

SAVERIO FERRARI

Microclima e ambiente in una biblioteca storica *

(con appendice a cura di GIUSEPPE CIRILLO - ELISABETTA IAVARONE -
BRUNO SPALLA - MARIA ROBERTA STANZANI)

Il microclima della Biblioteca Comunale dell'Archiginnasio è oggetto di monitoraggio e di indagine da oltre un decennio. Risale infatti al 1989 l'avvio di una campagna di rilevazione dell'umidità relativa e della temperatura, attuata, grazie ad un finanziamento della Provincia di Bologna e della Soprintendenza Regionale ai Beni Librari, mediante l'acquisto di una decina di termoigrografi SIAP MT 1520, che furono posizionati sia in alcune sale adibite a deposito librario, sia in ambienti destinati alla consultazione.¹

Le conclusioni di un primo stralcio di rilevazioni (maggio 1989 - giugno 1991), elaborate, grazie ai finanziamenti suddetti, dal Centro per la patologia e la conservazione del libro e del documento (Ce.Pa.C.)

* Il testo corrisponde alla comunicazione tenuta presso la Cappella Farnese del Palazzo Comunale di Bologna il 28 febbraio 2001, nell'ambito del workshop «Musei, ambienti per conservare», organizzato da Istituto di Scienze dell'Atmosfera e dell'Oceano (ISAO) CNR, Comitato per Bologna 2000 Città Europea della Cultura, Musei Civici d'Arte Antica e Settore Cultura del Comune di Bologna e Istituto Beni Culturali Regione Emilia-Romagna (IBC). Una mostra didattica di ugual titolo ebbe luogo nell'attigua Sala Farnese dal 6 febbraio al 6 maggio 2001; cfr. *Diagnostica finalizzata alla protezione e conservazione dei beni culturali: musei ambienti per conservare; i danni del tempo e la memoria storica; dal restauro al modello*, Bologna, Bologna 2000 Città Europea della cultura, 2001, e il sito <http://www.isao.bo.cnr.it/aerobio/bologna2000/>.

¹ Cfr. VALERIO MONTANARI, *Relazione del Direttore reggente [sull'attività svolta nel 1988]. -L'Archiginnasio-*, LXXXIII, 1988, p. 7-26, in particolare p. 8; Id., *Relazione del Direttore reggente, [sull'attività svolta nel 1989] -L'Archiginnasio-*, LXXXIV, 1989, p. 7-22, in particolare p. 7-8.

di Forlì, furono pubblicate nelle annate 1990 e 1991 del Bollettino della biblioteca.² In esse venivano posti in rilievo sia lo scarso isolamento dell'edificio dalle condizioni meteorologiche esterne – e di conseguenza le alte temperature alle quali la biblioteca soggiaceva in estate per il forte irraggiamento solare – sia l'eccessivo calore fornito dal sistema di riscaldamento invernale, costituito da aerotermostoni, che con i loro getti di aria calda abbassavano fortemente l'umidità relativa per lunghi periodi. Tali condizioni si protrassero inalterate fino al 1997, anno in cui entrò in funzione l'attuale impianto di condizionamento, esteso a gran parte dei depositi librari e alla totalità degli ambienti in cui stazionano abitualmente utenti e personale della biblioteca.³

A titolo d'esempio si confrontino i grafici che illustrano l'andamento climatico di un anno tipo (il 1995) in sei ambienti: al primo piano (tav. 2) le sale 2, 6, e 11, o dello Stabat Mater, affacciate su via dell'Archiginnasio e piazza Galvani, e il Gabinetto Disegni e Stampe (GDS) e la sala 16, prospicienti il quadriloggiato posto al centro del palazzo; al secondo piano (tav. 3) la sala dei mss. B.

Per quanto riguarda l'umidità relativa, sono stati indicati con una linea verde i valori massimi registrati nei grafici e con una blu le minime, mentre con due linee tratteggiate è stata espressa la fascia ottimale dei valori, che si aggira tra il 50% e il 65%.⁴

Per quanto riguarda la temperatura, invece, la curva della temperatura massima è stata espressa in rosso chiaro e la minima in rosso

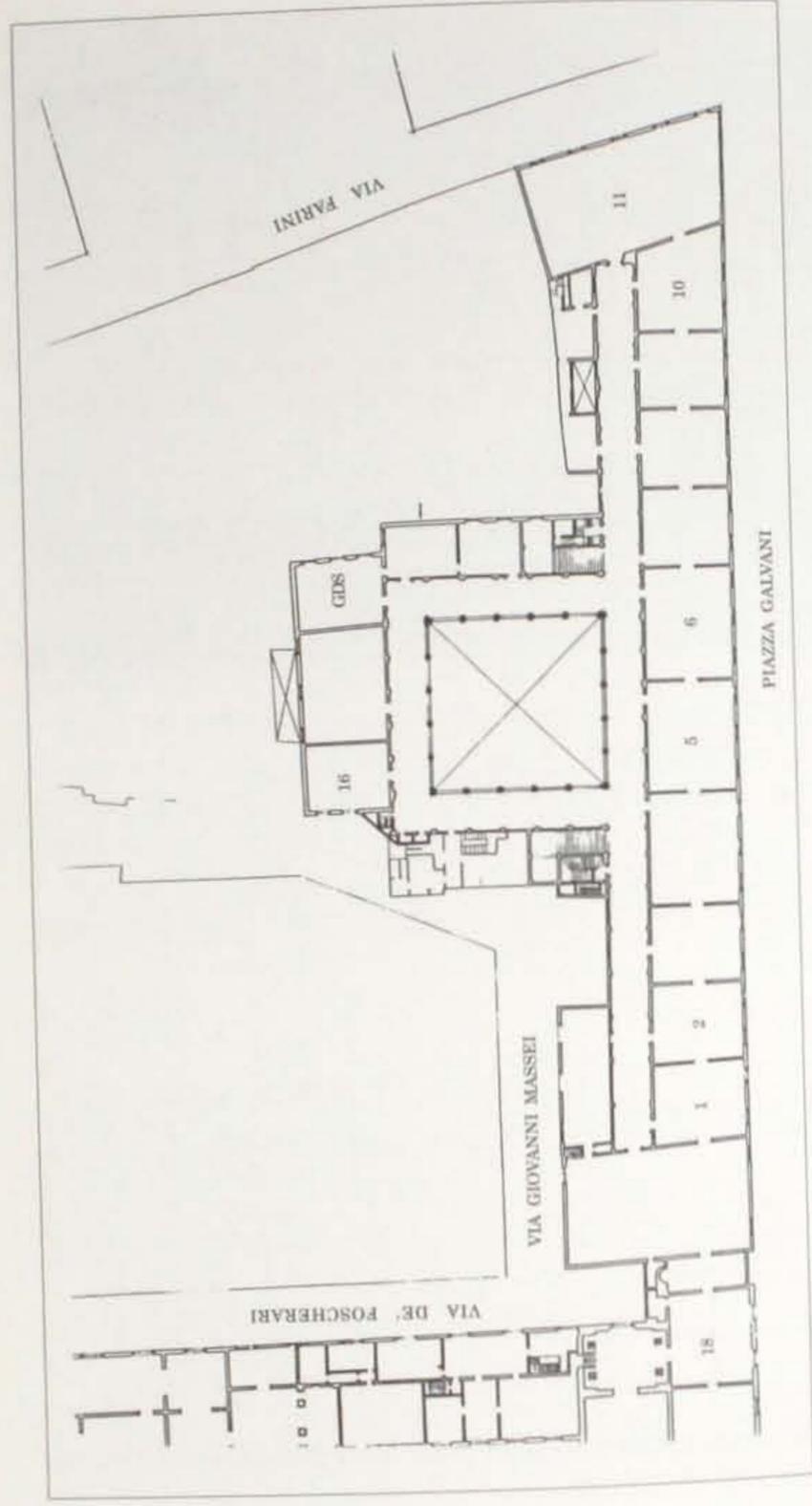
² Cfr. CE.P.A.C., *La situazione microclimatica negli ambienti della Biblioteca dell'Archiginnasio. Primo rilevamento parziale: maggio 1989 – giugno 1990*, allegato a V. MONTANARI, *Relazione del Direttore reggente [sull'attività svolta nel 1990]*, «L'Archiginnasio», LXXXV, 1990, p. 7-24, in particolare p. 20-24; CE.P.A.C., *Relazione riassuntiva sulla situazione microclimatica rilevata negli ambienti della biblioteca nell'anno solare compreso tra giugno 1990 e giugno 1991*, allegato a V. MONTANARI, *Relazione del Direttore reggente [sull'attività svolta nel 1991]*, «L'Archiginnasio», LXXXVI, 1991, p. 7-25, in particolare p. 21-25.

³ Cfr. PAOLO MESSINA, *Relazione del Direttore [sull'attività svolta nel 1996]*, «L'Archiginnasio», XCI, 1996, p. 7-29, in particolare p. 7-10; Id., *Relazione del Direttore [sull'attività svolta nel 1997]*, «L'Archiginnasio», XCII, 1997, p. VII-XXX, in particolare p. VII-X.

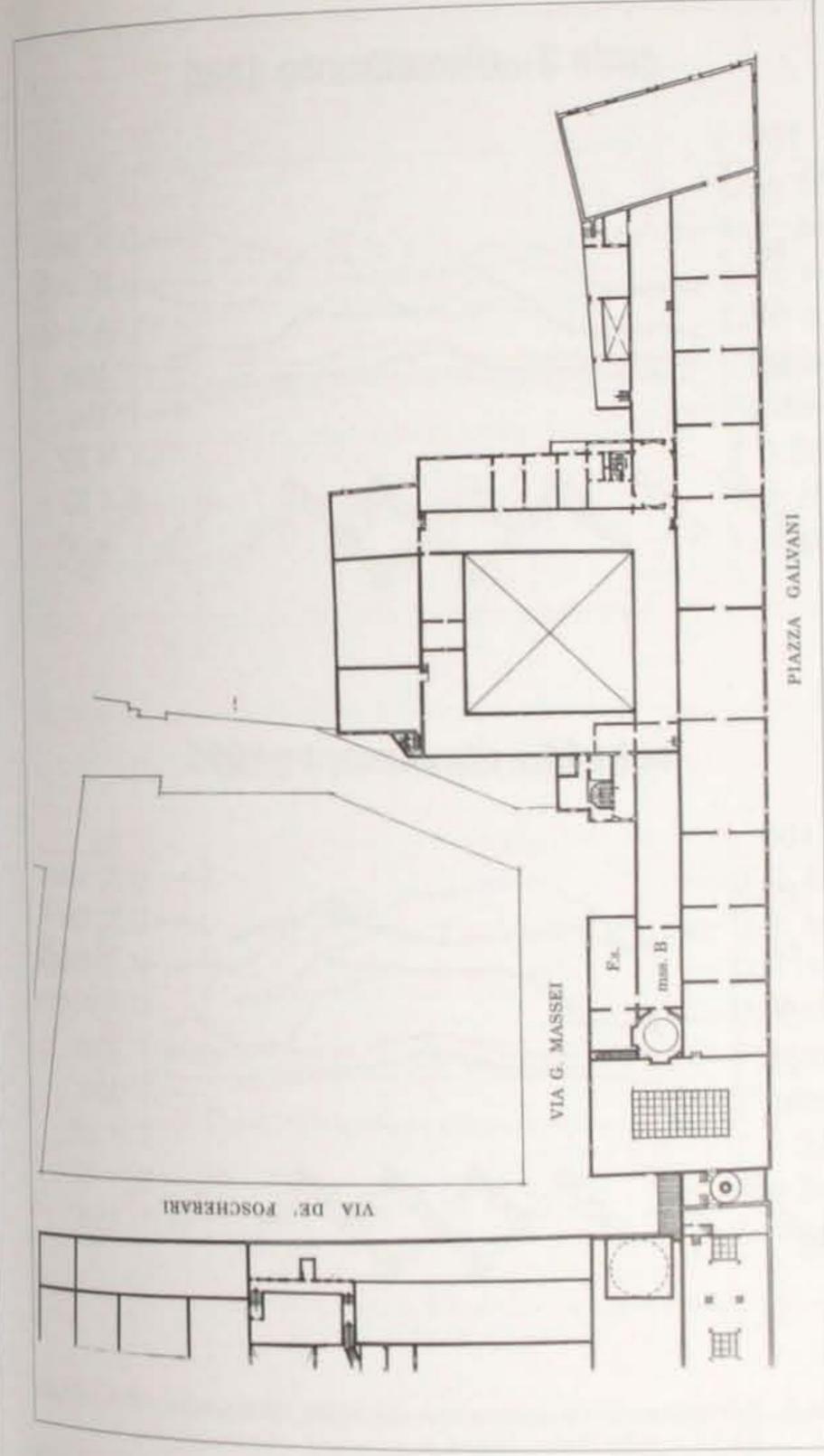
⁴ «L'umidità relativa (U.R.) di un certo volume d'aria a una certa temperatura è il rapporto fra l'umidità assoluta (quella contenuta nell'aria) e la saturazione (l'umidità che al massimo potrebbe contenere)», ISTITUTO PER I BENI ARTISTICI CULTURALI NATURALI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA – ICCROM, *La conservazione nei musei: il controllo dell'illuminazione, il controllo del clima*, Bologna, IBC – CLUEB, 1982 (Documenti, 16), p. 22.



