



**LA TERMOGRAFIA  
AL VOSTRO SERVIZIO**

**Una rete di tecnici certificati disponibili nelle diverse regioni.**

## **ANALISI TERMOGRAFICA CERTIFICATA**

**Cliente:** WATERGY S.R.L.

**Oggetto:** VERIFICA DELL'EFFICIENZA DELL'APPLICAZIONE DI  
UNA PELLICOLA PER COPERTURE AD ELEVATA  
RIFLETTANZA SOLARE.

## **INDICE**

CONSIDERAZIONI PRELIMINARI .....	3
SPECIFICHE TECNICHE .....	4
TERMOGRAMMI.....	5
RISULTATI OTTENUTI .....	13
ALLEGATI.....	14

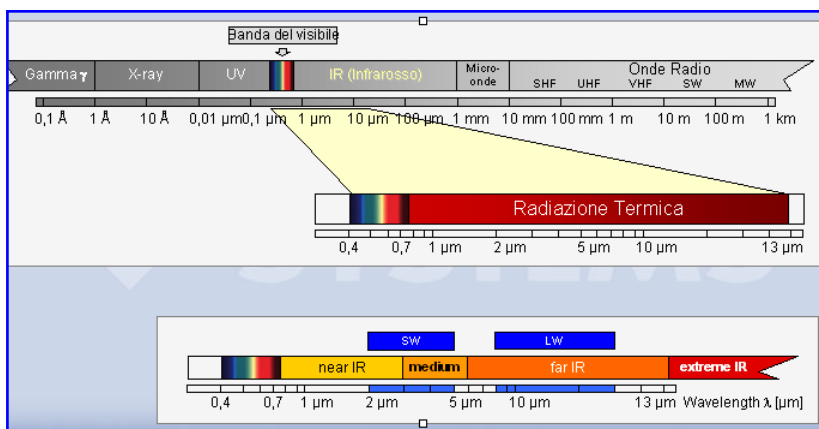
## CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Qualsiasi oggetto ad una temperatura superiore allo zero assoluto (-273,15 gradi Celsius o 0 gradi Kelvin) emette radiazioni nell'area dell'infrarosso (calore) che i nostri occhi non sono in grado di percepire.

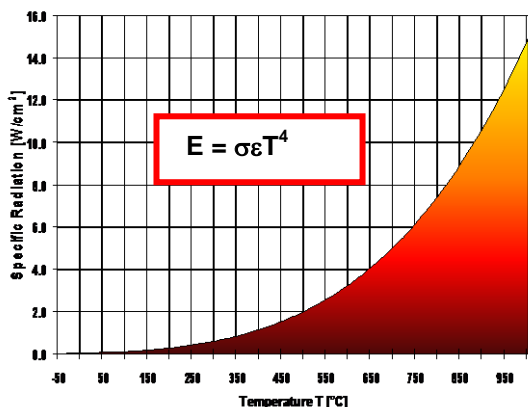
La termografia all'infrarosso può essere definita come l'arte di rappresentare uno scenario "termico" inquadrato grazie all'ausilio di telecamere all'infrarosso (termocamere), tramite un'immagine in scala di grigi o a colori che consenta di leggere i valori della temperatura di tutti i suoi pixel.

La termografia, inizialmente utilizzata unicamente per applicazioni militari, ha trovato dall'inizio degli anni sessanta molteplici applicazioni nei campi industriali e civili.

Qui di seguito presentiamo uno schema dello spettro elettromagnetico dove si evidenziano le frequenze relative alla radiazione termica.



Più la temperatura dell'oggetto è alta più l'energia emessa sotto forma di calore è elevata e meglio la termocamera definisce l'oggetto in questione; tale affermazione risponde alla legge di Stephen Boltzman, della quale di seguito vediamo una rappresentazione grafica.



Nella realtà dei fatti oltre alla temperatura l'energia irradiata dipende in maniera lineare dal parametro emissività, numero puro compreso tra 0 e 1 che indica sostanzialmente l'efficienza di irradiazione termica (oggetti caratterizzati da emissività prossima a 1 emettono molto bene energia, materiali caratterizzati da emissività prossima allo 0 emettono poca energia termica).

La seguente relazione relativa all'ispezione termografica presenterà una serie di immagini, sia nel campo di frequenze dell'infrarosso termico che in

quello visibile, le quali assieme agli strumenti di analisi necessari mostreranno anomale differenze di temperatura sulla superficie dei vari oggetti monitorati. Essendo la termografia una analisi superficiale e non invasiva, i risultati riscontrati sono poi da verificare con interventi mirati da personale specializzato.

## **SPECIFICHE TECNICHE**

### **Obbiettivo indagine:**

L'obbiettivo dell'indagine è quello di verificare le condizioni termiche di una superficie di copertura sulla quale è stata applicata una pellicola ad elevata riflettanza solare.

Per verificare il risultato e la qualità dell'applicazione occorre verificare le eventuali discontinuità tra le varie zone della superficie trattata, quantificandone le differenze prestazionali.

