

Il monitoraggio digitale ambientale Indoor/Outdoor: tecnologie avanzate, applicazioni e casi studio

Arch. Sara Matoti
SMILE-Digital Innovation Hub

Parma 14 novembre 2024

Contenuti della presentazione:

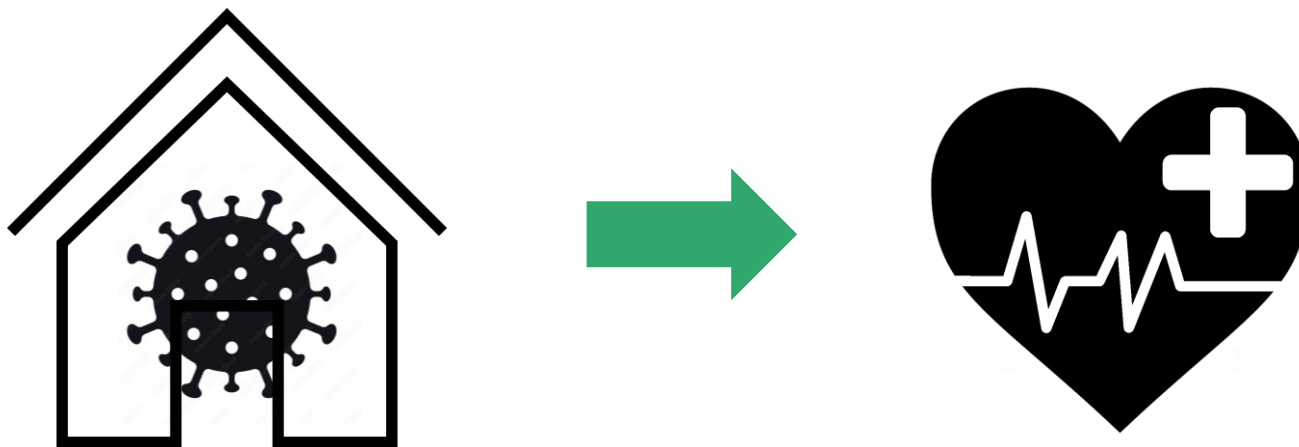
1. Contesto attuale riguardante il benessere ed il comfort
2. Monitoraggio ambientale e ricadute digitali
3. Monitoraggio outdoor
4. Monitoraggio indoor
5. Casi studio
6. Strumenti

AGENDA 2030 – GLOBAL GOALS





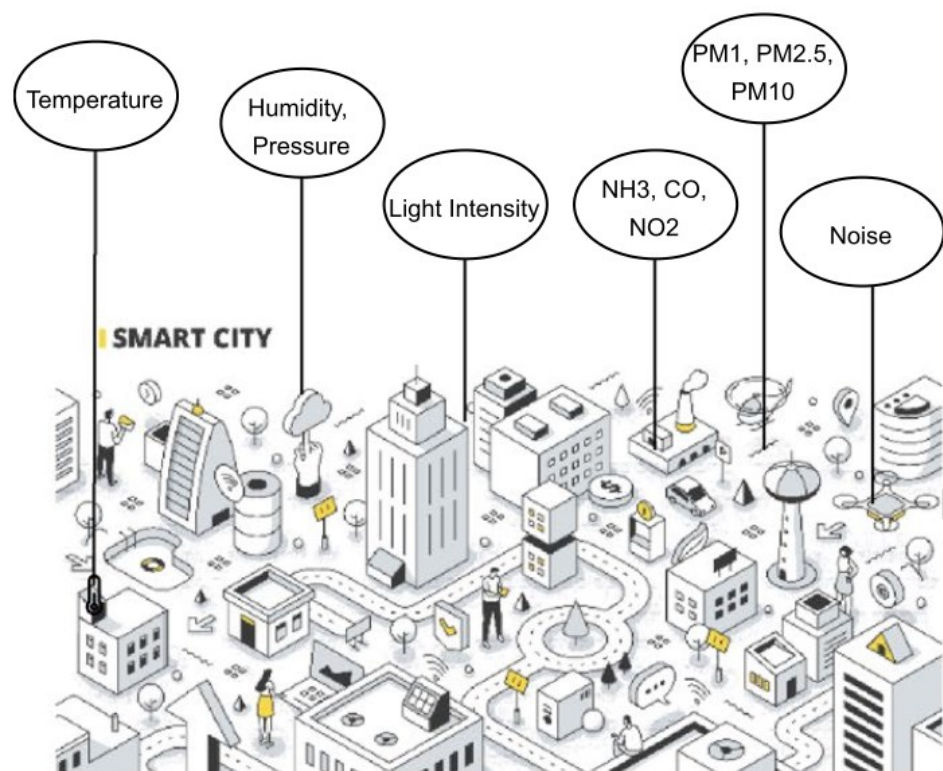
Obiettivo 3: Salute e Benessere



Aspetti e indici del monitoraggio ambientale:

- 1. Qualità dell'aria interna:** Si riferisce alla qualità dell'aria all'interno di un edificio (presenza di agenti inquinanti, composti organici volatili (COV, muffe, allergeni e gas nocivi). Una buona qualità dell'aria interna contribuisce a prevenire problemi respiratori, allergie e altre malattie.
- 2. Comfort termico:** Riguarda la temperatura, l'umidità e la ventilazione dell'ambiente interno. Un comfort termico adeguato assicura che le persone si sentano a proprio agio e influisce sulla produttività e sul benessere.
- 3. Illuminazione:** Riguarda la quantità e la qualità della luce all'interno di un edificio. Una buona illuminazione naturale e artificiale è importante per la vista, il comfort visivo e il benessere psicologico delle persone.

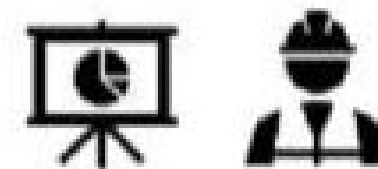
Monitoraggio ambientale e ricadute digitali