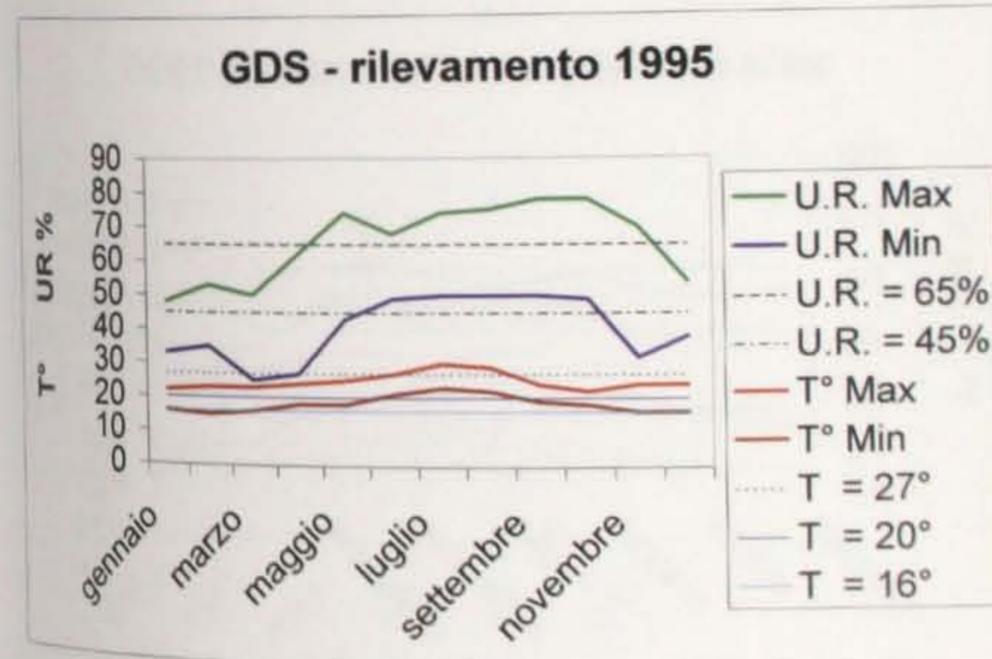
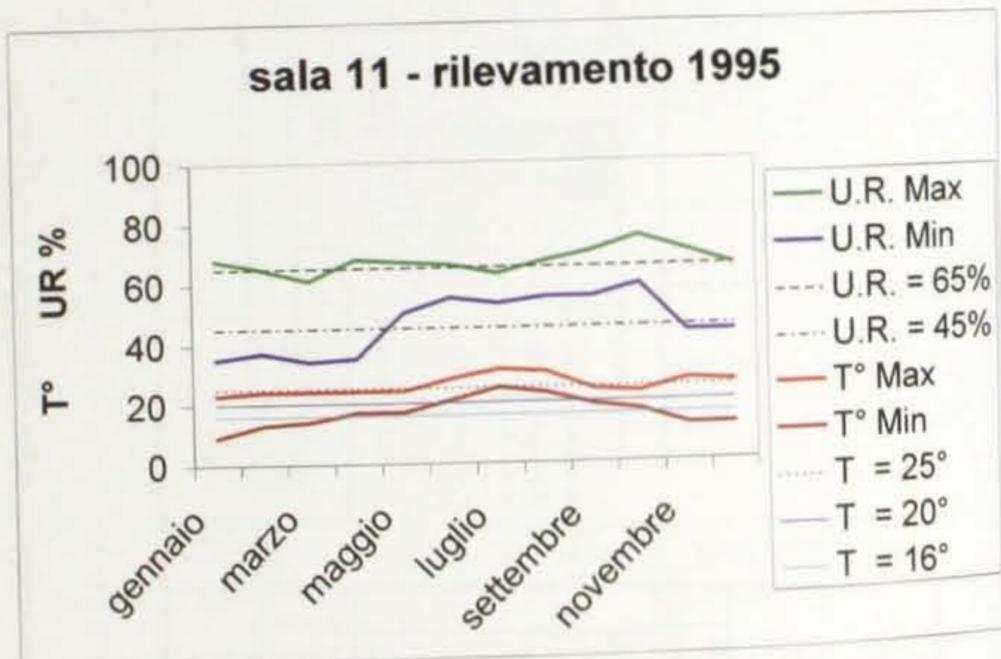
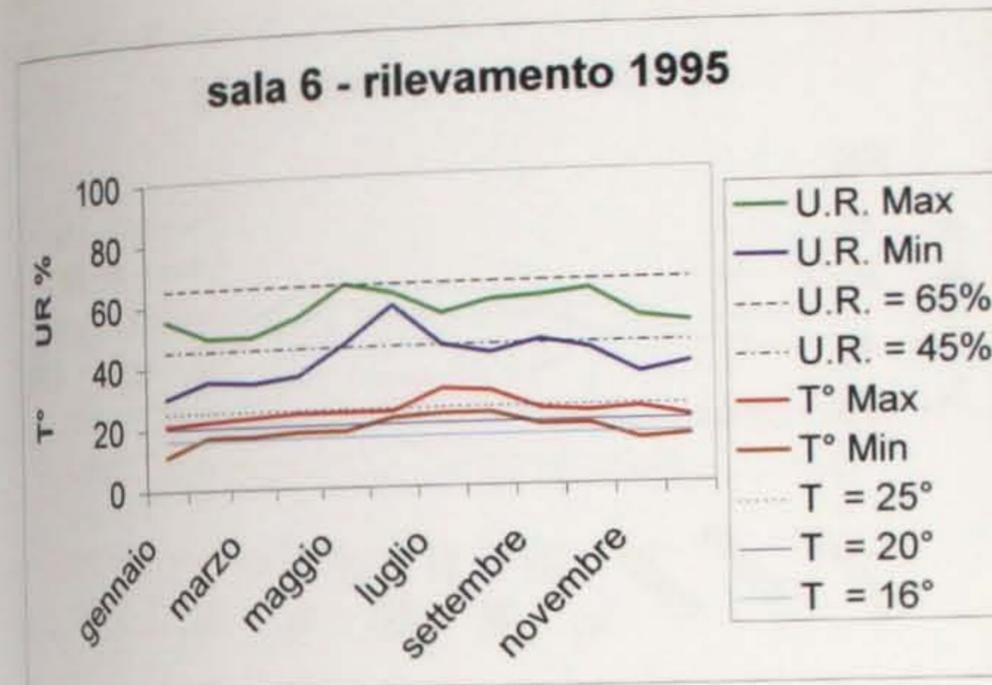
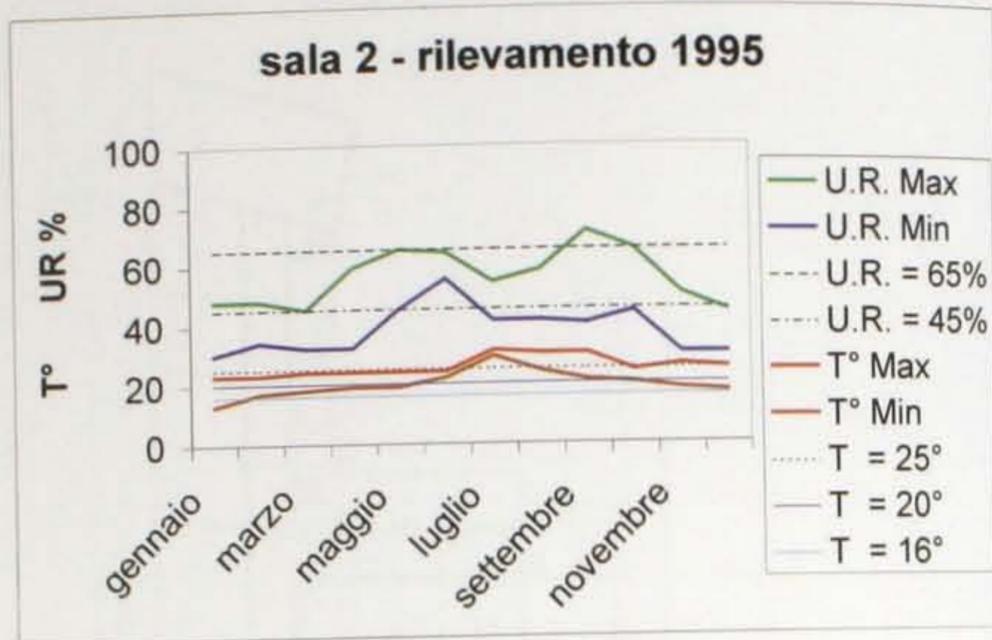
Tav. 1. Fronte del palazzo dell'Archiginnasio, prospiciente piazza Galvani. Foto Studio Pym e Studio Cesari.



Tav. 2. Pianta del palazzo dell'Archiginnasio, primo piano.

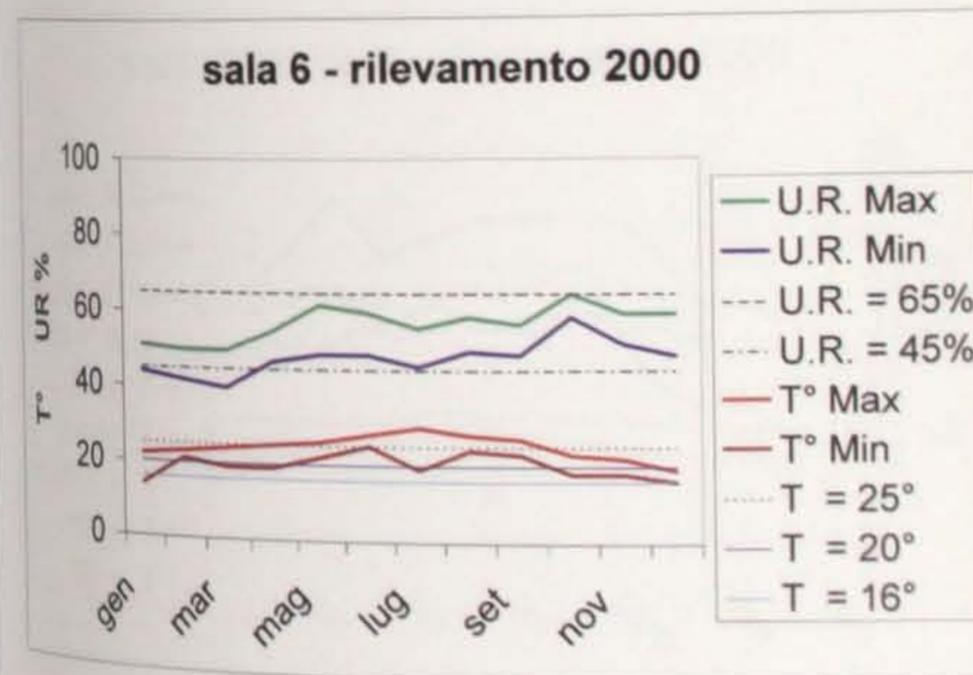
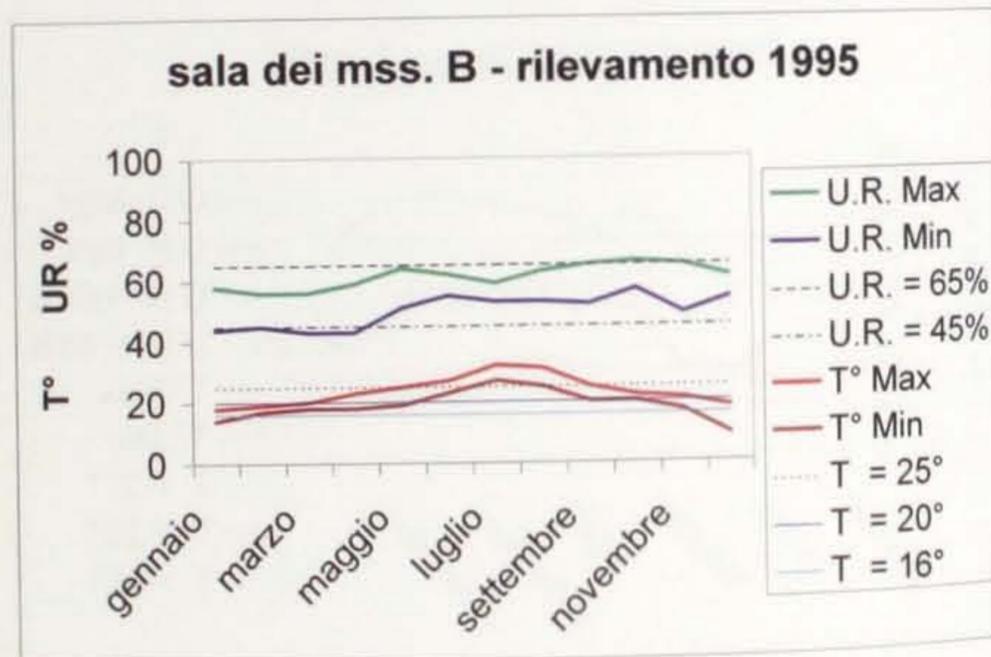
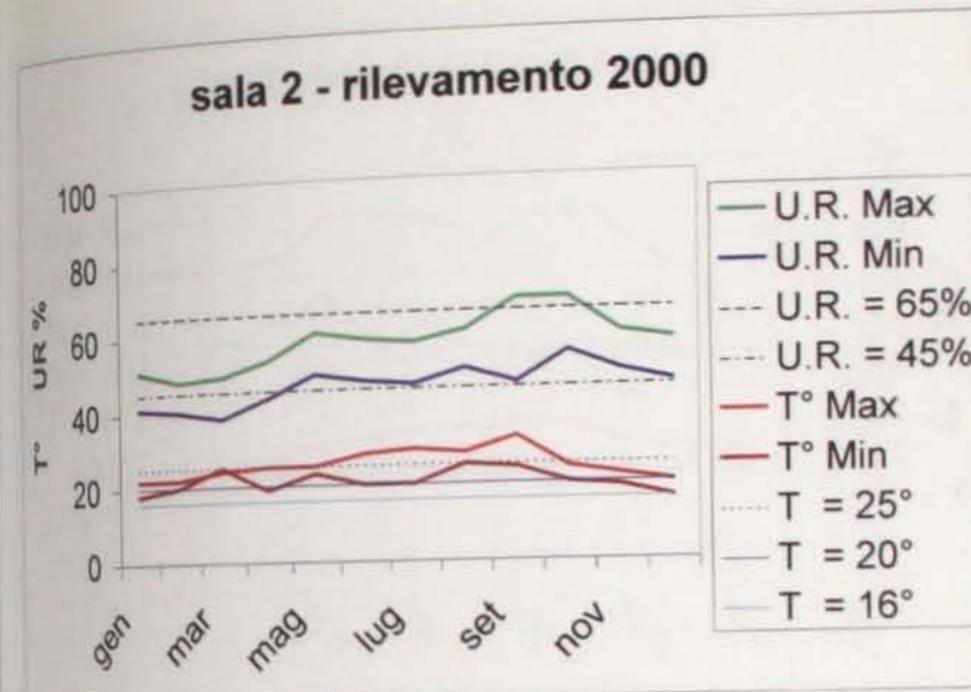
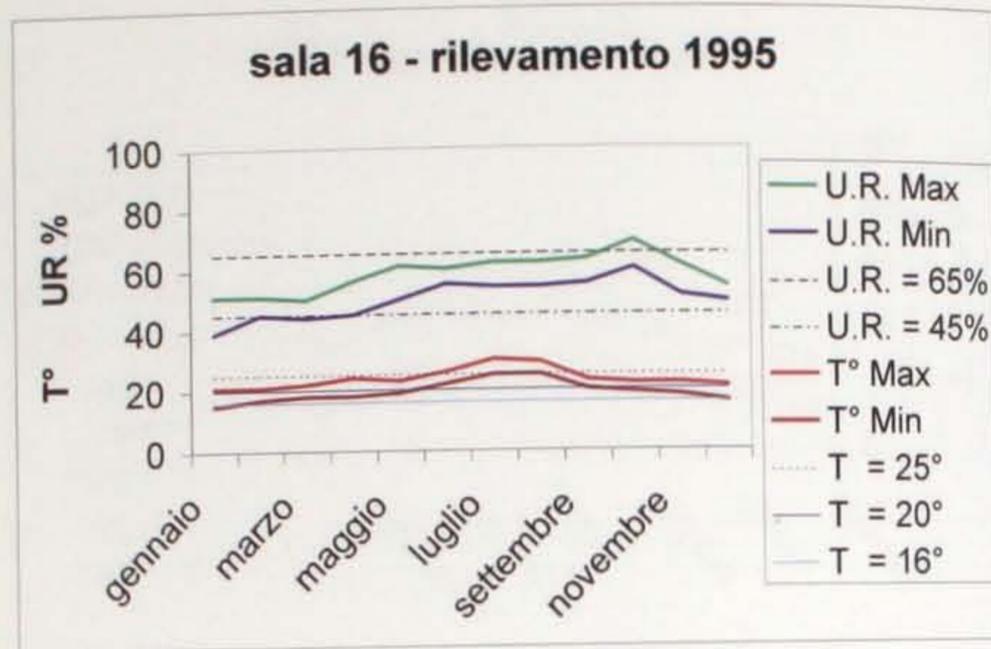


