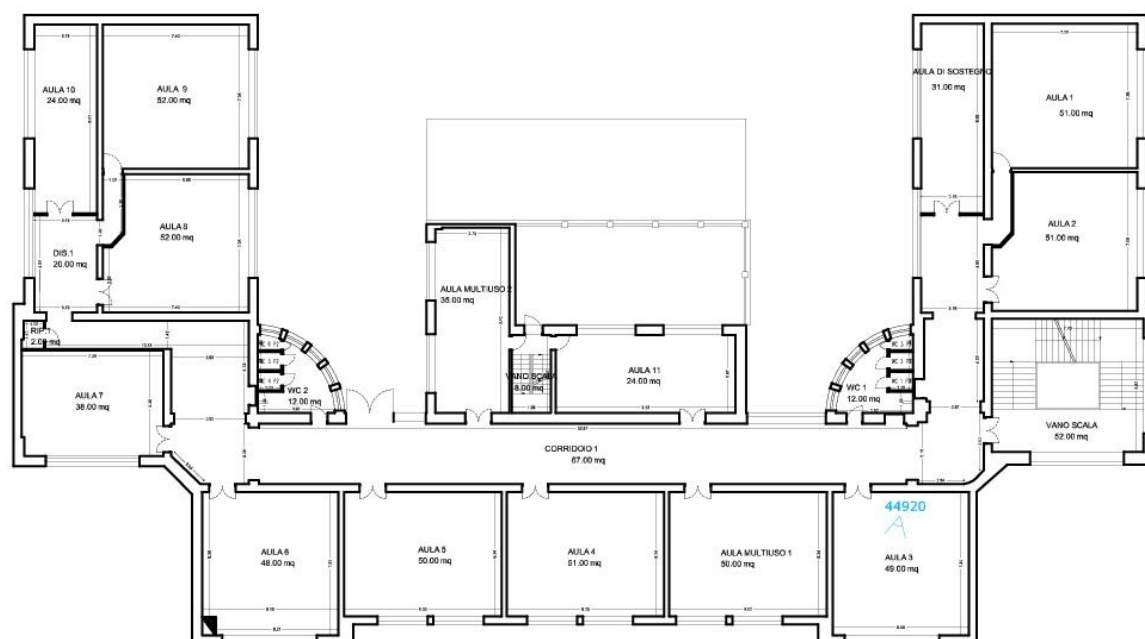


PIANO PRIMO

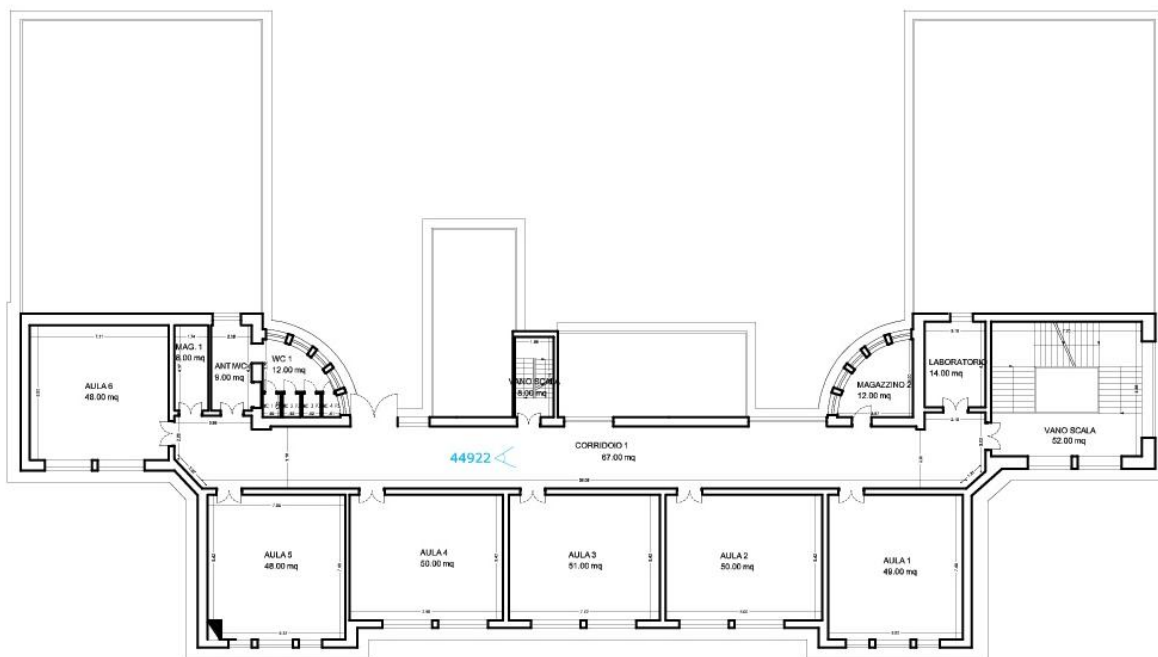


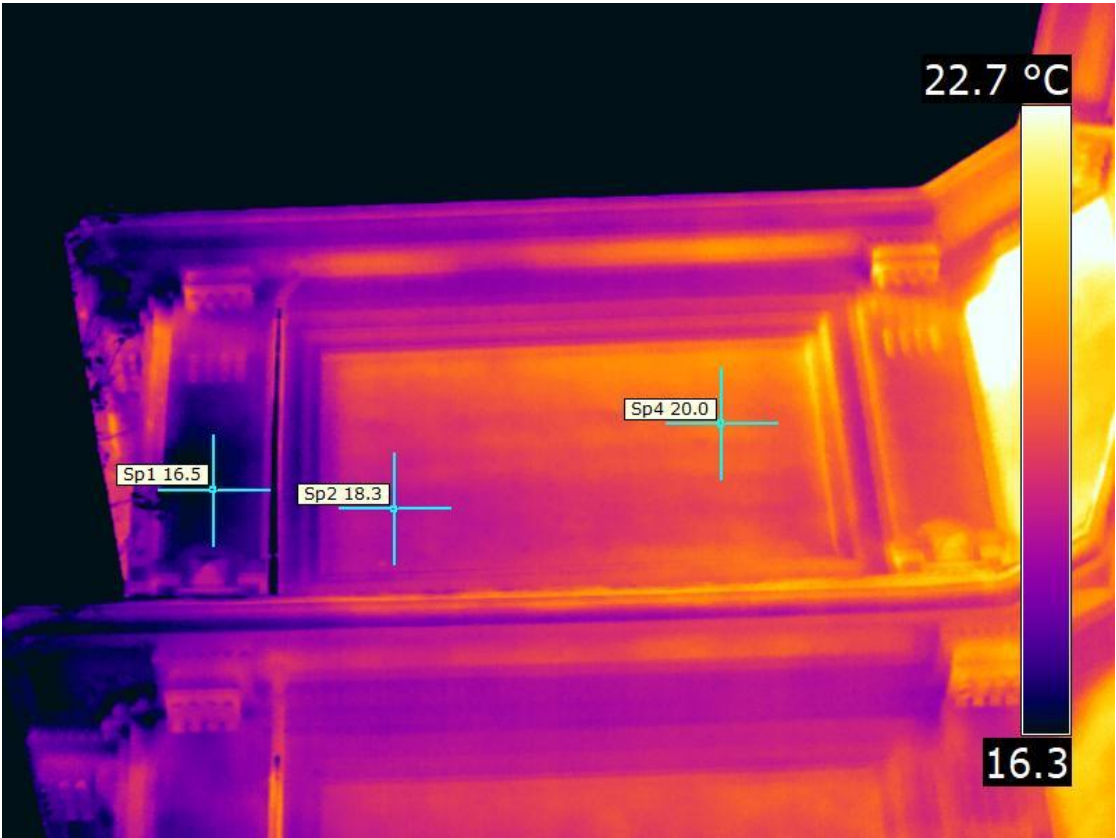





PIANO SECONDO







