

**Sistemi e apparecchi per l'illuminazione di opere d'arte esposte in vetrina:  
sperimentazione e linee-guida per la progettazione**

di Lucilla Gaspari

Relatore: Chiara Aghemo

Correlatore: Anna Pellegrino

I musei sono tra gli spazi più rappresentativi dell'epoca moderna, poiché raccolgono le testimonianze delle epoche passate e le valorizzano presentandole in modo che possano essere facilmente apprezzate e fruite da un ampio pubblico. La possibilità di godere visivamente delle opere esposte nei musei dipende in larghissima parte da come esse risultano illuminate: pertanto, nella tematica dell' esporre, una corretta illuminazione costituisce una necessità ed un problema da cui è impossibile prescindere.

Questo aspetto è vero soprattutto per opere d'arte sensibili, tali da richiedere un'adeguata protezione: cioè tutte quelle opere che per ragioni di conservazione e sicurezza vengono esposte in vetrina.

Un'adeguata illuminazione delle opere d'arte esposte nelle vetrine dei musei deve pertanto confrontarsi con una serie di problematiche ricorrenti, legate sia alla conservazione degli oggetti esposti, sia alla loro corretta percezione da parte degli utenti delle mostre, alle quali il progetto illuminotecnico deve rispondere con una serie di requisiti.

Definite quindi le caratteristiche tipologiche e tecnologiche dell'elemento espositivo "vetrina", analizzati gli apparecchi ed i sistemi di illuminazione presenti sul mercato e le relative caratteristiche, occorre definire quali sono tali problematiche e quali parametri bisogna controllare al fine di realizzare un'esposizione ottimale.

Una possibile risposta ai problemi ricorrenti così delineati può essere fornita da un'accurata ricerca sperimentale volta a confrontare alcuni sistemi di illuminazione, di cui siano note le proprietà, sulla base di tematiche precedentemente stabilite.






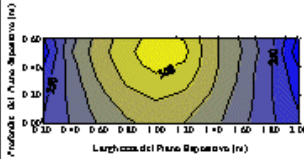


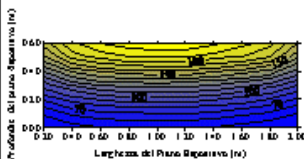

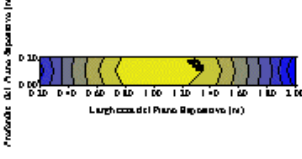
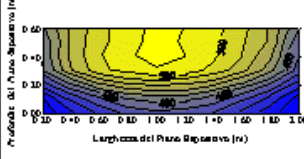
I temi di sperimentazione, direttamente dedotti dai problemi considerati e legati all'analisi dei fattori di danneggiamento delle opere d'arte e dei fattori di disturbo visivo per gli osservatori, danno origine ad una sperimentazione condotta in laboratorio articolata in sei fasi:

1. la prima fase consiste in un'analisi quantitativa finalizzata a rilevare la distribuzione degli illuminamenti sulle diverse superfici espositive, cioè piani inclinati e orizzontali di una vetrina-campione, e l'uniformità di illuminamento su tali aree;
2. la seconda fase consta sempre di un'analisi quantitativa volta a determinare il contenuto energetico delle radiazioni UVA emesse dai sistemi, al fine di valutarne la capacità di danneggiamento delle opere;
3. la terza fase completa la parte della sperimentazione che si occupa dei parametri relativi alla conservazione delle opere d'arte e rileva quantitativamente le variazioni di temperatura ed umidità relativa all'interno della vetrina-campione

causate dalla presenza dei sistemi di illuminazione e dalla loro emissione nel campo dell'IR;

4./5. la quarta e la quinta fase consistono in un'analisi percettiva a carattere oggettivo, nella quale si procede alla simulazione dei percorsi fisici e visivi effettuati dagli osservatori per individuare le aree interessate da abbagliamento diretto o da abbagliamento riflesso; inoltre, simulando diverse tipologie di oggetti esposti, di differenti colori, si determina la percezione di tali opere rispetto agli sfondi contro cui sono poste, al fine di valutare la possibilità di lettura delle opere al variare dei sistemi luminosi;

6. la sesta fase riguarda ancora un'analisi percettiva di tipo quantitativo, atta a determinare la percentuale d'ombra e penombra generata sugli oggetti bi e tridimensionali da piccoli rilievi o dal modellato plastico delle opere stesse, valutando in tal modo il fastidio causato dall'area di ombreggiatura nella lettura delle opere oppure la sua importanza nel far risaltare l'effetto chiaroscurale dei corpi solidi.

