

IL BENESSERE ILLUMINOTENICO NELLE AGENZIE DI BANCA: ANALISI DEI RISULTATI DI UNA CAMPAGNA SPERIMENTALE IN AGENZIE NEL TERRITORIO UMBRO

Maurizio Cellura¹, Franco Cotana², Cristiana Simoncini²

¹Dream – Università di Palermo, viale delle Scienze, 90128 Palermo

²Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università di Perugia, via G. Duranti 67, 06125 Perugia

SOMMARIO

Il benessere negli ambienti confinati deriva dall'effetto combinato di fattori termoigrometrici, acustici, illuminotecnici. Quest'ultimo aspetto, nelle agenzie di banca, risulta di notevole importanza, in virtù del fatto che si tratta di ambienti nei quali, generalmente, l'impiego della luce artificiale è di gran lunga superiore a quello della luce naturale, laddove quest'ultima, come spesso avviene, non sia completamente assente. Nel presente lavoro sono descritti i primi risultati di una ricerca, finanziata dall'ISPESL, che prevede la valutazione delle condizioni di benessere termoigrometrico ed illuminotecnico nelle agenzie di banca. In particolare oggetto del lavoro è l'analisi dei primi risultati sperimentali delle indagini volte al rilievo delle condizioni di benessere visivo. La campagna di misure ha riguardato alcune agenzie di banca, all'interno delle quali sono stati misurati i valori dell'illuminamento nelle diverse postazioni di lavoro, al passare del tempo, nell'arco di una giornata lavorativa-tipo. Si sono utilizzate in parte strumentazioni in dotazione alla sezione di Fisica Tecnica e Controlli Ambientali del CIRIAF, in parte strumentazioni che il CIRIAF ha acquistato con i fondi della presente ricerca finanziata dall'ISPESL.

1. INTRODUZIONE

Il problema dell'illuminazione artificiale e naturale dei posti di lavoro è stato oggetto di studio per molti decenni. La perdita di importanza della luce naturale per illuminare il posto di lavoro ha formato una delle più importanti ragioni per lo sviluppo dell'illuminazione artificiale, con dibattiti ancora aperti riguardo ai benefici della eliminazione delle finestre negli uffici e nelle scuole.

Negli anni recenti la luce naturale ha riacquisito parte della sua importanza, non soltanto per ragioni di risparmio energetico. E' sempre maggiore il numero delle persone che denunciano la scarsa qualità di ambienti di lavoro con poca o del tutto assente luce naturale [1]. In Europa le esperienze sono differenti; in Germania, ad esempio, i regolamenti federali garantiscono la fornitura di una minima quantità di luce naturale per ciascun posto di lavoro, richiedendo che ciascun lavoratore abbia una vista esterna all'edificio che occupa.

Il dibattito sul *VDT workplace* (*videoterminali*) ha introdotto nuovi impulsi nel campo della tecnologia dell'illuminazione. I problemi che sono emersi con l'introduzione di tali *workplace* sono molteplici: eliminazione della riflessione della sorgente di luce dallo schermo per mezzo dell'uso di illuminazione innovativa [2] *VDT-luminaires* o *luminaries*; riduzione della brillantezza, in modo da ottenere un accettabile contrasto sugli schermi di scarsa qualità; riduzione dei gradi di riflessione dalle superfici della stanza; riduzione dell'interferenza della luce naturale attraverso la rimozione del VDT workstations dalle aree di luce naturale (Figura 1).

La verifica della qualità luminosa di un ambiente di lavoro, nonché dei possibili fattori di rischio, è effettuata mediante la rilevazione di grandezze e calcolo di indici rappresentativi delle condizioni di benessere visivo, confrontando poi i

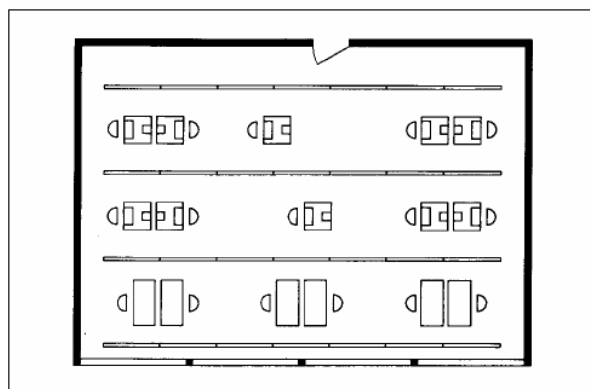


Figura 1. Orientamento dei VDT

risultati con valutazioni di carattere soggettivo sul grado di soddisfazione espresso dagli utenti.

Le analisi fotometriche delle postazioni di lavoro sono comunemente basate sulla sola rilevazione degli illuminamenti. Esistono però anche procedure per la valutazione della percezione dell'ambiente luminoso soggettivo che utilizzano questionari autocompilati dai lavoratori; tali metodologie di indagine evidenziano però carenze sotto il profilo della fedeltà e della validità.

Per condurre rilevazioni esaustive si dovrebbe procedere attraverso canali paralleli:

1. analisi fotometriche che includano sempre anche mirate rilevazioni delle luminanze, ove si ritenga utile studiare la soggettività correlata;
2. predisposizione di questionari validi e precisi, cui faccia seguito un'adeguata analisi dei dati.

