Testo
Expert report

Be sure. testo

Monitoraggio delle condizioni ambientali negli ambienti chiusi

Speciale per restauratori

www.testo.it

Indice (Cliccare su un titolo per andare direttamente alla pagina corrispondente)

1. Introduzione ____ Pag. 02
- Indice ____ 02
- Estratto ____ 03
- A proposito dell'autore ____ 03

2. Nozioni base e definizioni I ____ Pag. 04
- Temperatura ____ 04
- Umidità dell'aria ____ 04
- Umidità dei materiali ____ 05
- Punto di rugiada ____ 05

3. Parametri determinanti ____ Pag. 06
- Fattori di influenza ____ 06
- Clima esterno ____ 06
- Clima interno e microclima ____ 07
- Vetrine e cornici ____ 07

4. Nozioni base e definizioni II ____ Pag. 08
- Riscaldamento e controllo della temperatura ambiente ____ 08
- Ventilazione ____ 08
- Impianti di condizionamento e condizionatori mobili ____ 09
- Luce ____ 09
- Utilizzo ____ 09

5. Grafico informativo ____ Pag. 10
- Diagramma di Mollier h-x ____ 10
- Parametri ambientali ____ 11
- Classi climatiche ____ 12

6. Note finali ____ Pag. 13
- Riferimenti bibliografici ____ 13

1. Introduzione

Estratto

Condizioni climatiche appropriate – ovvero temperatura e umidità dell'aria compatibili con l'oggetto – sono uno dei principali fattori nella conservazione di beni artistici e culturali. Tutti gli altri fattori dannosi possono essere ridotti e, nel migliore dei casi, persino eliminati (per es. inquinanti o illuminazione). Il calore e l'umidità, invece, sono sempre presenti e, a seconda dei materiali, producono effetti diversi sui singoli oggetti: le condizioni indicate per un materiale possono infatti essere sfavorevoli o dannose per un altro.

Le basse temperature sono in genere migliori in quanto rallentano l'invecchiamento naturale e i danni, ma si scontrano con le esigenze di chi si trova nel museo. A parte determinate eccezioni, si devono mantenere una temperatura confortevole, luce sufficiente e aria pulita per garantire una visita piacevole ai visitatori e buone condizioni di lavoro al personale del museo.

Tutti questi sono fattori che influenzano notevolmente, e possono alterare, il clima per gli oggetti esposti. Creare un clima idoneo nei depositi e gestire le situazioni di stoccaggio è un po' più facile.

Le oscillazioni e gli intervalli climatici accettabili dipendono dagli oggetti, dai loro materiali o combinazioni di materiali, ma anche dal modo in cui sono costruiti e/o dalle loro tecniche di produzione. Non esistono valori ristretti generalmente applicabili, ma solo intervalli favorevoli per i singoli gruppi di materiali. Al di là del naturale desiderio di valori standard semplici, è necessaria una visione differenziata del clima interno del museo e di quello delle collezioni. Si deve trovare un compromesso.

Cord Brune, restauratore abilitato M.A.

Da più di 20 anni, Cord Brune è un esperto nel campo della conservazione preventiva, restauratore freelance e consulente di musei. In questo articolo, mette a nostra disposizione le sue conoscenze di esperto.

Temperatura

La temperatura indica il livello di energia raggiunto da un corpo. Le temperature più alte accelerano le reazioni chimiche, facendo invecchiare gli oggetti più rapidamente.
Al contrario, le temperature più basse ne aumentano la durata. In base al materiale, il calore può inoltre causare rammollimento e alterazione della forma (per es. cere).

Un aumento della temperatura dell'aria causa una riduzione diretta dell'umidità relativa. Il contenuto di umidità dei materiali può quindi cambiare e questi possono asciugarsi. Se ciò avviene in parte o solo a livello superficiale, per es. a causa dell'illuminazione, possono verificarsi tensioni meccaniche nella struttura del materiale con conseguenti danni.

Umidità dell'aria

L'umidità dell'aria si riferisce alla percentuale di vapore acqueo nell'aria. Quanto più alta è la temperatura dell'aria, tanto più vapore acqueo è in grado di assorbire.

L'umidità assoluta dell'aria è la massa di vapore acqueo contenuta in un dato volume d'aria.
Viene misurata tipicamente in g/m^3.