PIANO TERZO





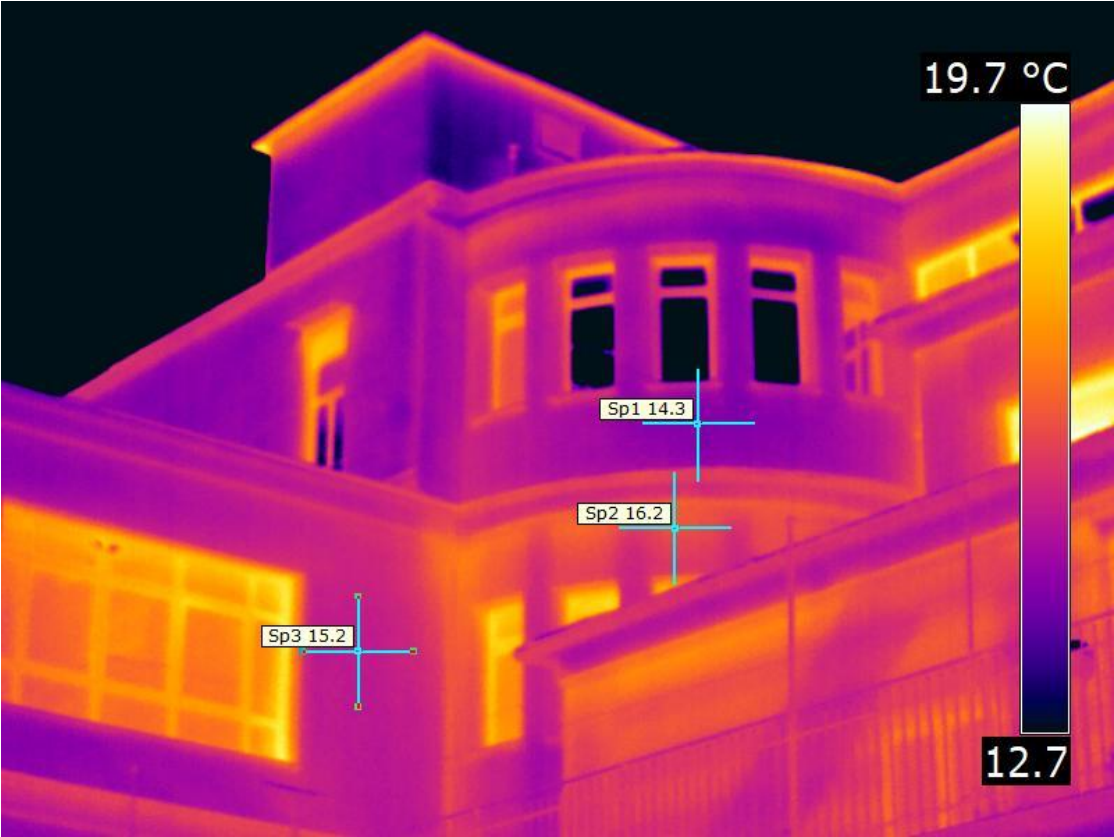

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 15m	
Immagine termografica IR_44882		
		