Tav. 3. Pianta del palazzo dell'Archiginnasio, secondo piano.



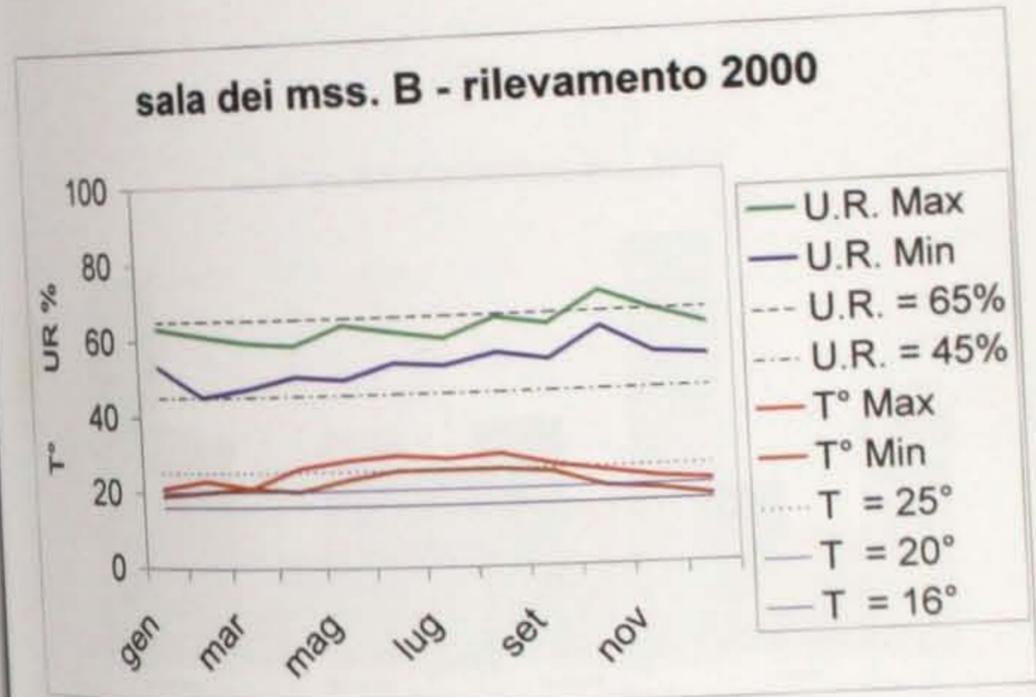
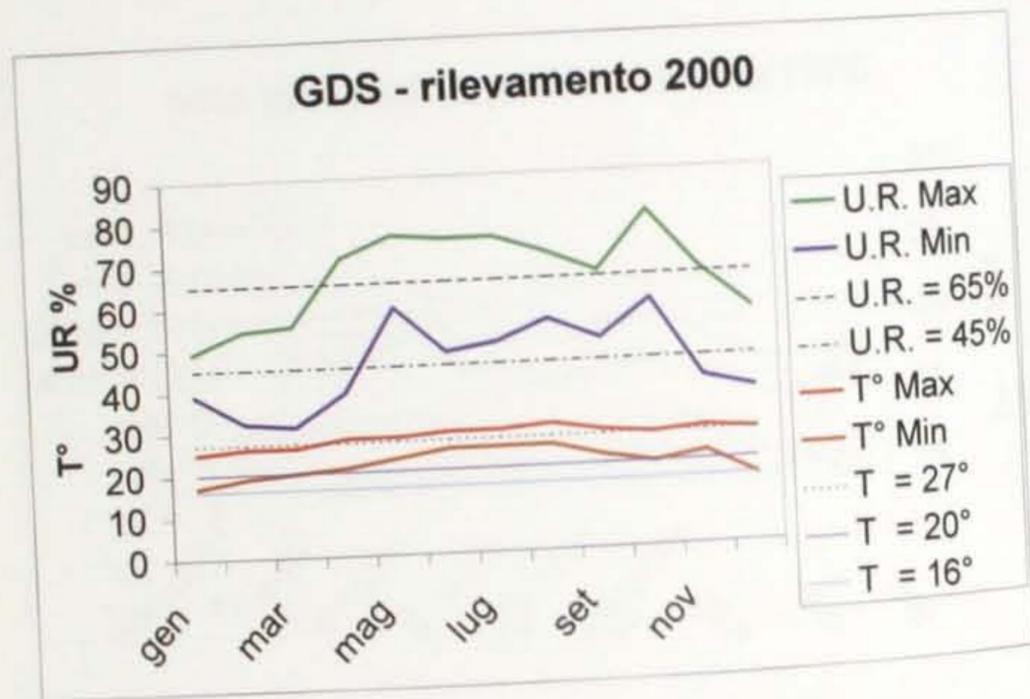
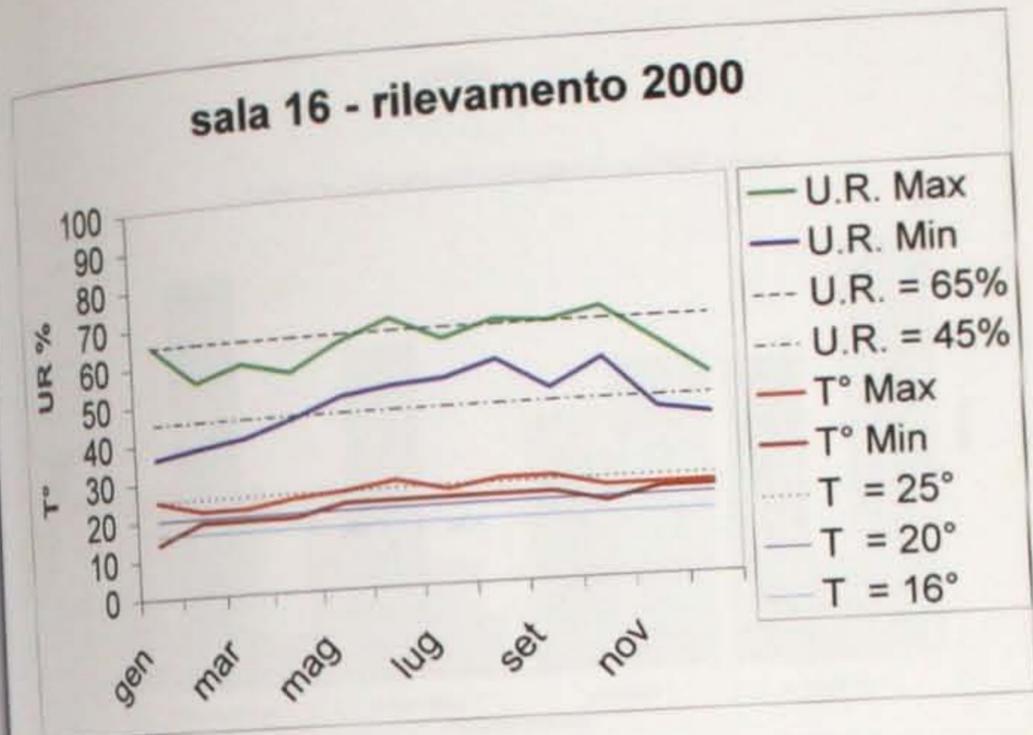
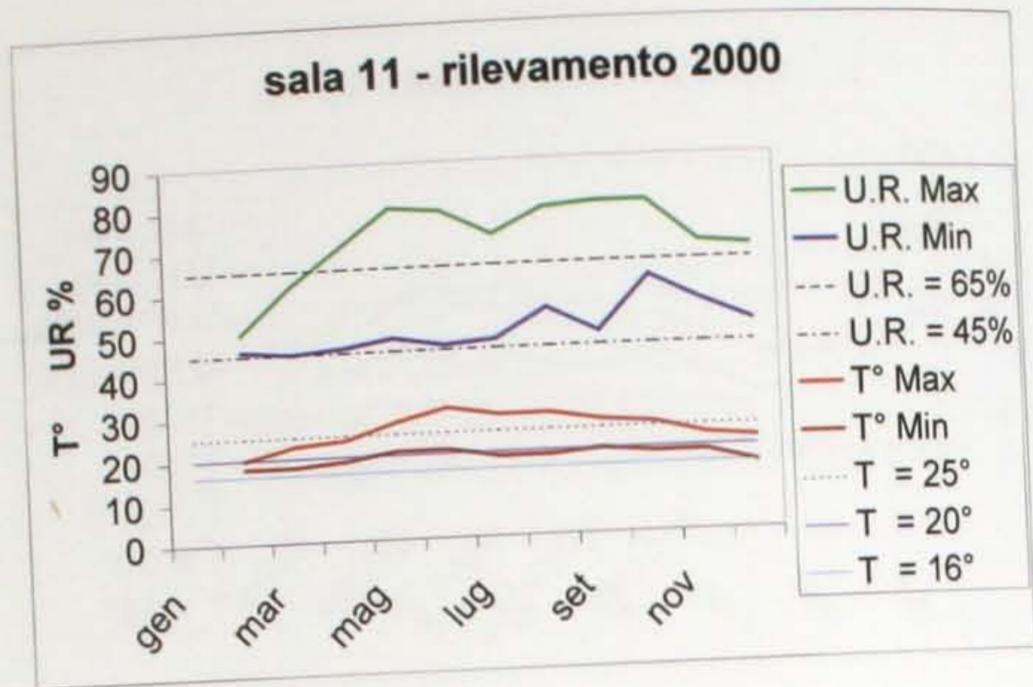
Tav. 4 e 5. Rilevamento termoigrometrico dell'anno 1995. Grafici relativi alle sale 2 e 11, o dello Stabat Mater.

Tav. 6 e 7. Rilevamento termoigrometrico dell'anno 1995. Grafici relativi alla sala 6 e al Gabinetto Disegni e Stampe.



