



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Test percettivi per la valutazione di differenti indici di resa cromatica

Alessandro Rizzi, Cristian Bonanomi, Saim Rasheed



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA E COMUNICAZIONE
VIA COMELICO 39 – 20135 MILANO – ITALIA

Report RdS/2011/193

TEST PERCETTIVI PER LA VALUTAZIONE DI DIFFERENTI INDICI DI RESA CROMATICA

Alessandro Rizzi, Cristian Bonanomi, Saim Rasheed (Università degli Studi di Milano, Dipartimento Informatica e Comunicazione)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: Tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica

Responsabile Progetto: Simonetta Fumagalli, ENEA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI INFORMATICA E COMUNICAZIONE

VIA COMELICO 39 – 20135 MILANO – ITALIA

Test percettivi per la valutazione di differenti indici di resa cromatica

1. Introduzione

In questo documento vengono descritti i test percettivi realizzati per la valutazione di indici di resa cromatica alternativi descritti nel report “Studio di misure alternative per la misura dell’indice di resa cromatica e del contrasto percepito” (04-04-11), estendendo i risultati ottenuti nell’esperimento descritto nel report “Test percettivi sull’indice di resa cromatica” (31-03-2011).

2. Primo esperimento

2.1 Descrizione introduttiva

Nel rapporto “Test percettivi sull’indice di resa cromatica” (31-03-2011), sono stati presentati i risultati di un test eseguito su un campione di utenti che valutavano percettivamente la capacità di vari illuminanti di mantenere il colore degli oggetti (metamerismo dell’illuminante). In questo report presentiamo il confronto tra il valore percettivo ottenuto ed il valore risultante dall’applicazione sulle stesse condizioni di illuminazione dei diversi indici di resa cromatica (presentati nel report “Studio di misure alternative per la misura dell’indice di resa cromatica e del contrasto percepito” del 04-04-11).

2.2 L’esperimento percettivo

Riassumiamo velocemente le linee guida dell’esperimento percettivo.

Sono state costruite due “light boot” di dimensioni 36x36x46 cm con la possibilità di posizionare all’interno una sorgente di luce . Entrambe le camere sono internamente dipinte di bianco. Nella prima camera è alloggiata la sorgente di luce di riferimento (una sorgente di luce con un CRI prossimo a cento), nella seconda la luce che si vuole testare.

Al fine di confrontare le due sorgenti di luce, la temperatura colore di queste è scelta in modo da essere il più possibile simile.

Sul fondo dei due light boot è posto in ciascuno un Macbeth Color Checker. Una immagine del setup sperimentale è visibile in figura 1.



Figura 1: vista dei due light boot per il primo esperimento

Ad un certo numero di osservatori è stato chiesto di valutare le differenze di colore di ogni patch del Color Checker, osservate sotto la sorgente di riferimento e sotto la sorgente di test. Attraverso un questionario, è stato rilevato il grado di preservazione dell'apparenza del colore.

Per questo test sono state utilizzate cinque sorgenti di luce, visibili in tabella 1.

	CCT	CRI	EV
tungsteno	2929	99	13.1
fluorescente	2870	83	12.1
alogeno 70 W	2977	99	12.6
alogeno 18 W	2736	99	10.0
Led	2760	56	10.3

Tabella 1: caratteristiche degli illuminanti scelti

In particolare il test è stato diviso in due. Nel primo è stata usata come sorgente di riferimento la lampadina al tungsteno, e sono state testate la lampadina fluorescente, e la lampada alogena da 70W.

Per testare le strisce LED con una sorgente luminosa di intensità paragonabile è stata usata come sorgente di riferimento la lampadina alogena da 18W.

Con un esposimetro (Minolta Spotmeter F) è stata calcolata l'intensità luminosa proveniente dalle patch bianche e all'interno delle light boot, sotto le varie sorgenti di luce (vedi EV in tabella 1).

Ricordiamo che l'esperimento non ha lo scopo di testare gli illuminanti quanto piuttosto quello di fornire una serie di dati percettivi per validare il CRI scelto.

All'esperimento hanno partecipato 9 osservatori. Ad essi è stato chiesto di valutare, con una scala da 1 a 100 (si veda il report del 31-03-2011 per ulteriori dettagli) le differenze di colore di ogni patch del Color Checker (per un totale di 24 patch), osservate sotto la sorgente di riferimento e sotto la sorgente di test. La comparazione avveniva dopo un periodo di adattamento, non aveva limiti di tempo e all'osservatore era concesso di spostare l'attenzione da un boot all'altro senza alcuna limitazione.