I° TEMA DISPERIMENTAZIONE		
VERIFICA DELL'UNIFORMITÀ DI ILLUMINAMENTO		
PARAMETRI FISSI	PARAMETRI VARIABILI	
Modalità di Illuminazione	Altezza dei piani orizzontali	
<p>Alto</p> 	 <p>H = 30 cm; Griglia: 220x 0 cm</p>	 <p>H = 70 cm; Griglia: 220x 40 cm</p>
<p>Sistema a tubi fluorescenti</p> 	 <p>Profondità del Piano Ripartivo (m) Larghezza del Piano Ripartivo (m)</p> <p><math>E_{med} = 272.2 \text{ lx}</math> <math>E_{min} / E_{med} = 0.82 &gt; 0.5</math> <math>E_{max} / E_{min} = 1.38 &lt; 5</math></p>	 <p>Profondità del Piano Ripartivo (m) Larghezza del Piano Ripartivo (m)</p> <p><math>E_{med} = 153.1 \text{ lx}</math> <math>E_{min} / E_{med} = 0.81 &gt; 0.5</math> <math>E_{max} / E_{min} = 1.36 &lt; 5</math></p>
<p>Sist. a tubi fluor. con schermo e vetro diffondente</p> 	 <p>Profondità del Piano Ripartivo (m) Larghezza del Piano Ripartivo (m)</p> <p><math>E_{med} = 84.8 \text{ lx}</math> <math>E_{min} / E_{med} = 0.83 &gt; 0.5</math> <math>E_{max} / E_{min} = 1.34 &lt; 5</math></p>	 <p>Profondità del Piano Ripartivo (m) Larghezza del Piano Ripartivo (m)</p> <p><math>E_{med} = 117.5 \text{ lx}</math> <math>E_{min} / E_{med} = 0.43</math> <math>E_{max} / E_{min} = 3.82 &lt; 5</math></p>
<p>Sist. a tubi fluor. con ottica asimmetrica</p> 	 <p>Profondità del Piano Ripartivo (m) Larghezza del Piano Ripartivo (m)</p> <p><math>E_{med} = 275.6 \text{ lx}</math> <math>E_{min} / E_{med} = 0.80 &gt; 0.5</math> <math>E_{max} / E_{min} = 1.40 &lt; 5</math></p>	 <p>Profondità del Piano Ripartivo (m) Larghezza del Piano Ripartivo (m)</p> <p><math>E_{med} = 433.6 \text{ lx}</math> <math>E_{min} / E_{med} = 0.67 &gt; 0.5</math> <math>E_{max} / E_{min} = 1.81 &lt; 5</math></p>

Esempio di tabella sinottica per il confronto dei diversi sistemi di illuminazione sulla base delle differenti tematiche

La ricerca sperimentale non deve essere considerata fine a se stessa: suo scopo è quello di fornire una serie di indicazioni progettuali fondate su precisi riscontri empirici.

La raccolta di tutte queste indicazioni, rese il più possibili generiche, dà origine al **MANUALE operativo per l'utilizzo dei sistemi di illuminazione interni alle vetrine museali**, il quale si pone come *trait d'union* fra il quadro esigenziale espresso dal progettista e i risultati della ricerca sperimentale.



Il manuale è articolato in due sezioni, relative alle opere bidimensionali e tridimensionali, per ciascuna delle quali vengono definite le esigenze progettuali, tradotte in termini di requisiti tecnici. Per ciascun requisito viene operato un confronto diretto tra i diversi sistemi di illuminazione per mezzo di una semplice matrice requisiti/sistemi. Un maggiore approfondimento delle prestazioni fornite da ogni sistema viene effettuato per mezzo di schede di analisi specifiche.