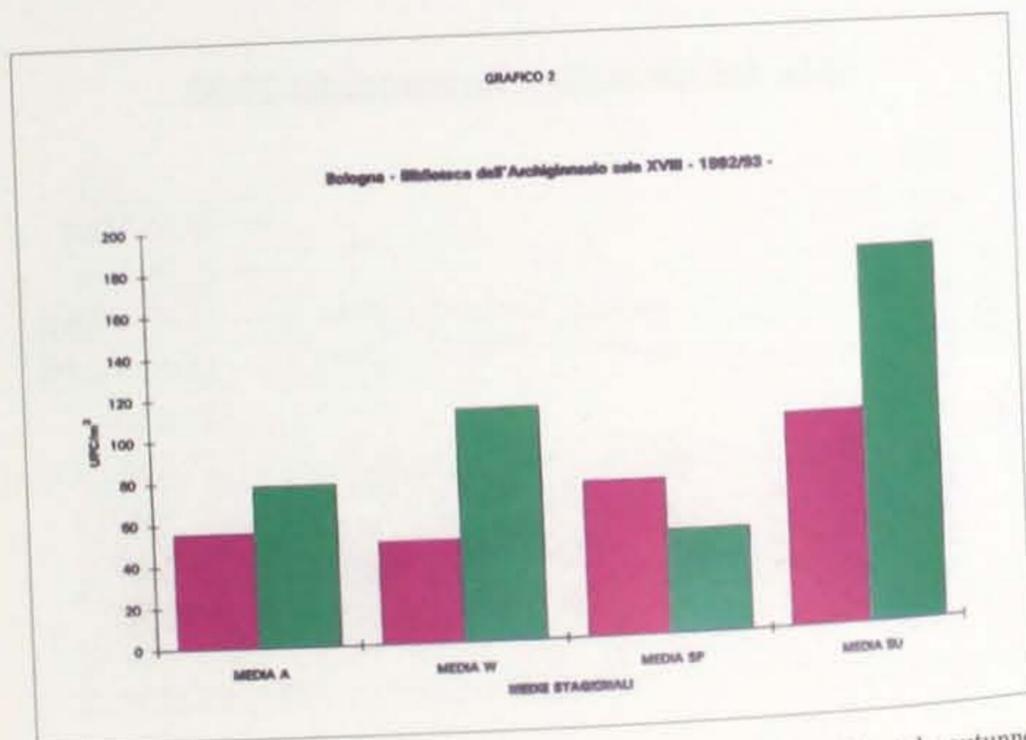
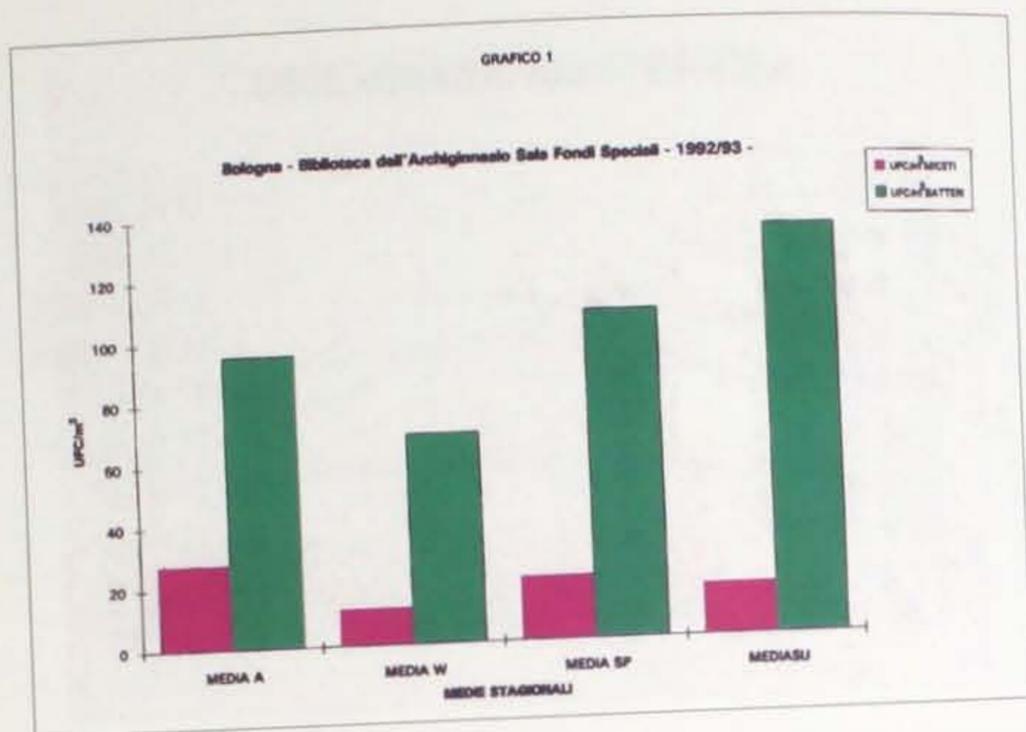
Tav. 8 e 9. Rilevamento termoigrometrico dell'anno 1995. Grafici relativi alle sale 16 e dei mss. B.

Tav. 10 e 11. Rilevamento termoigrometrico dell'anno 2000. Grafici relativi alle sale 2 e 6.

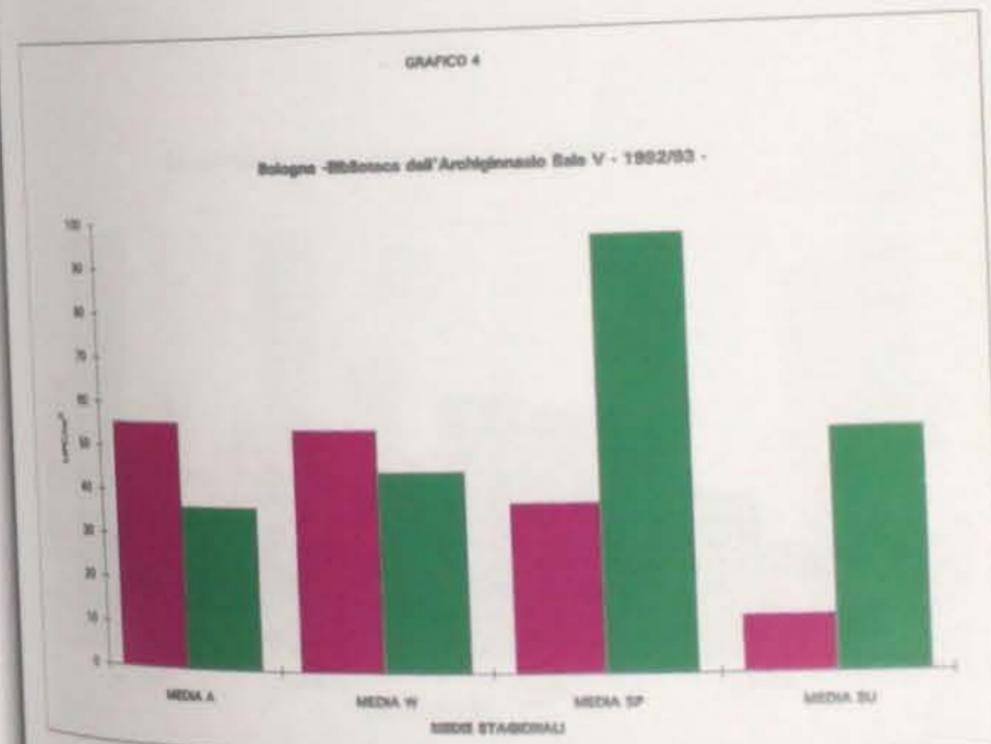
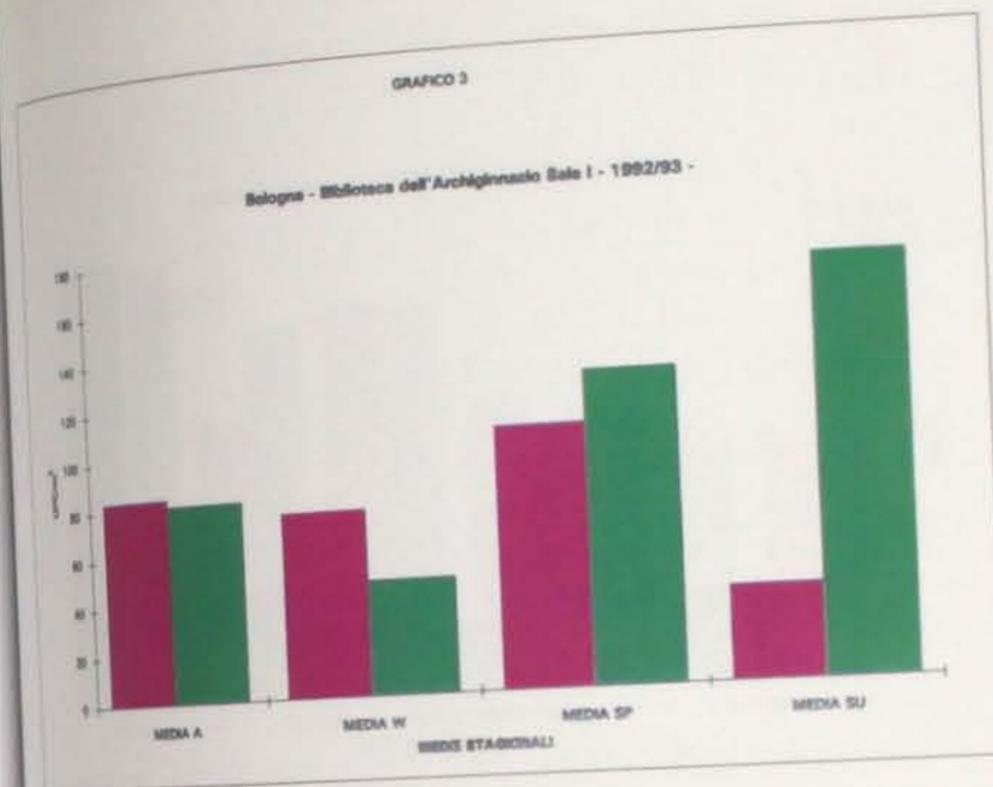


Tav. 12 e 13. Rilevamento termoigrometrico dell'anno 2000. Grafici relativi alla sala 11, o dello Stabat Mater, e al Gabinetto Disegni e Stampe.

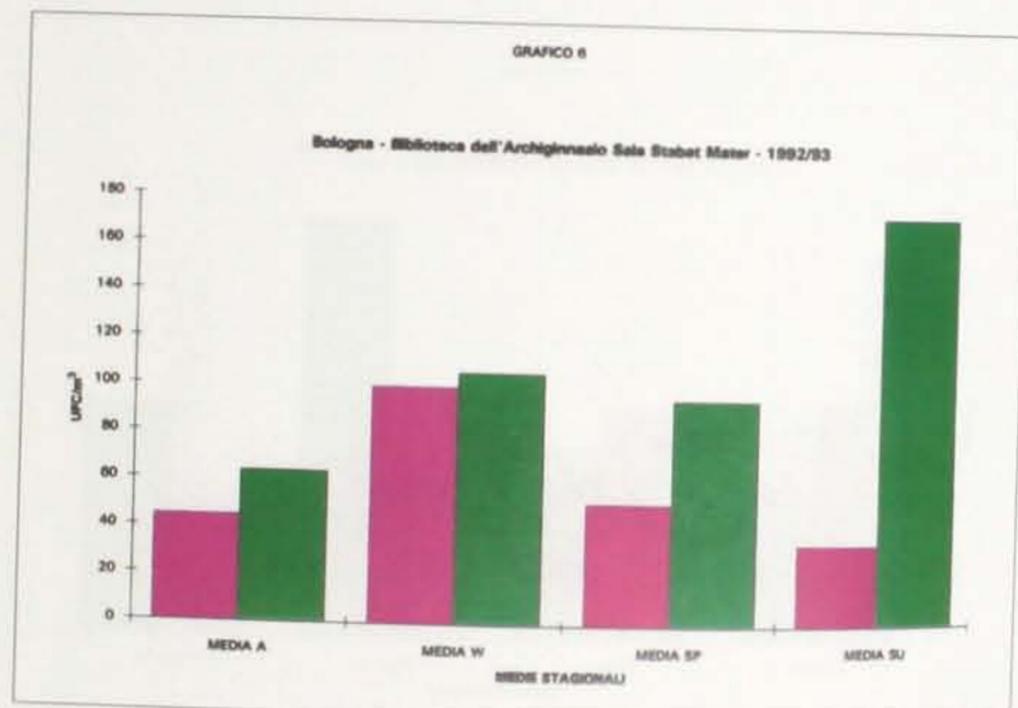
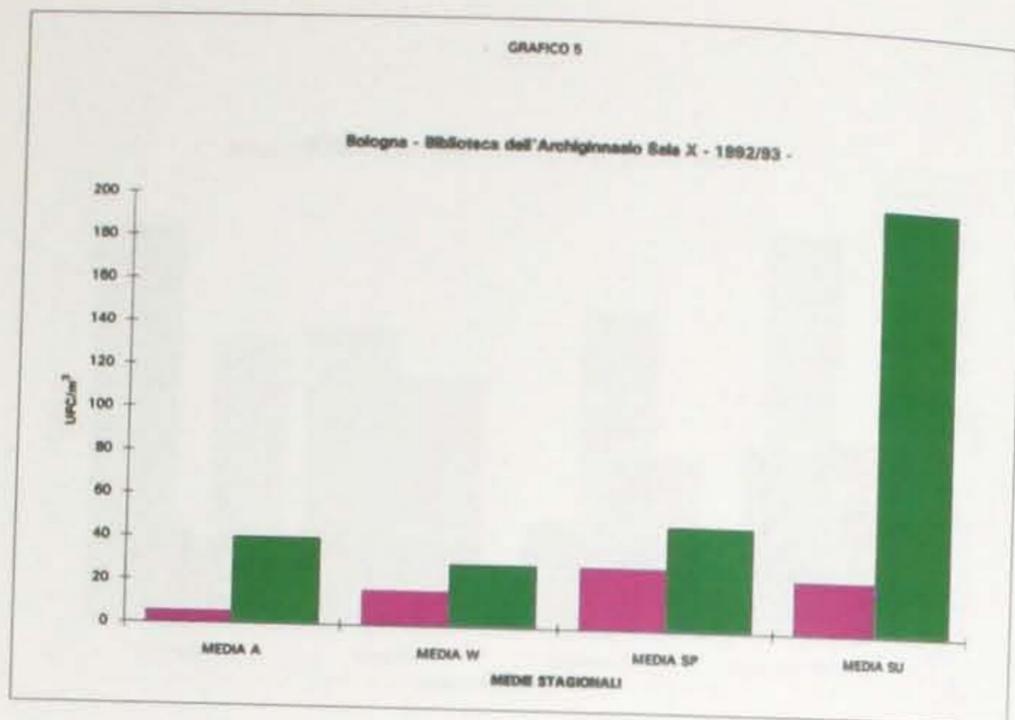
Tav. 14 e 15. Rilevamento termoigrometrico dell'anno 2000. Grafici relativi alle sale 16 e dei mss. B.