L'ISPESL ha finanziato al CIRIAF una ampia ricerca sul

comfort ambientale in particolari luoghi di lavoro, quali le agenzie di banca. In tale ricerca sono indagati sia aspetti sul benessere termoisometrico sia aspetti legati al comfort luminoso cui si fa specifico riferimento nel presente lavoro.

Per condurre tali indagini è stata richiesta la partecipazione di istituti di credito, per il momento limitati al territorio umbro, che hanno aderito in maniera estremamente collaborativa. I monitoraggi hanno avuto inizio alla fine del 2004 e sono tuttora in corso; essi riguardano la misura e la verifica dei principali parametri illuminotecnici richiesti dalla recente norma UNI EN 12464/2004. Per i monitoraggi sono utilizzate in parte strumentazioni in dotazione alla sezione di Fisica Tecnica e Controlli Ambientali del CIRIAF, in parte strumentazioni che il CIRIAF ha acquistato con i fondi della presente ricerca, finanziata dall'ISPESL.

1.1 Quadro normativo di riferimento

Il tema luce e lavoro assume, molto più che in passato, rilevanza all'interno della normativa, sia europea che nazionale, in tema di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

In Italia l'atto più importante è il Decreto Legislativo 626/1994 relativo alle norme in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro; il DLGS, con le successive modifiche e integrazioni, ha recepito, tra le altre, la direttiva 90/270/CE, contenente un titolo specifico a riguardo della tutela dei lavoratori addetti ai videoterminali.

Per quanto riguarda l'illuminazione naturale e artificiale dei luoghi di lavoro, è stabilito che questi dispongano di sufficiente luce naturale e siano dotati di dispositivi che consentano un'illuminazione artificiale adeguata per salvaguardare la sicurezza, la salute e il benessere dei lavoratori. Gli impianti di illuminazione dei luoghi di lavoro e delle vie di circolazione devono essere installati in modo che il tipo d'illuminazione previsto non rappresenti un rischio di infortunio per i lavoratori. I luoghi di lavoro nei quali i lavoratori sono particolarmente esposti a rischi in caso di guasto dell'illuminazione artificiale devono disporre di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità. Le superfici vetrate illuminanti ed i mezzi di illuminazione artificiale devono essere tenuti costantemente in buone condizioni di pulizia e di efficienza.

La normativa tecnica italiana ha recentemente recepito la EN 12464 del 2002, pubblicata come UNI EN 12464/2004 [3], *Luce e Illuminazione – Illuminazione nei posti di Lavoro*, che in gran parte sostituisce la UNI 10380/94 [4] per quanto concerne l'illuminazione specifica di interni nei luoghi di lavoro. Tale norma, come sarà dettagliatamente riportato nel paragrafo 3, definisce i valori limite dei seguenti parametri:

- illuminamento medio mantenuto;
- uniformità di illuminamento;
- grado unificato di abbagliamento (UGR);
- indice di resa cromatica.

La nuova UNI EN 12464/04 appare in alcuni aspetti meno gravosa della precedente UNI 10380, in quanto non richiede più verifiche di luminanza, (praticamente disattese per la specifica strumentazione necessaria) e non definisce in maniera rigorosa le modalità di esecuzione delle mappature di illuminamento.

La norma UNI 10530 [5] descrive i principi di ergonomia della visione e identifica i diversi parametri che influenzano la prestazione visiva. Nella stessa sono indicati i criteri per la realizzazione di ambienti luminosi in grado di assicurare

adeguato comfort visivo negli ambienti confinati.

La norma Uni ISO EN 9241 [5] fornisce infine i criteri per un'adeguata progettazione e realizzazione dell'ambiente luminoso, proponendo soluzioni integrate con riferimento all'illuminazione naturale ed artificiale. Nella stessa sono presenti indicazioni riguardo negli orientamenti, per evitare l'abbagliamento causato dai riflessi sulle apparecchiature di lavoro dotate di schermi la cui luminosità non possa essere regolata.

2. UN CASO DI STUDIO: COMFORT ILLUMINOTECNICO NELLE AGENZIE DI BANCA

Lo studio condotto ha riguardato la valutazione dell'ambiente luminoso di particolari ambienti lavorativi quali le Agenzie di Banca. Alcuni Istituti di Credito hanno aderito alla ricerca mettendo a disposizione per i rilievi diverse agenzie nel territorio umbro. La riservatezza richiesta in tutte le attività del monitoraggio impedisce in questa fase la completa restituzione dei dati nella forma più idonea (fotografie, reticolo dettagliato del rilievo, descrizione dell'ambiente di lavoro, dislocazione delle finestre).

Al fine di uniformare le risultanze dell'indagine sperimentale in ambienti anche molto diversi dal punto di vista architettonico, per ogni agenzia è stata ripetuta una procedura preventivamente pianificata; la stessa è stata modificata in alcune situazioni per i seguenti motivi limitanti:

- orario disponibile per effettuare le operazioni di rilievo;
- spazi operativi messi a disposizione dalle varie banche;
- impatto invasivo;
- eccessiva interferenza con il normale funzionamento degli uffici.

