

La Biblioteca Meteorologica Storica del CREA al Collegio Romano è un'insostituibile testimonianza dell'eredità scientifica della tradizione meteorologica e geofisica italiana. Lo studio del microclima è utile per comprendere la complessa interazione tra la collezione storica e l'ambiente e per studiare i possibili rischi di deterioramento indotti dal clima.

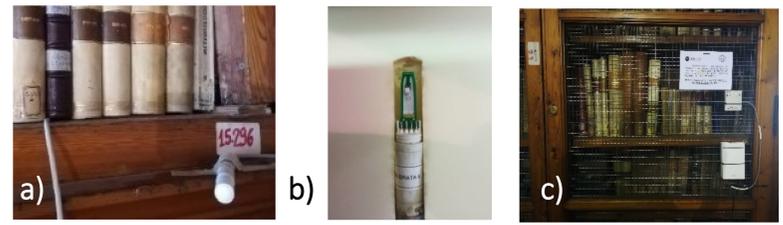


Figura 1 – Sistema di monitoraggio (in corso).

Sistema di monitoraggio (luglio 2019 - dicembre 2020, Fig.1):
 a) 1 termo-igrometro in sala a 2.5 m da terra ^[1];
 b) 1 termo-igrometro dentro un libro campione a 2.5 m ^[1];
 c) 1 misuratore di concentrazione di anidride carbonica (CO₂) ^[2];

Metodi

Condizioni igrometriche nel libro ^[3]

L'umidità relativa nel libro al tempo t (UR_{libro,i}) dipende dall'UR nella sala (UR_{sala,i}) in funzione del tempo di risposta (TR) ricavato dal fit del valore di n:

$$UR_{libro,i} = \left(\frac{UR_{libro,i-1} + \frac{UR_{sala,i}}{(n/3)}}{1 + \frac{1}{n/3}} \right)$$

dove: n = TR*numero di misure al giorno (48).

Risultati

Il tempo di risposta stimato (~37 giorni) permette di valutare le condizioni di UR interne al libro (UR_{fit}) in assenza di condizionamento dell'aria (Fig.2), con errore quadratico medio RMSE=0.5%.

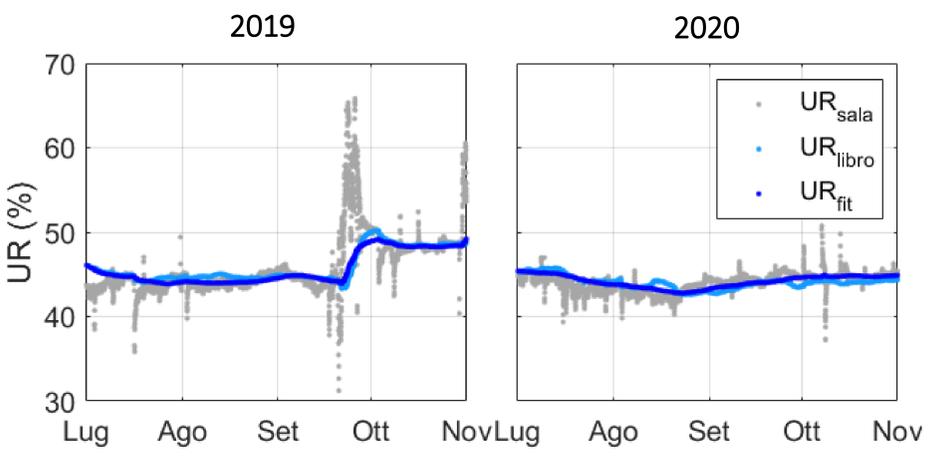


Figura 2 – Simulazioni di UR in assenza di condizionamento dell'aria: misurazioni (UR_{libro}) vs simulazioni (UR_{fit}).

Degrado chimico ^[4]

La costante di idrolisi della cellulosa (k) dipende dall'acidità (pH) della carta e dalle condizioni di temperatura (T) e umidità relativa (UR):

$$\ln(k) = 36.981 + 36.72 \cdot \left(\frac{\ln(1-UR)}{1.67 \cdot T - 285.66} \right)^{\frac{1}{2.491 - 0.012 \cdot T}} + 0.244 \cdot \ln(10^{-pH}) - \frac{14300}{(T + 273.15)}$$

Da k e dal grado di polimerizzazione iniziale (DPO) si ricava l'aspettativa di vita del materiale in anni.