L'umidità relativa dell'aria (%UR) è la relazione tra la massa effettiva presente e la massa massima possibile di vapore acqueo nell'aria o, in altre parole, la relazione tra l'umidità assoluta e l'umidità massima dell'aria a una data temperatura. È espressa in %UR.

Umidità dei materiali

L'umidità dei materiali indica la quantità di acqua libera contenuta in una sostanza solida. In questo svolge un ruolo importante l'igroscopia, cioè la capacità delle sostanze di assorbire l'umidità presente nell'ambiente circostante (di solito sotto forma di vapore acqueo dall'umidità dell'aria). Molte sostanze solide inorganiche si fondono o si aggregano quando assorbono acqua (per es. sale da cucina).

Di solito, i materiali porosi organici e inorganici possono rilasciare a loro volta l'umidità. Dopo un certo periodo si crea un equilibrio con l'umidità dell'aria. Questa umidità di equilibrio viene raggiunta a velocità differenti in base al materiale e alla struttura della superficie (per es. tessili = rapida, legno verniciato = lenta). Anche la capacità del materiale di assorbire acqua può variare.

Punto di rugiada

Il punto di rugiada indica la temperatura alla quale l'aria è satura di vapore acqueo (100% umidità relativa). Alla temperatura del punto di rugiada, sulla superficie si forma della condensa. Ciò può accadere quando un oggetto freddo viene trasportato in una stanza più calda e quindi più umida, o quando una stanza è ventilata con aria esterna più calda.

La condensa può formarsi anche in un materiale poroso, se è presente un gradiente di temperatura all'interno – per es. in una parete esterna d'inverno. Se ciò accade ripetutamente, può provocare un danno all'edificio. Per tale motivo, gli oggetti trasportati devono essere lentamente acclimatati alle temperature di destinazione. È anche necessario che ci sia una sufficiente differenza tra la temperatura dell'oggetto (o temperatura delle pareti) e la temperatura del punto di rugiada.

Fattori di influenza

Le condizioni climatiche per le collezioni e gli oggetti sono determinate da tutta una serie di influenze interne ed esterne. Qui vengono trattati solo i fattori più importanti. L'entità e gli effetti delle singole influenze variano notevolmente da caso a caso. Ecco perché è necessaria una valutazione della singola situazione climatica sul posto. Oltre alla conoscenza dei fattori rilevanti, sono indispensabili misure esatte, registrazioni e analisi dei dati climatici ottenuti.

Clima esterno

Il clima esterno ha un'influenza maggiore o minore sul clima interno a seconda della costruzione dell'involucro dell'edificio. Le curve di temperatura, l'irraggiamento solare e le precipitazioni possono variare localmente e di anno in anno.

In generale, si possono prevedere aria più secca dovuta a temperature più fredde o gelo in inverno e molto più umida a causa dei periodi caldi e umidi in estate. Nelle stagioni intermedie possono verificarsi variazioni giornaliere/a breve termine tra questi estremi.

Idealmente, l'edificio assorbe gran parte di queste fluttuazioni. Ciò è reso possibile da un grande volume edificato passivo, un buon isolamento e poche/piccole aperture (finestre e porte). Infatti il riscaldamento di grandi superfici attraverso l'irraggiamento solare diretto presenta un elevato potenziale di disturbo. L'edificio deve continuare il più possibile a resistere alla penetrazione dell'umidità (da precipitazione e umidità del terreno). Questa è una grande sfida negli edifici storici, che deve essere affrontata con una buona gestione dell'edificio e l'assistenza regolare delle strutture di drenaggio dell'acqua.

Clima interno e microclima

Per gli oggetti esposti, il clima presente nella stanza è un fattore decisivo. Ogni stanza può avere valori climatici differenti e possono addirittura esserci zone climatiche diverse nello stesso locale (per es. vicino a una finestra l'aria è in genere più fredda e umida).

Se tale zona è limitata, si parlerà di microclima, per es. dietro un quadro o un mobile appoggiato a una parete esterna (= di solito più fredda e più umida), oppure vicino a un calorifero (durante il periodo del riscaldamento = più caldo e più asciutto).

