

Tre vernici bianche: la giornata del 27 settembre

Report completo delle misure con termocamera InfiRay P2 Pro. Ogni valore citato ha accanto il fotogramma da cui è stato letto, con nome file e orario.

Come è stato costruito. Dalle otto registrazioni termiche della giornata (992 s in tutto) sono stati estratti 997 fotogrammi, uno al secondo. Le registrazioni sono state divise nei quattordici segmenti dichiarati da chi ha fatto le misure (fronte o retro, con o senza pellicola, con o senza scatola, al sole o all'ombra). Di ogni segmento sono stati letti i tre punti P1/P2/P3 stampati dalla termocamera, scartando i fotogrammi in cui i marker erano scivolati fuori dal pannello. Gli orari vengono dai nomi file, che sono in ora locale, verificati contro i timestamp di sistema.

1. Il setup

Pannello di compensato con tre fasce dipinte separate da due bande di legno nudo, alloggiato in una scatola rivestita di mylar, inclinata su una sedia di plastica in mezzo al prato.

punto	vernice	note
P1	bianco spray da ferramenta (Parkside 2-in-1)	2 mani a spruzzo
P2	CryoPaint	primer + 3 mani a rullo dosate a peso
P3	ARCAREFLECT 1198 (Arcane Industries)	primer + 2 mani a rullo

L'assegnazione dei punti è confermata da chi ha eseguito le misure. È anche coerente internamente: l'ordine visivo delle tre fasce si conserva fra fronte e retro, quindi il pannello è stato girato attorno all'asse verticale e non a quello orizzontale.

2. Condizioni ambientali

Stazione ARPAV San Pietro in Cariano (cod. 125), 3,5 km dal punto di misura. Cielo sereno per tutta la giornata: il rapporto fra radiazione misurata e cielo limpido teorico sta fra 1,02 e 1,09 dalle 09:00 alle 16:00, senza un solo avvallamento. Nessuna nuvola è passata.

ora locale	aria (°C)	UR (%)	radiazione (W/m ²)
11:30	23,0	61	652
12:00	22,9	57	693
12:30	23,6	57	716
13:00	24,2	56	728
13:30	24,5	51	729
14:00	24,7	54	710
14:30	24,7	52	676
15:00	25,3	53	636
15:30	26,1	49	575
16:00	25,9	50	507

Controllo incrociato riuscito. Alle 15:41:55 la termocoppia su un tavolo in ombra segnava 25,3 °C; ARPAV alle 15:00 dava 25,3. La misura locale dell'aria e quella della stazione coincidono, quindi per questa giornata i dati ARPAV valgono come riferimento ambientale.

3. Cosa si può confrontare e cosa no

Solo le letture sul retro valgono per confrontare le vernici. Il retro è compensato nudo: stesso materiale sotto tutte e tre le fasce, quindi stessa emissività e stesso ambiente riflesso nello stesso fotogramma. Qualunque errore è comune e si cancella nel confronto.

Sulla faccia dipinta invece le tre vernici hanno emissività diverse per definizione, ed è esattamente quella differenza che si vorrebbe misurare. La termocamera restituisce $\epsilon \cdot \sigma T^4 + (1-\epsilon) \cdot \sigma T_{\text{rifi}}^4$: sulla faccia dipinta temperatura ed emissività si mescolano e non si possono separare. Le letture di fronte restano nel report come documentazione, ma non entrano nelle conclusioni.

Il controllo più utile della giornata è stato fatto senza volerlo. Alle 11:53:13 i tre punti sono stati appoggiati su un unico pezzo di compensato nudo in ombra, cioè su una superficie uniforme dove la differenza vera è zero. Quello che i tre punti leggono è quindi il rumore del metodo: tipicamente **0,4–0,5 K**, fino a 2,6 K nei fotogrammi in cui la camera si muove. È il metro con cui vanno giudicate tutte le differenze che seguono.

4. I quattordici segmenti

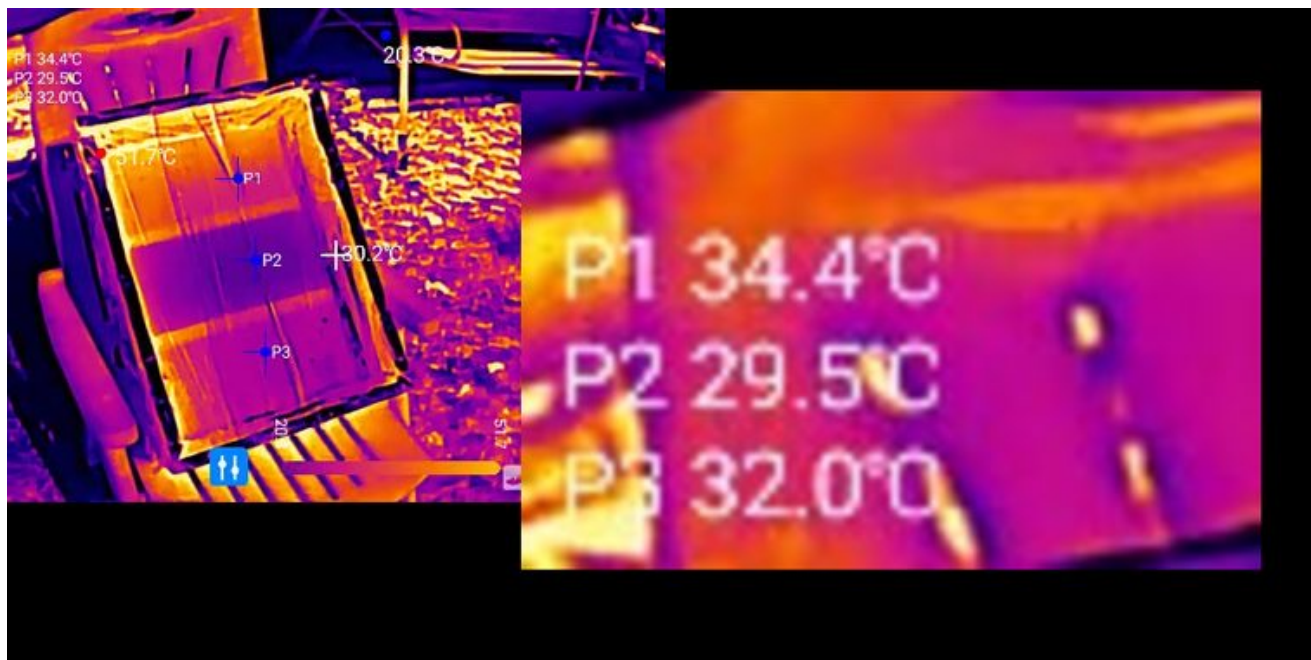
inizio	durata	cosa inquadra	luce	letture a 3 punti	esito
11:52:20	46 s	fronte + pellicola	sole	sì, 2 letture	documentazione
11:53:13	15 s	compensato nudo (controllo)	ombra	sì, 7 letture	controllo rumore
11:53:51	43 s	retro	sole	1 lettura pulita	valido
11:56:02	22 s	fronte + pellicola	sole	no, solo punto centrale	—
11:56:45	70 s	retro	sole	sì, 2 letture	valido
12:34:08	55 s	fronte senza pellicola	sole	sì, 3 letture	documentazione
12:35:25	120 s	retro	sole	incoerente	scartato
13:01:21	33 s	fronte, senza pellicola e senza scatola	sole	no	—
13:02:10	41 s	retro, senza scatola	sole	sì, 3 letture	valido
14:40:30	19 s	fronte + pellicola	sole	no	—
14:40:50	16 s	compensato nudo (controllo)	ombra	solo punto centrale	—
14:41:18	280 s	retro	dichiarato ombra	contraddittorio	da chiarire
15:41:37	50 s	fronte + pellicola	ombra	no	—
15:42:52	85 s	retro	ombra	sì, 4 letture	valido