2.1 Strumentazione utilizzata

In fase di pianificazione dei rilievi e di scelta della strumentazione, fondamentale è stata la scelta tra monitoraggio *puntual-measurement* e *multi-point measurement*. I rilievi *multi-point* permettono di avere informazioni nello stesso istante su di un'ampia superficie opportunamente orientata. È questa la tecnica da utilizzare nel caso in cui si vuole dare particolare importanza all'illuminazione naturale, ed è quindi necessario avere il valore della grandezza fotometrica su più punti, allo stesso istante. Gli errori di tali tecniche nascono da due fattori:

- non perfetta uguaglianza tra una testa fotometrica e l'altra;
- diverso ritardo nella trasmissione dati alla centralina di memorizzazione a seconda della distanza.

Nel presente studio si è optato per il *puntual measurement*, per le seguenti ragioni:

- nei rilievi è possibile la valutazione dell'illuminazione naturale solamente di tipo qualitativo e indirizzata principalmente a fenomeni in grado di creare abbagliamento, non è quindi necessaria l'acquisizione contemporanea su più punti di medesime grandezze in un certo intervallo di tempo;
- il numero di punti per rilievo è stato sempre limitato;

Gli strumenti impiegati (Figura 2) nei rilievi hanno permesso di misurare le seguenti grandezze illuminotecniche:

- illuminamento;
- luminanza;
- temperatura di colore;

che coincidono con parametri i cui valori limite sono definiti nella UNI EN 12464.

Nella scelta strumentale le caratteristiche considerate come elementi di valutazione sono: il numero di grandezze misurate, il campo di misura, l'accuratezza, le funzioni aggiuntive come (Color Correction Function CCF), l'angolo di accettazione per i luminanzometri.

Le misure di illuminamento sono state effettuate con un luxmetro/colorimetro, della Minolta, modello CL-200, (Figura 2a), con il quale è possibile procedere alla determinazione delle coordinate tricromatiche e temperatura di colore della luce.

Il luminanzometro Minolta, modello LS-100, riportato in figura 2b, è in grado di effettuare misure di luminosità da una distanza che va da 1014 mm fino a infinito. Nel caso si volessero raggiungere distanze minori, è d'obbligo l'uso di lenti addizionali, tramite le quali si riduce anche, di conseguenza, l'area esaminata. È questo il caso in cui, per esempio, si vogliono effettuare particolari indagini sugli schermi e sul contrasto tra un carattere e lo sfondo, tema non trattato nella nuova UNI EN 12464/2004.



Figura 2. Strumentazione utilizzata:

a) luxmetro/colorimetro CL-200 b) luminanzometro LS-100

3. GRANDEZZE RILEVATE E VERIFICHE EFFETTUATE

Come richiamato nella UNI 10530/97, si definisce prestazione visiva di un individuo la capacità di rilevazione e l'attitudine a reagire quando i dettagli del compito visivo entrano nel campo visivo. Tale prestazione dipende da due fattori:

- caratteristiche del compito visivo da svolgere;
- condizioni di illuminazione.

La zona del compito è quella parte del posto di lavoro nella quale viene svolto il compito visivo. Per ambienti dove non sono note le dimensioni e la disposizione della zona del compito, deve essere individuata una zona dove il compito può essere effettuato; la zona immediatamente circostante è generalmente una fascia di almeno 0,5 metri di larghezza intorno a quella del compito visivo.

I rilievi sono stati condotti ai sensi della normativa tecnica, riportata nel paragrafo 1.1, e pianificati per poter effettuare le

verifiche richieste dalla norma 12464/2004.

Al fine di ottimizzare i monitoraggi le operazioni preliminari ad ogni rilievo sono state le seguenti:

- conoscenza del tipo di lampade, al fine di impostare sullo strumento Chromameter CL-200 il *Correction Function* (CF) e sullo strumento Luminance Meter LS-100 il *Color Correction Function* (CCF), ovvero parametri strumentali che si differenziano in base al tipo di sorgenti luminose.
- acquisizione dei dati sul tipo di lampade utilizzate;
- definizione dei compiti visivi sulle planimetrie delle varie banche:
 - lettura e scrittura sul piano della scrivania;
 - lettura e scrittura su videoterminali;
 - consultazione di fascicoli in prossimità di archivi e scaffalature;
 - esecuzione di compiti visivi meno impegnativi (conversazioni telefoniche);
 - movimento degli utenti all'interno del locale;
- definizione su planimetria del reticolo e dei punti caratteristici per il rilievo;
- localizzazione degli apparecchi di illuminazione, compresi quelli di emergenza.

I rilievi sono stati condotti al fine di poter effettuare, in fase di elaborazione delle misure, le seguenti verifiche: distribuzione delle luminanze, illuminamento medio mantenuto e uniformità dell'illuminamento, abbagliamento con l'indice UGR, resa dei colori.

3.1 Luminanza

Le misure di luminanza hanno lo scopo di valutare se l'illuminazione artificiale consente di ottenere un adeguato equilibrio delle stesse entro il campo visivo dell'operatore, ai fini della riduzione dell'affaticamento visivo, ed evitare situazioni tipo [6]:

- luminanze troppo elevate che potrebbero provocare abbagliamento;
- contrasti di luminanza troppo elevati che causerebbero affaticamento a causa delle costanti variazioni di adattamento oculare;
- luminanze troppo basse e contrasti di luminanza troppo bassi, che darebbero luogo ad un ambiente di lavoro monotono e non stimolante;

è quindi importante il contributo di tutte le superfici, che è valutato attraverso l'illuminamento delle stesse e i relativi fattori di riflessioni. Per la valutazione di quest'ultimi è stato però possibile dare soltanto una stima teorica, del colore di pareti, soffitto, piani di lavoro e pavimento.