Vetrine e cornici

In una vetrina sigillata o una cornice con vetro, si crea un clima diverso da quello della stanza. Non sempre però tale clima sarà quello giusto, per es. davanti a una parete esterna. Per proteggere gli oggetti particolarmente sensibili, un microclima come questo può essere portato a valori di umidità idonei con l'aiuto di dispositivi per il microclima (per vetrine) o con gel di silice.

Riscaldamento e controllo della temperatura ambiente

Il controllo della temperatura serve a produrre temperature confortevoli per gli esseri umani e a compensare la perdita di calore dell'edificio verso l'esterno. A tal fine, un impianto convenzionale di riscaldamento non è una soluzione soddisfacente. Le temperature elevate dei caloriferi durante il periodo del riscaldamento interferiscono notevolmente con un livello costante di umidità dell'aria (asciugatura localizzata dell'aria). Nuovi sistemi come la ventilazione a dislocamento (per es. Museum Brandhorst, Monaco)[1] o il controllo della temperatura dei componenti degli edifici (per es. Kunstforum Ostdeutsche Galerie, Regensburg)[2] possono prevenire questi problemi e ridurre i costi.

In determinate circostanze, una temperatura ambiente moderata può in certa misura ridurre l'umidità elevata dell'aria. Si parla in tal caso di riscaldamento conservativo.

Ventilazione

Un ulteriore importante fattore di influenza è il ricambio d'aria fisiologicamente necessario nell'edificio. Per le aree espositive, si raccomanda un ricambio completo del volume d'ora ogni ora (= coefficiente di ricambio d'aria 1). Parte di questo avviene senza controllo attraverso le giunture degli edifici (finestre e porte). Usando la ventilazione controllata, eventualmente con supporto tecnico, si può ottenere in molti casi una riduzione delle fluttuazioni climatiche.
Non essendovi alcun viavai di persone, il coefficiente di ricambio d'aria in un deposito può essere molto più basso a 0,1 (eccezione: in presenza di inquinamento da sostanze nocive).

Impianti di condizionamento e condizionatori mobili

Gli impianti di condizionamento dell'aria completi contengono componenti per il riscaldamento, il raffreddamento, l'umidificazione, la deumidificazione e il filtraggio dell'aria. Ciò permette di creare il clima giusto, ma richiede anche un livello elevato di sforzo tecnico, con il rischio che l'impianto possa rompersi causando grossi problemi climatici. È inoltre difficile controllare un impianto centralizzato per la creazione di un clima locale (sull'oggetto). Nella realtà, le fluttuazioni di umidità sono generalmente superiori alle previsioni.

Luce

Un'ulteriore influenza è data dalla luce: tutti i corpi luminescenti emettono calore. I LED emettono poco calore, i tubi fluorescenti sono molto più caldi e le lampade alogene e altre sorgenti luminose diventano persino incandescenti. La loro luce contiene infatti un livello elevato di radiazione di calore, proprio come la luce solare. Spesso tale fenomeno si può evincere dai dati sul clima e può essere molto dannoso nelle teche di vetro. Gli oggetti illuminati e l'aria si riscaldano, mentre l'umidità scende rapidamente. Per gli stessi motivi, l'irraggiamento solare diretto deve essere ovviamente evitato.

Utilizzo

Infine, il modo in cui la collezione viene usata e curata ha un'influenza sul clima attorno all'oggetto. In una mostra permanente, le condizioni provocate dai visitatori, dall'illuminazione, dalla tecnologia di condizionamento dell'aria e dai frequenti interventi di pulizia (per es. lavaggio dei pavimenti) sono diverse da quelle in un deposito. Gli oggetti nelle mostre temporanee sono esposti a ulteriori influenze, quali il cambio di clima (per es. deposito – mostra), il trasporto, l'eventuale prestito, la vernice fresca ecc.