5. Catalogo dei fotogrammi

Ogni riquadro: a sinistra il fotogramma come esce dalla termocamera, ruotato di 90° perché l'interfaccia lo registra in verticale; a destra l'ingrandimento dei tre valori. La didascalia riporta il file sorgente, l'offset dall'inizio della registrazione e l'ora locale.

11:52:50 · fronte + pellicola, sole

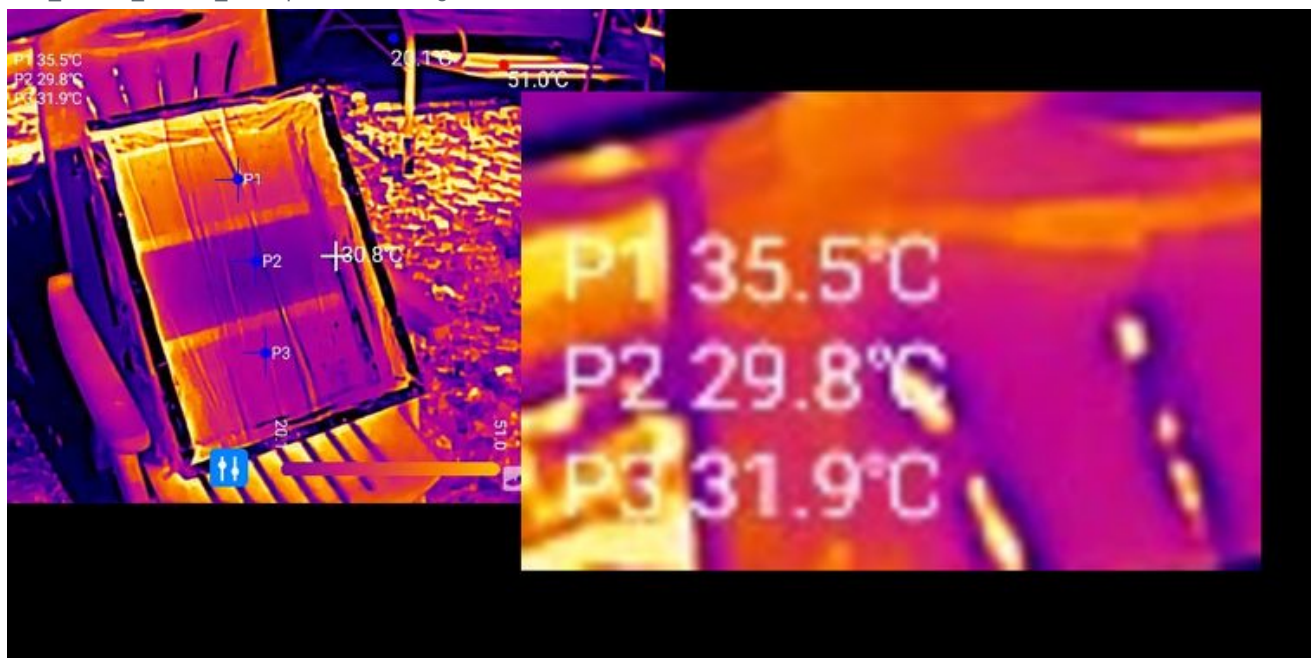
P2_260927_115220_162.mp4 · +30 s · fotogramma A1a