Avendo a disposizione un luminanzometro sono state effettuate anche rilievi strumentali per la valutazione della distribuzione di luminanza, anche se non più richiesti dalla normativa tecnica. Per la misura si è disposto il focal point del luminanzometro ad un'altezza pari a 1,2 metri, al fine di simulare l'occhio di una persona standard seduta, essendo questa la situazione più rappresentativa dell'ambiente lavorativo. Le misure si effettuano puntando lo strumento nella direzione di osservazione che l'operatore assume dalla propria posizione durante la consueta attività di lavoro. Le zone interessate sono quindi:

- visual object (foglio bianco di carta A3, posto al centro della scrivania, luminanzometro puntato al centro dello stesso);
- soffitto (massima e minima luminanza);
- pareti (massima e minima luminanza);

- parti di pavimento che possono essere visualizzate dall'operatore.

Con i valori di luminanza misurati è possibile calcolare i rapporti di luminanza, che dovranno essere generalmente compresi entro i limiti previsti dal prospetto riportato in Figura 3 [4]. Tale verifica è stata valutata solo qualitativamente essendo i limiti riportati nel prospetto non più applicabili in modo prescrittivo.

Nel prospetto è prevista la suddivisione degli ambienti in tre classi:

- classe "X": ambienti dove le riflessioni possono essere controllate;
- classe "Y": ambienti nei quali è possibile controllare le riflessioni solo nelle zone vicine alle aree di lavoro, mentre è limitata la possibilità di controllo per le superfici più lontane;
- classe "Z": ambienti nei quali il controllo delle riflessioni è impraticabile e dove risulta difficoltoso modificare le condizioni ambientali.

Una ripartizione equilibrata che si adotta frequentemente prevede luminanze maggiori nelle zone alte (pareti, soffittature), con un massimo in corrispondenza degli apparecchi, e via via decrescenti verso il basso, con un minimo sulle pavimentazioni.

Rapporti di luminanza limite prescritti		Classificazione dell'ambiente		
		X	Y	Z
1	Tra il compito visivo e le superfici più scure ad esso adiacenti (max.)	3/1	3/1	5/1
2	Tra il compito visivo e le superfici più chiare ad esso adiacenti (min.)	1/3	1/3	1/5
3	Tra il compito visivo e le superfici lontane più scure (max.)	10/1	20/1	-
4	Tra il compito visivo e le superfici lontane più chiare (min.)	1/10	1/20	-
5	Tra gli apparecchi di illuminazione e le superfici ad essi adiacenti (finestre, lucernari, ecc.) (max.)	20/1	-	-
6	Ovunque entro il campo visivo (max.)	40/1	-	-

Figura 3: Rapporti delle luminanze nel campo visivo

3.2 Illuminamento

Le misure di illuminamento dovrebbero essere effettuate senza alcun contributo dovuto alla luce naturale; pertanto dovrebbero essere eseguite durante le ore notturne o durante le ore diurne, provvedendo a schermare finestre e lucernari con coperture aventi fattori di riflessione del 10% circa. Nel caso dei rilievi effettuati non è stato possibile effettuare le misure in tali condizioni. La determinazione dell'illuminamento artificiale, ottenuta nelle ore diurne dalla differenza tra quello misurato con l'insieme dell'illuminamento naturale e artificiale e quello dovuto al solo illuminamento naturale, non è ritenuta significativa stante le forti variazioni alle quali può essere suscettibile la luce naturale tra i due cicli di misurazione. Si è quindi proceduto, come spesso avviene, in presenza di illuminazione naturale indicando l'orario della rilevazione.

Le misure puntuali dell'illuminamento orizzontale sono state effettuate a 0,85 m dal pavimento, quelle relative alle vie di passaggio a 0,2 m dal pavimento; l'illuminamento sulla postazione di lavoro all'altezza del compito visivo. Sia per le misure di illuminamento orizzontale sia per quelle di

illuminamento verticale è richiesta l'applicazione di sospensioni cardaniche alla testa fotometrica del luxmetro, in modo da assicurare la complanarità della superficie sensibile alla luce con la sua superficie di appoggio.

Negli ambienti di lavoro arredati, senza sovrastrutture in grado di schermare l'emissione degli apparecchi di illuminazione, l'illuminamento medio è calcolato suddividendo il locale in zone, riferendo ciascuna zona alla specifica attività che vi si svolge; il reticolo dei punti di misura è stabilito zona per zona, tenendo conto che il numero minimo di punti non deve risultare minore di 9 per ciascuna zona. Si utilizzerà un reticolo di misura del tipo riportato in Figura 4. Non essendo indicate precise modalità alternative in [3] si è mantenuta la modalità di esecuzione della mappatura di illuminamento descritta in [4].

La planimetria dell'ambiente è suddivisa in un certo numero di zone elementari, le cui dimensioni dipendono:

- dall'ampiezza della superficie da considerare;
- dall'altezza dei centri luminosi e dalla loro disposizione;
- dal tipo di ripartizione fotometrica degli apparecchi di illuminazione;
- dalla precisione di misura desiderata.

Il numero minimo di punti necessario al calcolo dell'illuminamento medio può essere stabilito in relazione all'indice del locale K, definito dalla (1) (Tabella 1):

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (1)$$

dove:

- a e b sono le lunghezze dei lati dell'ambiente (m);
- h è l'altezza del locale dal pavimento o dal piano di lavoro, (m).