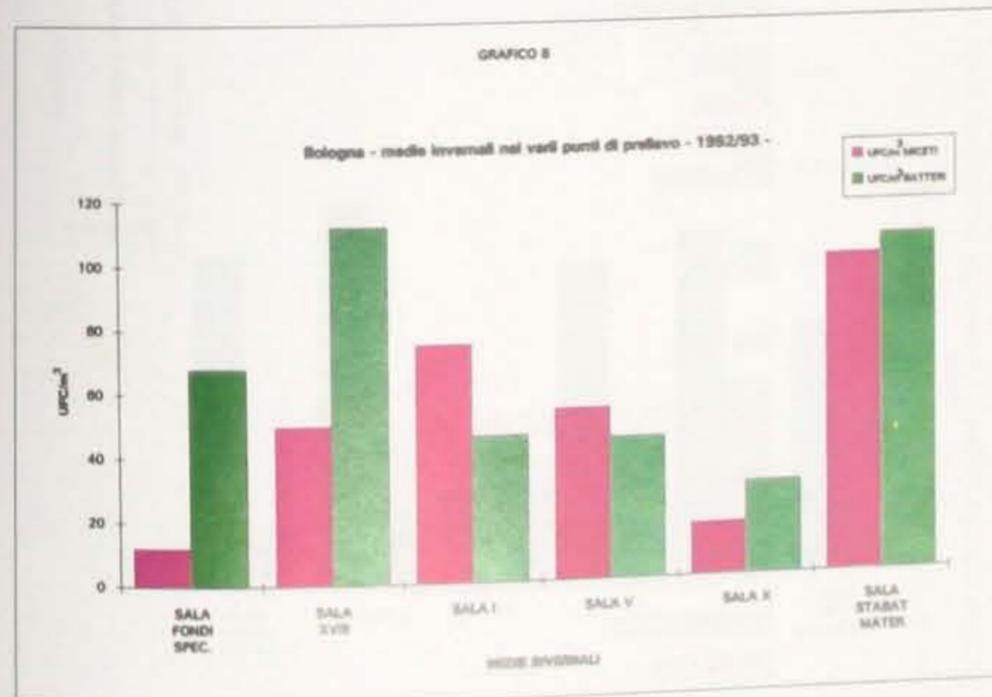
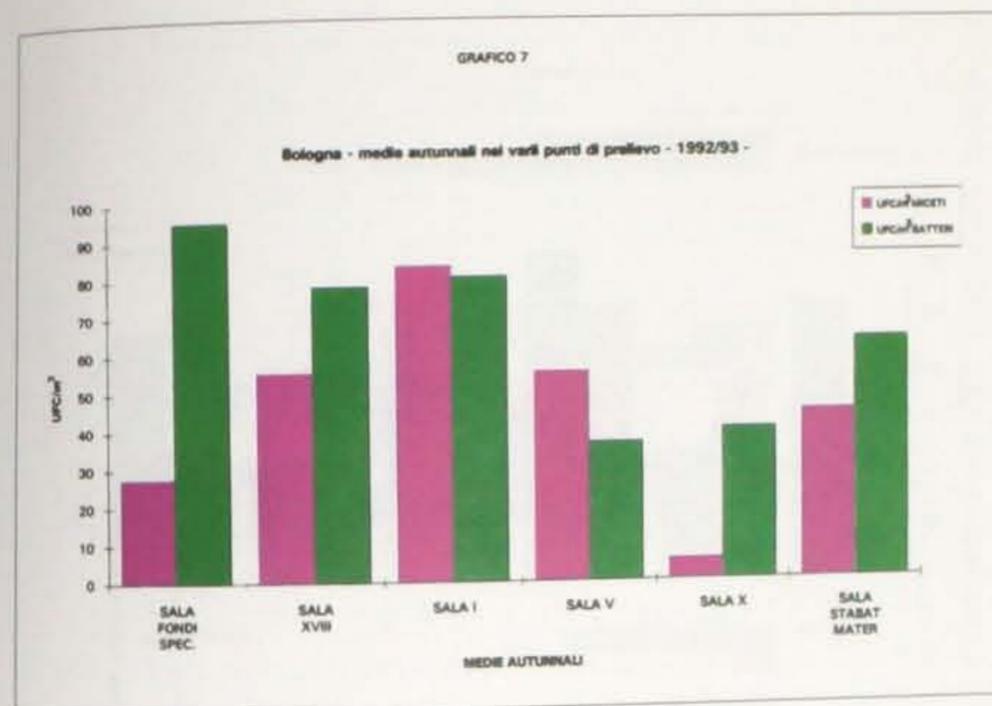
Tav. 16 e 17. Analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale, autunno 1992 - estate 1993. Medie stagionali di miceti e batteri rilevati nelle sale dei Fondi speciali e 18.



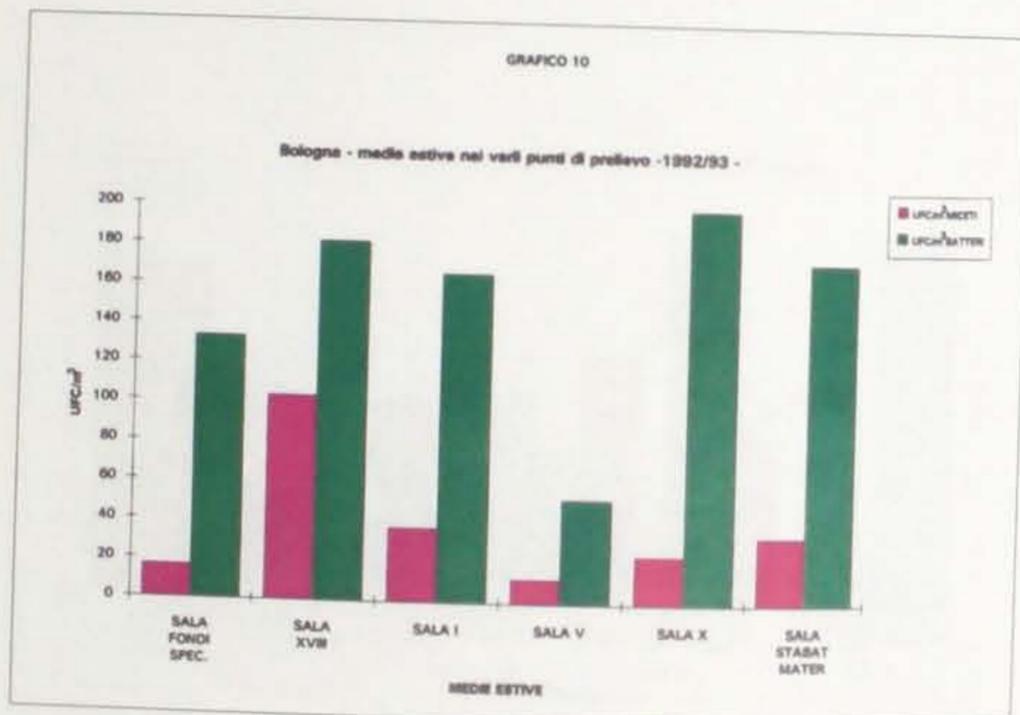
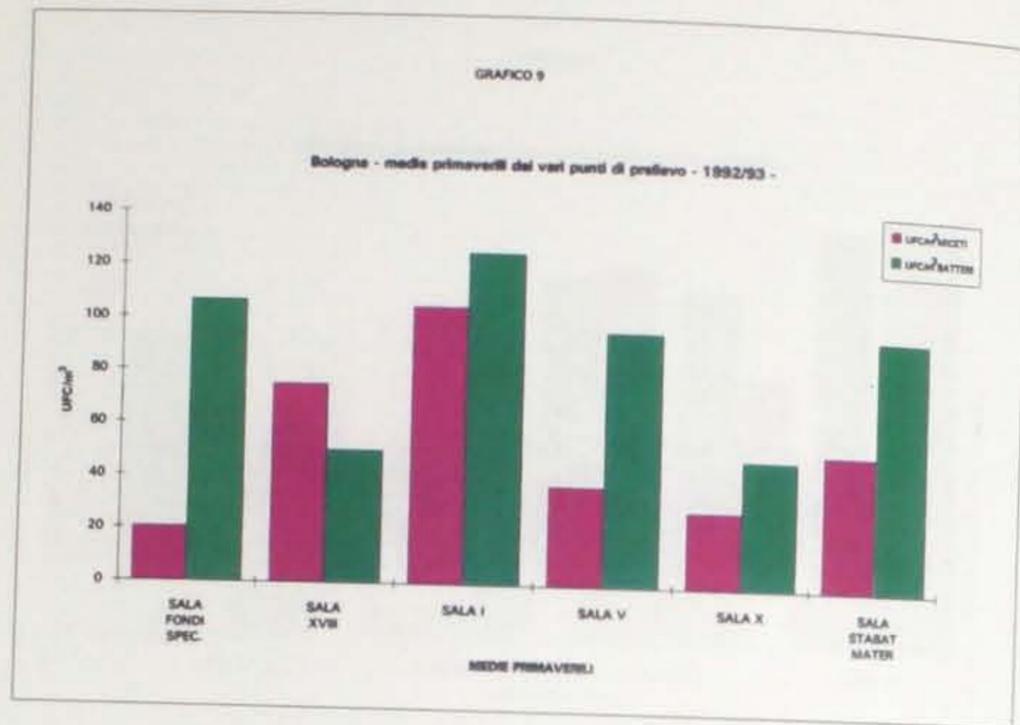
Tav. 18 e 19. Analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale, autunno 1992 - estate 1993. Medie stagionali di miceti e batteri rilevati nelle sale 1 e 5.



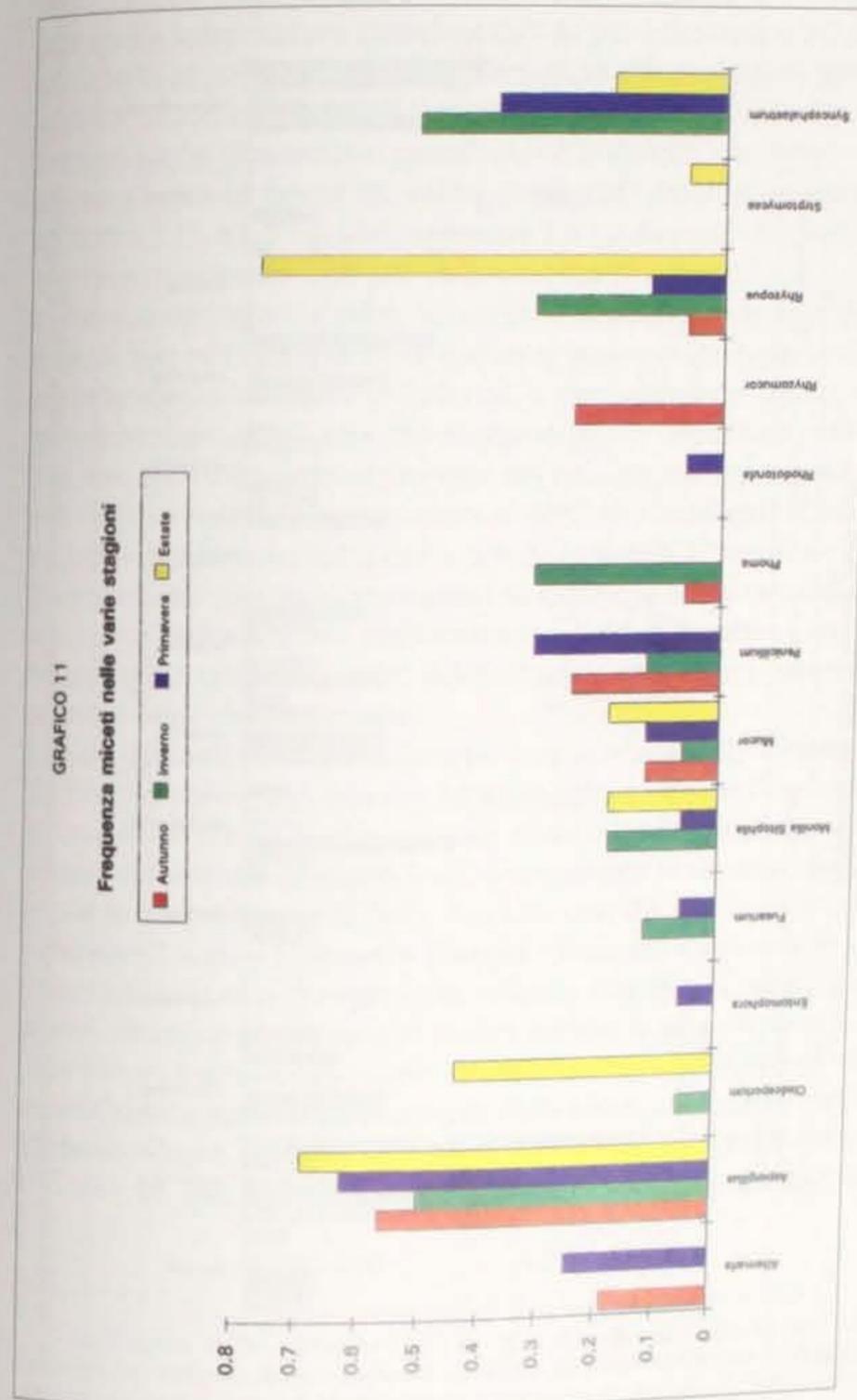
Tav. 20 e 21. Analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale, autunno 1992 - estate 1993. Medie stagionali di miceti e batteri rilevati nelle sale 10 e 11, o dello Stabat Mater.