P1 bianco **34,4** · P2 CryoPaint **29,5** · P3 ARCAREFLECT **32,0**

11:52:55 · fronte + pellicola, sole

P2_260927_115220_162.mp4 · +35 s · fotogramma A1b



P1 bianco **35,5** · P2 CryoPaint **29,8** · P3 ARCAREFLECT **31,9**

11:53:15 · compensato nudo, ombra — controllo

P2_260927_115313_793.mp4 · +2 s · fotogramma A2a

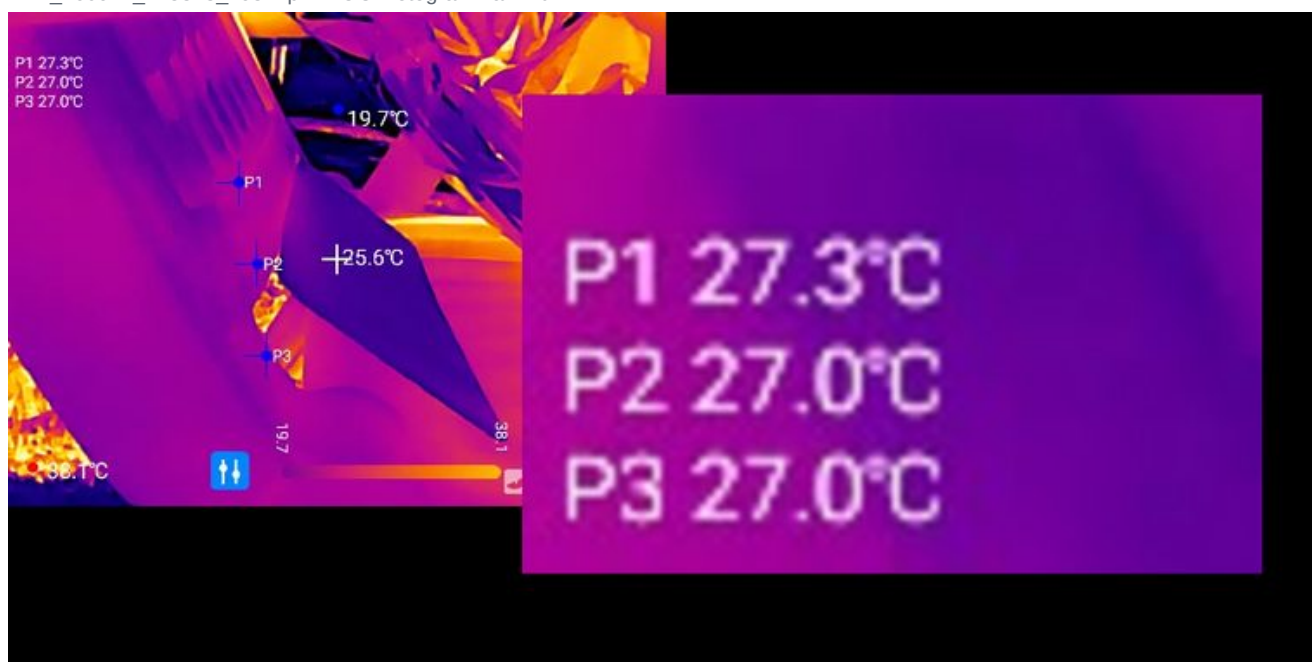


P1 bianco **25,9** · P2 CryoPaint **25,8** · P3 ARCAREFLECT **25,5**

Tre punti sulla stessa superficie uniforme: dispersione 0,4 K.

11:53:21 · compensato nudo, ombra — controllo

P2_260927_115313_793.mp4 · +8 s · fotogramma A2b

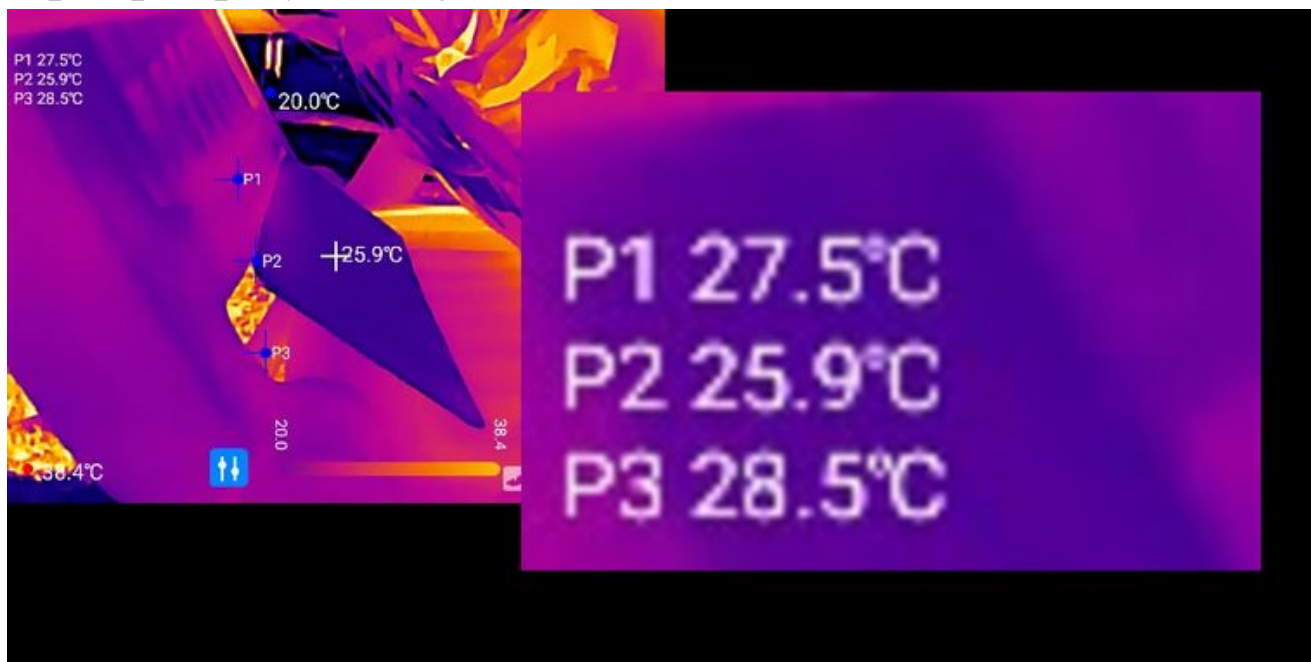


P1 bianco **27,3** · P2 CryoPaint **27,0** · P3 ARCAREFLECT **27,0**

Dispersione 0,3 K.