Parametri ambientali

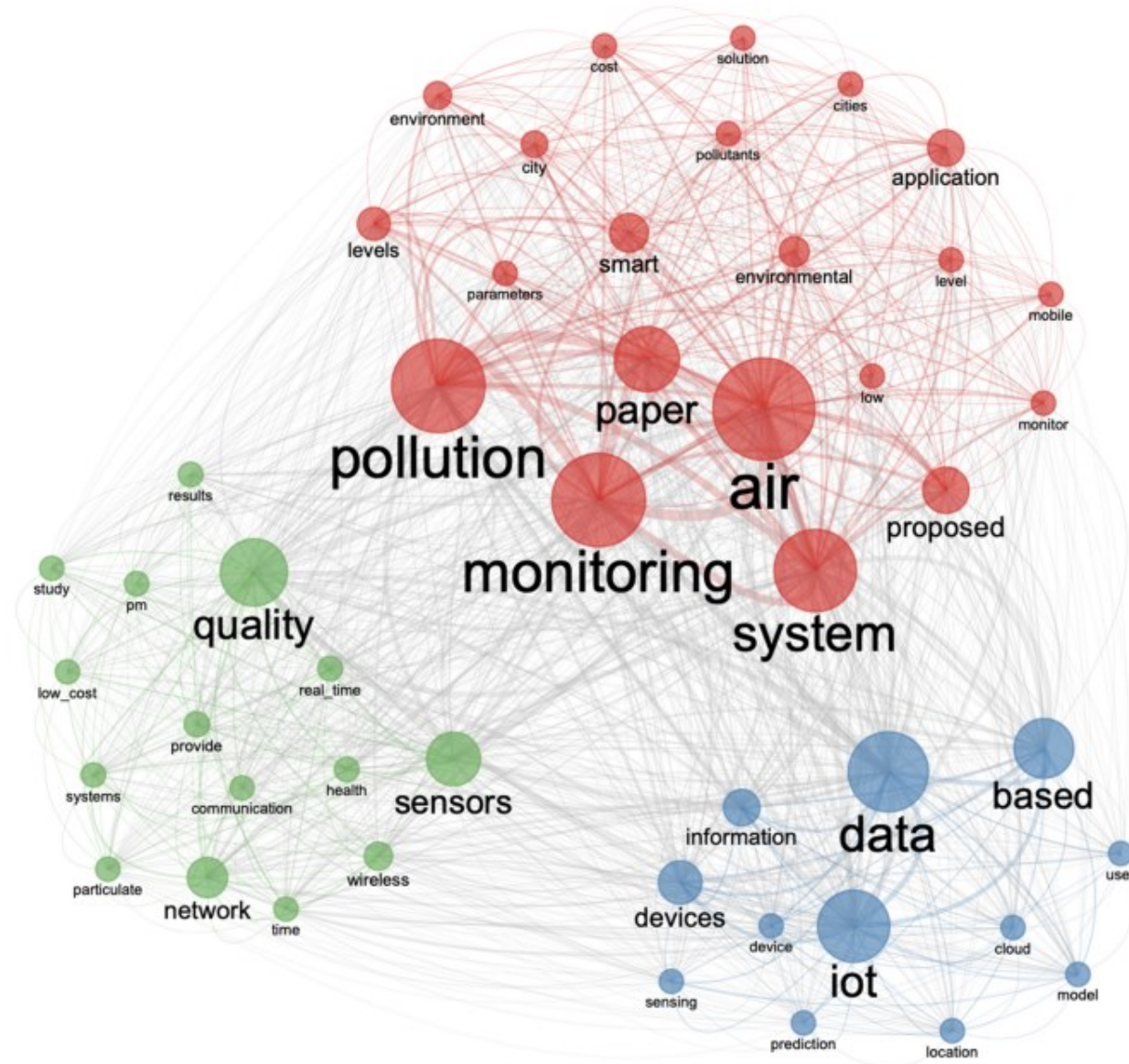


Sensori e data logger



Informazioni per il progetto
Es. BIM modelling

Monitoraggio ambientale e ricadute digitali



Monitoraggio ambientale e ricadute digitali

monitoraggio delle emissioni CO₂

Inquinamento luminoso

Qualità dell'aria

Temperatura

Umidità relativa



Monitoraggio ambientale e ricadute digitali



Connessione senza fili, da remoto con display visivo



Dati archiviati sul cloud e accessibili tramite dashboard



Facile integrazione con il sistema di gestione degli edifici (BMS)



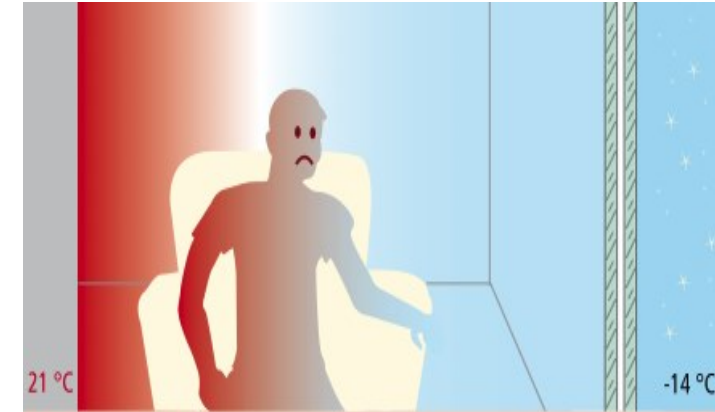
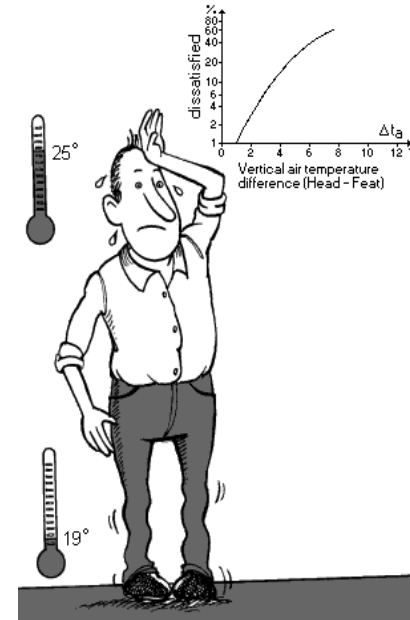
Controllo e avvisi in tempo reale

Monitoraggio ambientale e ricadute sul comfort

Controllo fluttuazioni termiche

Controllo dispersioni

Flussi d'aria indesiderati



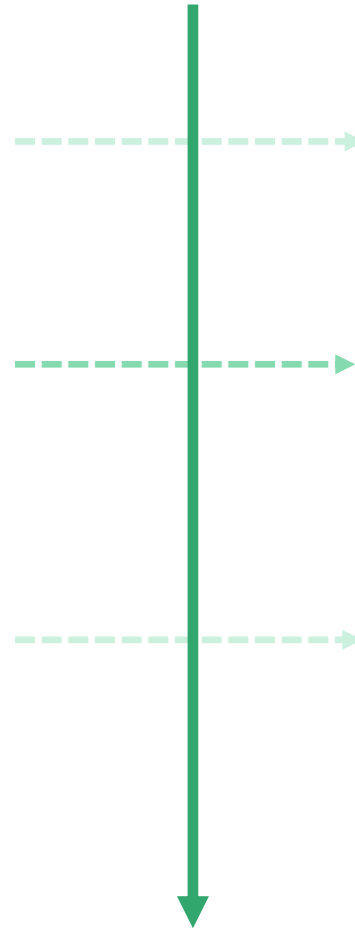
RETROFIT E RIQUALIFICAZIONE

Monitoraggio ambientale e ricadute sul comfort

Controllo fluttuazioni termiche

Controllo dispersioni

Flussi d'aria indesiderati



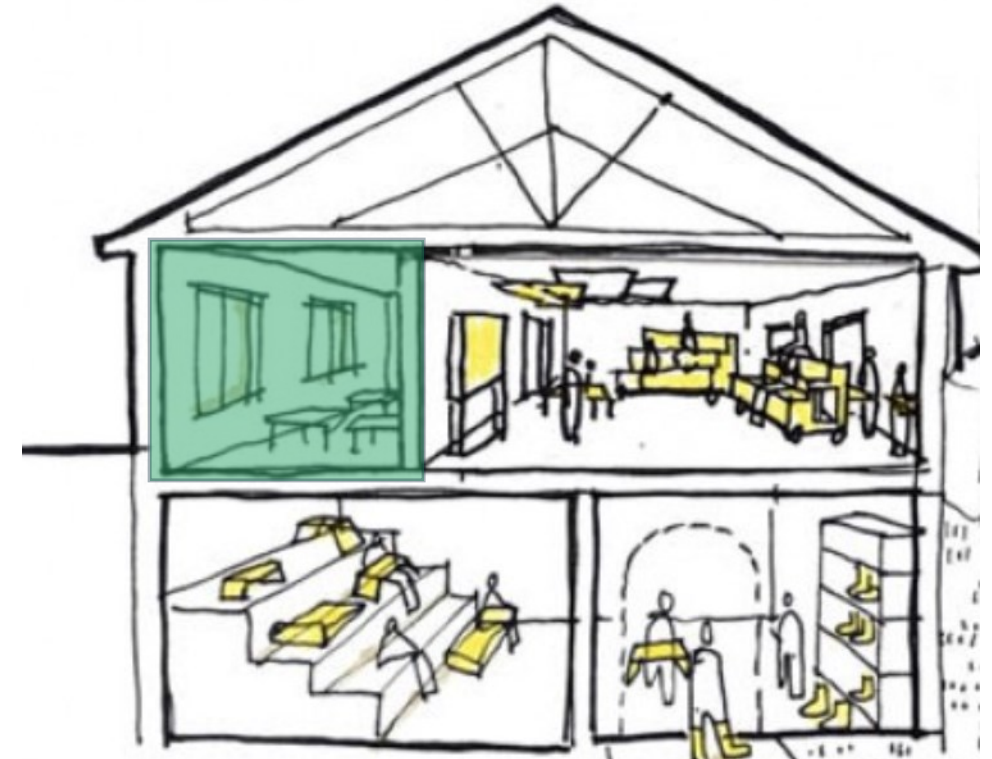
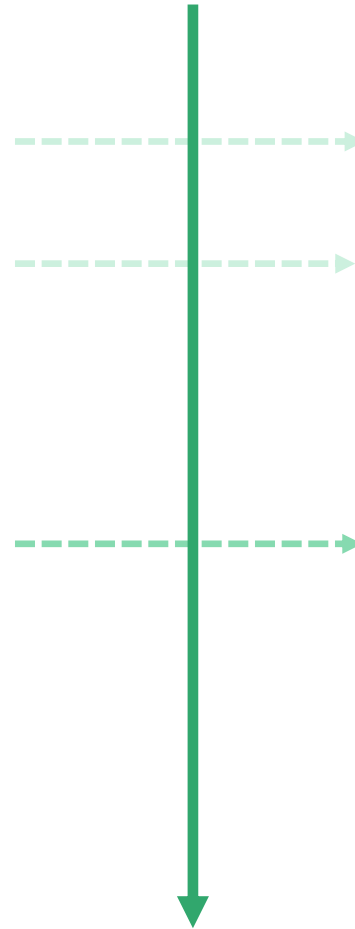
RETROFIT E RIQUALIFICAZIONE