2.3 Test dei CRI alternativi

Di seguito riportiamo il calcolo dei diversi color rendering index descritti nei report precedenti: "Studio di misure alternative per la misura dell'indice di resa cromatica e del contrasto percepito" e "Realizzazione di software implementante le misure alternative dell'indice di resa cromatica e del contrasto percepito", sulle 3 sorgenti di luce prese utilizzate nel test percettivo: fluorescente, alogena, strisce di LED.

I CRI calcolati sono i seguenti:

Color Rendering Index	Sigla	fluoresc.	alogeno	led
CIE CRI 8 patch (Munsell), senza adattamento:	CRI 8 SA	84	98	58
CIE CRI 8 patch (Munsell), con adattamento:	CRI 8 CA	83	99	58
CIE CRI 14 patch (Munsell), senza adattamento:	CRI 14 SA	80	98	59
CIE CRI 14 patch (Munsell), con adattamento:	CRI 14 CA	79	99	59
CRI00 8 patch (Munsell):	CRI00 8	78	99	60
CIE00 10 patch (Macbeth CC):	CRI00 10	79	99	61
CIE R96a (8 Macbeth CC + 2 skin tones):	R96a	72	97	61
CIE R96 TCC LAB (8 Macbeth CC + 2 skin tones):	R96 TCC	78	97	64
eido index v2 (24 Macbeth CC):	EI	76	94	57
eido index v2 senza penalità:	EI SP	81	99	61
media osservatori 24 patch	Obs	87	92	80

Tabella 2: CRI calcolati

Per una maggiore chiarezza di seguito riportiamo i grafici dei valori dei vari CRI, per le singole sorgenti di luce, confrontabili col dato percettivo degli osservatori (Obs) posto per ultimo.