5. Diagramma di Mollier h-x

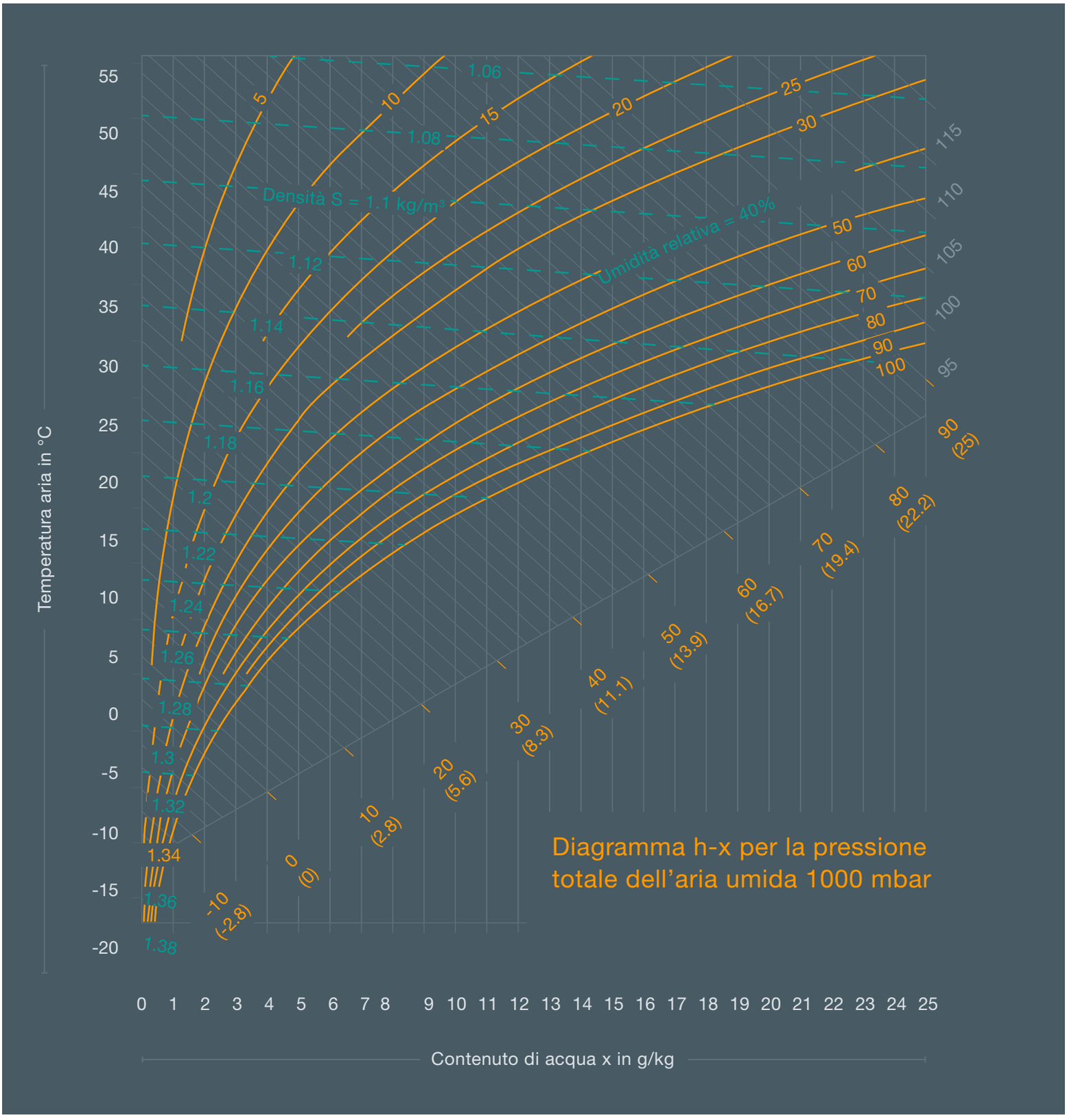

Diagramma h-x per la pressione totale dell'aria umida 1000 mbar

5. I valori climatici giusti[3]

Gli esperti raccomandano di attribuire la massima priorità alla considerazione dei parametri ambientali. Anche a livello internazionale, l'umidità eccessiva viene trattata in via prioritaria rispetto alla prevenzione degli aumenti di temperatura.