Monitoraggio ambientale e ricadute sul comfort

Controllo fluttuazioni termiche

Controllo dispersioni

Flussi d'aria indesiderati



<https://www.frchildren.org/it/ricerca/progetti/scuola-diffusa-nuovi-paesaggi-di-apprendimento>

RETROFIT E RIQUALIFICAZIONE

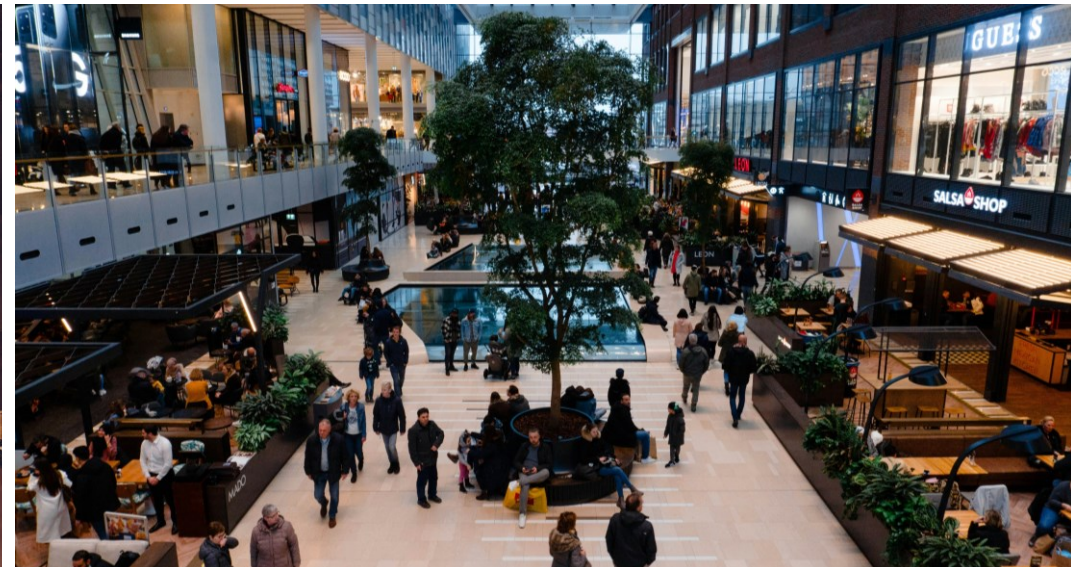
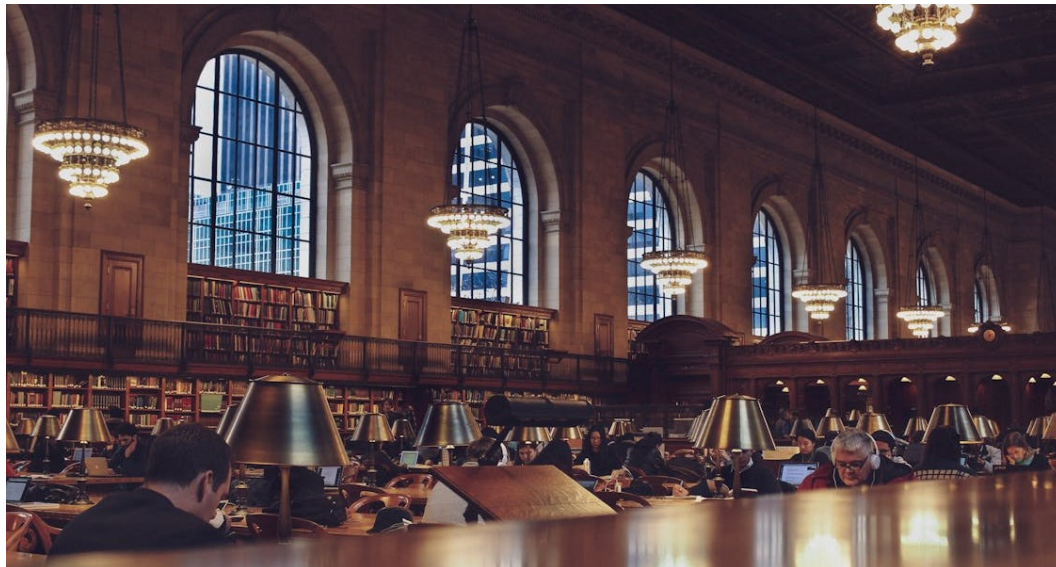
Monitoraggio Ambientale Indoor/Outdoor