11:53:25 · compensato nudo, ombra — controllo

P2_260927_115313_793.mp4 · +12 s · fotogramma A2c

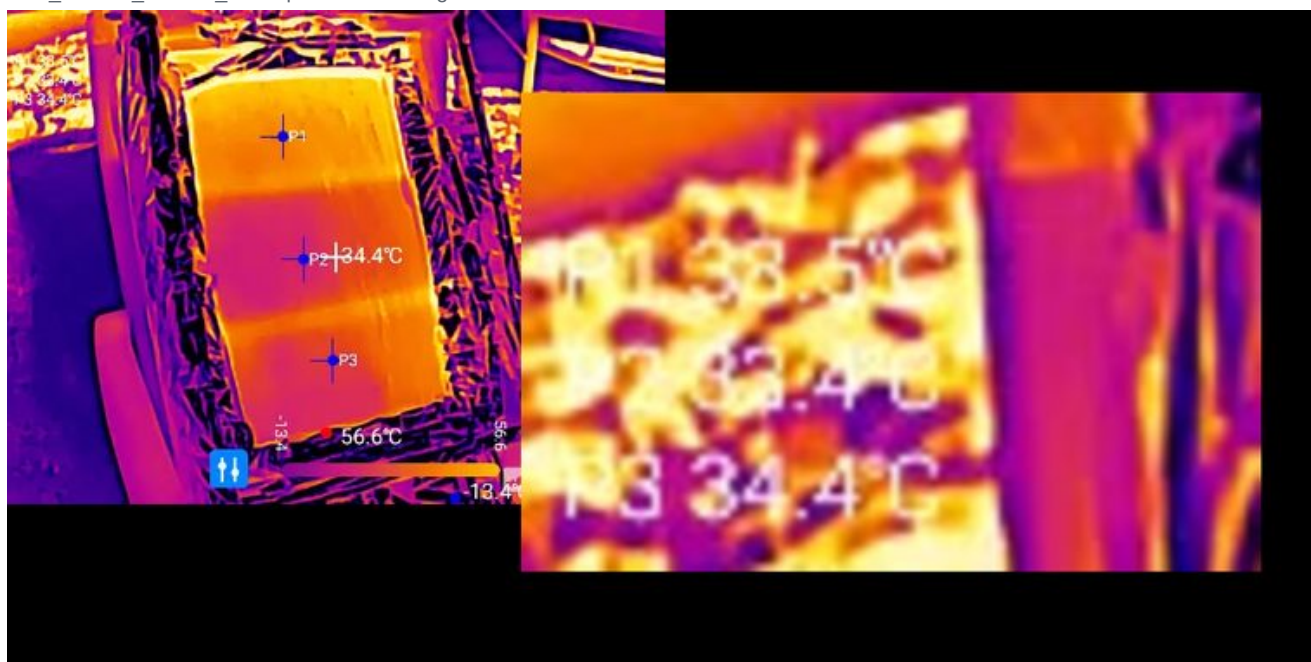


P1 bianco **27,5** · P2 CryoPaint **25,9** · P3 ARCAREFLECT **28,5**

Dispersione 2,6 K: è il caso peggiore, con la camera in movimento.

11:54:33 · retro, sole

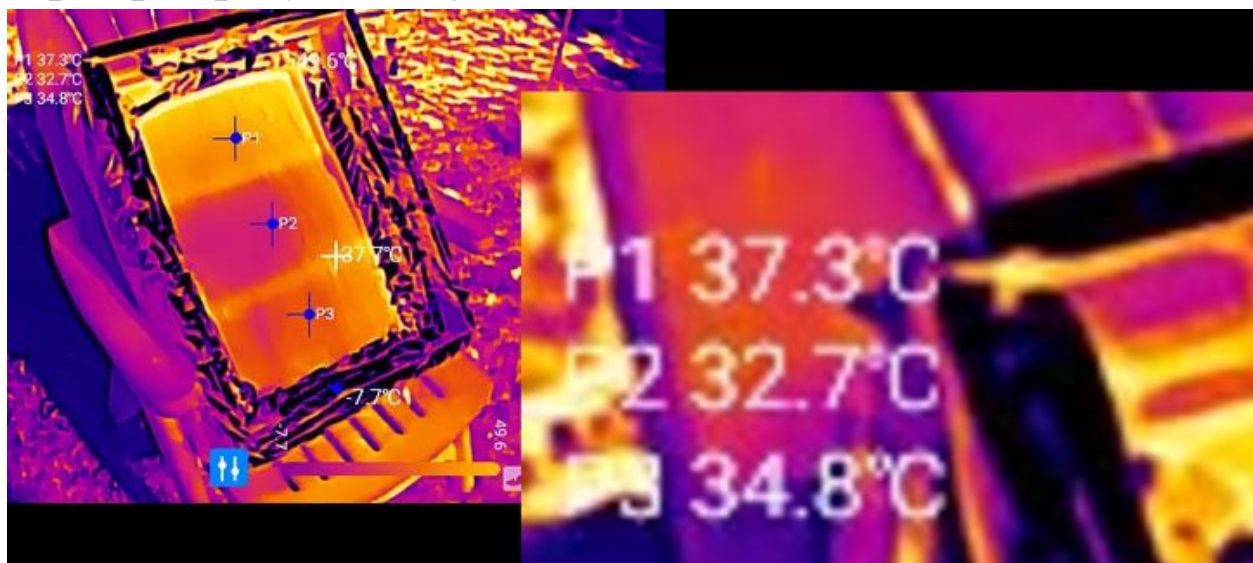
P2_260927_115351_057.mp4 · +42 s · fotogramma A3a



P1 bianco **38,5** · P2 CryoPaint **33,4** · P3 ARCAREFLECT **34,4** · bianco – CryoPaint = **5,1 K**

11:57:47 · retro, sole

P2_260927_115602_699.mp4 · +105 s · fotogramma B2a



P1 bianco **37,3** · P2 CryoPaint **32,7** · P3 ARCAREFLECT **34,8** · bianco – CryoPaint = **4,6 K**

È il fotogramma da cui vengono i numeri citati a voce come “misure di mezzogiorno”.