### **Specifiche tecniche dell'indagine:**

Il rapporto termografico fa riferimento alle norme UNI EN 473 e UNI 10824-1.

**Luogo:** Assago (MI) – Viale Milano Fiori – Centro Commerciale Carrefour.

**Cliente:** Watergy s.r.l.

**Tecnico termografico:** P.I. Franco Gabotti.

Rilievo eseguito in data: 13.07.2011

Ore: 17.30 – 19.00

Condizioni meteo esterne: sereno

Temperatura: 33.7 °C

Umidità: 38.0 %

Temperatura di condensa: 17.4 °C

Tipo di superficie e materiali da analizzare: guaina di impermeabilizzazione.

Per poter definire al meglio le problematiche descritte ed avere la massima efficacia occorre utilizzare una strumentazione molto sensibile (ovvero una strumentazione capace di “leggere e

disegnare” minime differenze di temperatura), nel caso in esame si è utilizzato lo strumento FLIR B 360 con una sensibilità termica di 0,06° C, una risoluzione di 320 x 240.

Strumenti e attrezzatura utilizzata:

- Termocamera marca FLIR modello B360 matricola n. 377002173 e con certificato di taratura e calibrazione in essere.
- Igrometro General Eletrics Protimeter Modello Aquant.
- Termoigrometro termometro EXTECH Instruments Modello HD 500 matricola n. 09053685

## **TERMOGRAMMI**

Analisi dei termogrammi eseguita presso la sede MULTITES dal tecnico certificato di 2° livello P.I. Franco Gabotti.

I termogrammi presentano zone più fredde colorate con colori scuri tendenti al blu e zone più calde tendenti al colore rosso/bianco; dalla barra laterale indicante la suddivisione dei colori in funzione delle temperature si può definire la distribuzione del calore nel termogramma.

La riflettanza della superficie di copertura viene aumentata considerevolmente passando da quella esistente, dovuta alla superficie superiore della guaina di impermeabilizzazione di colore grigiastro, a quella ottenuta stendendo sulla stessa superficie il prodotto “CoolBarrier Roof”, previa l’applicazione del un prodotto aggrappante “CoolBarrier Roof Primer”.

L’aumento della riflettanza dei raggi solari ha come scopo la diminuzione della temperatura delle superfici esposte al sole e come diretta conseguenza il contenimento della temperatura della guaina di copertura durante le ore di maggiore esposizione solare, conseguendo in tal modo anche il beneficio di una minore temperatura, per conduzione termica, dei copponi costituenti il tetto dell’edificio commerciale sottostante.

La soluzione adottata permette in ultima analisi di limitare la potenza di riscaldamento per irraggiamento all’interno dei locali commerciali, con un risparmio energetico sulla conduzione degli impianti di raffrescamento estivo.

Durante l’operazione di applicazione viene osservata un’occasionale variazione della texture finale della superficie: tale disuniformità è dovuta all’irregolarità del fondo stesso (la guaina impermeabilizzante della copertura), poiché esso presenta piccoli e locali avvallamenti, con la conseguenza che il prodotto, riportato in forma di applicazione liquida, si stabilizza infine in zone di spessori leggermente differenti corrispondenti agli stessi avvallamenti.

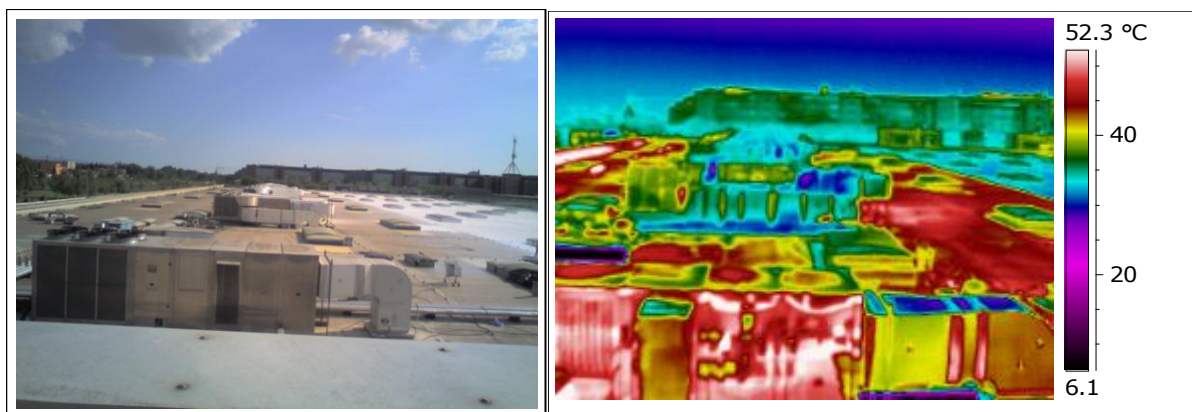
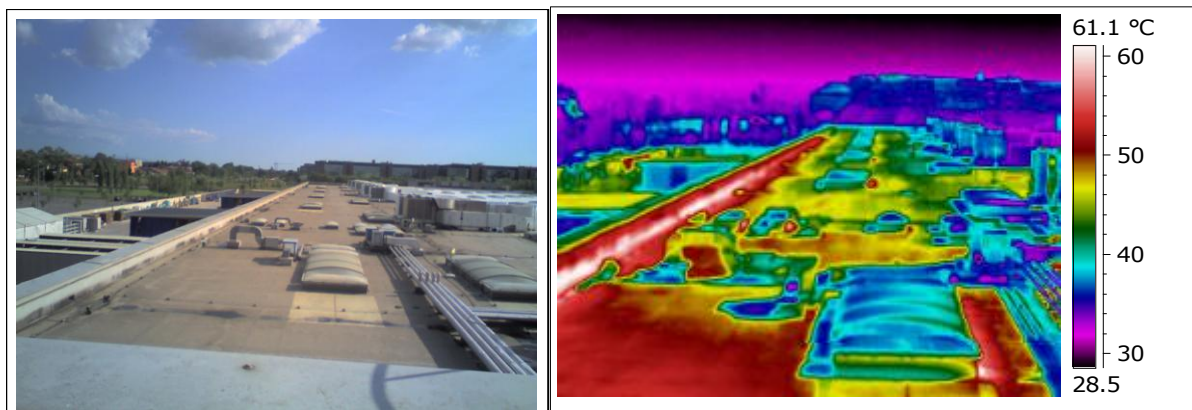
**Cliente:** Watergy S.R.L.  
**Termocamera:** B360