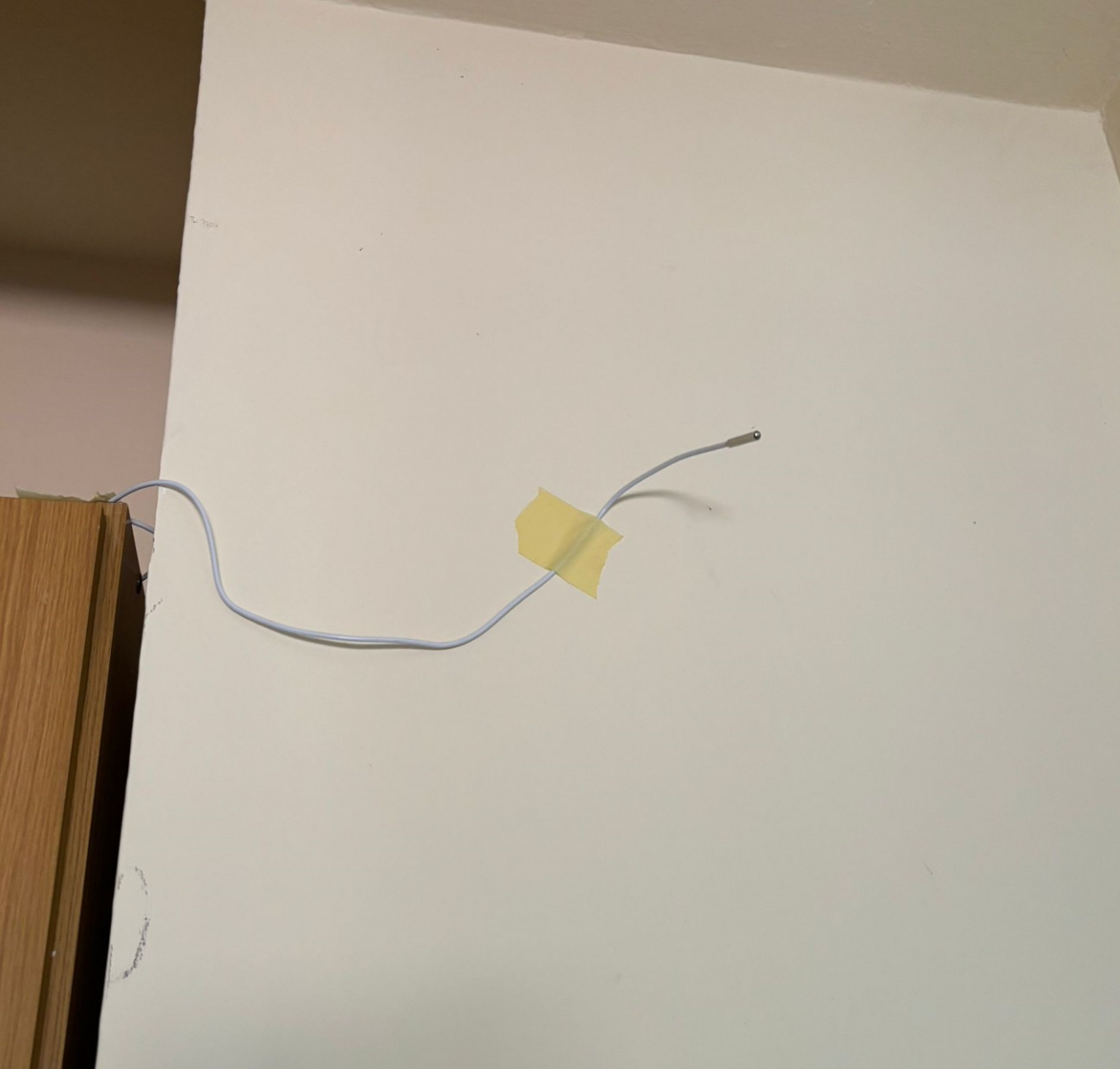


Monitoraggio Ambientale Outdoor



Monitoraggio Ambientale Indoor





CASO D'USO RESIDENZIALE

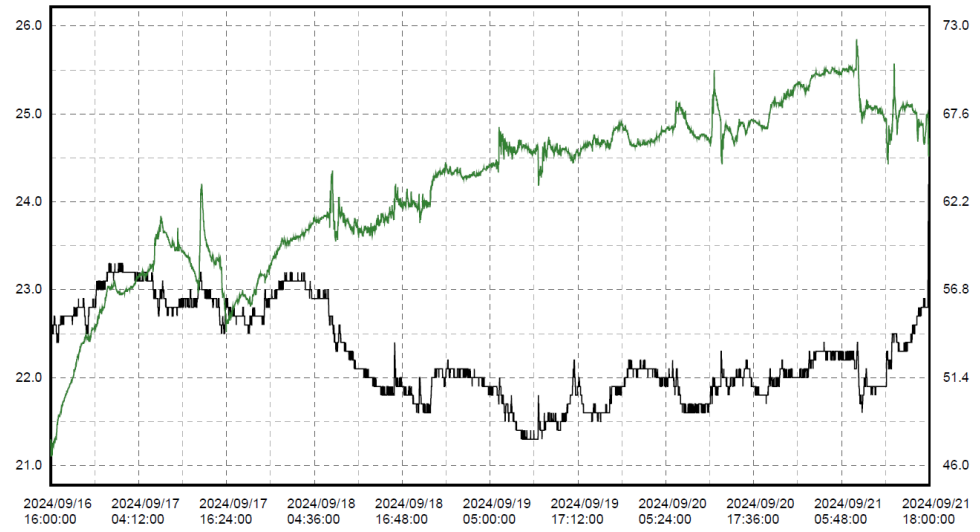
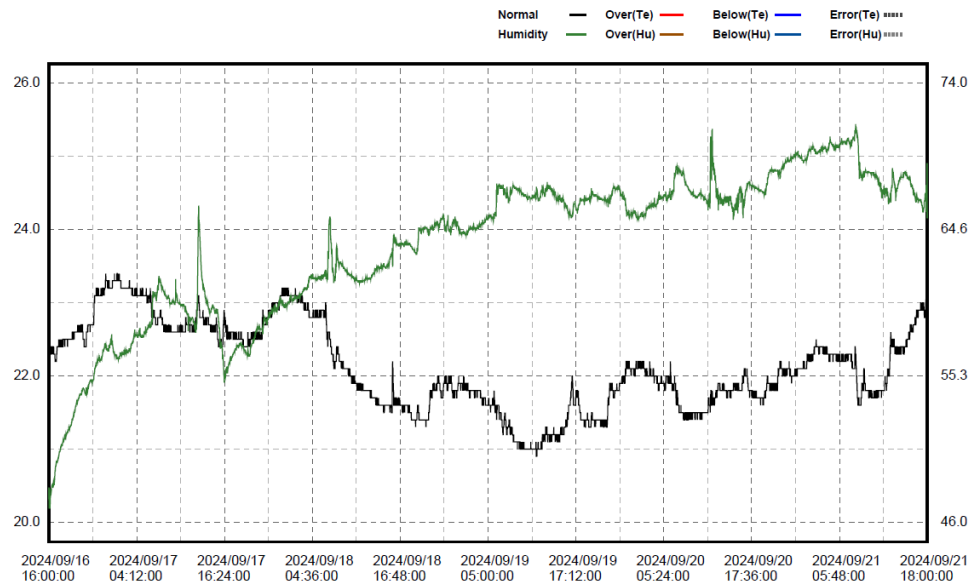
CASO D'USO RESIDENZIALE

Obiettivi dell'indagine:

- Monitoraggio del comfort indoor;
- Monitoraggio dell'umidità all'interno delle stanze;
- Verificare la salubrità degli ambienti che presentano insorgenza di muffe.

CASO D'USO RESIDENZIALE

Monitoraggio termoisigrometrico



CASO D'USO RESIDENZIALE

Monitoraggio stress termico

	Units	Avg	Min	Max	Standard Deviation
Temperature	°C	23.2	22.6	24.1	0.40
Heat Index	°C	22.4	22.0	23.0	0.29
Relative Humidity	%	46.8	44.3	48.6	1.40
Wind Speed	km/h	0.0	0.0	0.0	0.00
Station Pressure	mb	1004.1	1003.8	1004.3	0.12
Dew Point	°C	11.2	10.9	11.3	0.11
Altitude	m	74	73	76	0.95
Density Altitude	m	435	418	466	12.53
Barometric Pressure	mb	1004.0	1003.7	1004.2	0.12
Compass Magnetic Direction	Deg	--	--	--	0.00
Compass True Direction	Deg	--	--	--	0.00
Crosswind	km/h	--	--	--	0.00
Headwind	km/h	--	--	--	0.00
Wind Chill	°C	23.1	22.6	24.0	0.39
Wet Bulb Temp	°C	15.8	15.6	16.2	0.09
NWB Temp	°C	16.7	16.5	17.1	0.12
Globe Temperature	°C	22.2	21.9	23.4	0.36
Wet Bulb Globe Temperature	°C	18.4	18.2	19.0	0.19
Thermal Work Limit	w/m2	250.9	245.6	252.2	1.46