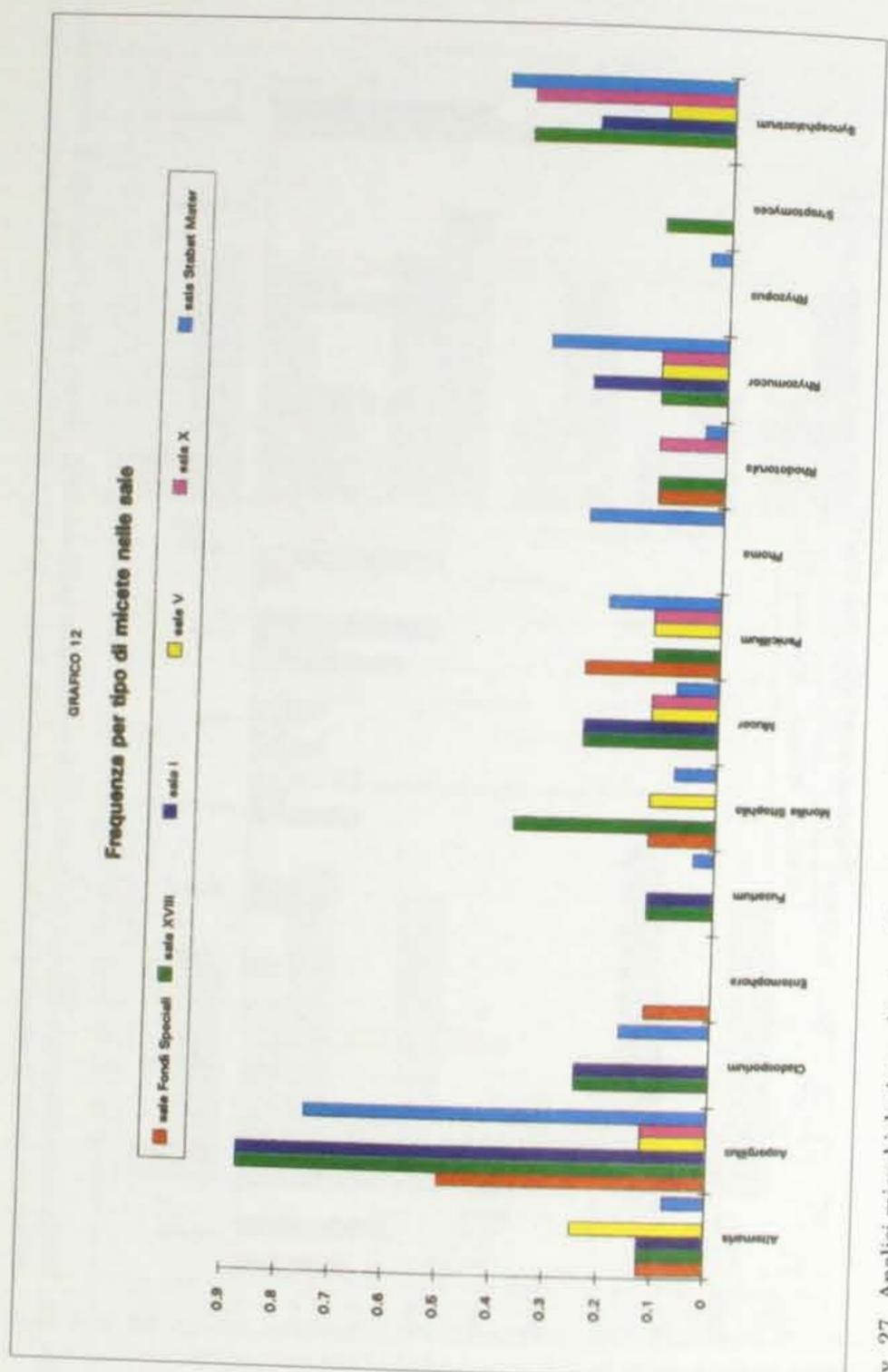
Tav. 22 e 23. Analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale, autunno 1992 - estate 1993. Medie autunnali e invernali di miceti e batteri rilevati nelle sale dei Fondi speciali, 18, 1, 5, 10 e 11, o dello Stabat Mater.



Tav. 24 e 25. Analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale, autunno 1992 - estate 1993. Medie primaverili ed estive di miceti e batteri rilevati nelle sale dei Fondi speciali, 18, 1, 5, 10 e 11, o dello Stabat Mater.



Tav. 26. Analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale, autunno 1992 - estate 1993. Frequenza di rinvenimento delle varie specie di miceti nelle sale dei Fondi speciali, 18, 1, 5, 10 e 11, o dello Stabat Mater, evidenziata per stagioni.



Tav. 27. Analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale, autunno 1992 - estate 1993. Frequenza di rinvenimento delle varie specie di miceti nelle sale dei Fondi speciali, 18, 1, 5, 10 e 11, o dello Stabat Mater, evidenziata per sale.

scuro, mentre con una una terza linea, tratteggiata, si è voluto indicare quella temperatura massima (25° C per i depositi e 27° C per le sale aperte al pubblico) che si è ritenuta ragionevolmente inevitabile in piena estate, alla luce del fatto che anche in ambienti climatizzati frequentati da personale e utenti non è possibile 'congelare' la temperatura entro la fascia dei valori consigliati dalla letteratura scientifica (tra i 16 e i 20 gradi), espressa nei grafici con due sottili linee blu, rispettivamente una più chiara e una più scura.⁵

Nei depositi 'storici' posti lungo la prospettiva a cannocchiale, nei quali da ben più di un secolo e mezzo si conserva gran parte dei volumi, la tendenza ad avere in inverno, a riscaldamento acceso, una eccessiva secchezza dell'aria era stagionalmente preceduta nelle sale 2 e 11 (tav. 4 e 5), disposte ai due capi del palazzo, da una eccessiva umidità relativa autunnale (superiore al 65%, livello oltre il quale possono aversi facilmente infezioni microbiologiche). L'umidità risultava invece contenuta entro i parametri di sicurezza nella sala 6 (tav. 6), il cui microclima risentiva positivamente della dislocazione stessa della sala, posta quasi al centro del palazzo, e quindi più naturalmente protetta dagli sbalzi climatici.

Nel Gabinetto Disegni e Stampe (tav. 7) e nella sala 16 (tav. 8), poste lungo il medesimo lato del quadriloggiate e divise l'una dall'altra da un solo ambiente, anche se ampio come il Teatro Anatomico, il forte divario climatico registrato è da riconnettere al diverso regime che regola la frequentazione delle due sale e al diverso livello usuale di aerazione: l'una, il Gabinetto Disegni e Stampe, è una sala in diretta comunicazione con la segreteria, nonché aperta agli utenti e stabilmente occupata da personale; l'altra invece, la sala 16, dato il materiale che vi è conservato, gode delle prerogative delle sale di riserva, generalmente molto meno esposte delle altre a scambi climatici con l'esterno. Quest'ultimo discorso vale anche per la sala dei manoscritti B (tav. 9), per il tipo di materiale in essa collocato, sala peraltro in

⁵ Cfr. CRISTINA DANTI - ROBERTO BODDI, *Criteri di conservazione e prevenzione nelle sedi espositive dei materiali librari, archivistici e grafici*, in *Conservazione dei materiali librari archivistici e grafici*, a cura di Marina Regni e Piera Giovanna Tordella, II, Torino, Allemandi, 1999 (Documenti, 3), p. 43-48.

estate molto più calda delle altre cinque sopra citate in quanto più direttamente toccata dall'irraggiamento solare, data la sua dislocazione al secondo piano del palazzo, all'interno di una sopraelevazione attuata nell'Ottocento.

Dopo l'entrata in funzione dell'impianto di condizionamento, basato su un sistema 'misto' di apparecchiature per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo costituito da unità di trattamento aria (in sigla UTA), fan-coil, sopravvissuti termosifoni e aerotermostifoni, e, naturalmente, gruppi refrigeranti, il microclima degli stessi ambienti ha registrato un indubbio cambiamento, anche se solo in parte nella direzione auspicata. Se infatti, con la riduzione dei livelli di temperatura massima, sia estiva, sia invernale, i problemi di umidità relativa bassa invernale sono molto diminuiti, senza peraltro scomparire, in alcuni depositi sono stati registrati alti livelli di umidità relativa non solo in autunno, ma, fatto nuovo, anche in estate. Riferendoci ad esempio ai valori registrati nell'anno 2000, all'andamento climatico, complessivamente più soddisfacente che per il passato, delle sale 2 e 6 (tav. 10 e 11), si è accompagnato un prolungato 'fuori scala' estivo dell'umidità relativa sia nella sala 11, o dello Stabat Mater (tav. 12), sia nel Gabinetto Disegni e Stampe (tav. 13). E anche gli ambienti a scarsa frequentazione, come la sala 16 (tav. 14), e la sala dei manoscritti B (tav. 15), meno comprensibilmente sono risultate soggette a sbalzi igrometrici, verificatisi in entrambe le sale, ma specialmente nella 16, anche nel triennio 1997-1999.

Tutto ciò porta a ritenere la situazione attuale certamente meno allarmante che nel passato, prima cioè dell'installazione dell'impianto di condizionamento, ma certamente ancora lontana dall'ottimale. In particolare si impongono modifiche dell'apparato che valgano a tenere costantemente sotto controllo l'umidità relativa anche nella stagione estiva, cosa che, data la conformazione dell'impianto, è apparsa essere di non immediata ottenibilità.

Inoltre, se per il passato le variazioni climatiche seguivano per lo più il ciclo delle stagioni, contrastato - e abbiamo visto come - solo in inverno dall'accensione degli aerotermostifoni, ora l'andamento del microclima è in gran parte determinato dall'impianto di condizionamento, che per adesso non sembra abbia agito sempre in modo positivo.

Questo fa sì che l'attuale sistema di registrazione dei dati debba

cambiare: il glorioso drappello di termoigrografi, ancora attualmente in uso, in questa situazione così rapidamente modificabile non si configura come la strumentazione più adatta per tenere puntualmente sotto controllo temperatura e umidità relativa. È invece sempre più evidente la necessità di un'apparecchiatura automatica con raccolta dei dati centralizzata, articolata in una «centralina» e vari sensori dislocati in punti prefissati, che effettui le rilevazioni sala per sala, e che possa memorizzarle e organizzarle sotto forma di grafici e tabelle, e soprattutto renderle disponibili in tempo reale per un'efficace attività di controllo.⁶ Attività che potrebbe certamente essere gestita all'interno della biblioteca, ma anche trovare accoglienza entro una struttura a ciò preposta situata al di fuori, o, ancor meglio, essere esercitata sia entro la biblioteca, sia al di fuori. Ciò renderebbe immediatamente evidenti le situazioni a rischio, e, attraverso il miglior uso delle specifiche competenze, arrecherebbe notevoli vantaggi riguardo al corretto funzionamento e alla veloce manutenzione dell'impianto di condizionamento.

Una adeguata conservazione delle raccolte librerie deve saggiare e tenere sotto controllo non solo il microclima, ma anche l'igiene dell'aria dei depositi, sia dal punto di vista microbiologico, sia chimico, aspetti da non sottovalutare, insieme al microclima, per difendere la suppellettile libraria da quelle potenzialità infettive che possono causarne il deterioramento.⁷

A tal fine negli anni 1992-1993, grazie ad uno stanziamento straordinario, venne condotta da un'équipe formata da due biologi, un chimico e dal presidente del suddetto Ce.Pa.C. un'analisi microbiologica e chimica del particolato ambientale della biblioteca, prelevando in ciascuna stagione campioni atmosferici da cinque ambienti (sale 1, 5, 10, 11 e 18) del I piano (tav. 2) e dalla sala dei Fondi speciali (F.s.) del II piano (tav. 3).⁸

⁶ Cfr. CARLO CACACE - TEODORO GEORGIADIS, *Metodologie di rilevamento*, in *Aerobiologia e beni culturali. Metodologie e tecniche di misura*, a cura di Paolo Mandrioli e Giulia Caneva, Fiesole (FI), Nardini, 1998, p. 72-81.

⁷ Cfr. FAUSTA GALLO - GIOVANNA PASQUARIELLO - PAOLA VALENTI, *Biblioteche e archivi*, *ivi*, p. 193-213.

⁸ Cfr. P. MESSINA, *Relazione del Direttore [sull'attività svolta nel 1993]*, «L'Archiginnasio», LXXXVIII, 1993, pp. 7-17, in particolare p. 14.

Per le analisi microbiologiche venne utilizzato per il prelievo atmosferico il SAS (Surface Air System), sottoponendo poi ad incubazione le piastre Petri su cui erano confluiti i flussi aspirati. Per le analisi chimiche si usarono filtri e membrane micropori, pompa aspirante e misuratore volumetrico, sottoponendo poi il materiale particolato prelevato a mineralizzazione con acido nitrico e a successiva misurazione spettrofotometrica.

I risultati di queste analisi, qui pubblicate in *Appendice*, evidenziarono che la maggior concentrazione dei miceti, soprattutto del genere *Aspergillus* e *Rhizopus*, si aveva ovviamente nella stagione estiva, e, complessivamente per le varie specie, nelle sale 1, 11 e 18 del primo piano, data la loro maggior frequentazione di personale o utenti della biblioteca, mentre la sala 5, la 10 e la sala dei Fondi speciali erano interessate da una minor concentrazione di microrganismi (tav. 27).⁹

Complessivamente, in riferimento alle polveri sospese nell'aria, i valori dei microinquinanti in esse presenti non risultarono eccessivi. Anche in questo caso la loro presenza era da riconnettere al flusso dei frequentatori delle sale prescelte per il campionamento, piuttosto che «ad apporti esterni intesi come immissioni attraverso porte e/o finestre».¹⁰

Prima elementare misura di prevenzione consigliata e adottata fu quindi, nelle periodiche asportazioni della polvere dai libri, l'impiego di aspiratori a microfiltro, per poter effettuare le operazioni di pulizia limitando il più possibile la reimmissione in ambiente delle particelle in sospensione.

A distanza di qualche anno, e soprattutto in relazione al cambiamento di microclima verificatosi dopo l'entrata in funzione del suddetto impianto di condizionamento, sarebbe auspicabile che queste

⁹ Cfr. G. CIRILLO - E. IAVARONE - B. SPALLA - M.R. STANZANI, *Indagine chimica e microbiologica sul particolato atmosferico all'interno di alcune sale della Biblioteca Comunale dell'Archiginnasio di Bologna*, qui pubblicata in *Appendice*.

¹⁰ *Ivi*. Sull'inquinamento atmosferico e gli effetti di degradazione da esso indotti, cfr. LORENZO APPOLONIA - GIANCARLO RANALLI - CLAUDIA SORLINI, *Il rilevamento dei parametri chimici influenti dal punto di vista biologico*, in *Aerobiologia e beni culturali cit.*, p. 91-118; LIBERO ROSSI - GISELLA GUASTI, *Dal restauro alla conservazione. La gestione del patrimonio librario*, Roma, La Nuova Italia Scientifica, 1987 (I manuali, 52), p. 126-130.

analisi fossero ripetute, saggiando non solo il particolato atmosferico, ma anche le polveri depositate.¹¹

Anche per la realizzazione di questo secondo progetto ci sembra estremamente importante l'apporto scientifico e tecnico di un istituto di ricerca così versato nelle problematiche ambientali quale è l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e dell'Oceano (ISAO), la collaborazione del quale ci sembra non solo auspicabile, ma assolutamente imprescindibile.