**Luogo:** Assago (MI)  
**SN:** 377002173

**Data:** 14/07/2011

Carrellata di immagini da EST ad OVEST riprese con osservazione della superficie di copertura vista dal lato NORD

Nei primi due settori rappresentati il prodotto ad alta riflettanza non è stato ancora applicato.



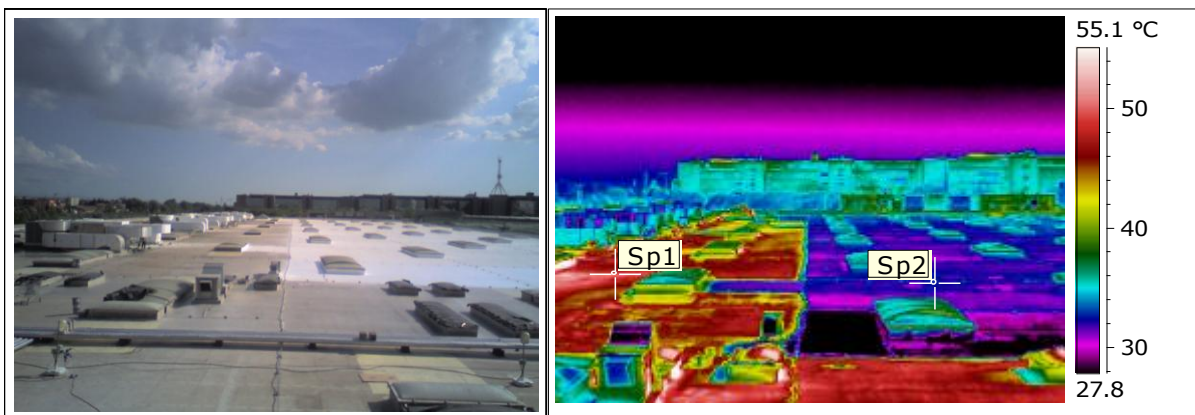
**Cliente:** Watergy S.R.L.  
**Termocamera:** B360