CASO D'USO RESIDENZIALE

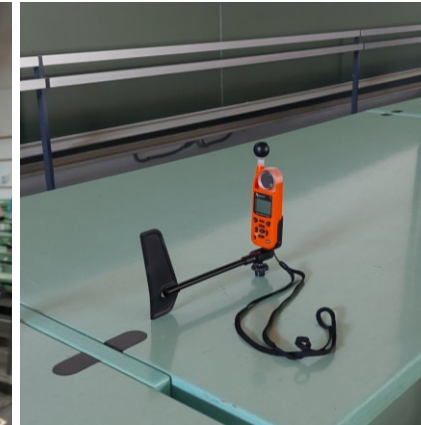
Monitoraggio qualità dell'aria



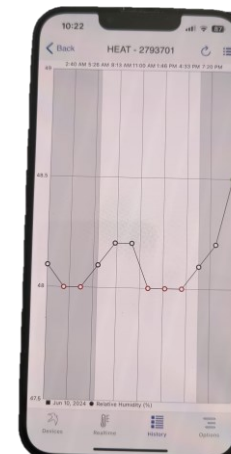
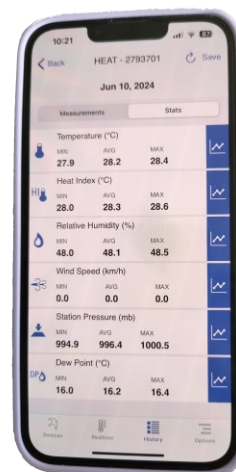
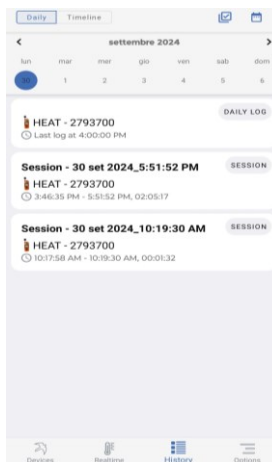
VANTAGGI DEGLI STRUMENTI



Facilmente trasportabili



Controllo da remoto e archiviazione





CASO D'USO FUNZIONE PUBBLICA – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

Obiettivi dell'indagine:

- Monitoraggio delle temperature interne;
- Monitoraggio delle temperature esterne;
- Qualità dell'aria indoor e outdoor.

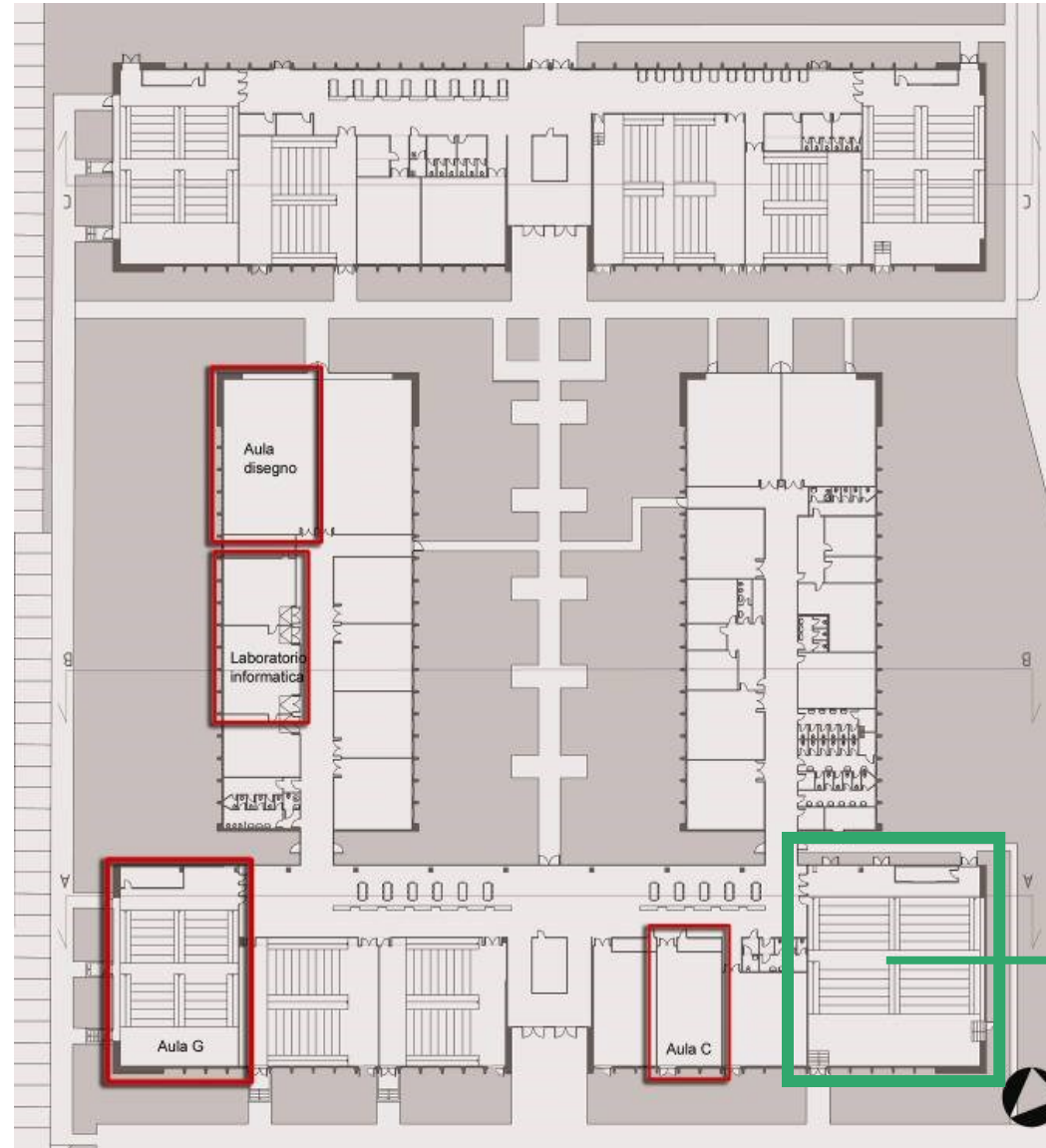
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