Luce fluorescente

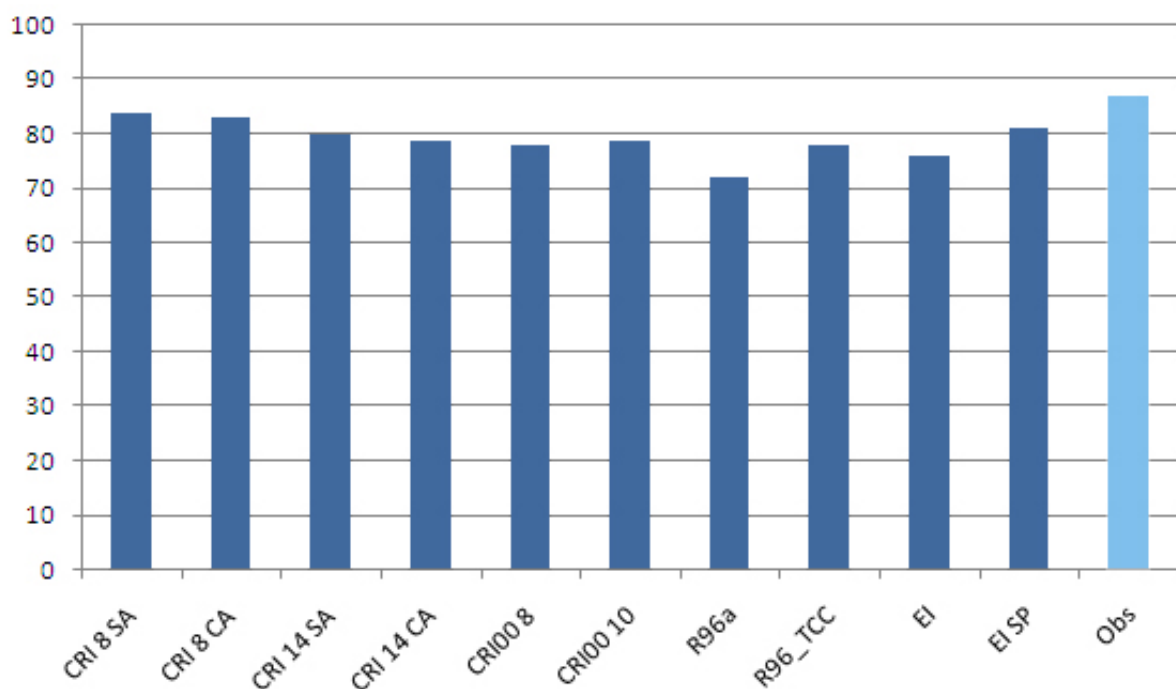


Figura 2: dati relativi alla lampada fluorescente

Alogena 70W

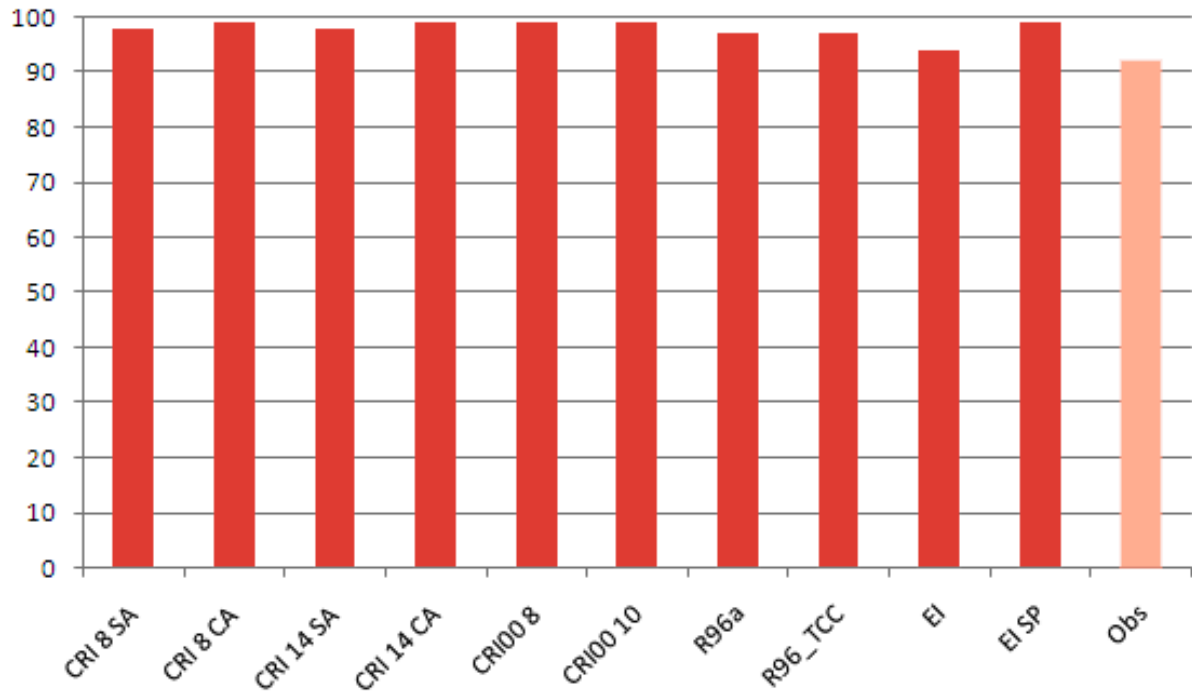


Figura 3: dati relativi alla lampada alogena da 70W

Strisce LED

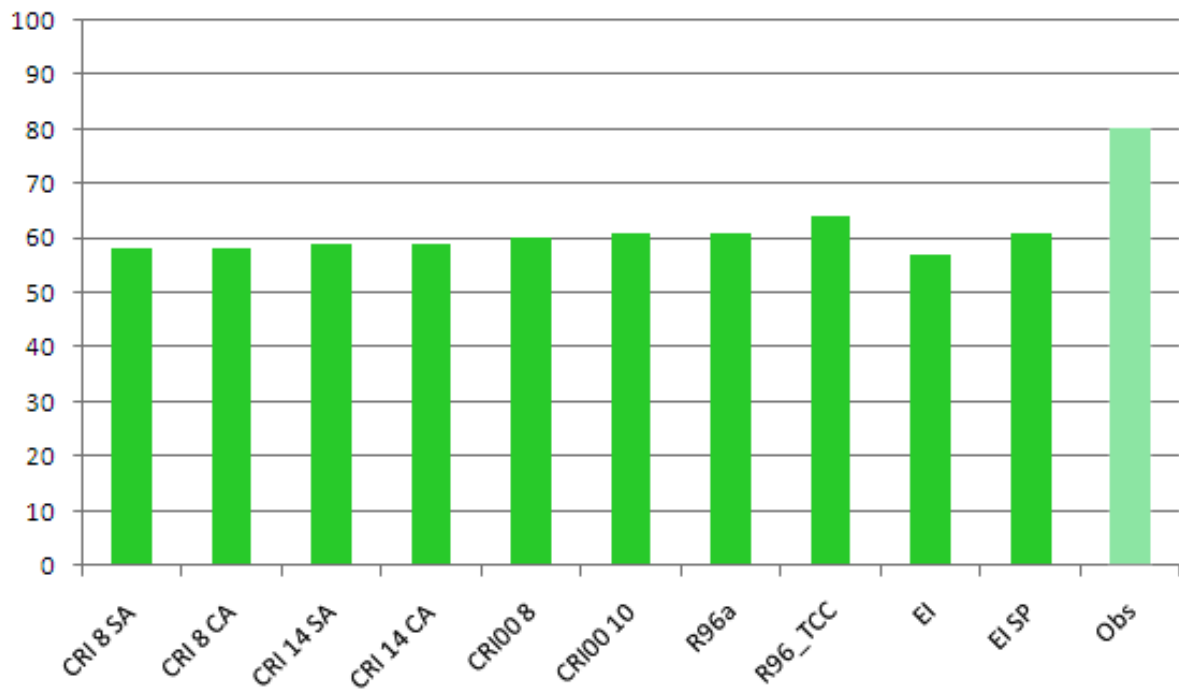


Figura 4: dati relativi alle strisce LED

Infine, riportiamo i risultati su un singolo grafico per poterli confrontare meglio:

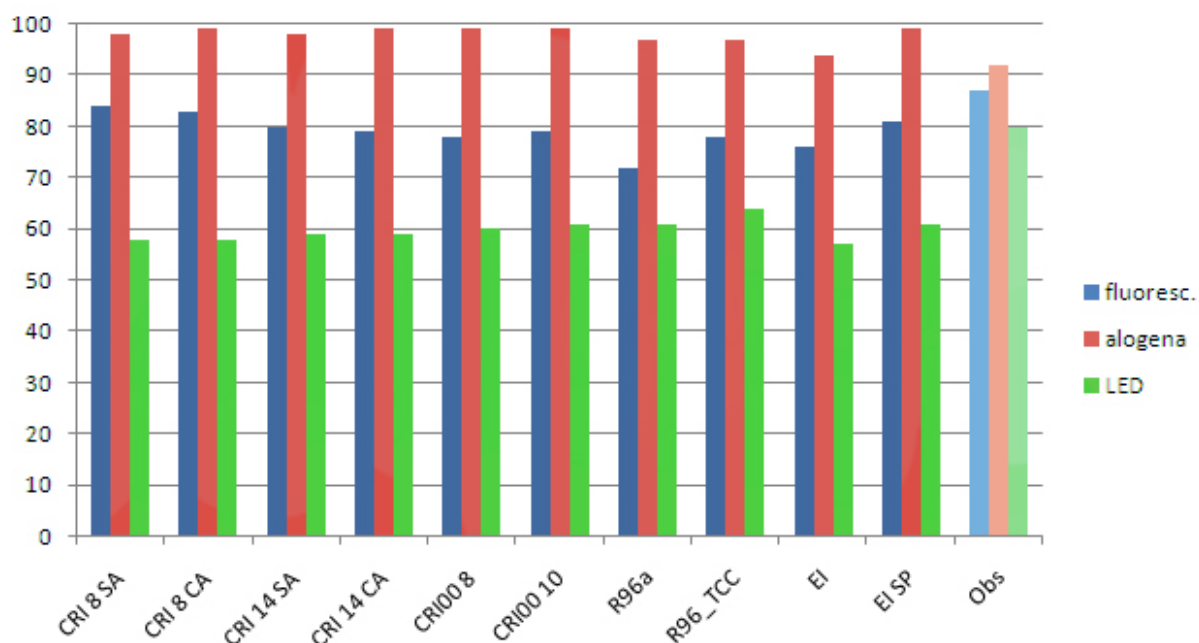


Figura 4: confronto dei punteggi ottenuti dalle varie lampade

Dai grafici si nota che la luce alogena, avendo uno spettro continuo molto simile alla sorgente di riferimento (luce al tungsteno), ottiene punteggi molto alti in tutti i metodi CRI testati. Gli esperimenti con gli osservatori sono in linea con tali risultati, sebbene il punteggio sia lievemente inferiore. Per quanto riguarda la luce fluorescente, tutti gli indici calcolano un punteggio intorno agli 80, tranne R96a, (che risulta pari a 72). Questo è probabilmente dovuto al fatto che la sorgente di riferimento viene scelta da un insieme di sei, prendendo quella con temperatura colore più vicina. Si noti che la valutazione dell'osservatore è leggermente più alta (87) di tutti gli indici calcolati (lo standard CRI con 8 patch senza adattamento è quello che si avvicina di più con un indice pari a 84). Infine per quanto riguarda i led, i vari indici di resa cromatica danno un risultato che si aggira intorno al 60, un punteggio molto più basso di quello che viene percepito dagli osservatori umani (80), confermando così l'inadeguatezza dell'approccio classico dei vari CRI nei confronti delle nuove sorgenti LED.

4. Conclusioni

Come è stato più volte osservato, scopo del color rendering index (CRI) è quantificare la capacità di una illuminante di preservare il metamerismo.

Nel primo esperimento un Macbeth Color Checker viene illuminato da una sorgente di riferimento ed un secondo viene illuminato da una serie di sorgenti di luce test (fluorescente, alogena, LED). Di tali sorgenti viene calcolato il CRI utilizzando i metodi alternativi esposti nei report precedenti. Il risultato di tali computazioni viene confrontato con un indice percettivo, calcolato in base alle valutazioni degli osservatori.