

Scuola dell'infanzia "GARRONE" E1252

PIAZZETTA PIETRO CATTEO, 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. 5 termogrammi all'esterno e n. 19 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 4 dicembre 2017, tra le ore 10:20 e le ore 11:00.

La temperatura atmosferica rilevata all'esterno dell'edificio durante l'indagine è di 6,50°C. Nelle 24 ore precedenti all'indagine le temperature rilevate sono state le seguenti:

- temperatura massima: 10°C;
- temperatura minima: 5°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 8 km/h. La temperatura interna era di 18,50°C e quindi la differenza tra temperatura dell'aria tra interno ed esterno durante la prova era di 12°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 norme di riferimento per la misura in opera con il metodo della termografia all’infrarosso sono:

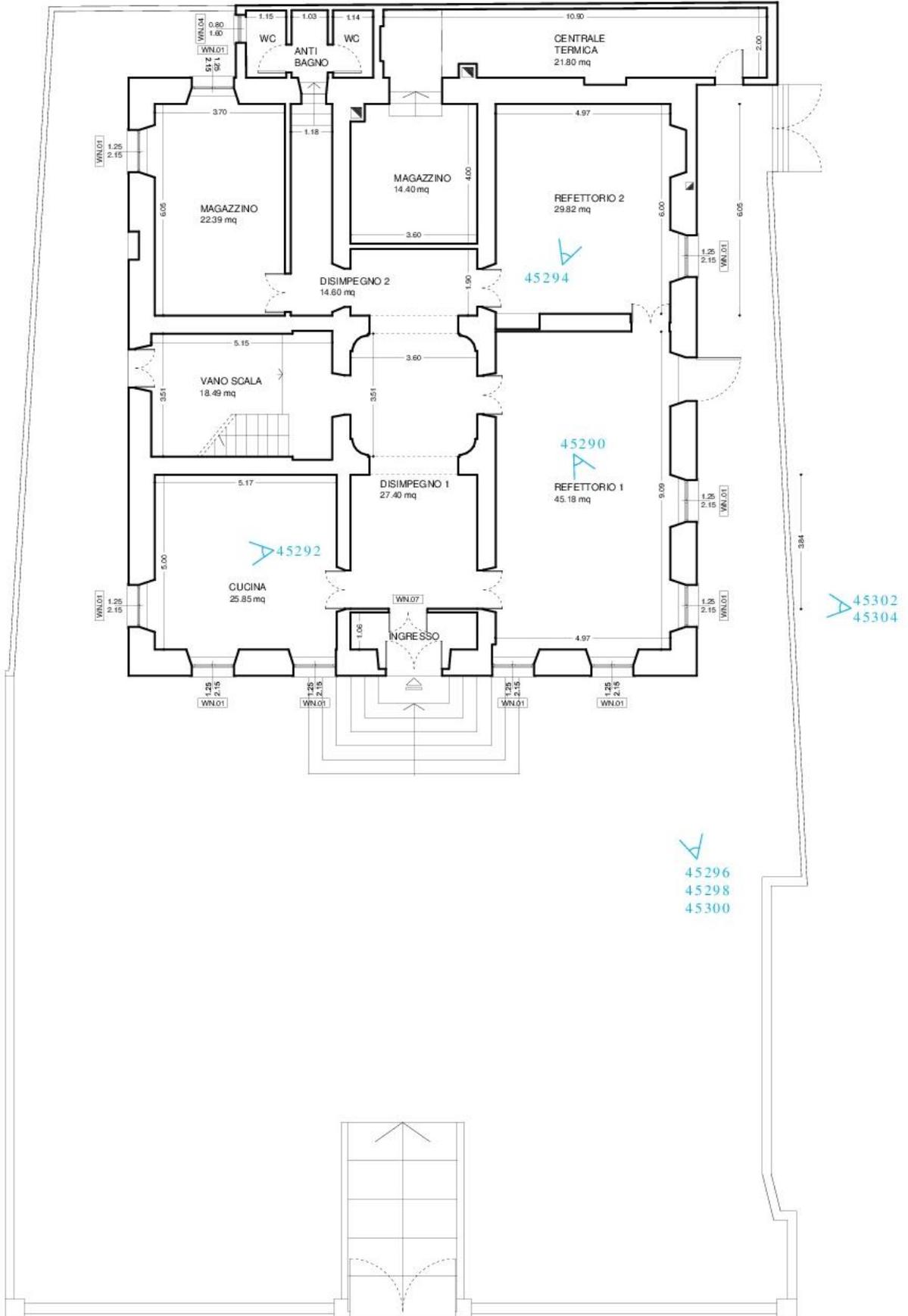
- UNI 9252:1988 “Isolamento termico. Rilievo e analisi qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici. Metodo della termografia all’infrarosso”;
- UNI EN 13187:2000 “Prestazione termica degli edifici. Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi. 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

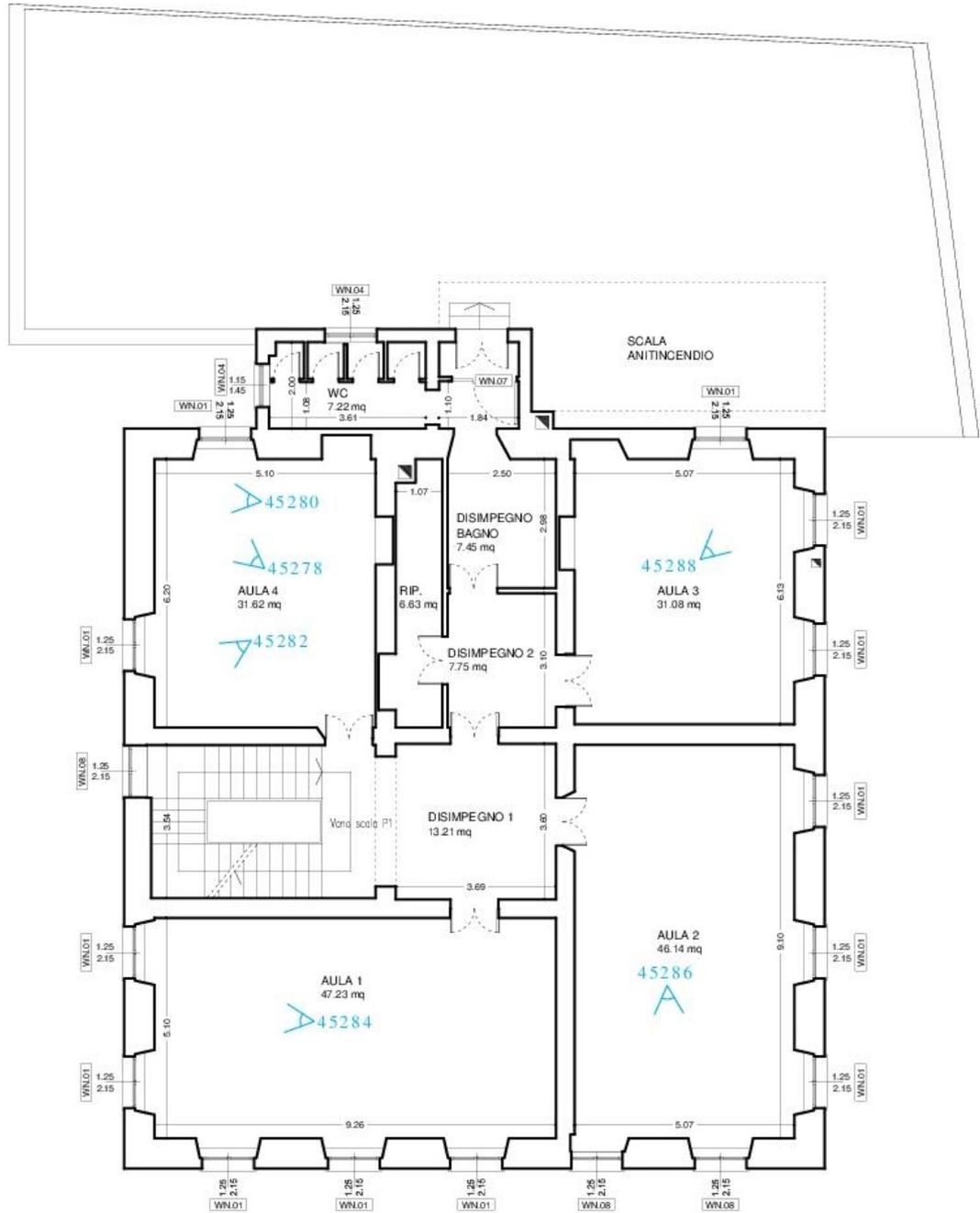
La termocamera utilizzata per le indagini è il modello FLIR B620 (serial n. 404002122) di cui si allega la scheda tecnica sintetica che ne evidenzia le caratteristiche principali.