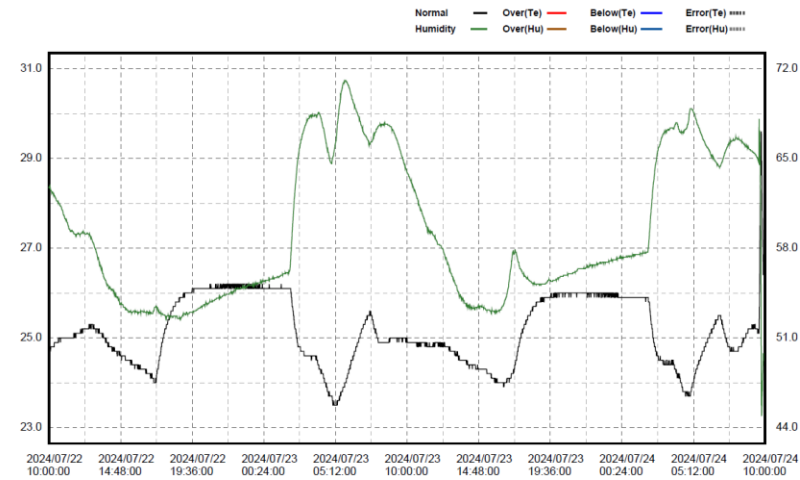
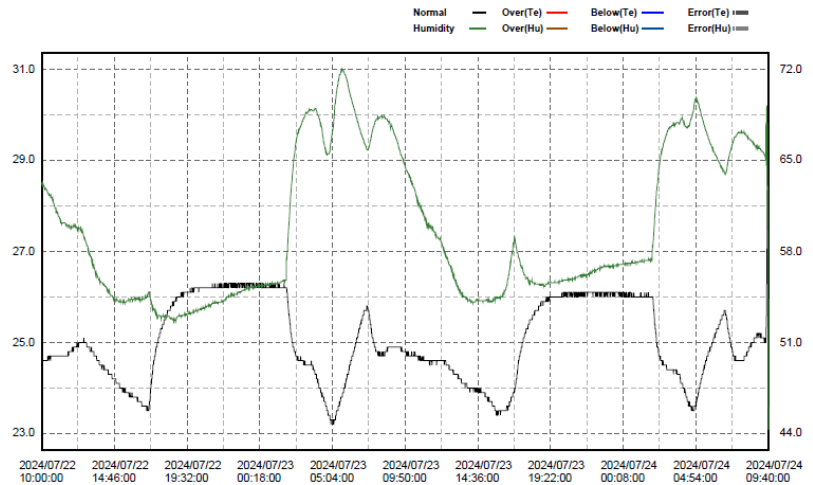
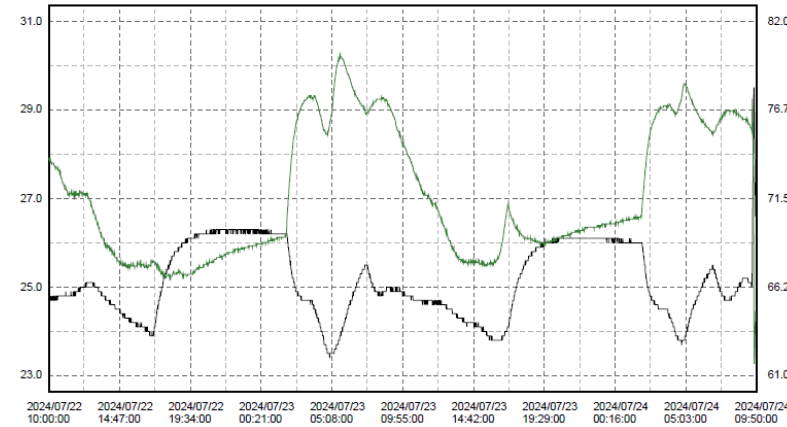
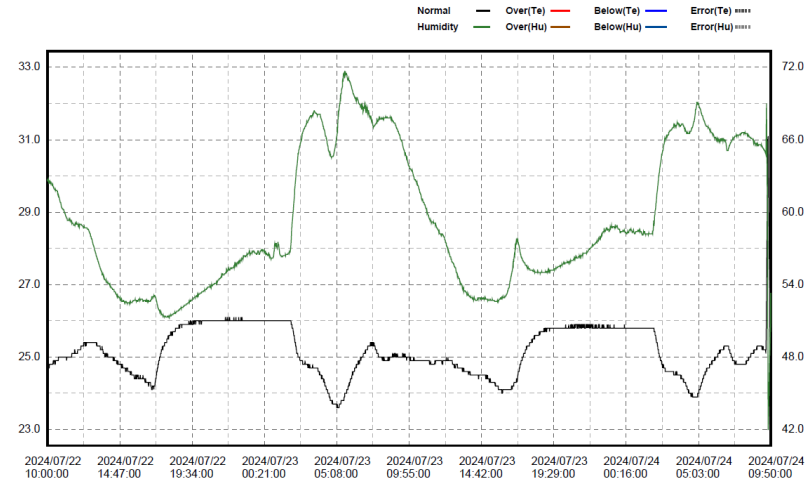


AULA A

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

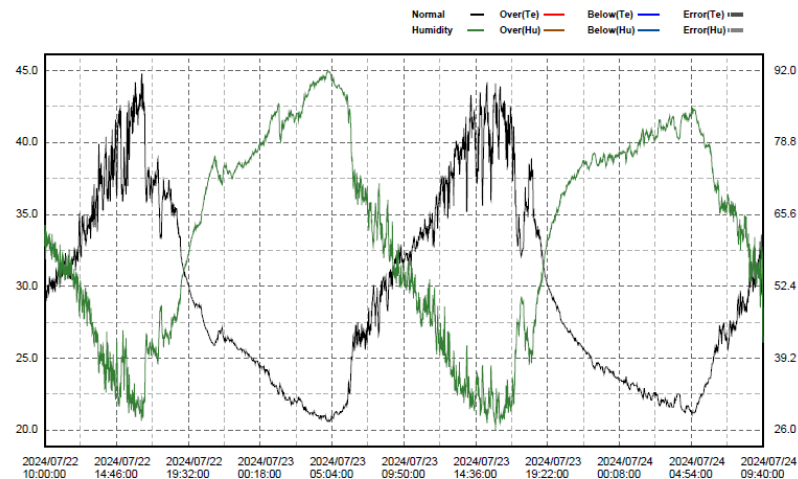
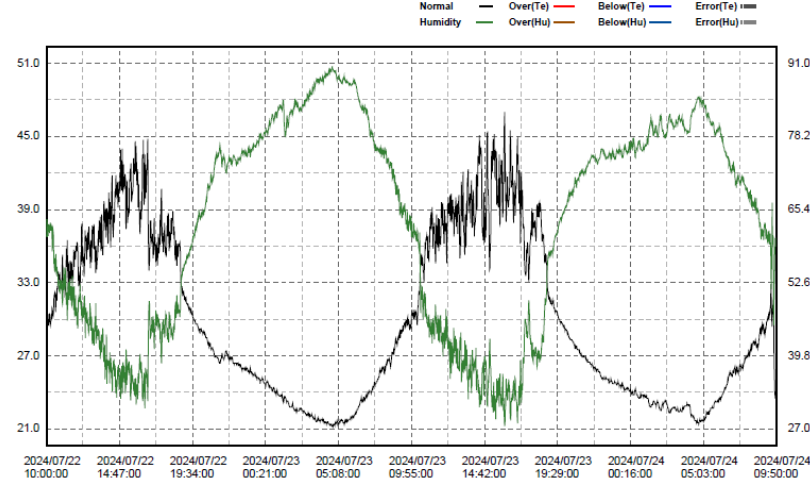
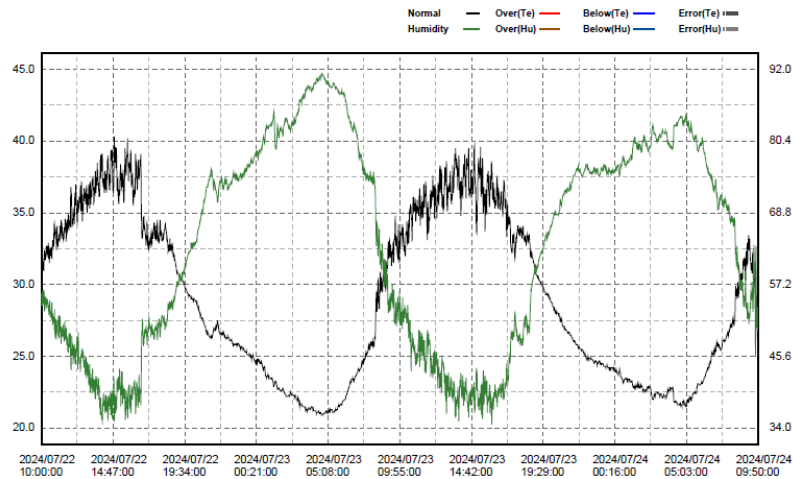
Monitoraggio termoisigrometrico



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

Monitoraggio termoisgrometrico



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

Monitoraggio stress termico

	Units	Avg	Min	Max	Standard Deviation
Temperature	°F	77,8	77,6	78,1	0,05
Heat Index	°F	78,4	78,3	79,2	0,10
Relative Humidity	%	61,9	61,6	62,4	0,14
Wind Speed	mph	0,0	0,0	0,0	0,00
Station Pressure	inHg	29,78	29,77	29,78	0,03
Dew Point	°F	63,6	63,6	64,2	0,05
Altitude	ft	128	127	129	0,22
Density Altitude	ft	1633	1617	1656	2,17
Barometric Pressure	inHg	29,77	29,77	29,78	0,04
Compass Magnetic Direction	Deg	–	–	–	–
Compass True Direction	Deg	–	–	–	–
Crosswind	mph	–	–	–	–
Headwind	mph	–	–	–	–
Wind Chill	°F	77,7	77,5	78,1	0,07
Wet Bulb Temp	°F	68,2	68,0	68,5	0,05
NWB Temp	°F	69,2	69,2	69,5	0,04
Globe Temperature	°F	76,7	76,6	76,8	0,03
Wet Bulb Globe Temperature	°F	71,5	71,5	71,8	0,04
Thermal Work Limit	w/m2	215,6	214,4	216,0	0,30