¹¹ Cfr. ORIANA MAGGI - P. MANDRIOLI - G. RANALLI - C. SORLINI, *Il monitoraggio della componente biologica dell'aria*, in *Aerobiologia e beni culturali cit.*, p. 121-159, in particolare p. 154-155.

Appendice

GIUSEPPE CIRILLO - ELISABETTA IAVARONE - BRUNO SPALLA - MARIA
ROBERTA STANZANI*

Indagine chimica e microbiologica sul particolato atmosferico
all'interno di alcune sale della Biblioteca Comunale
dell'Archiginnasio di Bologna

Il materiale bibliografico costituisce un'entità fisica nella quale le varie componenti animali, vegetali e minerali sono suscettibili di modificazioni ad opera sia di alcuni microrganismi che di vari agenti fisici e chimici.

È noto da tempo che i microrganismi sono responsabili di gravi danni che talora possono occorrere sia al supporto che al materiale scrittoria: essi infatti possono causare infezioni che vengono rese ben visibili da macule variamente pigmentate o, nell'eventualità più disastrosa, dalla disgregazione del materiale stesso. In questa loro azione, i microrganismi sono favoriti da alcune situazioni microclimatiche che in seguito verranno esaminate.

Gli organismi responsabili di questa azione sono i batteri aerobi cellulolitici ed i funghi carticoli che si trovano normalmente in certe quantità nella polvere. Questi microrganismi sono molto avvantaggiati, sia per la moltiplicazione che per la germinazione delle spore, da combinazioni di temperatura ed umidità estremamente pericolose. A questo riguardo si pensi che miceti e batteri si sviluppano in maniera esponenziale allorché, posti su di un substrato contenente nutrienti, le condizioni climatiche presentino un'umidità relativa superiore al 60% a qualunque temperatura ed in ambienti particolarmente ospitali quali quelli scarsamente ventilati. La temperatura, poi, accelerando tutti i fenomeni metabolici, favorisce i processi degenerativi provocando eventuali lesioni al materiale di supporto ed a quello cartaceo. Bisogna inoltre evidenziare l'estrema pericolosità derivante da repentini cambiamenti di temperatura ed umidità: infatti queste variazioni possono portare alla formazione di condensa sotto forma di goccioline d'acqua sufficienti allo sviluppo di spore batteriche e fungine presenti nella polvere depositatasi sui libri.

Gli ambienti in generale, siano essi di lavoro o come nel nostro caso, sale di lettura e biblioteche, possono essere interessati da inquinanti di varia natura: fisici, gassosi e corpuscolati. Gli inquinanti corpuscolati rappresentano per noi il capitolo più importante in quanto interessano la quasi totalità delle sale inda-

* Giuseppe Cirillo (biologo), Elisabetta Iavarone (biologo), Bruno Spalla (chimico), Presidio multizonale di prevenzione, USL 38, Forlì; Maria Roberta Stanzani (restauratrice), presidente Ce.Pa.C., Forlì.

gate, sia in considerazione del flusso di visitatori che della casualità di immissioni dall'esterno attraverso le finestre eventualmente aperte. La polvere atmosferica in generale è l'insieme di quelle particelle solide, di varia forma e dimensione, originata dalla frammentazione di sostanza solida a causa di azioni manuali o meccaniche: i grani che costituiscono tali polveri presentano una granulometria variabile da 80 fino a qualche millesimo di micron. All'interno delle sale dell'Archiginnasio si è osservato che la loro permanenza in sospensione nell'atmosfera ha un tempo di deposizione lungo ed in particolare che le particelle ultrafini (con diametro 0,45 micron) rimangono stabili nell'aria, sia per effetto del loro peso trascurabile che per l'agitazione impressa dal moto browniano.

Quanto detto sopra fa pensare che l'apporto dall'esterno della polverosità totale riscontrata entro le sale sia davvero minimo e che i maggiori responsabili del contenuto atmosferico di polveri siano gli apporti dei visitatori unitamente alla naturale deposizione sull'enorme quantità di materiale cartaceo.

Obiettivi prefissati

Gli scopi del lavoro intrapreso sono: a) il rilevamento e l'identificazione degli agenti microbici deterioranti eventualmente presenti nel pulviscolo atmosferico; b) l'effetto della eventuale presenza di sostanze chimiche che possono agire da elementi catalizzanti per l'azione dei microrganismi; c) l'effetto di fattori climatici ambientali e stagionali.

La necessità primaria è stata quella di verificare mediante controlli ripetibili lo stato di igiene dell'aria confinata, sia dal punto di vista microbiologico che chimico, dal momento che entrambe queste componenti possono interagire per determinare un deterioramento del libro. Comparando i dati ottenuti sarà semplice capire se esiste una qualche potenzialità infettiva. Per questa indagine sono state scelte alcune sale della biblioteca comunale dell'Archiginnasio tenendo conto soprattutto di alcuni fattori, quali l'estremo valore dei volumi conservati e il fatto che alcune sale sono considerate 'di passaggio'.

Le sale oggetto dell'indagine, per le quali è utile confrontare le planimetrie allegate (tav. 2 e 3), sono:

al primo piano: sala 1
sala 5
sala 10
sala 11, o dello Stabat Mater
sala 18

al secondo piano: sala dei Fondi speciali (F.s.)

Materiali e metodi

Sono state effettuate quattro serie di prelievi durante l'intero anno solare (un prelievo per ogni stagione), nelle seguenti date: 20 novembre 1992, 23 febbraio

1993, 28 maggio 1993, 14 settembre 1993, in modo da evidenziare differenze ascrivibili a cambiamenti climatici ambientali.

I) Analisi microbiologiche sui campioni di aria prelevati

Per effettuare i prelievi d'aria ci siamo avvalsi dell'uso di uno strumento, il SAS (Surface Air System). Il suo funzionamento è relativamente semplice: esso aspira volumi prestabiliti di aria confinata; questa, passando attraverso una superficie forellata, confluisce su di una piastra Petri del diametro di 6 cm, contenente terreno nutriente specifico per i microrganismi che si intendono ricercare. Per ogni prelievo sono stati aspirati 120 litri d'aria.

Ultimato il tempo di campionamento, la piastra viene rimossa ed incubata. Si è ritenuto opportuno incubare tutte le piastre a 37°C per 48 ore, mentre le piastre contenenti il terreno di coltura specifico per i miceti sono state incubate a 20°C per 72 ore.

La conta delle colonie è stata fatta sia dopo le prime 48 ore che dopo le 72 finali. Per ogni punto di prelievo, sono state utilizzate 3 capsule Petri contenenti 12 cc di uno dei tre terreni di seguito nominati:

- Plate Count Agar
- Rosa Bengala Agar
- Sabouroud Agar.

Il numero di punti di prelievo per ogni stanza è stato scelto in relazione alla cubatura dell'ambiente:

- sala 1, due prelievi
- sala 5, due prelievi
- sala 10, due prelievi
- sala 11, o dello Stabat Mater, sei prelievi
- sala 18, due prelievi
- sala dei Fondi speciali, due prelievi

II) Determinazione del materiale particellare in sospensione nell'aria

1) Principio del metodo. Il materiale particellare in sospensione è stato raccolto su filtri a membrana micropori e la determinazione, effettuata per gravimetria, riferita al volume di aria filtrata, riportato quest'ultimo alle condizioni di pressione e temperatura prescritte (25°C e 1013 mbar).

2) Apparecchiature.

2.1 Filtri a membrana: filtri a membrana micropori in nitrato di cellulosa, di diametro 50 mm circa, aventi pori di diametro medio 0,4-0,5 micron. I filtri non devono subire alterazione alcuna durante le operazioni di taratura (punto 3.1) e di prelievo dei campioni (punto 3.2).

2.2 Supporto per filtrazione: il filtro deve essere sostenuto, durante tutto il

periodo di tempo in cui è attraversato dall'aria aspirata, da un apposito supporto in acciaio inox resistente alla corrosione e con superfici interne levigate. Le due parti del supporto, una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trapelamento di aria: a tale scopo le due parti devono risultare premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non danneggiare il filtro.

2.3 Pompa aspirante: pompa meccanica volumetrica azionata da motore elettrico e funzionante in modo continuo per un periodo di tempo ragionevolmente lungo, con annesso un dispositivo che consenta la regolazione, anche manuale, della portata ai valori stabiliti.

2.4 Misuratore volumetrico: la misura del volume d'aria prelevato, viene eseguita mediante contatori volumetrici funzionanti per portata, specificata nei singoli metodi di analisi, con possibilità di totalizzazione, tarati nell'ambito della portata di prelievo in modo che l'errore di misura non superi il +/- 4%. Il volume d'aria prelevato deve essere portato a 25°C e 1013 mbar mediante la seguente formula:

$$V = \frac{V_1 \cdot P \cdot 298}{1013 \cdot (273 + t)}$$

dove:

V è il volume d'aria prelevato, riportato a 25°C e a 1013 mbar, espresso in m³;
V₁ è il volume di aria prelevata dedotto dalla lettura del contatore in m³;
P è la pressione atmosferica media rilevata durante il prelievo, in millibar;
t è la temperatura media dell'aria esterna, nel caso che tra la pompa ed il contatore venga inserito un idoneo sistema di raffreddamento, espressa in °C.

2.5 Bilancia analitica: di sensibilità 0,02 mg.

2.6 Stufa da laboratorio: con termoregolatore incorporato.

3) Determinazione.

3.1 Taratura dei filtri: si contrassegna sul margine ogni filtro avendo cura di non oltrepassare 5 mm dal bordo esterno. I filtri contrassegnati vengono collocati sui vetrini di orologio a bassa curvatura e mantenuti in stufa alla temperatura di 80°C per due ore.

I filtri vengono quindi posti in essiccatore contenente gel di silice per un periodo di tre ore: così condizionati, vengono infine pesati con la bilancia (2.5) e conservati negli appositi contenitori.

3.2 Prelevamento del campione: le parti che compongono la linea di prelievo vanno disposte nel seguente ordine:

- supporto di filtrazione;
- pompa aspirante con regolatore di portata;
- contatore volumetrico.

Si colloca il filtro sull'apposito supporto di filtrazione e si inizia il prelievo utilizzando la portata di 20 litri/minuto: il supporto di filtrazione deve essere orientato in modo che la superficie di filtrazione sia rivolta verso il basso.

Qualora nel corso del prelevamento la portata dovesse scendere al di sotto di 15 lt/min, si deve provvedere a regolarla riportandola al valore iniziale. Completato il prelevamento, il filtro viene collocato nel contenitore e trasportato in laboratorio per il condizionamento e la pesata che verranno eseguite con le stesse modalità descritte al punto 3.1.

4) Calcolo della concentrazione di materiale particellare in sospensione nell'aria.

La concentrazione delle polveri sospese, P_s , espressa in mg/m^3 a 25°C e 1013 mbar, viene calcolata con la seguente formula:

$$P_s = \frac{\Delta P}{V}$$

dove ΔP è la differenza in mg tra i pesi iniziali e finali del filtro e V è il volume di aria prelevata, espresso in m^3 , dedotto dalla lettura del contatore volumetrico e riportato alle condizioni prescritte di pressione e temperatura (25°C e 1013 mbar).

III) *Determinazione del contenuto in metalli pesanti (piombo, cadmio, nichel, cromo totale, rame, zinco) nelle polveri stesse.*

1) Principio del metodo: la determinazione viene effettuata sul materiale particellato prelevato secondo quanto sopra riportato: dopo mineralizzazione del filtro con acido nitrico, si determinano i metalli Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Zn, per spettrofotometria di assorbimento atomico.

2) Interferenze: il metodo è specifico per quanto riguarda l'assorbimento della radiazione di risonanza da parte degli atomi dei singoli metalli. Interferenze di natura fisica possono essere eliminate procedendo alla correzione del fondo con una lampada a spettro continuo.

3) Reattivi: acido nitrico concentrato (HNO_3 $P_{sp}=1,40$) con concentrazione dei singoli metalli investigati uguale o inferiore a $50 \mu\text{g}/\text{l}$. Acqua bidistillata. Soluzioni acquose standard di piombo - cadmio - nichel - cromo - rame - zinco.

4) Spettrofotometro ad assorbimento atomico; fornito di lampade dei 6 metalli e di sistema di atomizzazione mediante fiamma (alimentata da una miscela aria - acetilene o protossido di azoto - acetilene) o fornello di grafite.

5) Procedimento.

5.1 Mineralizzazione del filtro: collocare il filtro a membrana utilizzato per il prelievo del campione in un recipiente di vetro a fondo piano (in generale una capsula); aggiungere 3 ml di acido nitrico conc. e scaldare sotto cappa aspirante su bagno di sabbia o su bagnomaria bollente (temperatura non superiore a 200°C),

portando quasi a secchezza, completare la mineralizzazione ripetendo il trattamento altre due volte con 2 ml di acido nitrico conc. per volta. Trattare infine il residuo ottenuto con 1 ml di acido nitrico conc., 3 ml di acqua bidistillata e trasferire quantitativamente la soluzione in un matraccio tarato da 10 ml: portare a volume con acqua bidistillata. Agitare e lasciare depositare eventuali particelle insolubili che potrebbero ostruire il capillare di aspirazione dello strumento nel corso della misura spettrofotometrica.

5.2 Prova in bianco: sottoporre alle stesse operazioni descritte al punto 5.1 un filtro della stessa partita di quelli usati per il prelievo del campione. La soluzione così ottenuta costituisce la prova in bianco.