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 Prole, 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

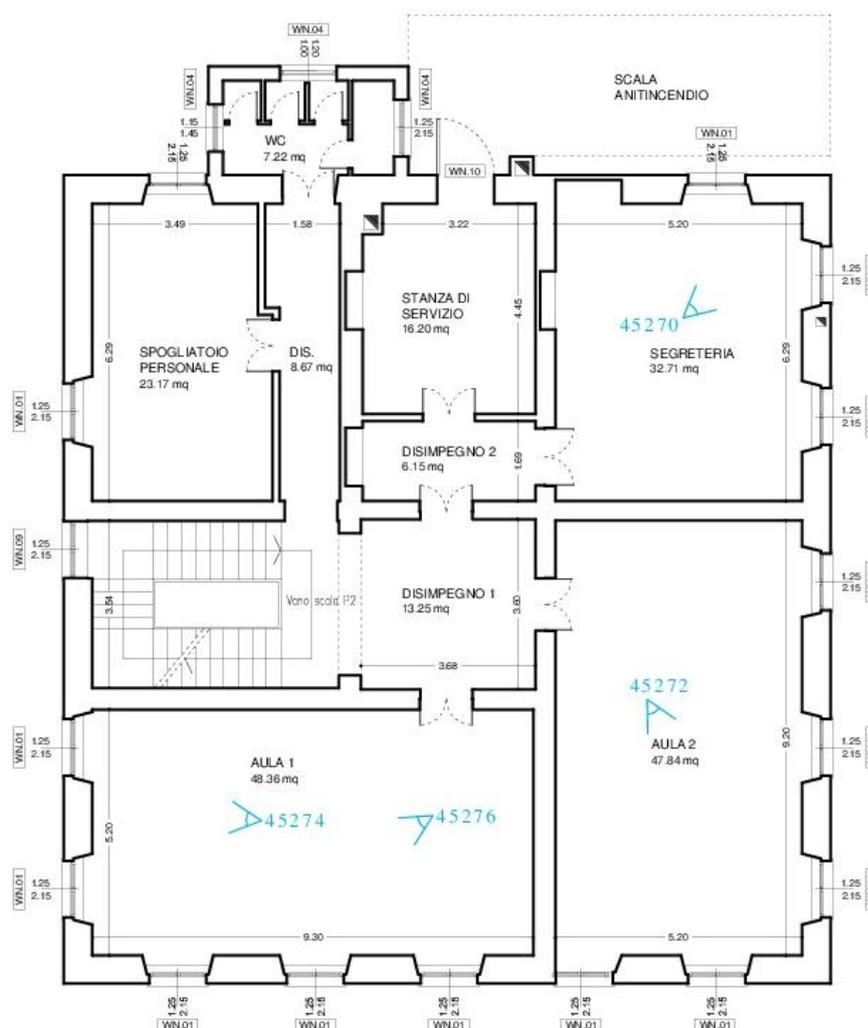
PIANO TERRA