Matrice Requisiti / Sistemi.

	Sistema a tubi fluorescenti			Sistema a tubi fluorescenti con riflettore			Sistema a tubi fluorescenti con riflettore a soffitto			Sistema a reggipiù in metallo verniciato distribuito															
	Posizione A			Posizione A			Posizione A			Posizione B, $\theta = 0^\circ$				Posizione B, $\theta = 25^\circ$				Posizione C, $\theta = 0^\circ$				Posizione C, $\theta = 30^\circ$			
	Alb	Alfba	Decor	Alb	Alfba	Decor	Alb	Alfba	Decor	Alb	Alfba	Decor	Alb	Alfba	Decor	Alb	Alfba	Decor	Alb	Alfba	Decor	Alb	Alfba	Decor	
Uniformità di Illuminamento	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Raffinatezza ultravioletta	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Abbagliamento diretto	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Red	Red	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	
Abbagliamento riflesso	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green	Red	Red	Green	Red	Red	Green	
Costo Portata	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Red	Green	Green	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	
NOTE su altri requisiti	AT			AT			AT			AT			AT			AT			AT			AT			



Matrice requisiti/sistemi

	<b>Posizione A e D</b> <b>Illuminazione dall'alto e dal basso</b>	
	<b>SORGENTI:</b> i valori si riferiscono ad 1+1 sorgente incandescente diroica con riflettore in alluminio, avente le seguenti caratteristiche: diametro 50 mm, resa Ra = 100, 12V/75W/42° spot.	
	<b>SCHERMO:</b> /	
<b>OTTICA:</b> riflettore in alluminio all'interno dell'illuminatore; diametro attivo delle fibre di 4,3 mm.		

area espositiva: 180×80 cm.

emed = 82 lux

Il valore è ottimale per l'esposizione di opere moderatamente sensibili alla luce; con l'impiego di un dimmer si può abbassare il valore dell'illuminamento e utilizzare il sistema anche per opere particolarmente sensibili alla luce.

area espositiva: 180×80 cm

emin/Emed = 0,48

imax/Emm = 3,26

L'uniformità risulta abbastanza buona su tutta l'area espositiva considerata; il rapporto Emin/Emed, benché ricada oltre il limite imposto, è comunque accettabile.

$r_{v\lambda}/\phi_{luminesc} = 0,031 \text{ mW/m}$

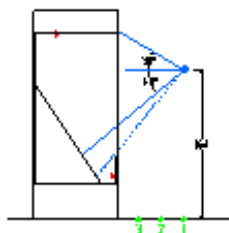
$T_{min-cm} = 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_{max(24h)} = 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$\Delta U.R._{min-cm} = - 6,3 \%$

$\Delta U.R._{max(24h)} = 2,5 \%$

L'escursione giornaliera della temperatura è compatibile con la conservazione di tutte le opere d'arte esposte; quella dell'umidità relativa, invece, risulta buona per i materiali meno sensibili e inaccettabile per gli oggetti particolarmente sensibili alle variazioni microclimatiche.



Alto:

$L_1 \text{ med} = 1220 \text{ cd/m}^2$

$L_2 \text{ med} = 1850 \text{ cd/m}^2$

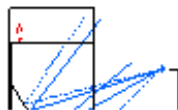
$L_3 \text{ med} = 2730 \text{ cd/m}^2$

Basso:

$L_{1,2,3} = 0 \text{ cd/m}^2$

La luminanza delle sorgenti superiori risulta sempre molto elevata e perciò è causa di abbagliamento diretto.

Le sorgenti luminose inferiori, invece, non risultano mai visibili, per qualsiasi posizione assunta dall'osservatore.



Assenza di riflessi.

Scheda di analisi tipo del manuale

Per informazioni contattare: Lucilla Gaspari, e-mail [lucillag@ciaoweb.it](mailto:lucillag@ciaoweb.it)