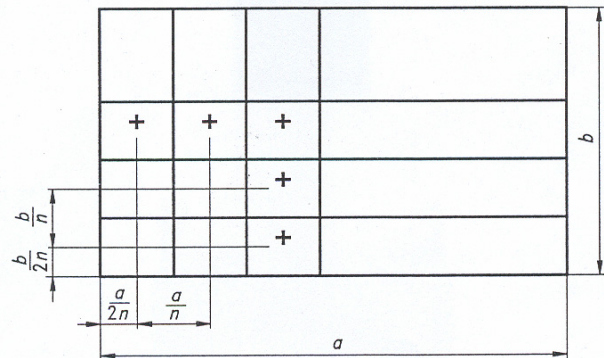


Figura 4. Disposizione dei punti di misura nell'ambiente.

Le misure di illuminamento si effettuano al centro di ogni maglia; la disposizione dei punti di misura non deve essere fatta in corrispondenza degli apparecchi di illuminazione, tanto in senso longitudinale quanto in quello trasversale.

L'illuminamento medio, E_m , espresso in lux, è dato dalla seguente equazione:

$$E_m = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n E_x \quad (2)$$

con:

- x , punto di misura;
- n , numero di punti di misura considerati (Tabella 1);
- E_x , illuminamento misurato nel punto di misura x , (lux).

L'uniformità di illuminamento, $U_{0,}$ sulla superficie dell'ambiente, è data dal rapporto tra l'illuminamento minimo, E_{\min} , risultante dal reticolo di misura, e l'illuminamento medio, E_m , calcolato con la relazione (2).

L'illuminamento delle zone immediatamente circostanti può essere più basso di quello del compito, ma non deve essere minore dei valori indicati in Tabella 2.

L'Uniformità di illuminamento per il compito visivo è definita come rapporto tra i valori minimo e medio degli illuminamenti per un determinato compito. Le verifiche di uniformità sono state fatte con i limiti riportati in Tabella 2.

Tabella 1. Numero minimo di punti necessario per il calcolo dell'illuminamento medio

Indice del locale K	Numero di punti
<1	1
1-2	9
2-3	16
>3	25

Tabella 2. Rapporto tra illuminamenti e uniformità nelle zone immediatamente circostanti e nelle zone del compito

Illuminamento del compito (lx)	Illuminamento delle zone immediatamente circostanti (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E_{compito}
Uniformità: $\geq 0,7$	Uniformità: $\geq 0,5$

3.3 L'indice unificato di abbagliamento UGR

L'abbagliamento molesto [8], direttamente prodotto dagli apparecchi di un impianto di illuminazione di interni, è stato valutato utilizzando il metodo CIE dell'indice unificato di abbagliamento UGR (Unified Glare Rating) [9].

Tale indice è definito dalla relazione:

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_p^2}{p^2} \right) \quad (3)$$

dove:

- L_b , luminanza dello sfondo (cd/m^2);
- L , luminanza delle parti luminose di ogni apparecchio di illuminazione nelle direzioni degli occhi dell'osservatore (cd/m^2);
- ω , angolo solido sotteso agli occhi dell'osservatore delle parti luminose di ogni apparecchio di illuminazione (sr);
- p , indice di Guth definito per ogni apparecchio di illuminazione rispetto agli occhi dell'osservatore;

Tale indice non è direttamente misurabile e data la complessità di calcolo, lo stesso è calcolato tramite l'ausilio di software (DiaLux, ReLux, Litestar) utilizzando quali dati di input i dati fotometrici degli apparecchi di illuminazione e delle lampade, acquisiti nel formato elum.dat. I valori

massimi, con cui si effettua la verifica sono riportati in Tabella 3.

L'angolo minimo di schermatura (Figura 5), indicato in Tabella 4 in funzione delle luminanze specifiche delle lampade, è verificabile attraverso i dati forniti dalle aziende produttrici delle lampade e degli apparecchi illuminanti

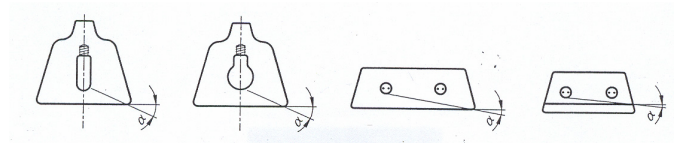


Figura 5. angoli di schermatura.

3.4 Resa cromatica e colore della luce

Per fornire un'indicazione obiettiva delle proprietà di resa del colore di una sorgente luminosa è utilizzato l'indice generale di resa del colore R_a . Il valore massimo di R_a è 100 e diminuisce al diminuire della qualità della resa del colore.

R_a è influenzato da due fattori: la luce illuminante e le pareti che la riflettono. Per pareti bianche o grigie esso può essere ritenuto equivalente al valore riportato tra le caratteristiche illuminotecniche della lampada. In presenza di pareti colorate, è richiesta, in campo, un'indagine strumentale più accurata che apporti modifiche allo stesso, che non è stato possibile svolgere.

Il valore minimo dell'indice di resa del colore, con cui si sono effettuate le verifiche per le lampade presenti è fornito in Tabella 3.