Immagine visibile DC_44883		
		



TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 15m	
Immagine termografica IR_44884		
		
Immagine visibile DC_44885		
		



TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 10m
Immagine termografica IR_44886		
		
Immagine visibile DC_44887		
		



TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 20m
Immagine termografica IR_44888		
		
Immagine visibile DC_44889		
		


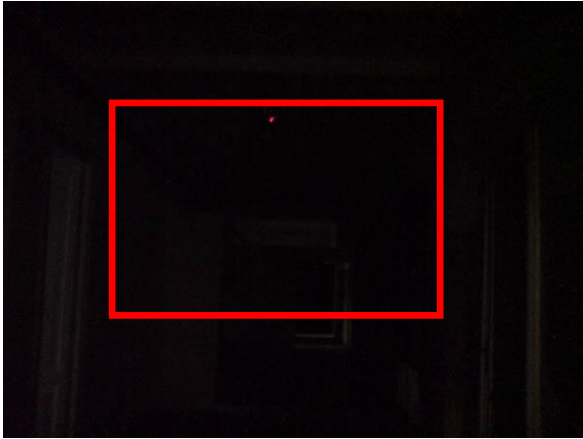
TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 10m	
Immagine termografica IR_44890		
		
Immagine visibile DC_44891		
		

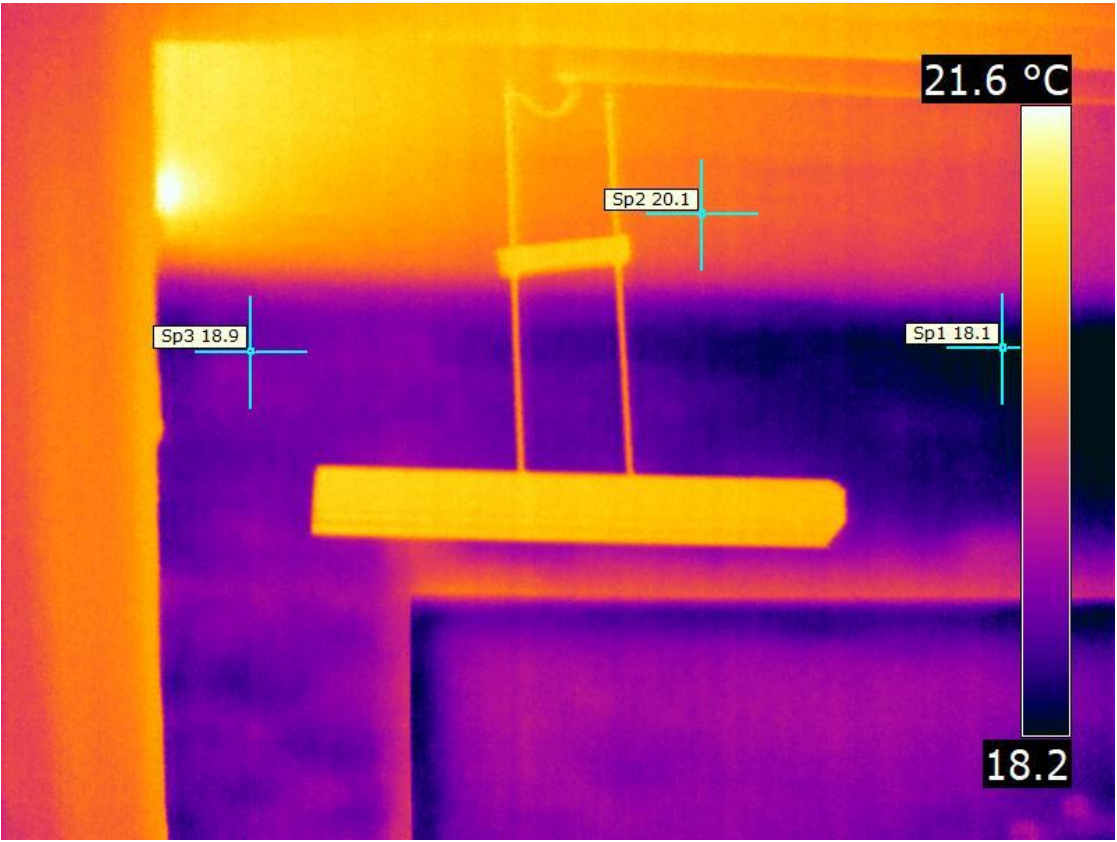

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 15m	
Immagine termografica IR_44892		
		