11:57:55 · retro, sole

P2_260927_115602_699.mp4 · +113 s · fotogramma B2b



P1 bianco **38,4** · P2 CryoPaint **33,1** · P3 ARCAREFLECT **34,3** · bianco – CryoPaint = **5,3 K**

12:34:39 · fronte senza pellicola, sole

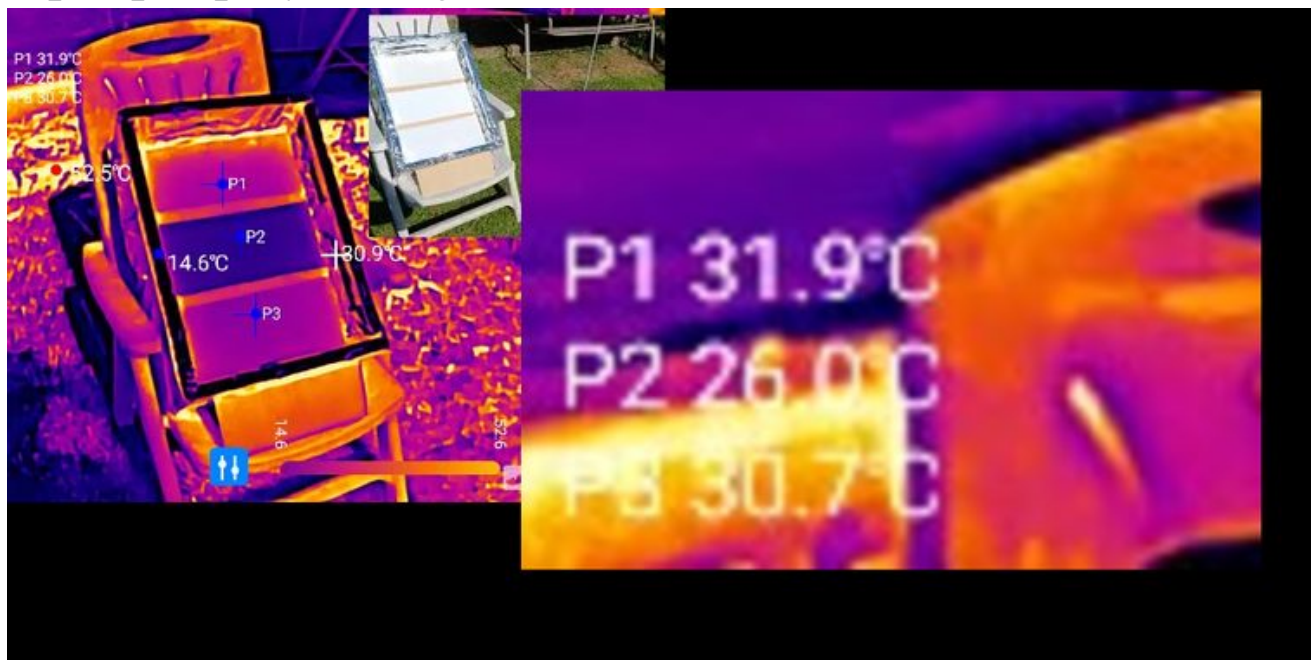
P2_260927_123408_994.mp4 · +31 s · fotogramma C1a



P1 bianco 31,5 · P2 CryoPaint 25,7 · P3 ARCAREFLECT 30,7

12:34:45 · fronte senza pellicola, sole

P2_260927_123408_994.mp4 · +37 s · fotogramma C1b



P1 bianco 31,9 · P2 CryoPaint 26,0 · P3 ARCAREFLECT 30,7

12:34:51 · fronte senza pellicola, sole

P2_260927_123408_994.mp4 · +43 s · fotogramma C1c



P1 bianco **31,7** · P2 CryoPaint **25,8** · P3 ARCAREFLECT **30,5**

12:36:58 · retro, sole — scartato

P2_260927_123408_994.mp4 · +170 s · fotogramma C2a



P1 bianco **33,3** · P2 CryoPaint **35,4** · P3 ARCAREFLECT **36,7**

Qui P2 legge più di P1: l'ordine è invertito rispetto a tutto il resto della giornata.