Priorità	Parametro	Valore nominale
1	Variazione dell'umidità relativa in un'ora	**≤2,5%** La variazione deve essere la più lieve possibile, la frequenza delle fluttuazioni la più piccola possibile.
2	Variazione nell'umidità relativa in un giorno	**≤5%** La variazione deve essere la più lieve possibile, la frequenza delle fluttuazioni la più piccola possibile.
3	Valori min. e max. dell'umidità relativa in una settimana	Legno: **50%... 60%** | Tela: **50%... 55%** Carta: **45%... 50%** | Metallo: **5%... 40%** Se si conservano o espongono oggetti di materiali diversi, i valori possono solo essere un compromesso tra i requisiti di conservazione dei singoli materiali.
4	Passaggio stagionale nell'umidità relativa in un anno	**+5%** (estate)**... -5%** (inverno) sui valori settimanali (priorità 3) Anche la precedente storia degli oggetti, le condizioni dell'edificio o le peculiarità regionali (zone climatiche) possono essere motivi per ridurre o aumentare l'umidità relativa.
5	Variazione di temperatura in un'ora	**≤2,5%** La variazione deve essere la più lieve possibile, la frequenza delle fluttuazioni la più piccola possibile.
6	Passaggio stagionale di temperatura in un anno	**4... 28 °C** Dal punto di vista della conservazione, le temperature più basse sono vantaggiose per la maggior parte dei materiali esposti. La temperatura interna è impostata in base alla temperatura esterna mensile media, riducendo il più possibile la differenza tra le due. Temperature aumentate nell'intervallo tra 24 e 28 °C sono ammesse per un massimo di 150 ore all'anno.

5. Valori massimi di fluttuazione[4]

Dati sulla regolazione del clima nei musei, come attualmente riportati in gran parte delle pubblicazioni internazionali e basati sulle linee guida/raccomandazioni corrispondenti.

Classe climatica		Valori massimi di fluttuazione	
		Fluttuazioni a breve termine	Possibile regolazione stagionale del valore target
AA	Regolazione precisa del clima, solo lievi fluttuazioni stagionali di temperatura	±5%UR | ±2 °C	%UR stabile ±5 °C
A	Buona regolazione del clima, lievi fluttuazioni stagionali di umidità e temperatura	±5%UR | ±2 °C	±10 °C aumento 5 °C e calo 10 °C
A	Buona regolazione del clima, fluttuazioni stagionali solo di temperatura	±10%UR | ±2 °C	%UR stabile aumento 5 °C e calo 10 °C
B	Regolazione del clima, fluttuazioni stagionali e riduzione della temperatura in inverno	±10%UR | ±5 °C	±10%UR aumento 10 °C (fino a max. 30 °C) calo non sotto i 4 °C (con eccezioni)
C	Prevenzione di tutti i valori estremi rischiosi	%UR intervallo 25% - 75% temperatura annua raramente sopra i 30 °C, perlopiù sotto i 25 °C °C	
D	Prevenzione dell'umidità estrema	Affidabile sotto il 75%UR	
Valore target: valore medio annuo storico o 50%UR con temperature tra 15 e 25 °C			

Riferimenti bibliografici

[1] BauNetz Media GmbH: Museum Brandhorst in Munich. Download del 26 novembre 2015 da http://www.baunetzwissen.de/objektartikel/Heizung-Museum-Brandhorst-in-Muenchen_778119.html

[2] Michael Kotterer, Henning Grosseschmidt: Klima in Museen und historischen Gebäuden – Vom konservatorisch richtigen Heizen und Lüften. In: Beiträge zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut 1 (2008), pag. 98. Download del 26 novembre 2015 da http://www.kunstforum.net/doc/vdr1_2008.pdf

[3] Andreas Burmester: Die Beteiligung des Nutzers bei Museumsneubau und -sanierung oder: Welche Klimawerte sind die richtigen? In: Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. (Hrsg.): Raumklima in Museen und historischen Gebäuden: Kongressbericht. Bietigheim 2000, pagg. 9-24.

[4] ASHRAE (= American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers): ASHRAE Handbook: Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications, SI Edition. Atlanta 2007, Capitolo 21.13, Tabella 3 (traduzione: Cord Brune).

Sistema di monitoraggio testo 160

- Per documentare e monitorare in modo facile, mobile e sicuro
- Archiviazione accesso sul Testo Cloud
- Funzione automatica di allarme tramite SMS ed e-mail

Testo SpA

Via Fratelli Rosselli 3/2
20019 Settimo Milanese (MI)

Tel.: +39 (02) 33519.1
Fax: +39 (02) 33519.200
E-mail: info@testo.it
Sito web: www.testo.it