Immagine visibile DC_44893		
		

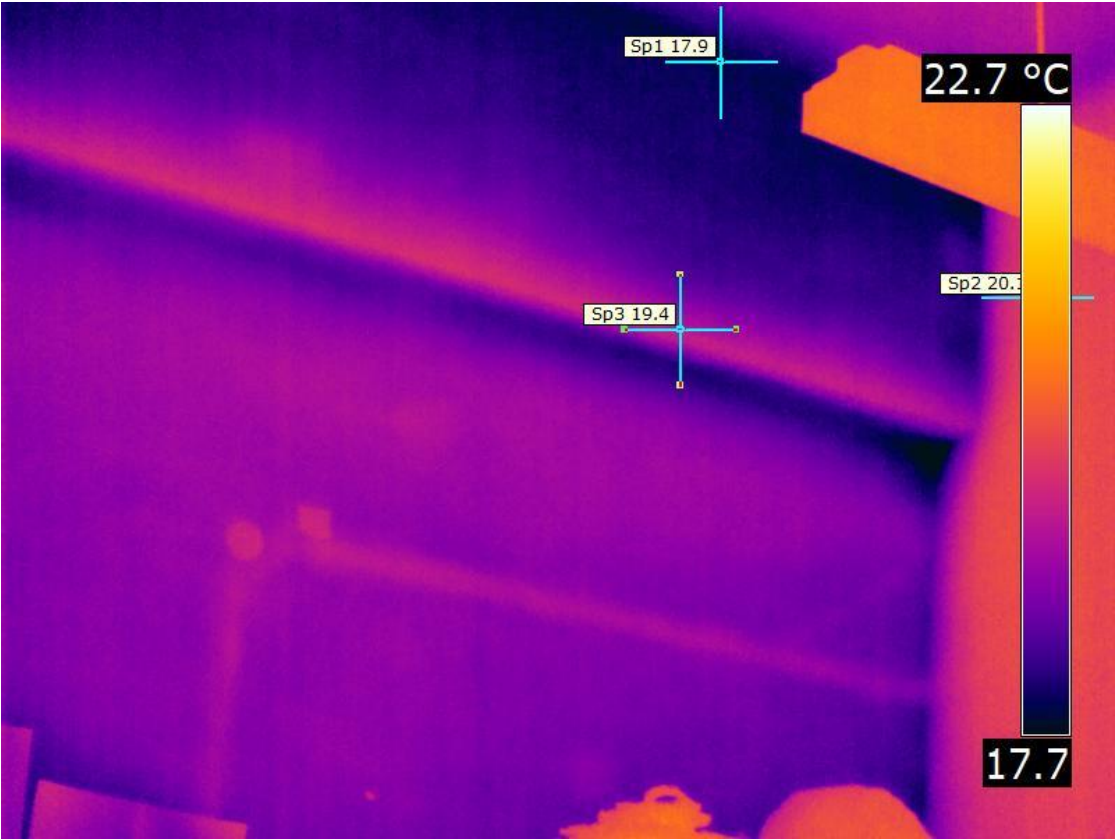

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 10m	
Immagine termografica IR_44894		
		
Immagine visibile DC_44895		
		

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 15m	
Immagine termografica IR_44896		
		
Immagine visibile DC_44897		
		

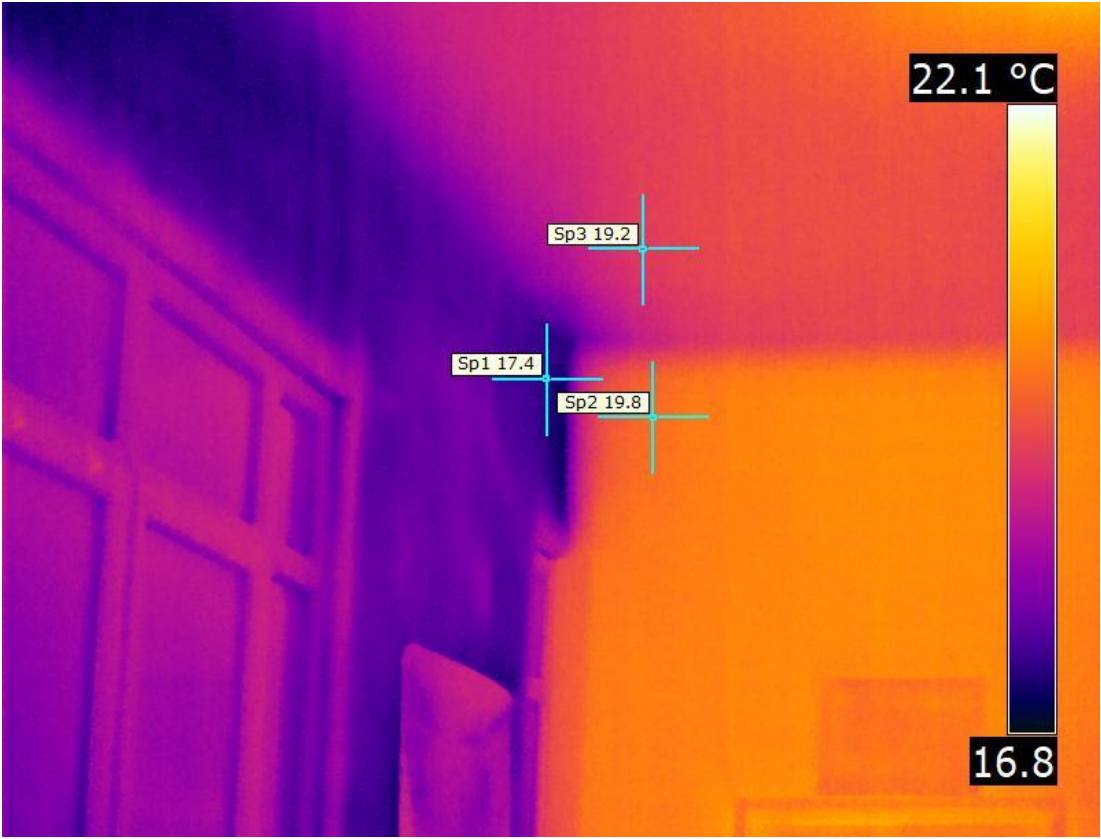
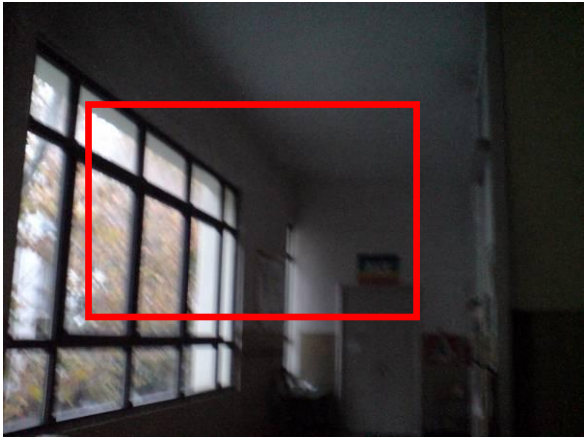
TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 16,20°C UR: 78,10% Distanza oggetto: 15m	
Immagine termografica IR_44898		
		