**Luogo:** Assago (MI)  
**SN:** 377002173

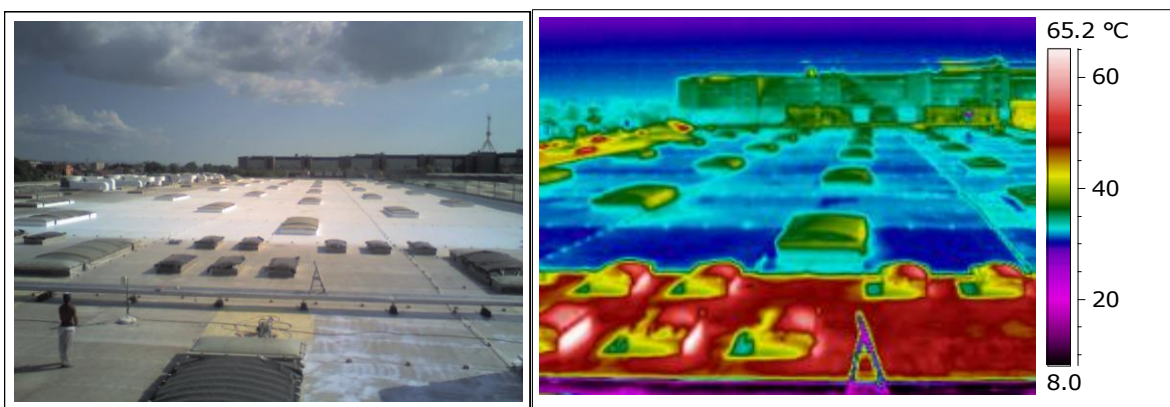
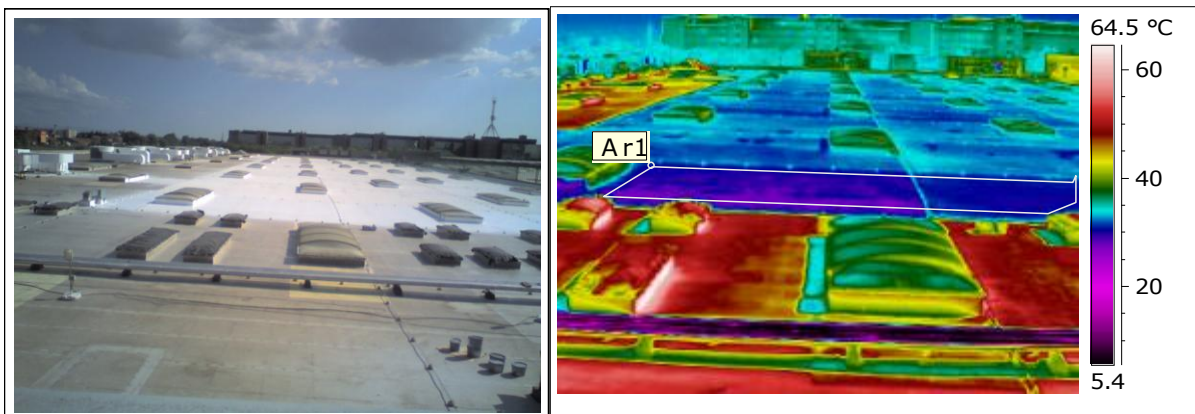
**Data:** 14/07/2011

Nelle seguenti immagini si osserva, nel lato della vista reale, una superficie con colorazione più chiara corrispondente alla zona nella quale l'applicazione è già avvenuta.

In tutte le immagini infrarosse successive si può osservare nel dettaglio una fascia Ar1 (più vicina all'osservatore) con una colorazione azzurra/violetto più scura delle altre superfici (più lontane) sulle quali l'applicazione è già avvenuta: tale circostanza è dovuta al fatto che la fascia più vicina è di fresca applicazione e deve ancora asciugare per stabilizzarsi.



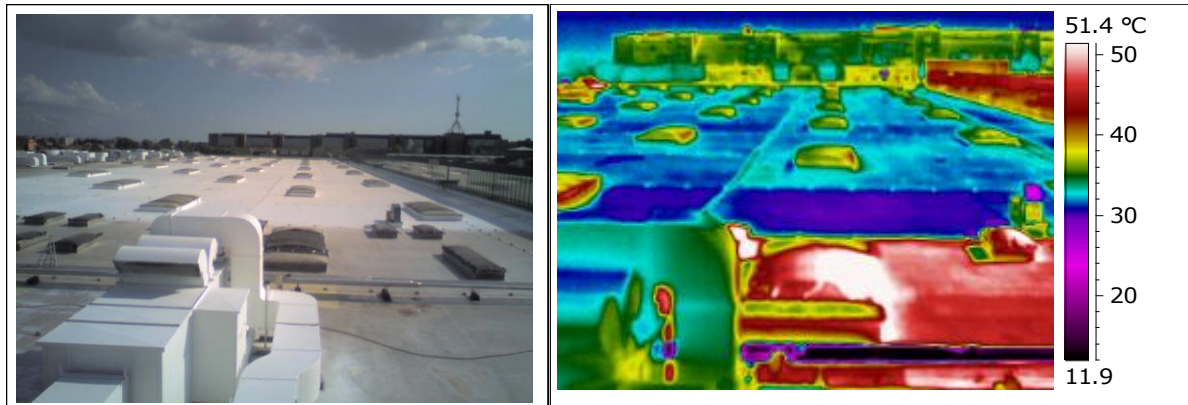
Sp1 Temperatura	50.4 °C
Sp2 Temperatura	32.2 °C



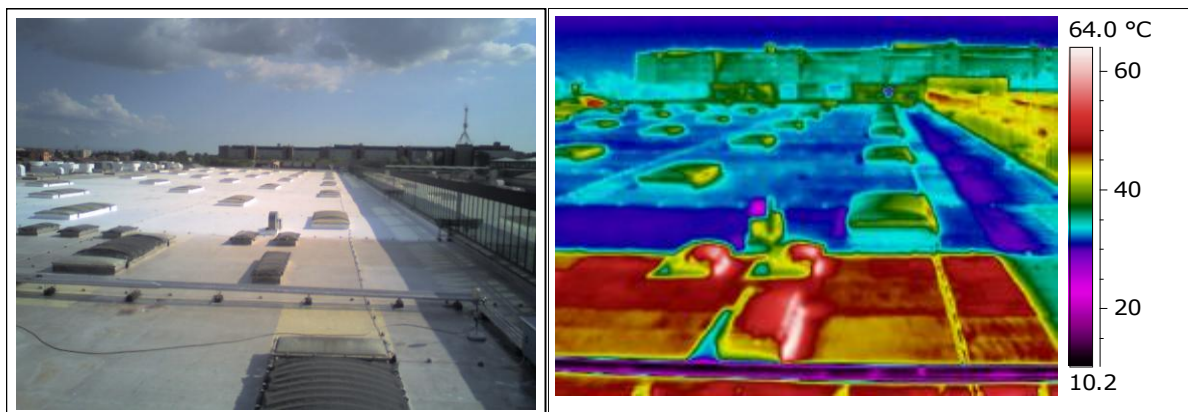
**Cliente:** Watergy S.R.L.  
**Termocamera:** B360