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

Monitoraggio stress termico

	Units	Avg	Min	Max	Standard Deviation
Temperature	°F	85,3	84,3	86,9	0,35
Heat Index	°F	90,4	88,2	93,6	0,71
Relative Humidity	%	58,0	57,4	58,7	0,36
Wind Speed	mph	0,1	0,0	1,8	0,17
Station Pressure	inHg	29,77	29,77	29,77	0,04
Dew Point	°F	68,9	67,6	70,2	0,35
Altitude	ft	129	127	132	0,21
Density Altitude	ft	2153	2074	2266	14,27
Barometric Pressure	inHg	29,77	29,77	29,77	0,00
Compass Magnetic Direction	Deg	–	–	–	–
Compass True Direction	Deg	–	–	–	–
Crosswind	mph	–	–	–	–
Headwind	mph	–	–	–	–
Wind Chill	°F	85,2	84,2	86,9	0,36
Wet Bulb Temp	°F	73,6	72,5	74,8	0,32
NWB Temp	°F	74,3	73,9	74,8	0,18
Globe Temperature	°F	90,5	88,2	91,7	0,54
Wet Bulb Globe Temperature	°F	78,6	78,3	79,2	0,11
Thermal Work Limit	w/m2	165,2	160,4	191,3	3,98



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

Monitoraggio stress termico

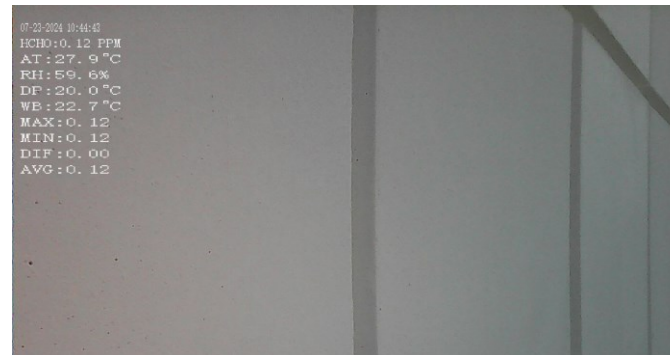
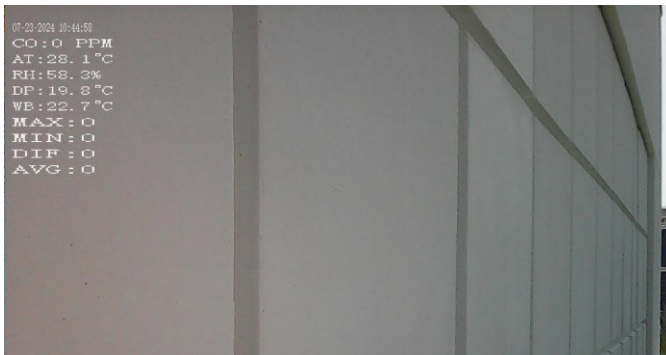
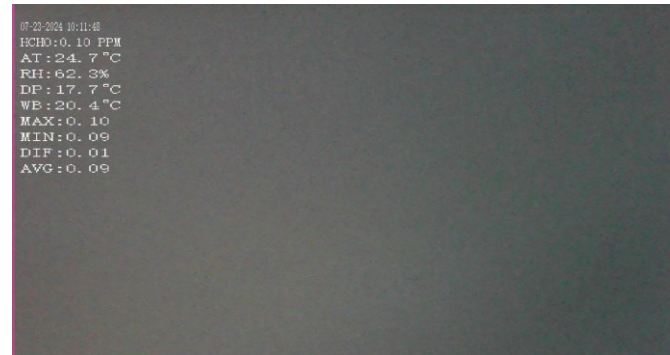
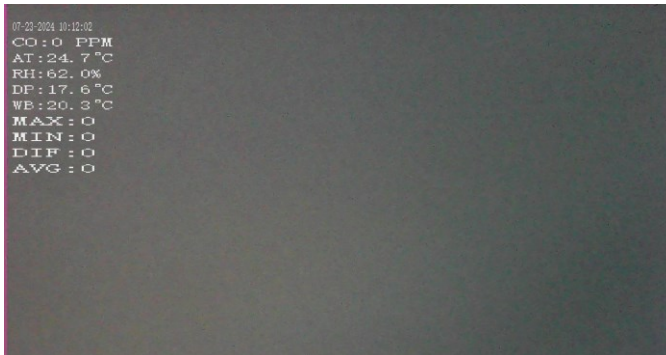
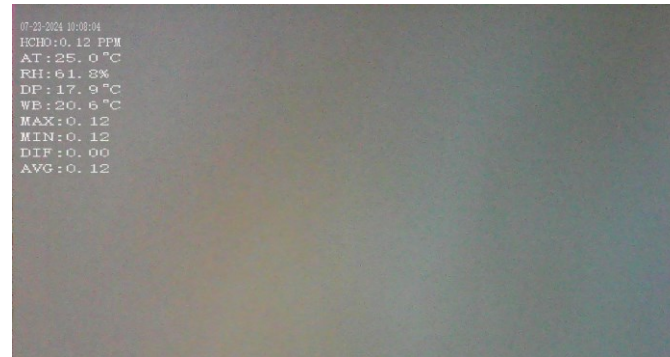
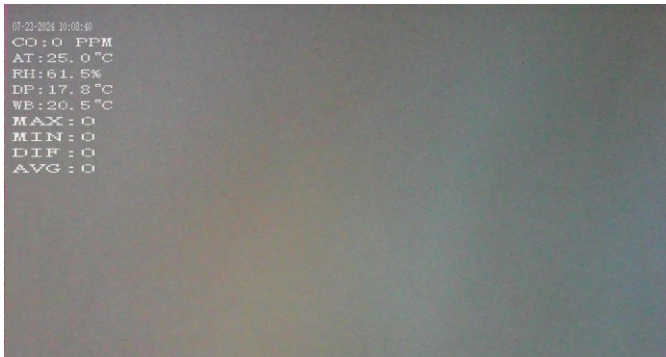
	Units	Avg	Min	Max	Standard Deviation
Temperature	°F	78,5	78,0	79,1	0,18
Heat Index	°F	79,6	78,8	80,2	0,26
Relative Humidity	%	61,8	61,4	62,4	0,29
Wind Speed	mph	0,0	0,0	0,0	0,00
Station Pressure	inHg	29,76	29,76	29,77	0,05
Dew Point	°F	64,4	64,0	64,7	0,10
Altitude	ft	137	136	141	0,17
Density Altitude	ft	1699	1661	1735	6,57
Barometric Pressure	inHg	29,76	29,76	29,77	0,05
Compass Magnetic Direction	Deg	–	–	–	–
Compass True Direction	Deg	–	–	–	–
Crosswind	mph	–	–	–	–
Headwind	mph	–	–	–	–
Wind Chill	°F	78,5	77,9	79,0	0,19
Wet Bulb Temp	°F	68,8	68,5	69,3	0,11
NWB Temp	°F	69,9	69,5	70,3	0,15
Globe Temperature	°F	77,5	76,9	79,3	0,35
Wet Bulb Globe Temperature	°F	72,3	71,9	73,0	0,19
Thermal Work Limit	w/m2	211,6	205,8	214,2	2,30