12:37:25 · retro, sole — scartato

P2_260927_123408_994.mp4 · +197 s · fotogramma C2b

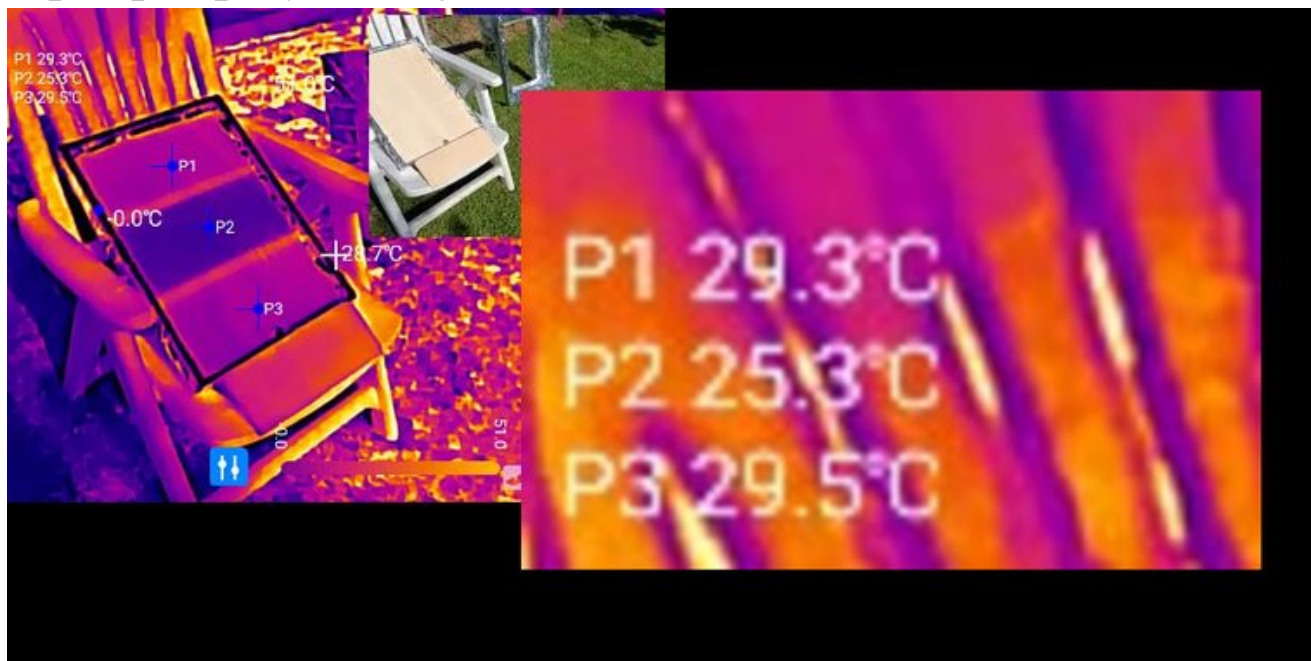


P1 bianco **29,9** · P2 CryoPaint **36,6** · P3 ARCAREFLECT **34,2**

Ancora invertito, e a 27 s di distanza dal precedente. Un'inversione in mezzo minuto non è fisica: i marker stavano scivolando. L'intero segmento è inutilizzabile.

13:02:19 · retro senza scatola, sole

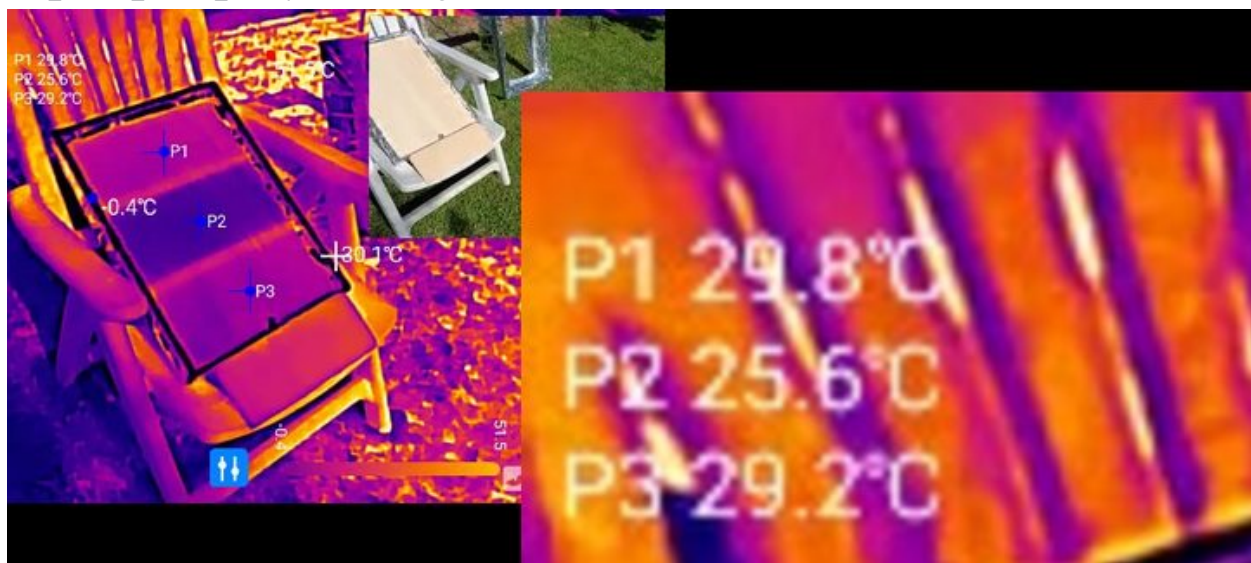
P2_260927_130121_740.mp4 · +58 s · fotogramma D2a



P1 bianco **29,3** · P2 CryoPaint **25,3** · P3 ARCAREFLECT **29,5** · bianco – CryoPaint = **4,0 K**

13:02:28 · retro senza scatola, sole

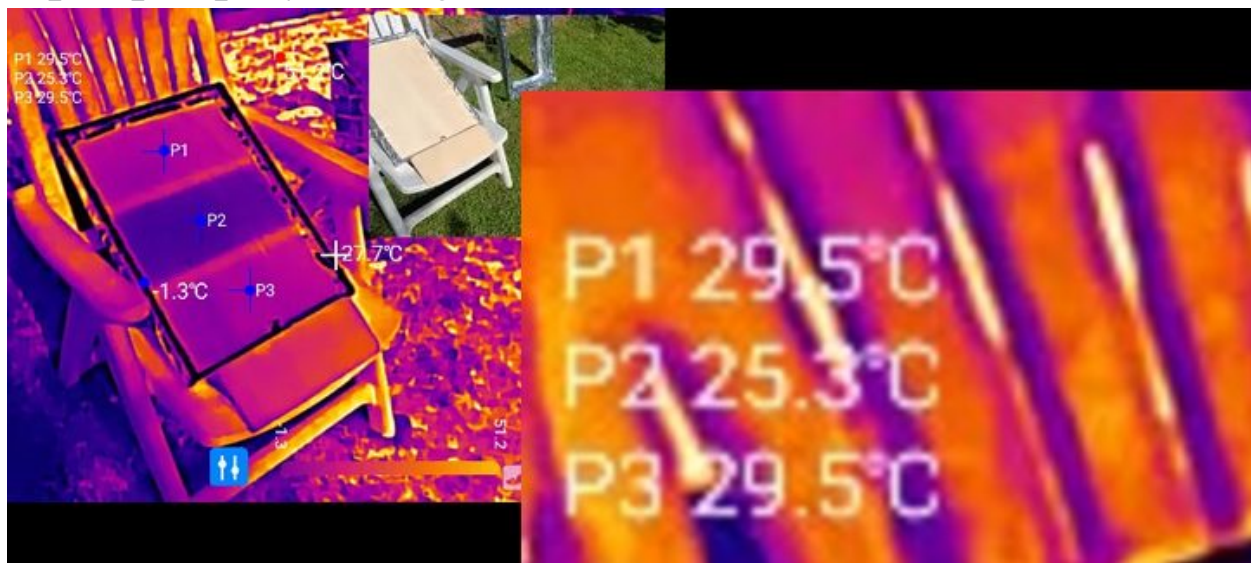
P2_260927_130121_740.mp4 · +67 s · fotogramma D2b



P1 bianco **29,8** · P2 CryoPaint **25,6** · P3 ARCAREFLECT **29,2** · bianco – CryoPaint = **4,2 K**

13:02:33 · retro senza scatola, sole

P2_260927_130121_740.mp4 · +72 s · fotogramma D2c



P1 bianco **29,5** · P2 CryoPaint **25,3** · P3 ARCAREFLECT **29,5** · bianco – CryoPaint = **4,2 K**

Tre letture consecutive entro 0,3 K: è il segmento più ripetibile della giornata.