Immagine visibile DC_44899		
		


TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_44900		
		
Immagine visibile DC_44901		
		

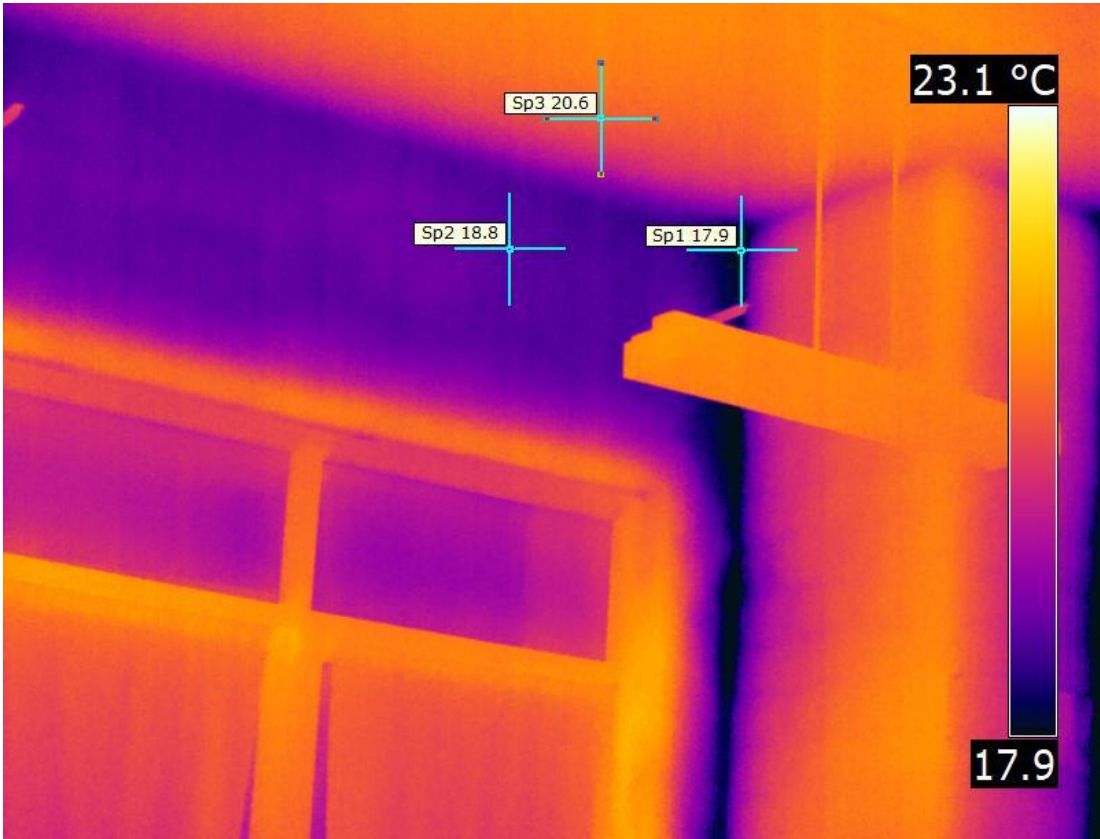
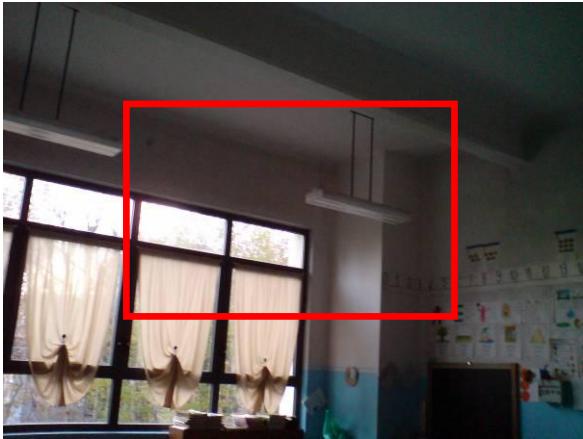
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44902		
		