Le condizioni più rischiose per l'idrolisi della cellulosa sono legate a T>20°C (Fig.3). Nelle scaffalature, la variabilità di UR risulta notevolmente ridotta rispetto alla sala (Fig.3a), ma non determina una diminuzione del rischio di degrado chimico per le collezioni (Fig.3b).

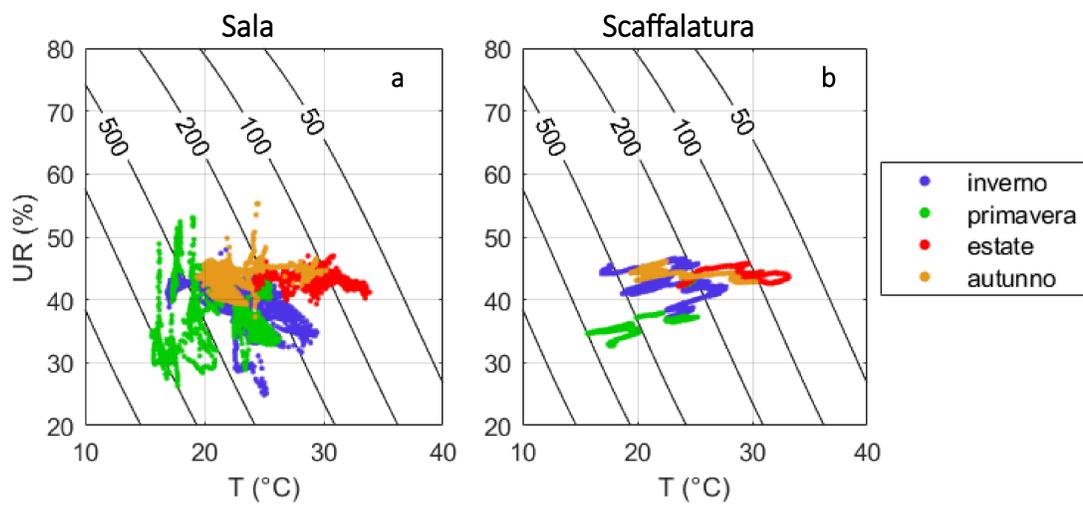


Figura 3 – Curve di aspettativa di vita (anni) per carta acida (pH=5) e DPO=800 per libri aperti nella sala (a) o chiusi nelle scaffalature (b).

Tasso ricambio aria (ACH) ^[5]

Metodo del decadimento del gas tracciante (CO₂):

$$ACH = -\ln \left(\frac{c_{int,t} - c_{rif}}{c_{int,0} - c_{rif}} \right) \times \frac{1}{t}$$

dove: c_{int,t} e c_{int,0} = concentrazioni CO₂ in sala al tempo t e t₀, e c_{rif} = valore in assenza di persone.

Il tasso medio di ricambio dell'aria calcolato sui picchi di CO₂ legati alla fruizione della sala (Fig.4) è pari a 2.5 ACH.

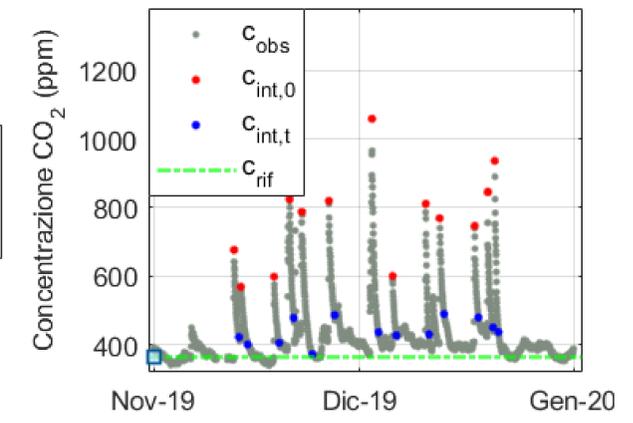


Figura 4 – Effetto della fruizione (nov-dic19): trend di concentrazioni di CO₂.

Conclusioni e sviluppi futuri

La caratterizzazione dell'ambiente della Biblioteca ha evidenziato che i rischi di deterioramento per le collezioni librerie sono legati principalmente alle variazioni di temperatura nella sala.

Questo aspetto sarà tenuto in considerazione nella valutazione di strategie conservative adatte, attraverso l'uso della simulazione dinamica del clima interno.

Riferimenti

- [1] Rotronic Hygroclip2® HC2A
- [2] Vaisala CARBOCAP® GMW86P
- [3] Martens, M.H.J. (2012)
- [4] Strlič et al. (2011)
- [5] Coelho et al. (2018)

3° Congresso Nazionale L'Aquila, 9-12 Febbraio 2021