**Luogo:** Assago (MI)  
**SN:** 377002173

**Data:** 14/07/2011



Nelle ultime immagini che riportano la vista della copertura lungo il lato OVEST la fascia a colorazione più scura si estende fino al lato SUD poiché la superficie subisce l'ombra proiettata da una struttura verticale.



N.B. tutte le immagini in campo largo che precedono e che rappresentano la situazione vista sul totale della copertura, sono da interpretare soprattutto dal punto di vista qualitativo in quanto la quasi totalità della superficie di copertura rappresentata viene osservata con un'angolazione inferiore ai 45° di incidenza dell'asse ottico: tale valore rappresenta il limite di attendibilità dei dati quantitativi forniti dalla termocamera; tuttavia può risultare ugualmente interessante osservare la notevole differenza di temperatura tra la superficie trattata e quella ancora da trattare (a scopo indicativo si faccia riferimento alla scala di colorazione/temperatura al lato delle immagini termografiche).



**Cliente:** Watergy S.R.L.  
**Termocamera:** B360

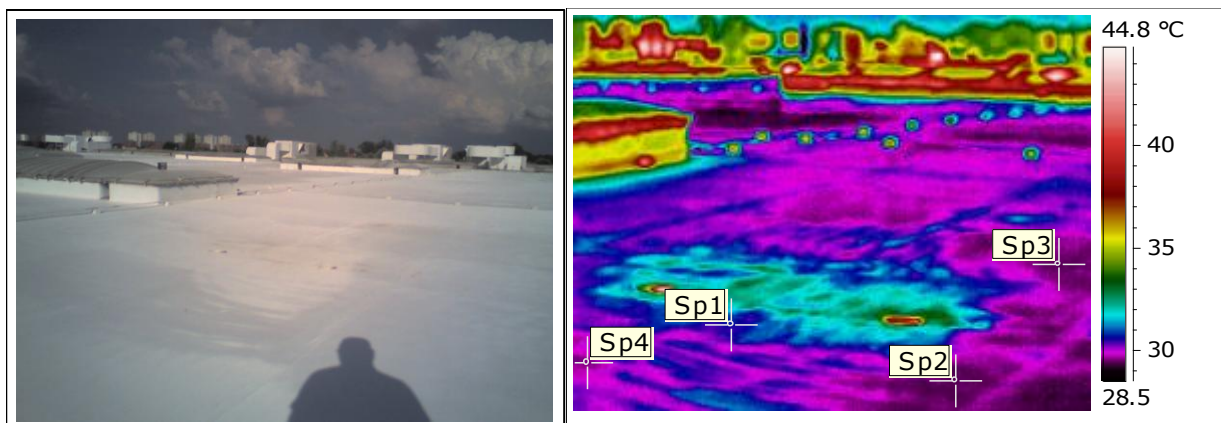
**Luogo:** Assago (MI)  
**SN:** 377002173

**Data:** 14/07/2011

Vedute di zone della superficie di copertura circoscritte e scelte a campione per determinare eventuali disuniformità locali di temperature.

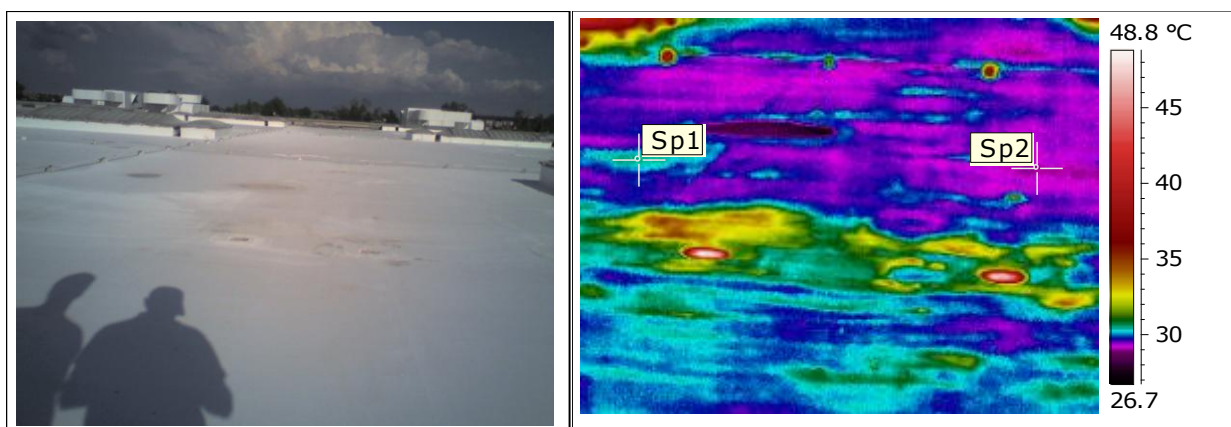
Nella selezione delle due inquadrature seguenti si è ritenuto il caso di stigmatizzare due situazioni differenti ma riconducibili allo stesso tipo di osservazione: in corrispondenza di alcune bocchette di uscita di impianti tecnici si verifica un andamento delle temperature disuniforme; il ripetersi della circostanza induce alla verosimile ipotesi che l'innalzamento della temperatura superficiale sia da imputare indirettamente alla presenza degli impianti.