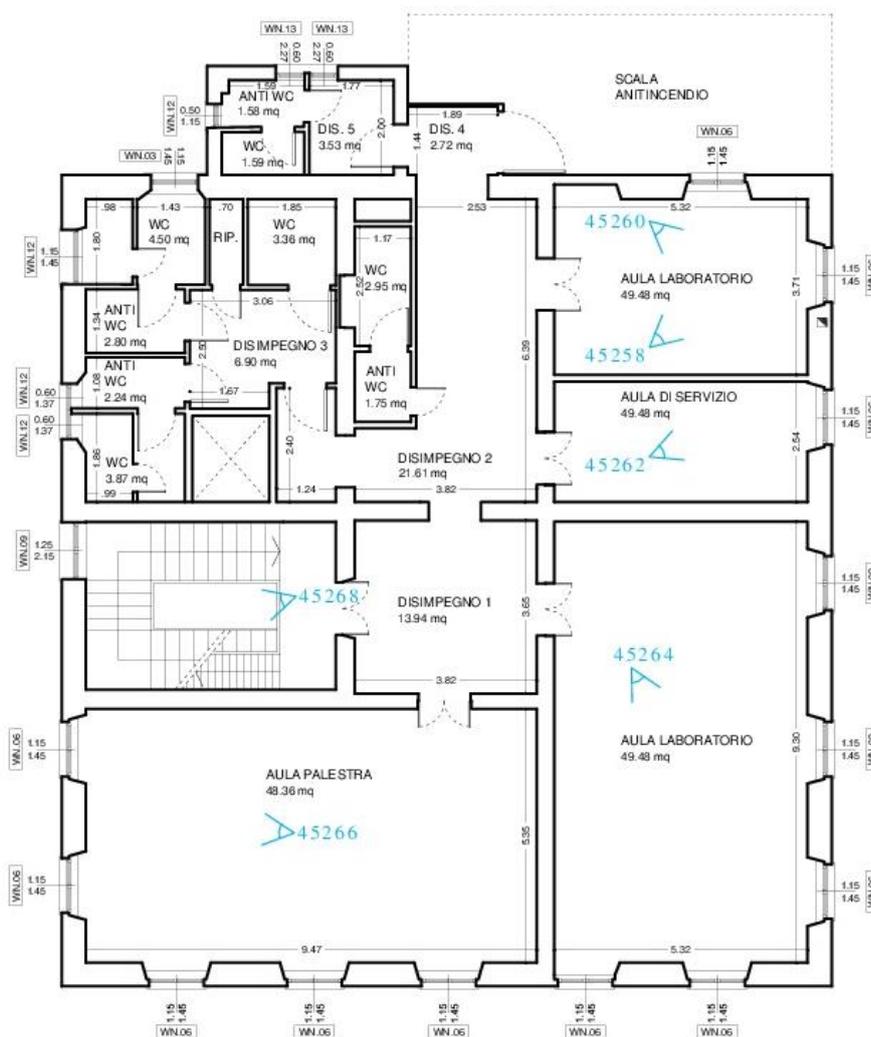
PIANO PRIMO

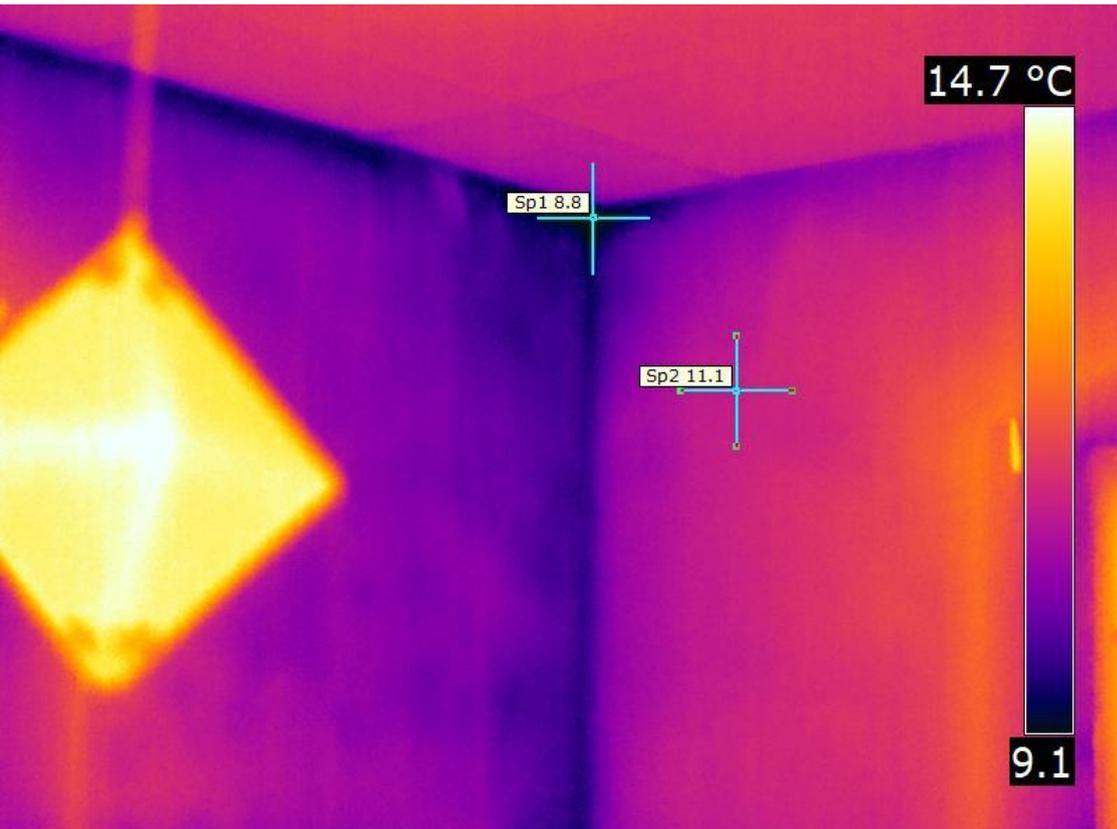


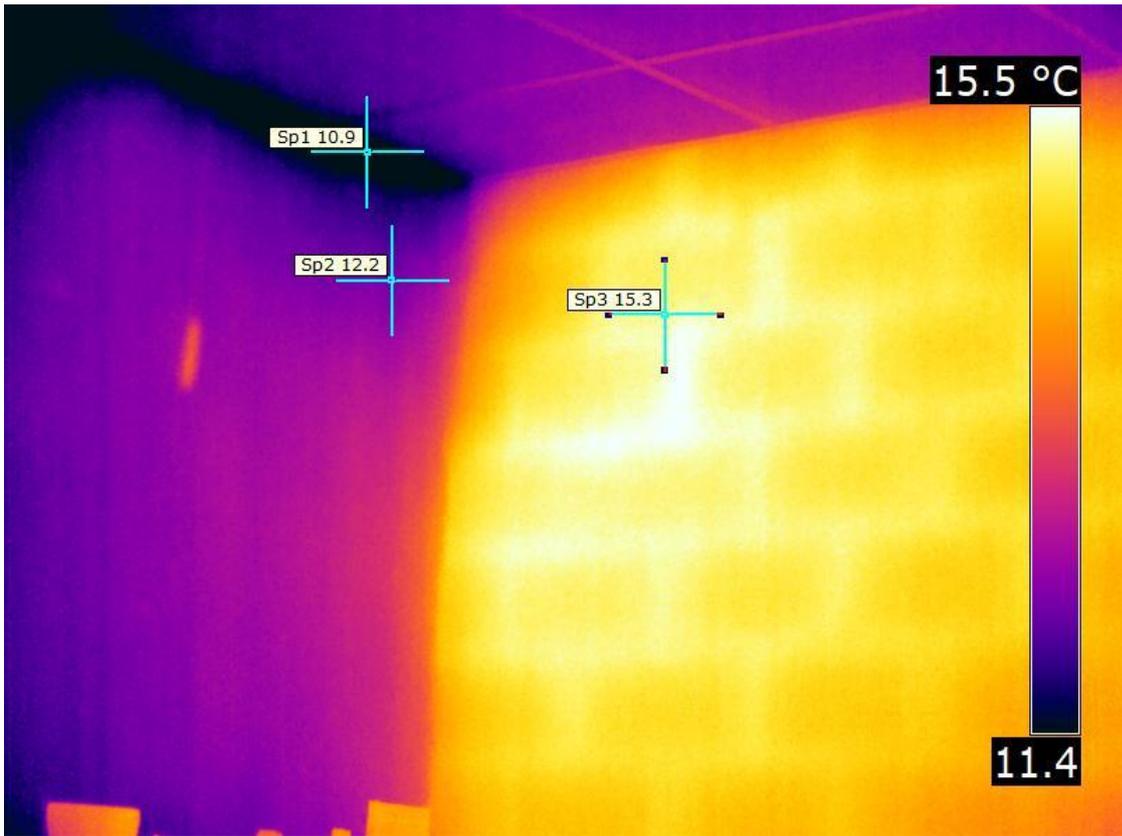
PIANO SECONDO

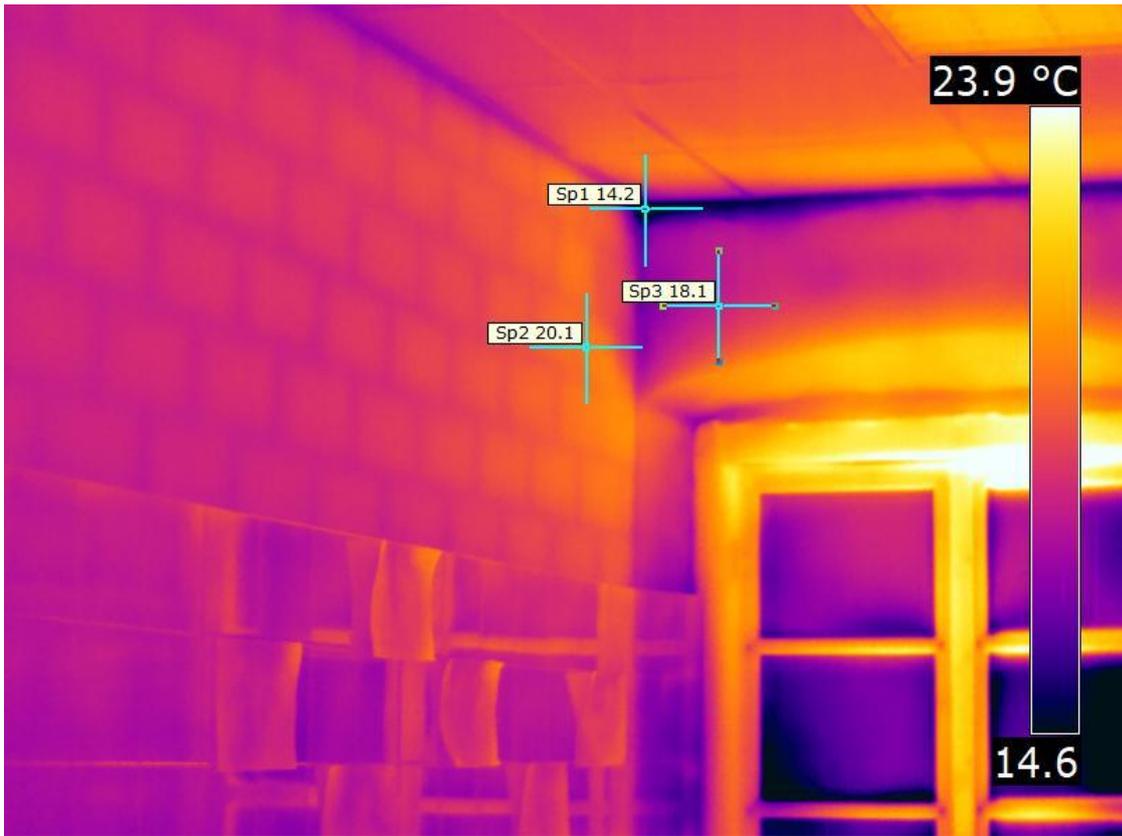