Immagine visibile DC_44903		
		

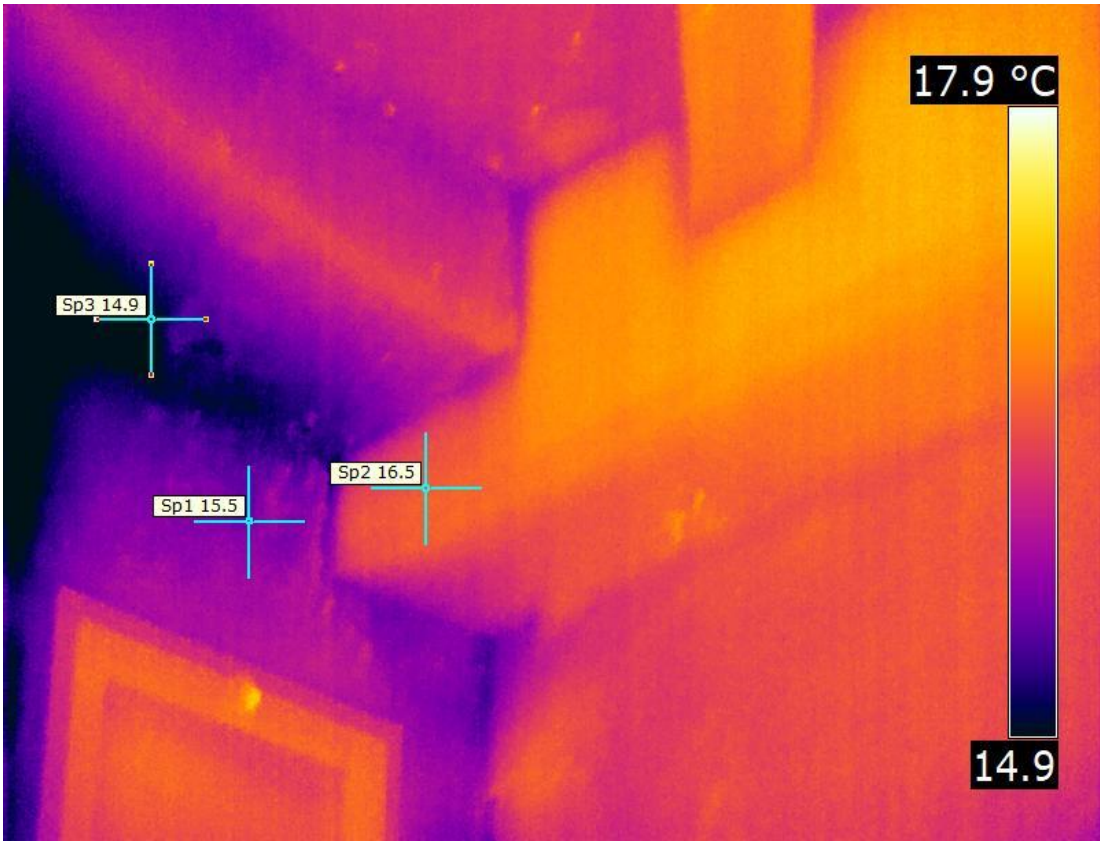

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44904		
		
Immagine visibile DC_44905		
		

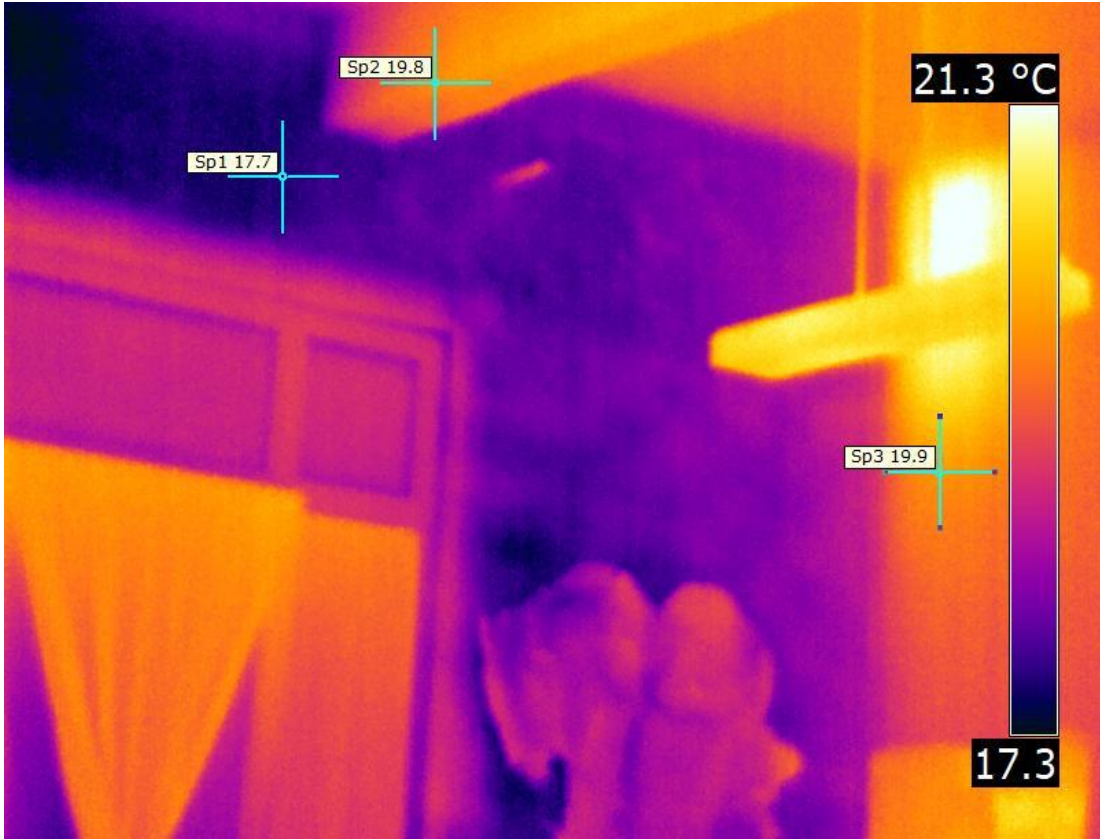