14:41:49 · retro, dichiarato ombra — da chiarire

P2_260927_144030_622.mp4 · +79 s · fotogramma E3a

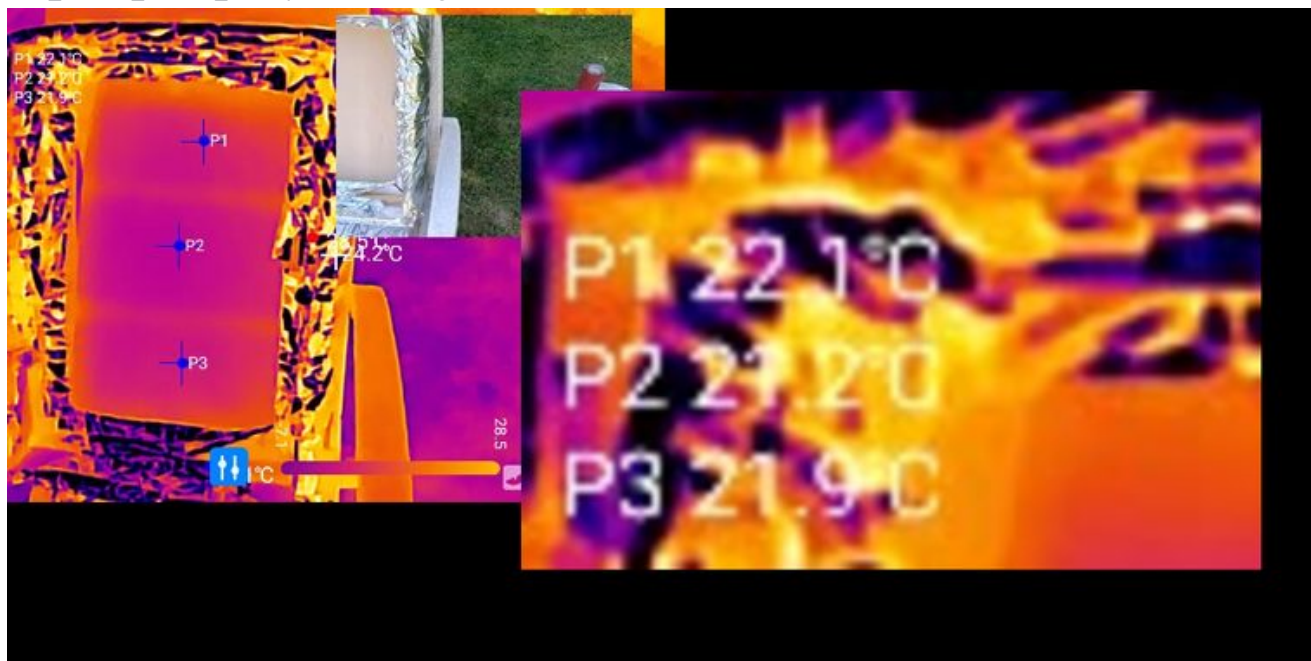


P1 bianco **37,6** · P2 CryoPaint **33,4** · P3 ARCAREFLECT **36,8**

Con l'aria a 24,9 °C un pannello all'ombra non può stare a 37 °C. O era ancora al sole, o era appena stato spostato e stava ancora scendendo.

15:43:11 · retro, ombra

P2_260927_154137_874.mp4 · +94 s · fotogramma F2a



P1 bianco **22,1** · P2 CryoPaint **21,2** · P3 ARCAREFLECT **21,9** · bianco – CryoPaint = **0,9 K**

15:43:39 · retro, ombra

P2_260927_154137_874.mp4 · +122 s · fotogramma F2b



P1 bianco **22,5** · P2 CryoPaint **21,5** · P3 ARCAREFLECT **21,8** · bianco – CryoPaint = **1,0 K**

15:43:49 · retro, ombra

P2_260927_154137_874.mp4 · +132 s · fotogramma F2c



P1 bianco **23,1** · P2 CryoPaint **22,0** · P3 ARCAREFLECT **22,3** · bianco – CryoPaint = **1,1 K**

15:43:58 · retro, ombra

P2_260927_154137_874.mp4 · +141 s · fotogramma F2d



P1 bianco **23,3** · P2 CryoPaint **22,3** · P3 ARCAREFLECT **22,6** · bianco – CryoPaint = **1,0 K**

Quattro letture consecutive: la differenza sta a $1,0 \pm 0,1$ K. Non è rumore.

6. Analisi

Si confrontano solo le letture sul retro, per la ragione della sezione 3. La grandezza usata è la differenza fra il bianco da ferramenta e la CryoPaint, cioè fra gli estremi.

configurazione	orario	letture singole (K)	media	dispersione
retro, sole, con scatola	11:54 – 11:58	5,1 4,6 5,3	5,0	± 0,4
retro, sole, senza scatola	13:02	4,0 4,2 4,2	4,1	± 0,1
retro, ombra, con scatola	15:43	0,9 1,0 1,1 1,0	1,0	± 0,1

Tutte queste differenze sono da due a dieci volte il rumore del metodo misurato alla sezione 3, quindi sono reali. La più piccola, 1,0 K in ombra, sta a due volte il rumore tipico: piccola ma ripetuta identica su quattro fotogrammi consecutivi.