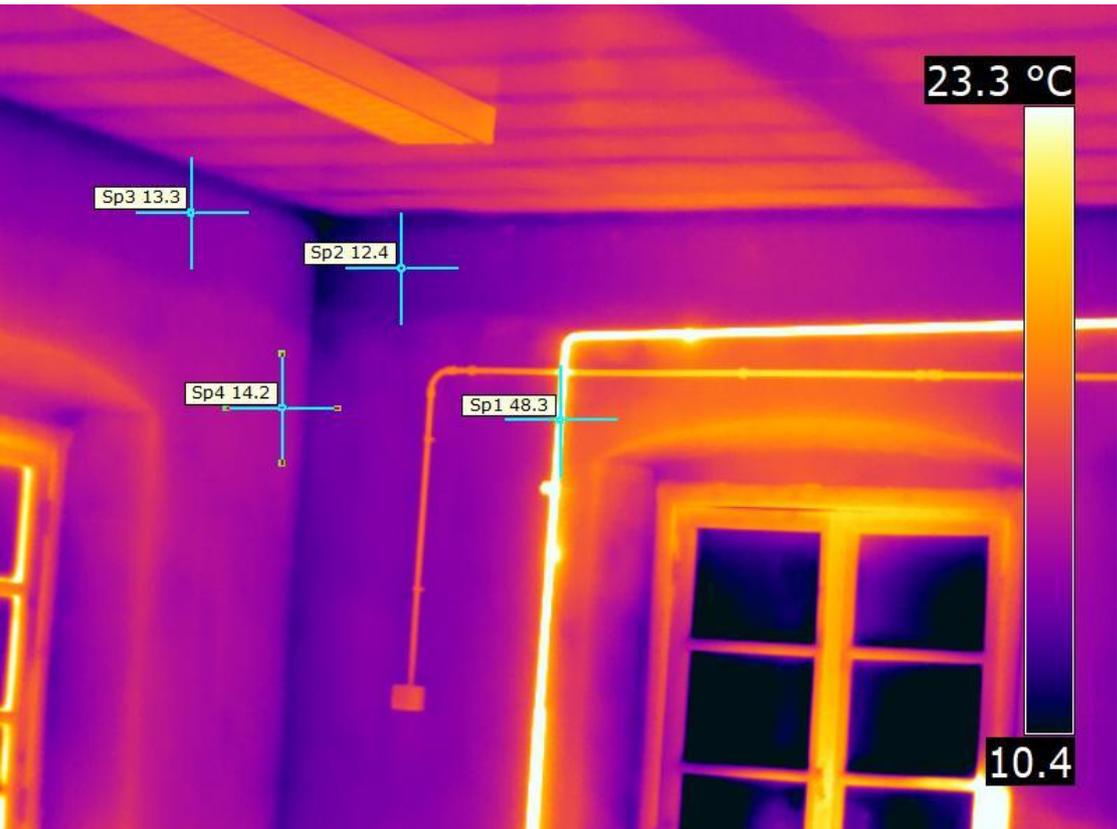
PIANO TERZO

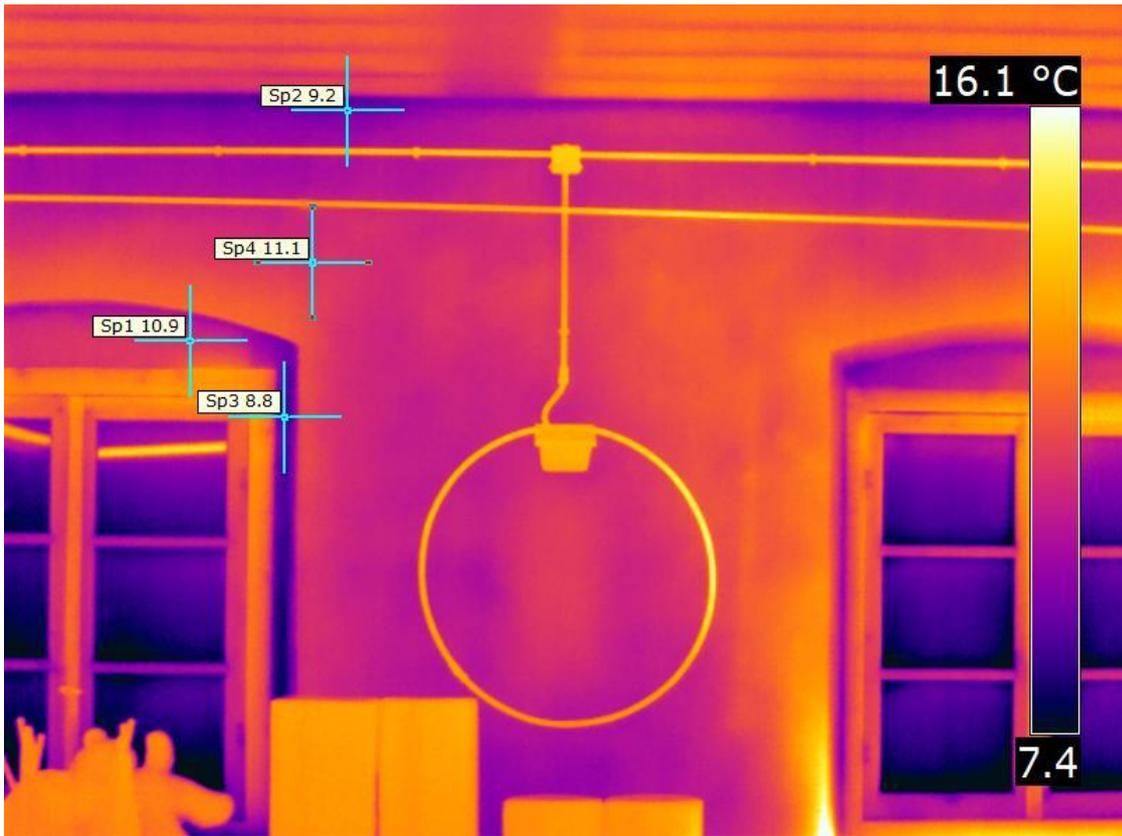


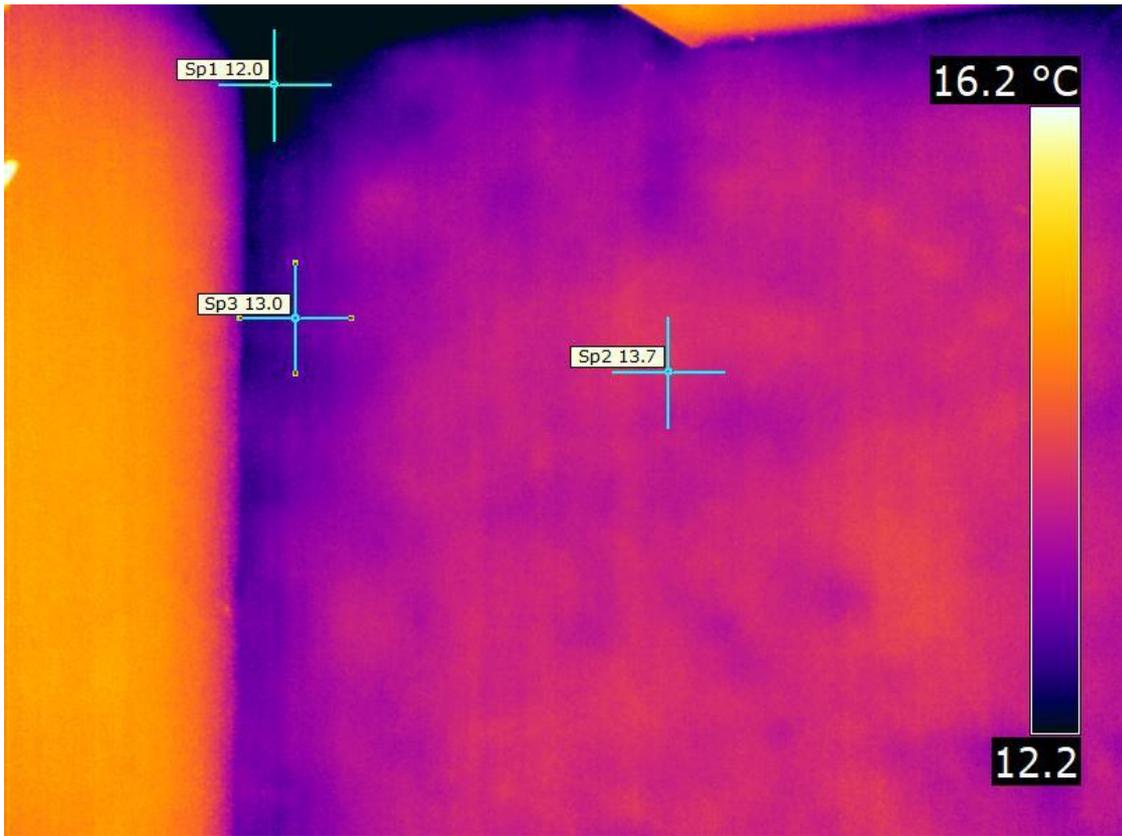
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45258		
		