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44906		
Immagine visibile DC_44907		

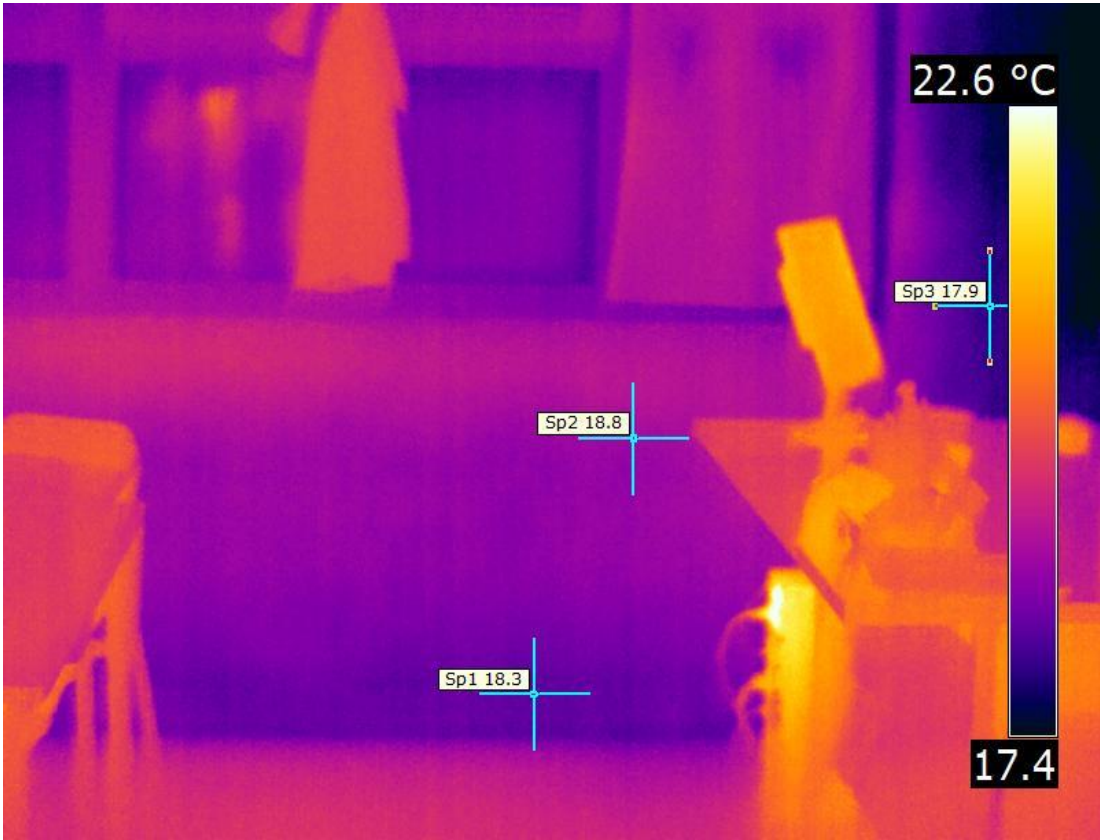
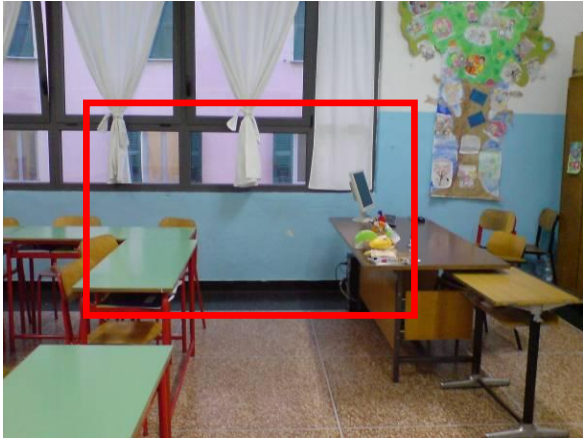
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44908		
		