In particolare si evidenzia le differenze di temperature rilevabili in punti diversi della texture di stesura (circa 1°C)



Sp1 Temperatura	30.4 °C
Sp2 Temperatura	29.4 °C
Sp3 Temperatura	29.4 °C
Sp4 Temperatura	29.8 °C

Anche nella seguente inquadratura si colgono due punti di temperatura corrispondenti ad altrettante differenze di stesura individuabili a vista.

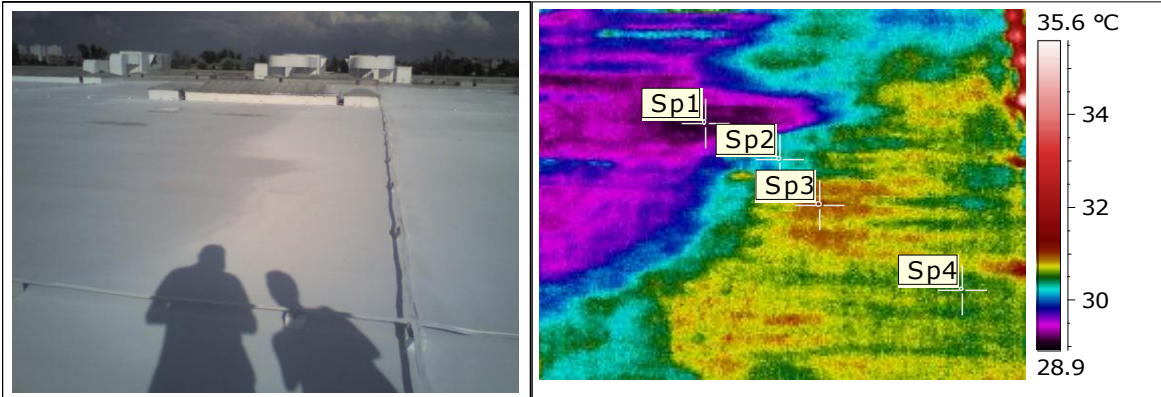


Sp1 Temperatura	30.4 °C
Sp2 Temperatura	29.1 °C

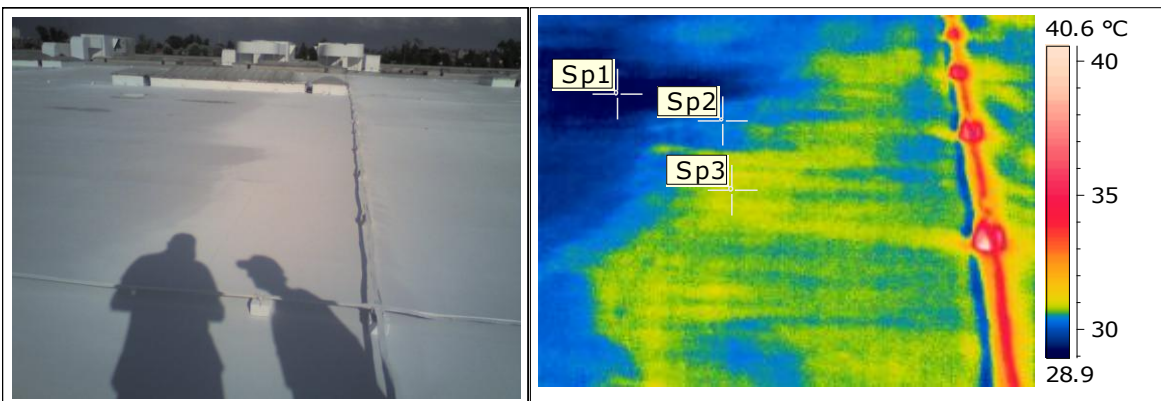
**Cliente:** Watergy S.R.L.  
**Termocamera:** B360

**Luogo:** Assago (MI)  
**SN:** 377002173

**Data:** 14/07/2011



Sp1 Temperatura	29.2 °C
Sp2 Temperatura	30.2 °C
Sp3 Temperatura	30.9 °C
Sp4 Temperatura	30.5 °C