Immagine visibile DC_45259		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45260		
		
Immagine visibile DC_45261		
		

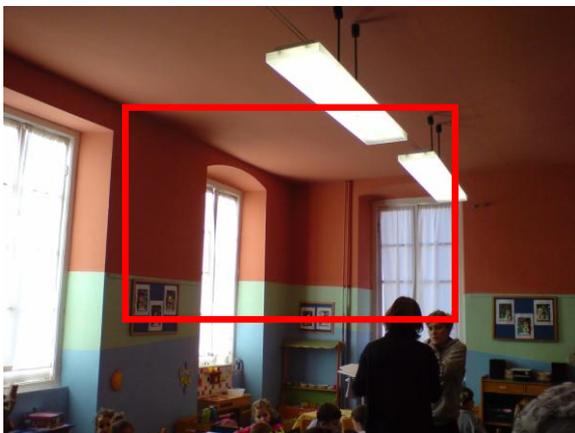
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45262		
		
Immagine visibile DC_45263		
		

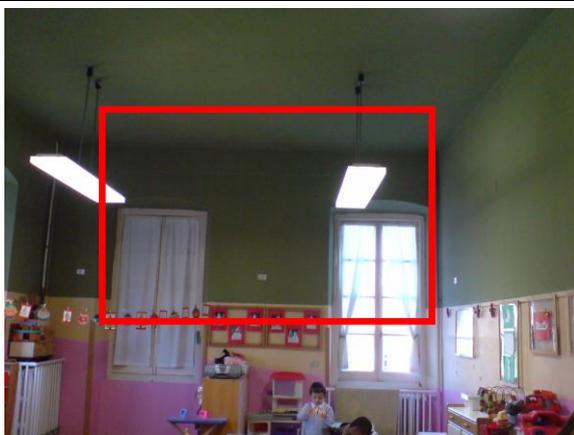
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45264		
		
Immagine visibile DC_45265		
		

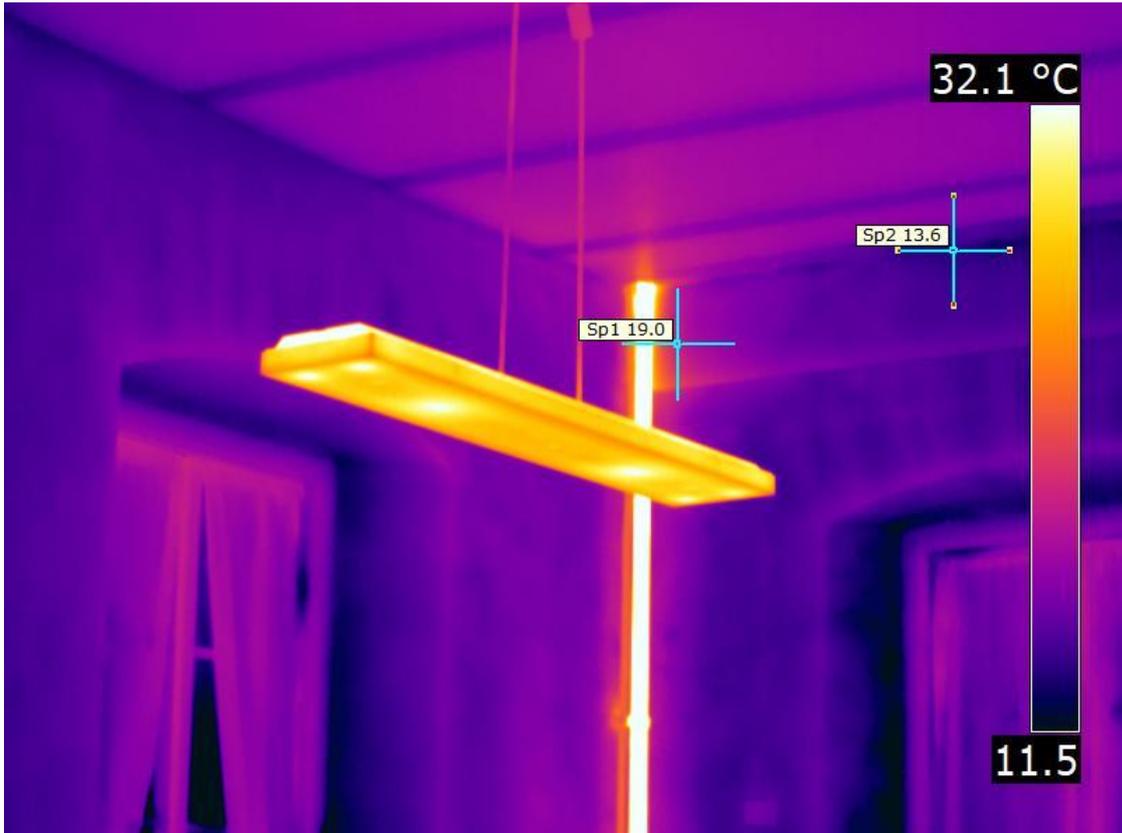
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartimento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45266		
		
Immagine visibile DC_45267		
		

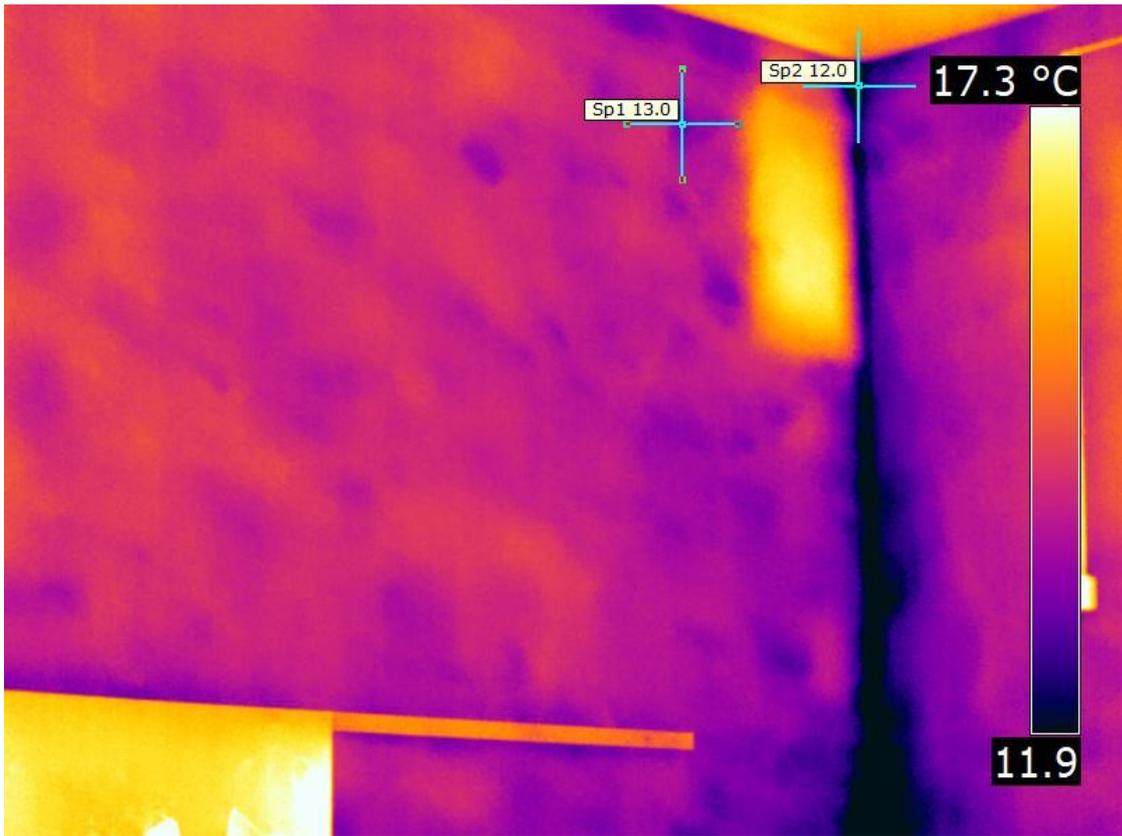
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45268		
		