Tabella 3. Requisiti di illuminazione

Tipo di interno, compito o attività negli uffici	\bar{E}_m (lx)	UGR _L	R_a
Zone di circolazione e corridoi	100	28	40
Archiviazione, copiatura, ecc.	300	19	80
Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	19	80
Disegno tecnico	750	16	80
Postazioni CAD	500	19	80
Sale conferenze e riunioni	500	19	80
Reception	300	22	80
Archivi	200	25	80

Tabella 4. Angoli di schermatura minimi per le specifiche luminanze delle lampade

Luminanza della lampada $K_{cd} \times m^{-2}$	Angolo minimo di schermatura α
Da 20 a <50	15°
Da 50 a <500	20°
≥ 750	30°

4. PRIMI RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MISURE

La campagna di misure 2005 è tuttora in corso e si riportano nel seguito i risultati parziali dei rilievi ad oggi effettuati. Per la riservatezza dei dati richiesta dagli istituti di credito coinvolti nella ricerca non è possibile riportare né foto né piante dei luoghi dei rilievi. Quanto quindi riportato è qualitativo e si riferisce alle postazioni-tipo definite in sede di pianificazione dei monitoraggi.

In ogni agenzia sono state individuate quattro zone di rilievo, come riportato in figura 6, ovvero;

- Zona Ufficio;
- Zona Cassa;
- Zona Retrobancone (non presente in tutte le agenzie);
- Zona Corridoio (zone di passaggio o sosta clienti).

Tali zone sono quelle generalmente riscontrabili in tutte le agenzie monitorate. In alcuni casi alcune delle zone ufficio sono in *open space* e delimitate da pannelli vetriati o opachi; per tali motivi sono state scelte differenti situazioni in termini di presenza di superfici finestrate, percentuale di superficie vetrata sulle pareti perimetrali e interne, esposizione ecc..

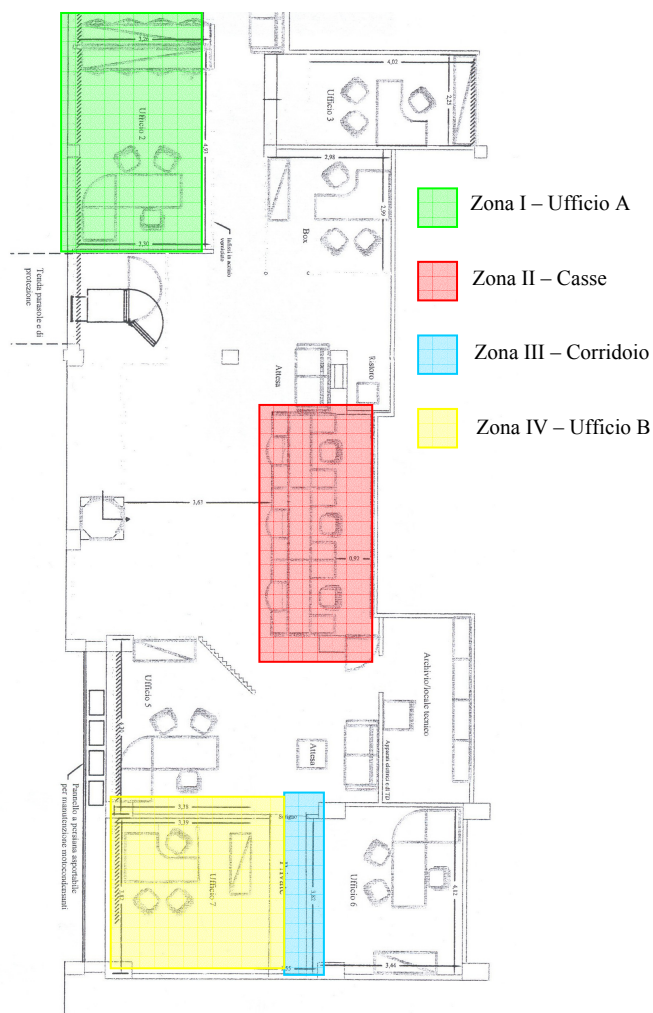


Figura 6. Individuazione delle zone di rilievo

Per ognuna di tali zone sono state individuati compiti visivi differenti, generalmente classificati in:

- consultazione di fascicoli in prossimità di archivi e scaffalature;
- movimento degli utenti all'interno del locale;

- lettura e scrittura sul piano della scrivania;
- lettura e scrittura su videoterminali;
- esecuzione di compiti visivi meno impegnativi (conversazioni telefoniche);

per ogni zona e compito sono state predisposte le griglie per le mappature (Figura 7).

Il format dell'elaborazione per le verifiche di luminanza è riportato in Tabella 5. L'analisi delle verifiche ha confermato nel complesso una buona ripartizione delle luminanze, verificata per la maggior parte delle zone cassa e retrobancone mentre più problematiche appaiono le zone ufficio essendo in molte di queste presenti ampie superfici vetrate.