6.1 La differenza segue il sole, non l'infrarosso

Fra pieno sole e ombra la differenza fra le due vernici passa da circa 5,0 K a 1,0 K, cioè si riduce di un fattore cinque. È lo stesso fattore che separa la radiazione solare totale su una superficie esposta (circa 700 W/m² quel giorno) dalla sola componente diffusa che raggiunge una superficie in ombra con il cielo ancora libero.

Invertendo il rapporto, la componente diffusa implicita sarebbe intorno a **140 W/m²**, che è il valore tipico per un cielo sereno a quelle ore. I due conti tornano, e portano a una conclusione sola: **la differenza fra queste vernici è proporzionale alla radiazione solare che ricevono.**

Conseguenza, ed è il risultato principale della giornata. Il vantaggio della CryoPaint sulle altre due viene dalla **riflettanza solare**. Nei dati del 27 settembre non resta nessun margine che richieda una differenza di emissività infrarossa per essere spiegato: anche l'1,0 K misurato in ombra è compatibile con la sola radiazione diffusa. Questo non dimostra che le emissività siano identiche, dimostra che questa giornata non permette di distinguerle.

6.2 Perché ci si doveva aspettare proprio questo

Qualunque rivestimento non metallico ha emissività infrarossa già alta, tipicamente fra 0,88 e 0,95: anche una bianca da ferramenta è un buon emettitore senza fare niente di speciale. Il margine che una vernice progettata può guadagnare lì sopra è di qualche centesimo, e qualche centesimo di emissività vale uno o due decimi di grado. La riflettanza solare invece ha molto più spazio, e i dati lo confermano.

6.3 ARCAREFLECT non ha una posizione stabile

La distanza fra ARCAREFLECT e CryoPaint cambia molto con la configurazione: circa 1,0–2,1 K sul retro con la scatola, circa 4,0 K sul retro senza scatola, 0,3–0,7 K in ombra. L'unico ordinamento che regge su tutte le configurazioni è **CryoPaint più fredda delle altre due**. La posizione relativa delle altre due fra loro non è stabilita da questi dati.

6.4 La scatola conta

Senza scatola (13:02) il retro sta intorno a 29 °C; con scatola, mezz'ora prima e con radiazione quasi uguale, stava intorno a 38 °C. Nove gradi di differenza dovuti solo all'isolamento sotto. È il motivo per cui la cavità chiusa serve: senza, il pannello disperde dal retro e la misura racconta la sedia invece della vernice.

7. Cosa questi dati non dicono

- **Una sola giornata.** Nessuna ripetizione su giorni diversi, quindi nessuna barra d'errore vera. La dispersione riportata è quella fra fotogrammi consecutivi, non fra giornate.
- **Nessuna serie temporale.** Le letture buone sono quattro momenti sparsi fra le 11:54 e le 15:44. Niente curve, niente andamenti.
- **Le letture di fronte non valgono per il confronto** e non sono entrate nelle conclusioni, per la ragione della sezione 3.
- **Il segmento delle 12:35–12:37 è stato scartato per intero:** l'ordine delle vernici si inverte in mezzo minuto, cosa che non può succedere fisicamente.
- **Il segmento delle 14:41 è contraddittorio:** dichiarato in ombra ma con il pannello a 37 °C contro 24,9 °C d'aria.
- **L'effetto della pellicola non è misurato.** Le riprese con e senza pellicola sono state fatte su facce diverse e in momenti diversi, quindi non sono confrontabili fra loro.
- **Il riferimento di compensato in ombra non è l'aria.** Ha letto fra 25,5 e 28,5 °C quando l'aria stava a 23,0: sta tre-cinque gradi sopra, perché scambia con terreno e muri caldi. Va usato come zero relativo, mai come temperatura ambiente.

8. Formulazione condivisibile

Pannello di compensato con tre vernici bianche, scatola isolata rivestita di mylar, 27 settembre 2026, cielo sereno verificato, radiazione fra 650 e 730 W/m², aria fra 23 e 26 °C.

Leggendo il retro del pannello, dove tutte e tre le fasce hanno la stessa emissività, in pieno sole la CryoPaint sta **5,0 ± 0,4 K** sotto il bianco da ferramenta. Spostando la stessa scatola in ombra, con il cielo ancora libero, la differenza scende a **1,0 ± 0,1 K**.

La differenza fra le vernici è quindi proporzionale alla radiazione solare che ricevono. Il vantaggio viene dalla riflettanza solare, e in questi dati non resta alcun margine che richieda una differenza di emissività infrarossa per essere spiegato.

Ordinamento verificato su tre configurazioni indipendenti. Una sola giornata, senza ripetizioni.

9. Come migliorare la prossima sessione

- **Tenere la camera ferma cinque secondi** con i tre marker sulle tre fasce. Sono quei cinque secondi a produrre l'unico dato utilizzabile: tutto il resto del girato è inutile ai fini della misura.
- **Leggere sempre il retro**, e puntarlo verso il basso e verso chi riprende, mai verso il cielo. Con il retro rivolto al cielo una differenza di emissività di 0,01 fra due zone produce 0,36 K di errore apparente; puntato verso terra lo stesso 0,01 ne produce circa 0,1.
- **Rifare il controllo sul compensato uniforme** a ogni sessione, come è successo per caso alle 11:53. Costa quindici secondi e dà il rumore della giornata.
- **Annotare l'ora dello spostamento** fra sole e ombra. Il residuo termico si dimezza ogni quattro minuti e mezzo: dopo venti minuti è sotto i due decimi, prima no.
- **Misurare l'aria con la termocoppia a ogni sessione**, sonda all'ombra e non appoggiata. Oggi è stato fatto una volta sola, alle 15:41, ed è servito a validare l'intera giornata.

Riuso. I numeri di questo documento sono misurati e resi disponibili. Se servono per un calcolo, un confronto o una critica, si prendano. Le correzioni vanno a info@coldskylab.it e finiscono nel video, con il nome di chi le ha trovate.