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

Monitoraggio qualità dell'aria

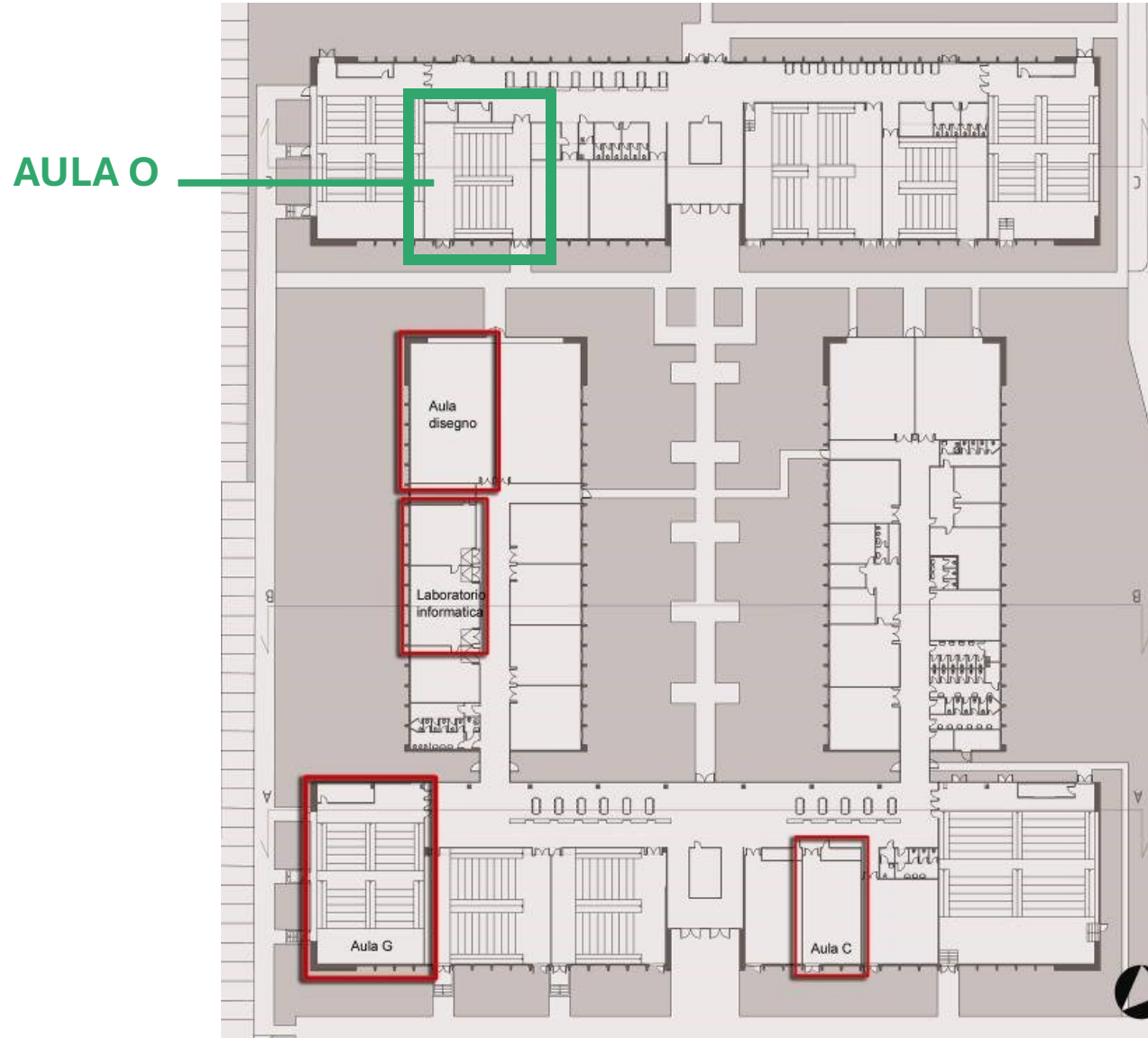




**CASO D'USO FUNZIONE PUBBLICA –
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA**

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

AULA UNIVERSITARIA

Monitoraggio stress termico

	Units	Avg	Min	Max	Standard Deviation
Temperature	°C	25.6	25.5	25.6	0.01
Heat Index	°C	25.1	25.0	25.1	0.04
Relative Humidity	%	50.2	49.9	50.4	0.17
Wind Speed	km/h	0.0	0.0	0.0	0.00
Station Pressure	mb	1001.4	1001.3	1001.5	0.04
Dew Point	°C	14.4	14.3	14.5	0.05
Altitude	m	97	96	97	0.40
Density Altitude	m	558	558	560	0.60
Barometric Pressure	mb	1001.4	1001.2	1001.5	0.08
Compass Magnetic Direction	Deg	--	--	--	0.00
Compass True Direction	Deg	--	--	--	0.00
Crosswind	km/h	--	--	--	0.00
Headwind	km/h	--	--	--	0.00
Wind Chill	°C	25.5	25.5	25.5	0.00
Wet Bulb Temp	°C	18.3	18.2	18.4	0.06
NWB Temp	°C	19.2	19.1	19.2	0.04
Globe Temperature	°C	25.3	25.3	25.3	0.01
Wet Bulb Globe Temperature	°C	21.0	21.0	21.1	0.03
Thermal Work Limit	w/m2	225.2	224.9	225.7	0.31



Strumentazione



DATA LOGGER

La strumentazione da noi utilizzata per il monitoraggio outdoor è **XETRON ELOG 10EH**

- Parametri di misurazione: temperatura esterna e umidità
- Range di misurazione: -40° C to 70° C
- Sensore: sensore digitale
- Accuratezza:

Temperatura $\pm 0.5^{\circ}\text{ C}$ (-20° C e 40° C); $\pm 1.0^{\circ}\text{ C}$ (-50° C e 85° C). Umidità $\pm 3\%\text{RH}$

- Intervallo di registrazione: 10 secondi - 24 ore

Strumentazione

DATA LOGGER

Per il monitoraggio indoor **XETRON ELOG 10H**



- Parametri di misurazione: temperatura interna e umidità
- Range di misurazione: -30° C to 70° C
- Sensore: sensore digitale
- Accuratezza:
 - Temperatura $\pm 0.5^{\circ}$ C (-20° C e 40° C); $\pm 1.0^{\circ}$ C (-50° C e 85° C).
- Umidità $\pm 3\%RH$
- Intervallo di registrazione: 10 secondi - 24 ore

Strumentazione

CONTATORE DI PARTICELLE

Il contatore di particelle da noi utilizzato **TROTEC PC 220**



- Intervallo temperatura: da 0° C a 50° C
- Campo di misurazione dell'umidità dell'aria: 0% u.r. fino a 100% u.r.
- Grandezza particelle rilevabili: 0.3 µm, 0.5 µm, 1.0 µm, 2.5 µm, 5.0 µm, 10.0 µm
- Intervallo di misurazione Formaldeide: 0,01 fino a 4.00 ppm
- Intervallo di misurazione monossido di carbonio: 10 fino a 1000 ppm

Strumentazione



MISURATORE DI STRESS TERMICO

Lo strumento da noi utilizzato è **Kestrel 5400 WBGT Heat Stress Tracker & Weather**

- Intervallo temperatura ambiente: da -29° C a 70° C
- Precisione temperatura ambiente: 0.5° C
- Intervallo Umidità Relativa: da 10% a 90% 25° C senza condensa
- Pressione: tra 1100 e 1600 mbar.
- Precisione altitudine: 23,6 piedi/7,2 m da 750 a 1100 mBar
massimo: 48,2 piedi/14,7 m da 300 a 750 mbar
- Precisione pressione barometrica: 0,07 inHg 2,4 hPa|mbar 0,03PSI
- Punto di rugiada: 1,9° C 15%-95% umidità relativa
- Indice di calore: 4,0° C
- Limite di lavoro termico: 10,9 W/m²

Grazie per l'attenzione



<https://www.smile-dih.eu>



smile-dih@upi.pr.it



research@smile-dih.eu