5.3 Determinazione: procedere alla determinazione dei metalli piombo, cadmio, nichel, cromo totale, rame e zinco sia nella soluzione del campione 5.1 che nella prova in bianco mediante lo spettrofotometro di assorbimento atomico. Leggere le assorbanze rispettivamente a 283,3 nm, 228,8 nm; 232,0 nm; 357,9 nm; 324,8 nm; 213,9 nm, aspirando la soluzione direttamente dal matraccio tarato.

5.4 Curva di taratura: preparare per ogni metallo una serie di soluzioni a titolo noto in matracci tarati da 100 ml, aggiungere a ciascun matraccio 10 ml di HNO_3 conc. e portare a volume con H_2O bidistillata. Queste soluzioni devono essere preparate al momento dell'uso. Misurare le assorbanze delle soluzioni come descritto al punto 5.3. Tracciare le curve di taratura riportando in ascissa le concentrazioni dei metalli espresse in $\mu\text{g}/\text{l}$ ed in ordinata i valori delle relative assorbanze. Se, come nel nostro caso, lo spettrofotometro fornisce direttamente la risposta in concentrazione (ppb o ppm), le soluzioni standard verranno usate per l'eventuale linearizzazione della risposta fotometrica: nel nostro caso le letture sono state effettuate con il fornello di grafite.

6) Calcolo della concentrazione dei metalli nell'aria: la concentrazione di ogni metallo presente nell'aria aspirata, si calcola con la seguente formula:

$$C = \frac{(L-L') \cdot 10}{V}$$

dove:

C è la concentrazione del metallo nel campione d'aria, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

L è la concentrazione del metallo nella soluzione campione ($\mu\text{g}/\text{l}$),

L' = conc. del metallo nel bianco ($\mu\text{g}/\text{l}$),

V = volume di aria prelevato (riportato a 25°C e 013 mbar) espresso in m^3 .

IV) Risultati sperimentali e discussione

I grafici 1, 2 (tav. 16 e 17), 3, 4 (tav. 18 e 19), 5 e 6 (tav. 20 e 21) esprimono le medie stagionali per sala sia dei miceti che dei batteri ritrovati: questi dati sono espressi in Unità Formanti Colonia per m^3 d'aria prelevata (UFC/m^3). Da questa prima serie di grafici si nota che la sala che presenta la minor concentrazione di

microrganismi è la sala 10: pure la sala Fondi speciali mostra una situazione analoga, soprattutto per la scarsità di miceti, mentre le altre quattro sale presentano una situazione di maggior concentrazione di miceti, in considerazione del fatto che sono sale di transito.

La presenza batterica ci serve per avere un quadro generale sullo 'stato di salute' delle varie stanze, stato che in definitiva può ritenersi discreto.

I grafici 7, 8 (tav. 22 e 23), 9 e 10 (tav. 24 e 25) esprimono le medie stagionali nei vari punti di prelievo sia dei miceti che dei batteri (UFC/m³) per le varie stagioni.

Da questi emerge evidente che l'inquinamento batterico aumenta durante la stagione estiva in tutte le sale, a causa delle favorevoli condizioni climatiche esterne, mentre l'inquinamento microbico si mantiene a livelli quasi costanti con valori massimi che sono stati registrati in autunno e in primavera nella sala 1, in inverno nella sala 11 (Stabat Mater) ed in estate nella sala 18. Nel grafico 11 (tav. 26) viene espressa la frequenza con cui sono state ritrovate le varie specie di miceti nelle quattro stagioni e da esso emerge che le specie più frequenti sono: *Aspergillus* e *Rhizopus* in tutte le stagioni, e, insieme con una netta prevalenza del primo genere, *Penicillium* e *Mucor*. Gli altri generi sono presenti con scarsa o addirittura bassissima frequenza.

Nel grafico 12 (tav. 27) viene espressa la frequenza con cui sono state ritrovate le varie specie di miceti nelle diverse sale: anche da questo grafico emerge che il genere più frequente è *Aspergillus*, presente nelle sale dei Fondi speciali, 1, 11 e 18 (Stabat Mater), mentre nella sala 5 il micete ritrovato con maggior frequenza è *Alternaria* e nella sala 10 è *Syncephalastrum*.

Nelle tabelle A, B, C, D (all. 1-4) vengono riportate le determinazioni ponderali e le analisi chimiche effettuate su campioni di aria prelevati dal 20.11.1992 al 14.09.1993.

V) Conclusioni

Dall'insieme dei risultati analitici, siano essi microbiologici che chimici, appare evidente che la situazione di relativo maggior pericolo per la salvaguardia e la conservazione del bene bibliografico si verifica nelle sale cosiddette 'di passaggio' ed in particolar modo nella sala 11 (Stabat Mater); pur essendo in assoluto i valori di concentrazione di polveri totali sospese nell'aria, di microinquinanti in esse presenti ed il numero di colonie di microrganismi di entità non eccessivi, essi testimoniano, tutti insieme, come la loro presenza possa derivare principalmente non da apporti inquinanti esterni intesi come immissioni attraverso porte e/o finestre, bensì dal flusso discontinuo di addetti, visitatori e frequentatori attraverso le sale della Biblioteca.

Si ritiene utile, pertanto, una periodica e razionale asportazione della polvere depositata a mezzo di idonei aspirapolveri con microfiltri, atti a trattenere le fini particelle sospese evitando così il loro riciclo all'interno dell'ambiente.

Forlì, gennaio 1994

All. 1: tabella A (prelievo del 20/11/1992)

sala	polveri totali sospese mg/m ³	piombo µg/m ³	cadmio µg/m ³	nicel µg/m ³	cromo totale µg/m ³	rame µg/m ³	zinco µg/m ³
Fondis speciali	0,26	0,28	0,04	0,02	0,01	<0,01	0,60
Fondis speciali	0,31	0,34	0,01	0,29	0,01	<0,01	0,31
sala 18	1,02	0,23	0,01	0,09	<0,01	<0,01	0,30
sala 18	1,52	0,32	0,005	0,13	0,01	<0,01	0,83
sala 1	1,00	0,40	<0,005	0,07	<0,01	<0,01	0,45
sala 1	0,86	0,40	<0,005	0,05	0,01	<0,01	0,33
sala 5	0,16	0,59	0,006	0,11	0,01	<0,01	0,44
sala 5	1,33	0,40	<0,005	0,15	0,01	<0,01	0,50
sala 10	0,92	0,32	<0,005	0,14	<0,01	<0,01	0,16
sala 10	1,66	0,30	<0,005	0,01	0,02	<0,01	0,32
Stabat Mater	0,25	0,32	<0,005	0,10	0,001	<0,01	0,66
Stabat Mater	0,92	0,38	<0,005	0,13	<0,01	<0,01	0,50
Stabat Mater	2,86	0,36	<0,005	0,23	<0,01	<0,01	0,50
Stabat Mater	1,01	0,39	0,006	0,28	<0,01	<0,01	0,65
Stabat Mater	0,14	0,41	<0,005	0,04	<0,01	<0,01	0,30
Stabat Mater	2,10	0,37	0,006	0,003	<0,01	<0,01	0,55

All. 2: tabella B (prelievo del 23/02/1993)

sala	polveri totali sospese mg/m ³	piombo µg/m ³	cadmio µg/m ³	nicel µg/m ³	cromo totale µg/m ³	rame µg/m ³	zinco µg/m ³
Fondi speciali	0,11	0,25	0,03	0,10	0,02	<0,01	0,40
sala 18	0,19	0,17	<0,005	0,13	0,02	<0,01	0,49
sala 18	0,17	0,75	0,040	0,11	0,39	<0,01	0,40
sala 1	0,17	0,14	<0,005	0,08	0,26	0,02	0,66
sala 1	0,14	0,20	<0,005	0,07	0,01	<0,01	0,33
sala 5	0,01	0,66	0,010	0,01	<0,01	<0,01	0,08
sala 5	0,09	0,07	<0,005	0,01	<0,01	<0,01	0,18
sala 10	0,13	0,07	<0,005	0,09	<0,01	0,01	0,22
sala 10	0,06	0,14	<0,005	0,01	<0,01	<0,01	0,10
Stabat Mater	0,28	0,34	0,03	0,14	<0,080	0,04	0,88
Stabat Mater	0,18	0,09	0,005	0,12	0,08	<0,01	0,61
Stabat Mater	0,25	0,20	0,03	0,12	<0,01	0,03	0,79
Stabat Mater	0,15	0,13	0,005	0,10	0,01	<0,01	0,47
Stabat Mater	0,30	0,15	0,03	0,18	0,05	0,04	0,98
Stabat Mater	0,23	0,17	0,030	0,090	0,05	0,03	0,81
Stabat Mater	0,21	0,09	0,005	0,18	0,02	<0,01	0,69

All. 3: tabella C (prelievo del 28/05/1993)

sala	polveri totali sospese mg/m ³	piombo µg/m ³	cadmio µg/m ³	nicel µg/m ³	cromo totale µg/m ³	rame µg/m ³	zinco µg/m ³
Fondi speciali	0,35	0,41	0,01	0,10	0,01	0,01	0,21
Fondi speciali	0,45	0,50	0,02	0,19	0,01	0,03	0,79
sala 18	0,35	0,44	<0,005	0,09	0,02	<0,01	0,19
sala 18	0,57	0,61	0,050	0,23	0,02	0,05	0,98
sala 1	0,62	0,33	0,05	0,19	0,02	0,05	1,23
sala 1	0,24	0,38	<0,005	0,09	0,01	<0,01	0,48
sala 5	0,30	0,31	<0,005	0,10	0,01	0,01	0,44
sala 5	0,27	0,07	<0,005	0,10	<0,01	0,01	0,42
sala 10	0,63	0,70	0,04	0,19	0,02	0,04	0,10
sala 10	0,06	0,08	<0,005	0,01	<0,01	<0,01	0,08
Stabat Mater	0,14	0,12	<0,005	0,02	0,010	<0,01	0,19
Stabat Mater	0,23	0,27	<0,005	0,07	0,01	0,01	0,27
Stabat Mater	0,05	0,05	<0,005	0,01	<0,01	<0,01	<0,05
Stabat Mater	0,60	0,72	0,030	0,21	0,04	0,04	0,98
Stabat Mater	0,54	0,43	0,008	0,14	0,02	0,03	0,81
Stabat Mater	0,20	0,30	<0,005	0,020	0,01	0,01	0,37

All. 4: tabella D (prelievo del 14/09/1993)

sala	polveri totali sospese mg/m ³	piombo µg/m ³	cadmio µg/m ³	nicel µg/m ³	cromo totale µg/m ³	rame µg/m ³	zinco µg/m ³
Fondi speciali	0,83	0,55	0,06	0,21	0,03	<0,01	0,91
Fondi speciali	0,13	0,15	<0,005	0,02	<0,01	<0,01	0,10
sala 18	0,27	0,15	<0,005	0,01	<0,01	<0,01	0,10
sala 18	0,61	0,48	0,040	0,18	0,01	<0,01	0,61
sala 1	0,72	0,51	0,04	0,19	0,01	<0,01	0,60
sala 1	0,42	0,33	0,02	0,09	<0,01	<0,01	0,41
sala 5	0,55	0,36	0,03	0,11	<0,01	<0,01	0,51
sala 5	0,90	0,66	0,06	0,21	0,03	<0,01	0,88
sala 10	0,97	0,70	0,07	0,21	0,04	<0,01	1,21
sala 10	0,52	0,50	0,02	0,11	<0,01	<0,01	0,39
Stabat Mater	0,15	0,07	<0,05	0,01	<0,01	<0,01	0,10
Stabat Mater	0,45	0,31	0,03	0,10	<0,01	<0,01	0,30
Stabat Mater	1,32	0,68	0,08	0,24	0,06	0,02	1,41
Stabat Mater	0,42	0,30	0,030	0,12	<0,01	<0,01	0,35
Stabat Mater	0,68	0,41	0,040	0,20	<0,01	<0,01	0,59
Stabat Mater	0,56	0,45	0,040	0,170	0,01	<0,01	0,55

Commissione per i Testi di Lingua in Bologna

Seduta plenaria del 1° luglio 2001

Alle h. 10,30 di domenica 1 luglio 2001 si riunisce in Casa Carducci a Bologna l'assemblea dei soci della Commissione, convocata con il seguente ordine del giorno:

1. Comunicazioni del Presidente.
2. Esame e approvazione del rendiconto finanziario 2000-2001.
3. Stampe e lavori in corso.
4. Nomina di nuovi Soci.
5. Varie ed eventuali.

Sono presenti i soci Emilio Pasquini (Presidente), Liano Petroni (Vice Presidente), Clemente Mazzotta (Segretario), Bruno Bentivogli (Tesoriere), Ezio Raimondi (Consigliere), Roberto Antonelli, Bruno Basile, Andrea Battistini, Pierangelo Bellettini, Riccardo Bruscelli, Carlo Delcorno, Andrea Fassò, Luciano Formisano, Giuliano Gasca Queirazza, Guglielmo Gorni, Fabio Marri, Elio Melli, Gianni A. Papini, Mario Saccenti, Alfonso Traina, Paola Vecchi, Isabella Zanni Rosiello. Sono assenti giustificati i soci Guido Capovilla, Pierre Jodogne, Mario Marti, Raffaele Spongano, Alfredo Stussi, Mirko Tavoni e Maurizio Vitale.

Verbalizza il Segretario, prof. Mazzotta.

Il Presidente dà il benvenuto alla dott.ssa Isabella Zanni Rosiello, ultima chiamata a far parte dalla Commissione, porge un saluto e un ringraziamento ai numerosi intervenuti ed elenca i nomi di quanti hanno giustificato la propria assenza. Ricorda la recentissima scomparsa dell'illustre socio Aurelio Roncaglia, alla cui memoria chiede sia dedicato un minuto di silenzio. Informa da ultimo che nel prossimo numero de «L'Archiginnasio» saranno pubblicate l'elenco aggiornato dei soci e i verbali delle ultime riunioni della Commissione.

Il prof. Saccenti, dolendosi dell'assenza del prof. Raffaele Spongano, ne ricorda l'impegno appassionato e costruttivo nei lunghi anni della sua presidenza della