Tabella 5. Esempio di verifica sulle luminanze relativa a Zona-Ufficio per i diversi compiti visivi

VERIFICA DELLA DISTRIBUZIONE DELLE LUMINANZE					
ZONA 1					
L'ambiente analizzato rientra nella Classe "X" - Le riflessioni possono essere controllate					
Rapporto di luminanza tra il compito visivo 4 e le superficie più scura ad esso adiacente	=	4	≤	3	→ La verifica non è soddisfatta
Rapporto di luminanza tra il compito visivo 4 e la superficie più chiara ad esso adiacente	=	4	≥	1/3	→ La verifica è soddisfatta
Rapporto di luminanza tra il compito visivo 4 e le superficie lontana più scura	=	5	≤	10	→ La verifica non è soddisfatta
Rapporto di luminanza tra il compito visivo 4 e le superficie lontana più chiara	=	7	≥	1/10	→ La verifica è soddisfatta
Rapporto di luminanza tra l'apparecchio di illuminazione L1 e la superficie ad esso adiacente	=	8	≤	20	→ La verifica è soddisfatta
Rapporto di luminanza tra l'apparecchio di illuminazione L2 e la superficie ad esso adiacente	=	25	≤	20	→ La verifica non è soddisfatta

Generalmente risultano sempre verificate le condizioni di uniformità di illuminamento per tutte le zone-tipo. In tabella 8 è riportata una verifica di illuminamento medio relativa a Zona-Ufficio per i diversi compiti visivi, mentre in Tabella 10 una verifica di uniformità dell'illuminamento relativa alla stesso Zona per i diversi compiti visivi

Le verifiche nella limitazione dell'abbagliamento dipendono ovviamente dalla particolare situazione di ogni ufficio o zona tipo e dalla disposizione dei centri luminosi. Le case produttrici degli apparecchi utilizzati prevedono già in Tabella 9. Esempio di verifica di illuminamento medio relativa a Zona-Ufficio per i diversi compiti visivi.

	Illuminamento medio mantenuto E_m (lx)	Esito Verifica
Compito 1	530<300	Soddisfatta
Compito 2	603<100	Soddisfatta
Compito 3	595<500	Soddisfatta
Compito 4	522<500	Soddisfatta
Compito 5	468<300	Soddisfatta

Tabella 10. Esempio di verifica di uniformità dell'illuminamento relativa a Zona-Ufficio per i diversi compiti visivi

	E_{min} (lx)	U_o E_{min}/E_m
Compito 1	381	0.71< 07 - Soddisfatta
Compito 2	537	0.89< 07 Soddisfatta
Compito 3	503	0.85< 07 Soddisfatta
Compito 4	522	1<0.7 - Soddisfatta
Compito 5	468	1<0.7 - Soddisfatta

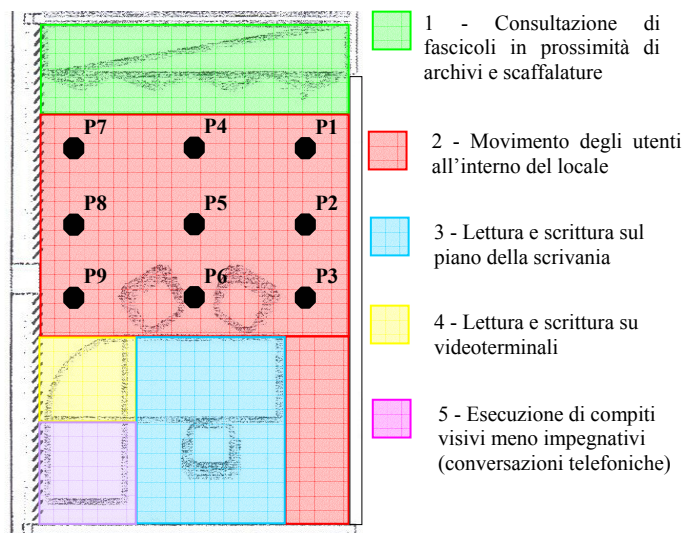


Figura 7. Griglia di misura per la mappatura dell'illuminamento, relativa alla Zona Ufficio -Compito 2.

fase di progettazione e fornitura il rispetto degli stessi, se rispettate alcune condizioni. In tutte quelle situazioni in cui non sarà riscontrata la compatibilità con quanto richiesto sarà condotta una verifica con adeguati software di simulazione dell'ambiente luminoso.

La valutazione degli aspetti cromatici della luce è stata fatta attraverso la misura in ciascun punto, di rilevazione delle coordinate tricromatiche e della temperatura di colore correlata.

In Figura 8 è riportata, a titolo di esempio, la distribuzione delle coordinate tricromatiche all'interno di zona di rilievo. Per ogni zona la distribuzione di temperature è rappresentata come in Figura 9, che si riporta come esempio; per tale zona si osserva che per i punti che vanno dall'1 all'8, inerenti alla zona di passaggio, la luce emessa è di tipo intermedio.

Nell'intorno della postazione di lavoro, invece, per i punti che vanno quindi dal 9 al 15, si ha un aspetto del colore di luce più freddo. La condizione è ottimale vista la temperatura dell'ambiente.