Immagine visibile DC_45269		
		

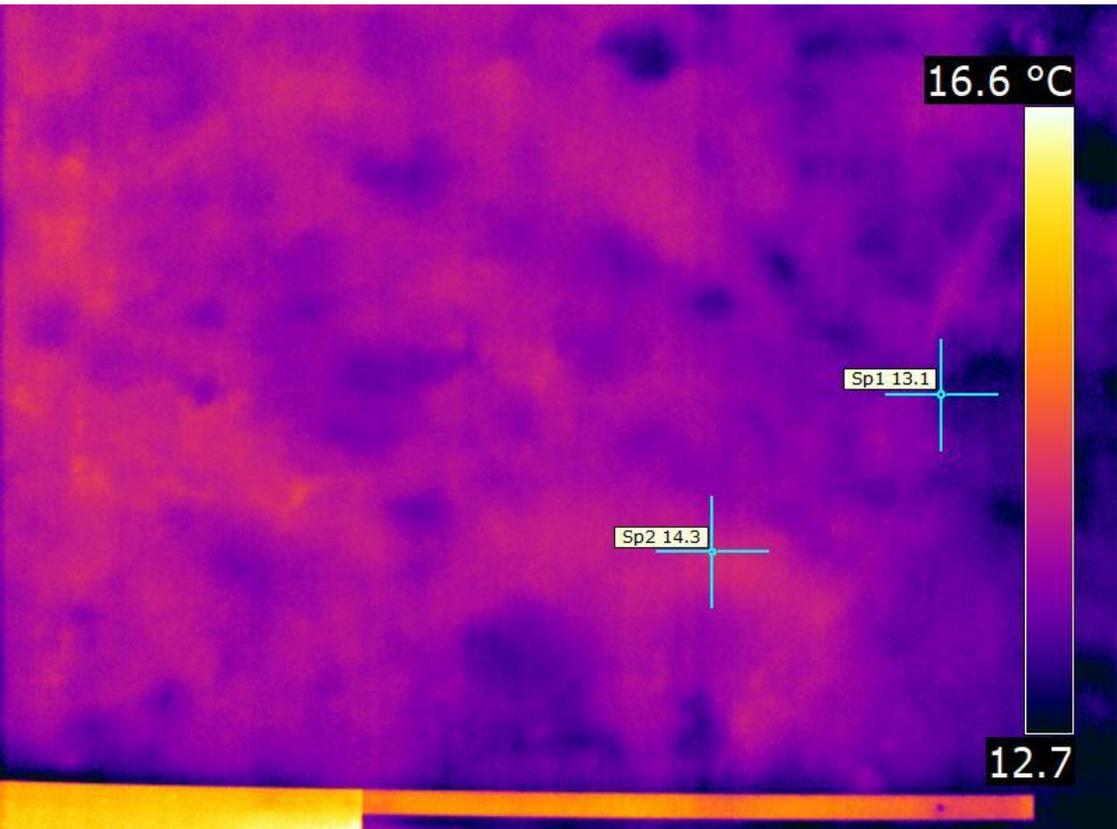
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45270		
		
Immagine visibile DC_45271		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45272		
		
Immagine visibile DC_45273		
		

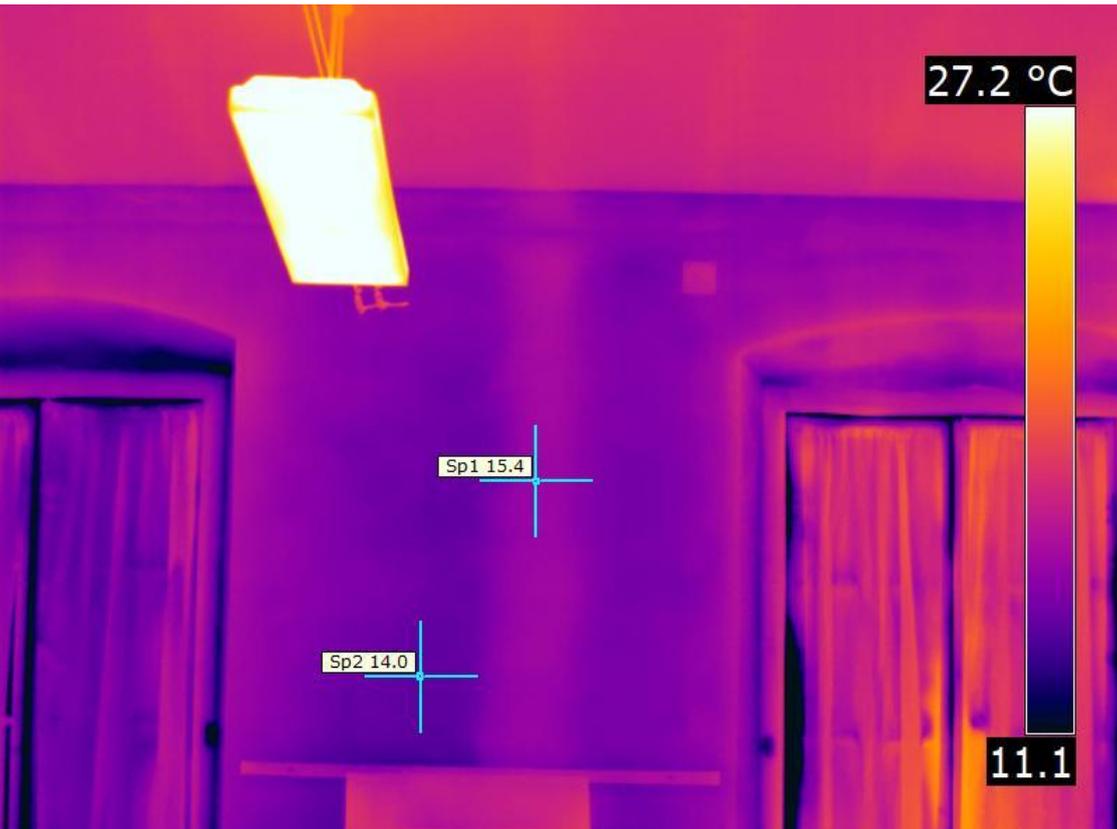
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45274		
		
Immagine visibile DC_45275		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45276		
		