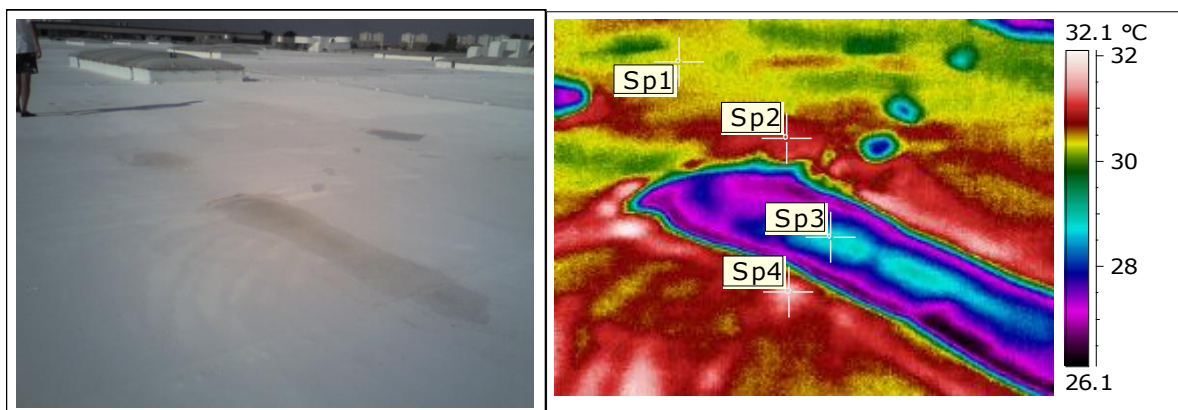
Sp1 Temperatura	29.1 °C
Sp2 Temperatura	30.2 °C
Sp3 Temperatura	30.8 °C

**Cliente:** Watergy S.R.L.  
**Termocamera:** B360

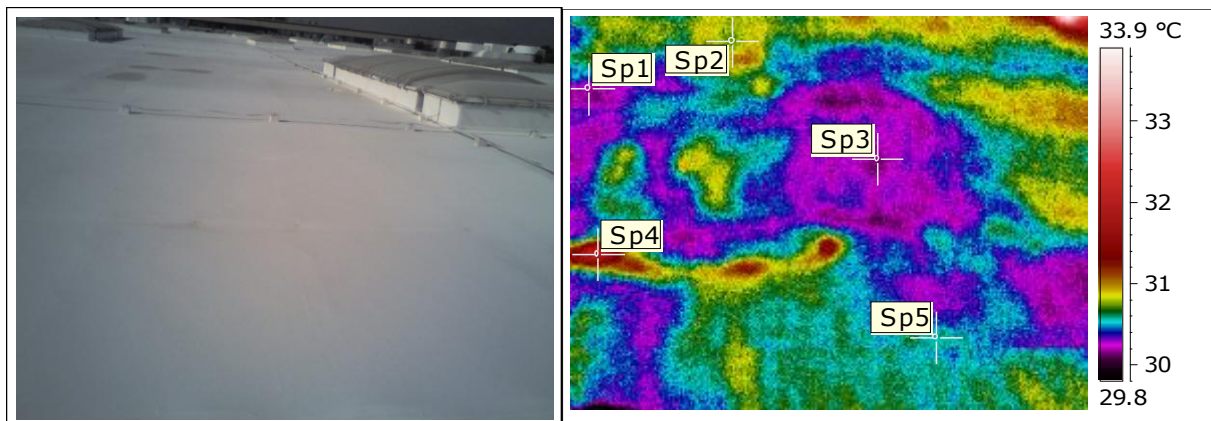
**Luogo:** Assago (MI)  
**SN:** 377002173

**Data:** 14/07/2011

Alla ricerca di criticità si è testato anche una situazione nella quale la disuniformità riguarda addirittura la presenza di una pozza d'acqua residuo della recente precipitazione atmosferica: in corrispondenza di circa 1 cm di acqua stagnante, e quindi in evaporazione, con conseguente sottrazione di calore alla superficie che la contiene, possiamo notare la differenza di soli 2,8° C tra il punto più caldo della superficie asciutta e quello nella pozza.