Immagine visibile DC_44909		
		

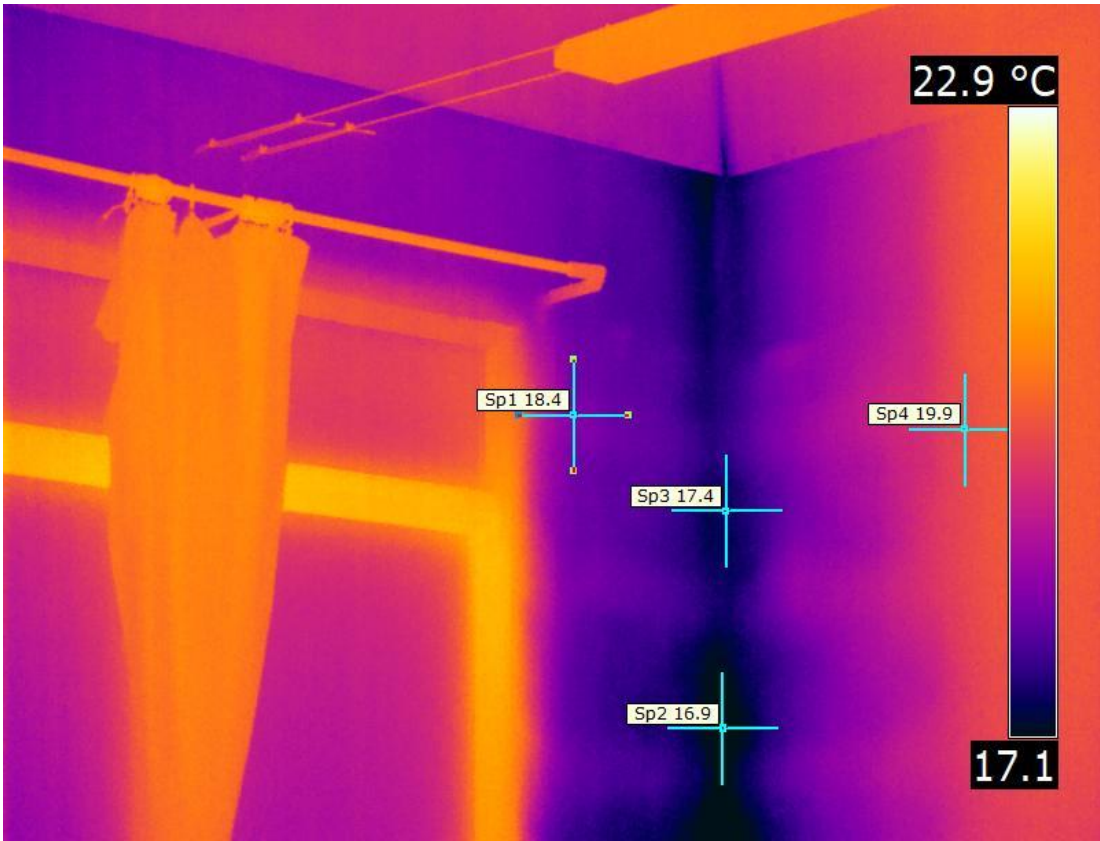
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 4m	
Immagine termografica IR_44910		
		
Immagine visibile DC_44911		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_44912		
		
Immagine visibile DC_44913		
		



TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_44914		
		
Immagine visibile DC_44915		
		



TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44916		
		
Immagine visibile DC_44917		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44918		
		
Immagine visibile DC_44919		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44920		
		
Immagine visibile DC_44921		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44922		
		
Immagine visibile DC_44923		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44924		
		
Immagine visibile DC_44925		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola materna ed elementare "L. Ariosto" Ubicazione: Via L. Ariosto civ. 1, via I. Pindemonte civ. 1, via S. Botticelli civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 21/11/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 23,70°C UR: 53,6% Distanza oggetto: 3m	
Immagine termografica IR_44926		
		
Immagine visibile DC_44927		
		

CONCLUSIONI

L'indagine termografica ha permesso di individuare e localizzare le dispersioni termiche dell'involucro edilizio opaco e trasparente e di individuare i ponti termici.

In particolare sono stati individuate anomalie termiche in corrispondenza degli spigoli del fabbricato (ponti termici di forma che provocano un addensamento delle isoterme e un aumento del flusso termico totale) e in corrispondenza delle porzioni di muratura in cui sono presenti gli elementi decorativi delle facciate (paraste, lesene e cornici).

Dall'analisi delle temperature superficiali, delle temperature ambientali esterne ed interne e dallo studio del rilievo geometrico del fabbricato si presume che le strutture verticali siano realizzate in muratura portante.

Grazie alla particolare sensibilità del sensore della termocamera utilizzata, è stato possibile individuare la tipologia dell'apparecchiatura muraria che risulta essere realizzata con conci grossolanamente sbazzati di diverse dimensioni e, in assenza di controsoffitti, la tipologia e giacitura dei solai.