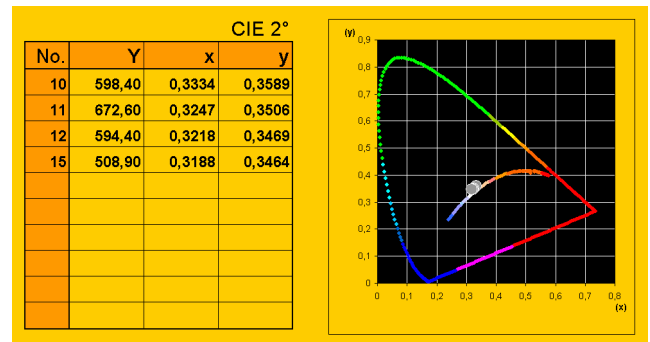


Figura 8. Coordinate tricromatiche Zona-Ufficio per i diversi punti di un compito visivo

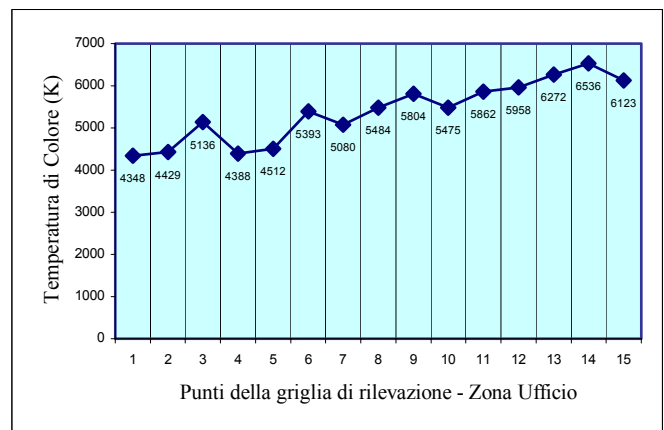


Figura 9. Distribuzione della Temperatura di colore Zona-Ufficio

5 CONCLUSIONI

Gli aspetti di comfort luminoso, grazie anche a recenti disposizioni nella normativa europea e nazionale, stanno assumendo maggior rilievo rispetto a temi in passato maggiormente studiati come l'ambiente termoisometrico. Il presente lavoro riporta i primi risultati di un'indagine di più ampio spettro che l'ISPESL ha commissionato al CIRIAF, avente per oggetto la valutazione dell'ambiente luminoso nelle agenzie di banca. La ricerca si è basata sulla collaborazione di alcuni Istituti di Credito che hanno messo a disposizione le proprie Agenzie. La prima campagna di monitoraggi, condotta ai sensi dei recenti aggiornamenti della normativa tecnica nazionale, è tuttora in corso limitatamente al territorio umbro e procederà, per un ulteriore anno, con modalità ancora da definire; sono quindi presentati la metodologia dello studio e i primi risultati. Le grandezze misurate, illuminamento, luminanza e coordinate tricromatiche della luce, sono i parametri necessari alle verifiche richieste dalla nuova norma UNI EN 12464-2/2004, ovvero illuminamento medio, UGR unified glare rating, e resa cromatica.

La recente norma UNI EN 12464 è meno gravosa della precedente UNI EN 10380 (tra l'altro prescritta dall'uscita

della stessa) in quanto non richiede più verifiche per quanto riguarda la distribuzione delle luminanze nel campo visivo. Anche per tale grandezza sono state però eseguite le verifiche utilizzando la metodologia contenuta nella UNI 10380.

Per quanto riguarda le verifiche di UGR queste saranno eseguite attraverso software di simulazione dell'ambiente luminoso in tutte le situazioni in cui la dislocazione delle stesse risulta non conforme a quanto richiesto dalle case produttrici per la verifica dell'indice.

In ogni agenzia sono state individuate quattro zone di rilievo: Ufficio, Cassa, Retrobancone (quest'ultima non presente in tutte le agenzie) e Corridoio (zone di passaggio o sosta clienti). Per ognuna di tali zone sono stati individuati compiti visivi differenti, quali ad esempio consultazione di fascicoli in prossimità di archivi e scaffalature, movimento degli utenti all'interno del locale, lettura e scrittura sul piano della scrivania.

I monitoraggi sono tuttora in corso, ma dai dati disponibili si riscontra un sostanziale rispetto dei limiti e delle verifiche prescritte dalla normativa per quanto riguarda l'illuminamento, mentre appaiono di più difficile interpretazione i dati relativi alle luminanze, dove non sempre i valori rispettano i criteri di distribuzione suggeriti dalla normativa tecnica.

6. BIBLIOGRAFIA

1. T. Roenneberg¹, M. Merrow, Circadian Systems and Metabolism -Institute for Medical Psychology, Chronobiology, Goethestr. 31, München, Germany.
2. G. Cò, Task light - sistemi di illuminazione innovativi sul posto di lavoro e loro evoluzioni, Convegno Nazionale, Luce come Innovazione, Perugia 4-6 dicembre 2001.
3. UNI EN 12464-1 - Illuminazione dei posti di lavoro, 2004
4. UNI 10530 - Principi di ergonomia della visione- Sistemi di lavoro e illuminazione 1994.
5. UNI 10380 Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale, 1994.
6. Uni ISO EN 9241, infine Requisiti ergonomici per il lavoro di ufficio con video terminali - Parte 6 Guida sull'ambiente di lavoro, 2001
7. Piccoli B., D'Orso M., Zambelli P.L.: Fotometria ambientale: analisi ed interpretazione dei rapporti di luminanza in relazione ai valori limite di riferimento nazionali ed internazionali. Atti del 14° Congr. Naz. A.I.D.I.I. Arbatax 1995.
8. C. Aghemo, A. Pellegrino, V. Lo Verso, La valutazione dell'abbagliamento molesto negli ambienti confinati: analisi critica delle procedure esistenti, Convegno Nazionale Associazione Italiana di Illuminazione AIDI, Cagliari, 1998.
9. CIE (Commission International de l'Eclairage), Discomfort glare in interior lighting, pubblicazione n. 117, 1995