Sp1 Temperatura	30.4 °C
Sp2 Temperatura	31.1 °C
Sp3 Temperatura	28.8 °C
Sp4 Temperatura	31.6 °C



Sp1 Temperatura	30.2 °C
Sp2 Temperatura	30.6 °C
Sp3 Temperatura	30.1 °C
Sp4 Temperatura	32.0 °C
Sp5 Temperatura	30.5 °C

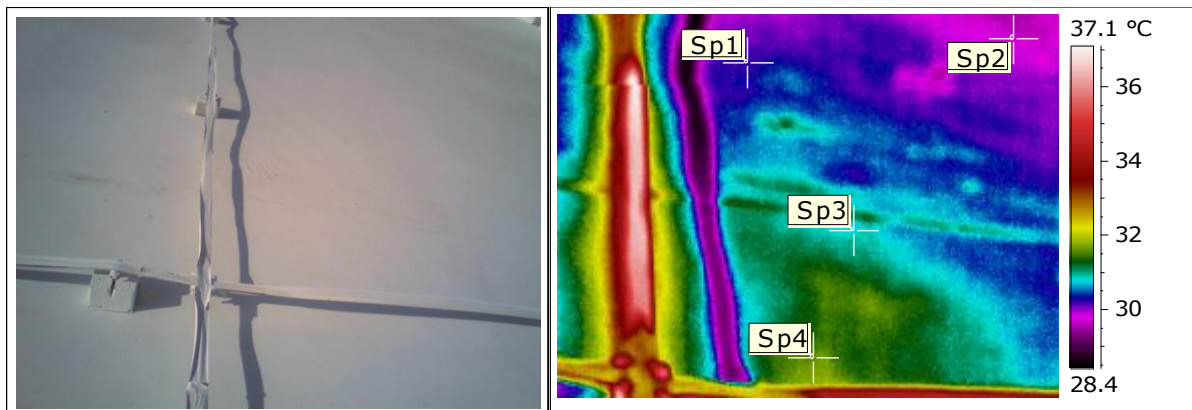
**Cliente:** Watergy S.R.L.

**Termocamera:** B360

**Luogo:** Assago (MI)

**SN:** 377002173

**Data:** 14/07/2011



Sp1 Temperatura	30.1 °C
Sp2 Temperatura	29.8 °C
Sp3 Temperatura	30.8 °C
Sp4 Temperatura	31.5 °C

## **RISULTATI OTTENUTI**

L'ispezione ha consentito di determinare e di quantificare le prestazioni puntiformi della stesura della pittura ad alta riflettanza applicata sulla guaina impermeabilizzante situata sulla copertura del Centro Commerciale Carrefour di Assago.


I termogrammi presentano zone più fredde colorate con colori scuri tendenti al blu e zone più calde tendenti al colore rosso/bianco; dalla barra laterale indicante la suddivisione dei colori in funzione delle temperature si può definire la distribuzione del calore nel termogramma.

Sono state prese in considerazione zone della superficie da analizzare indicate a campione dalla Committenza, scelte tra quelle che presentano differenze visibili di applicazione: tali differenze sono verosimilmente da imputare ad irregolarità già preesistenti della superficie da trattare, ed in particolare sono dovute a piccole differenze di spessore del materiale applicato.

All'esame visivo le stesse differenze appaiono evidenziate da differenti intensità di colorazione (tendente al bianco); all'esame termografico le stesse differenze si mantengono mediamente inferiori ad 1°C , soltanto eccezionalmente e localmente in raggi di pochi cm di superficie, raggiungono valori prossimi ai 2 °C .

Barbarano, il 22/07/2011

MULTITES



In allegato:

- certificato di calibrazione della termocamera;
- certificato di qualifica di operatore CND del tecnico che ha effettuato il rilievo e l'analisi termografica.

## ALLEGATI

CERTIFICATO DI QUALIFICA DI OPERATORE PER CND



N. 09DG00239PO6

Operatore	GABOTTI FRANCO		
Nato a	VERCELLI (VC)	il	15/04/1952
Impiegato presso	GABOTTI FRANCO		
Con sede in	CARESANABLOT (VC)		

SI CERTIFICA che, a seguito degli esami sostenuti, l'operatore addetto alle prove non distruttive è qualificato al LIVELLO 2, in conformità alle norme UNI EN 473 e ISO 9712 ultima edizione,

nel metodo:

**TERMOGRAFIA INFRAROSSA**

per il/i settore/i:

**Prova pre-servizio e in servizio di attrezzature, impianti e strutture**

Il presente certificato è valido fino al	Marzo 2014		
Rilasciato a	GENOVA	il	16 Aprile 2009

L RESPONSABILE  
Ing. Cesare MURGIA  
*Cesare Murgia*

Questo certificato è composto di 1 pagina

Form EN-CER-IT-02/05

**RINA S.p.A.**  
Via Corsica 12 - 16128 Genova

**SINCERT**

ACCORDO MURPHY ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE E OPERAZIONE

SOG N° 002A  
SICIA N° 0020  
PRD N° 002B  
PRB N° 006C  
SCEI N° 003F  
SSI N° 001G

Membro degli accordi di Mutuo riconoscimento EA e IAF  
Signatory of EA and IAF Mutual Recognition Agreements



## Calibration Certificate

*Model* FLIR B360

*Serial No.* 377002173

*Calibration Site* FLIR Systems AB, Sweden

*Calibration Date* July 01, 2009

This is to certify that the calibration of the camera identified above is carried out using radiation sources that are traceable to National Standards at the *Swedish National Testing and Research Institute* (Sweden) or to *NIST, National Institute of Standards and Technology* (USA).

  
\_\_\_\_\_  
QUALITY CONTROL