Immagine visibile DC_45277		
		

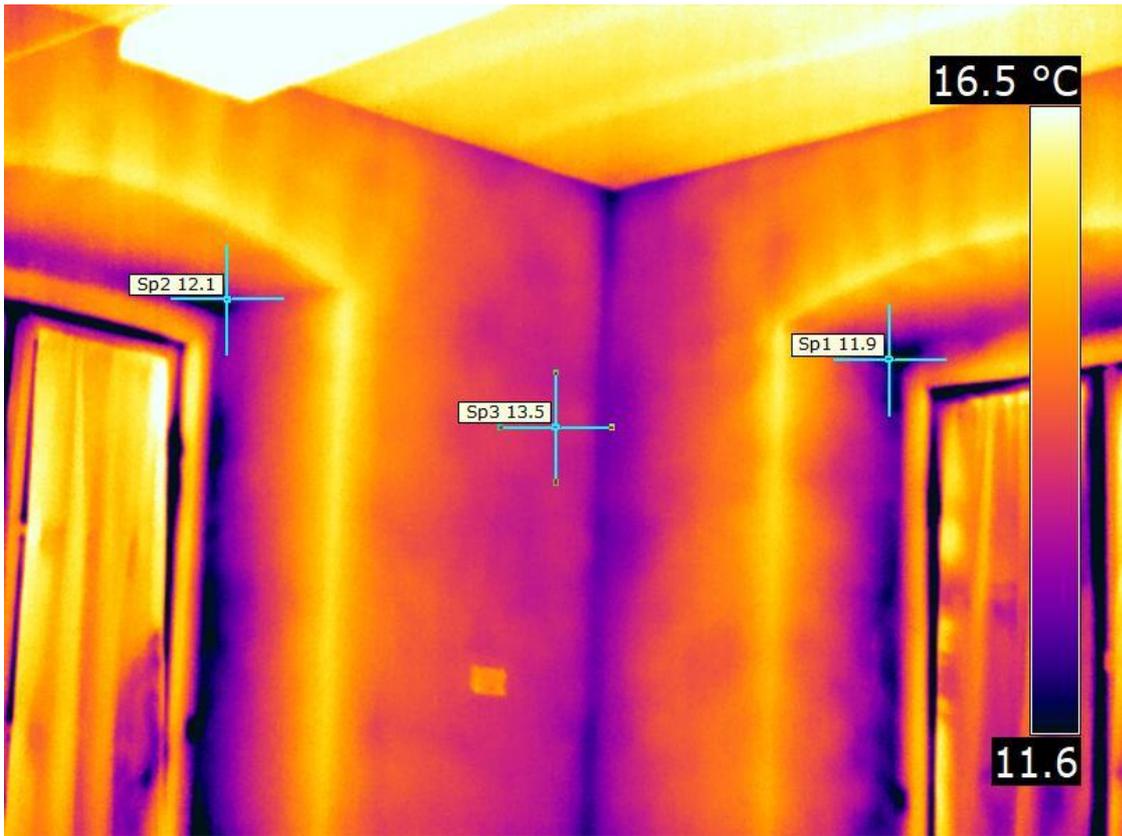
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45278		
		
Immagine visibile DC_45279		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartimento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45280		
		
Immagine visibile DC_45281		
		

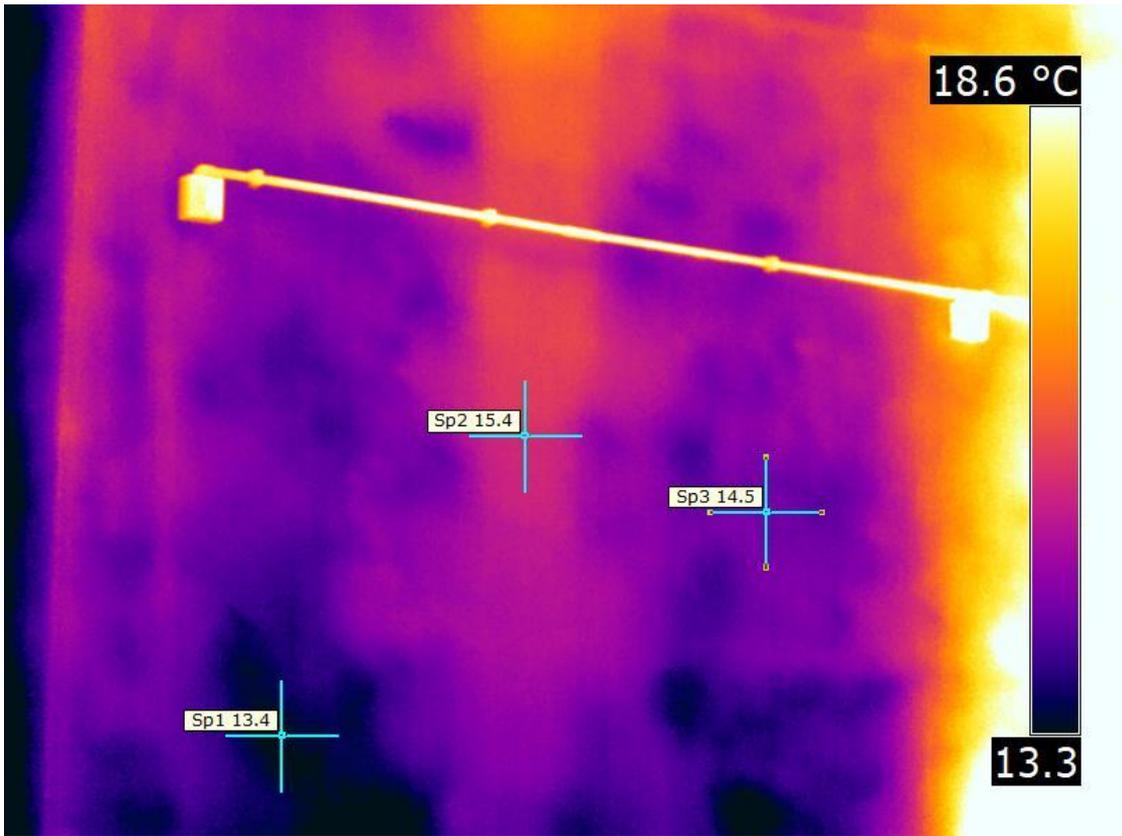
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45282		
		
Immagine visibile DC_45283		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45284		
		
Immagine visibile DC_45285		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45286		
Immagine visibile DC_45287		

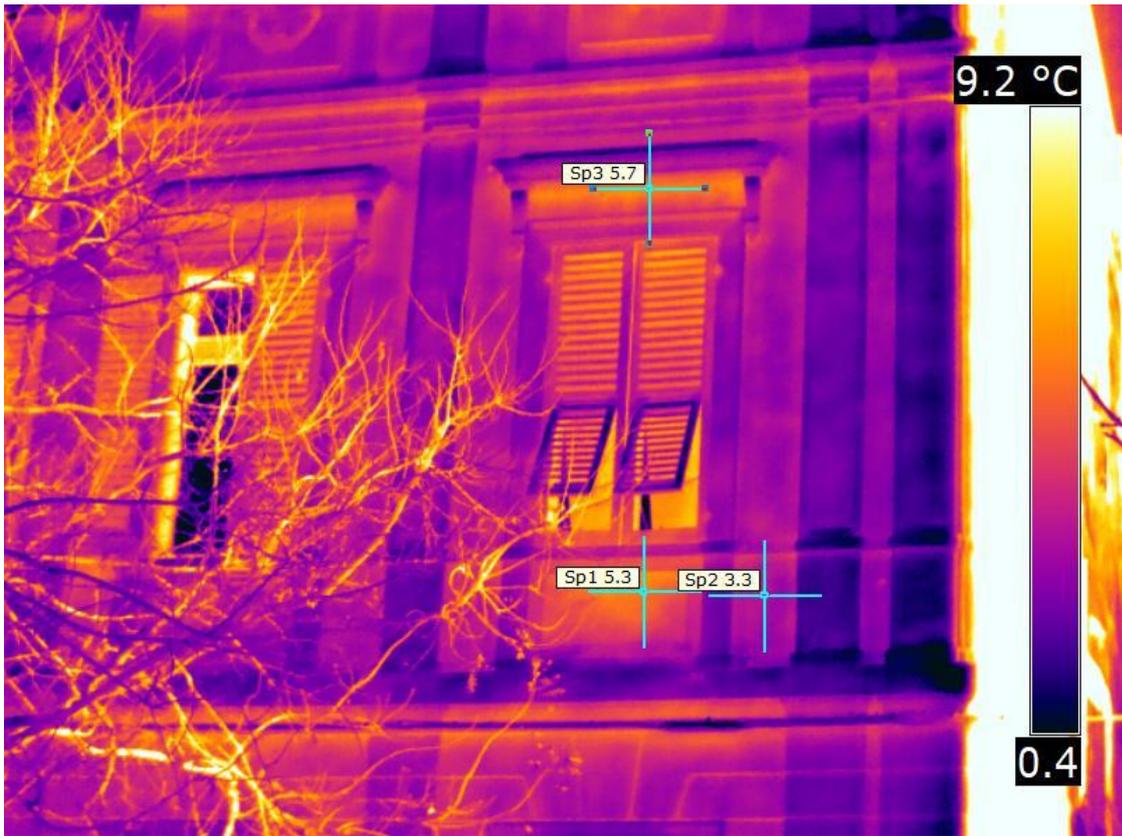
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45288		
		
Immagine visibile DC_45289		
		

TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45290		
		
Immagine visibile DC_45291		
		

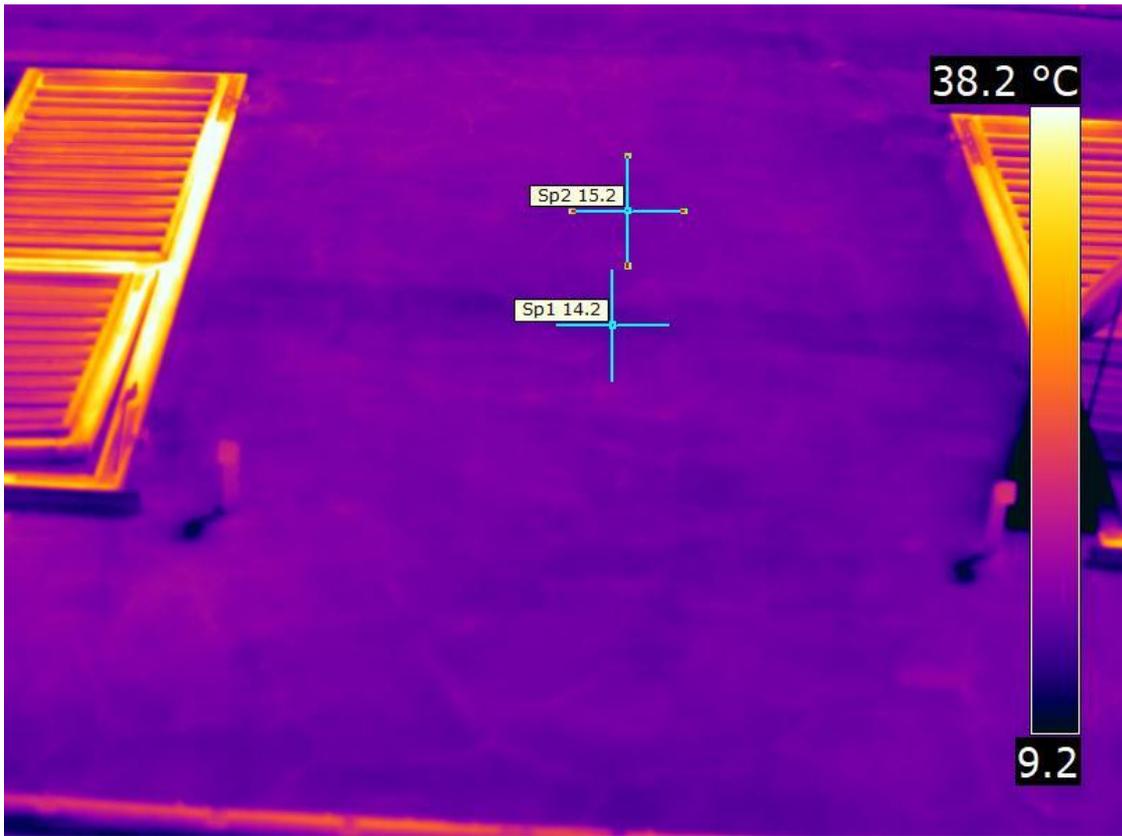
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m	
Immagine termografica IR_45292		
		
Immagine visibile DC_45293		
		

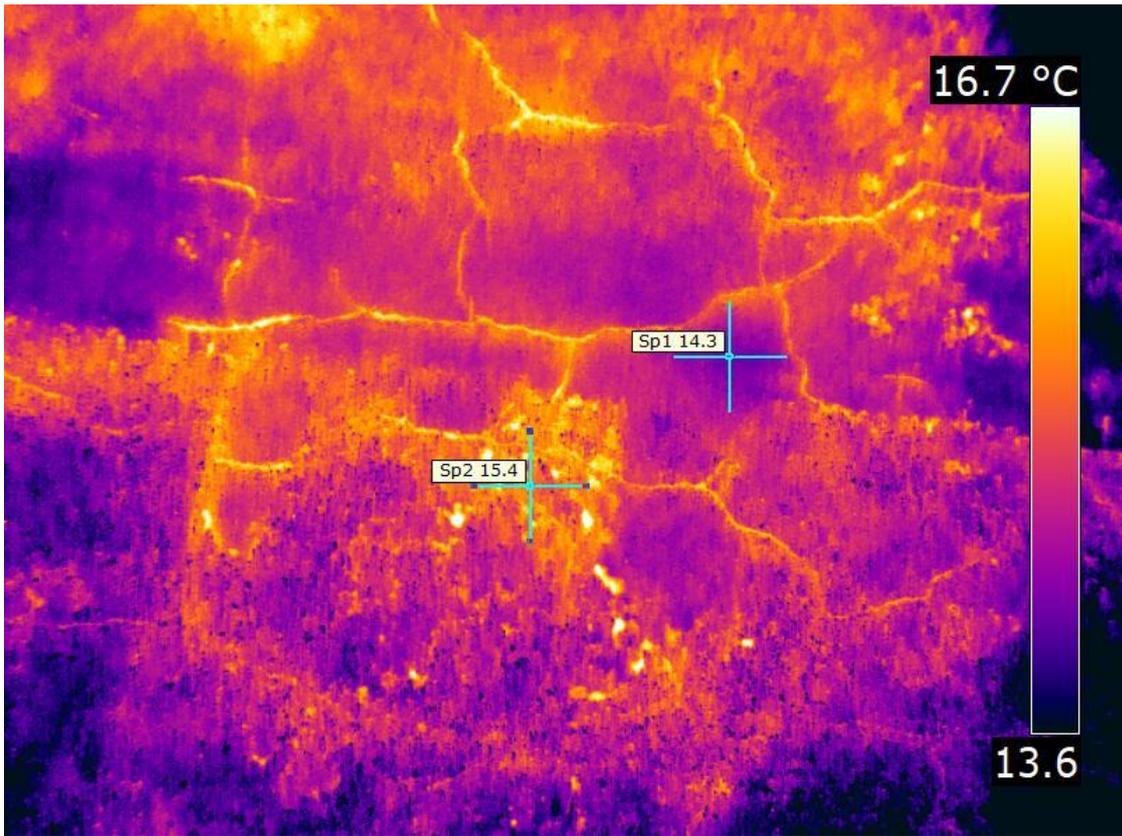
TERMOGRAFIA		INTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartimento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 18,50°C UR: 39,10% Distanza oggetto: 5m
Immagine termografica IR_45294		
Immagine visibile DC_45295		

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 6,50°C UR: 50,40% Distanza oggetto: 20m
Immagine termografica IR_45296		
		
Immagine visibile DC_45297		
		

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 6,50°C UR: 50,40% Distanza oggetto: 20m	
Immagine termografica IR_45298		
		
Immagine visibile DC_45299		
		

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione	Dati tecnici	
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1	Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 6,50°C UR: 50,40% Distanza oggetto: 20m	
Immagine termografica IR_45300		
		
Immagine visibile DC_45301		
		

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 6,50°C UR: 50,40% Distanza oggetto: 15m
Immagine termografica IR_45302		
		
Immagine visibile DC_45303		
		

TERMOGRAFIA		ESTERNO
Localizzazione		Dati tecnici
Edificio: Scuola Elementare “S. Quirico” succursale e ppartamento Ubicazione: Piazzetta P. Cattaneo civ. 1		Modello termocamera: FLIR B620 Data immagine: 04/12/2017 Emissività: 0,86 Temperatura atmosferica: 6,50°C UR: 50,40% Distanza oggetto: 10m
Immagine termografica IR_45304		
		
Immagine visibile DC_45305		
		

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 sotto finestra in cui lo spessore della muratura è inferiore per consentire l’alloggiamento dei radiatori.

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. La riduzione dello spessore delle murature ai diversi piani (decescente dal basso verso l’alto) comporta una riduzione della resistenza termica, confermata anche dalle temperature superficiali esterne rilevate sui termogrammi.

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 sbozzati di diverse dimensioni e la tipologia e giacitura dei solai. Inoltre sono state rilevate anomalie termiche in corrispondenza di lavori di ristrutturazione eseguiti in passato.