



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Gli effetti della luce diffusa nell'occhio: studio preliminare con un test di abbagliamento

Elisabetta Baldanzi

Quercia A., Tesi S., Farini A., Baldanzi E.

*109° Congresso Nazionale SIF
Dipartimento di Fisica dell'Università di Salerno (Fisciano)
Salerno, 13 settembre 2023*



Obiettivi

Valutare gli effetti dell'abbagliamento dovuti alla luce diffusa nell'occhio attraverso un nuovo test psicofisico non invasivo

Perché?

✓ **Disability Glare ***

abbagliamento che altera la visione degli oggetti, senza necessariamente causare disagio → provoca una riduzione delle prestazioni visive,

✓ **Discomfort Glare***

abbagliamento che provoca disagio senza necessariamente compromettere la visione degli oggetti → disagio causato dalla luce abbagliante senza alcun effetto misurabile sulla funzione visiva

** CIE International Lighting Vocabulary*

Solitamente sperimentiamo una combinazione di disabilità e disagio in proporzioni variabili

Collaborazione per più Enti e Università



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



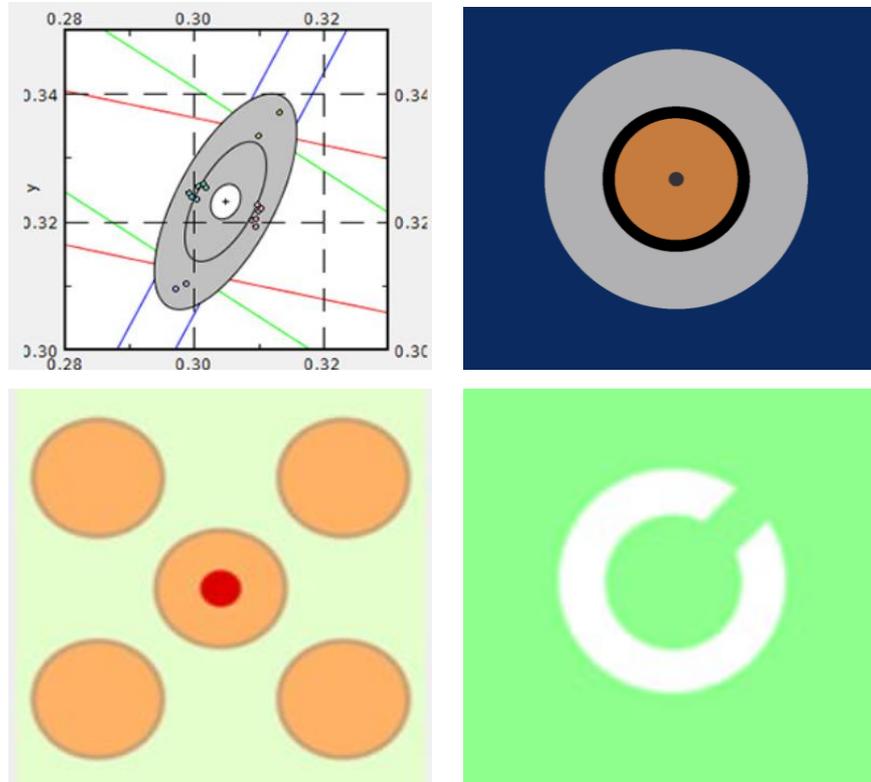
CNR-INO

ISTITUTO NAZIONALE DI OTTICA
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



CITY
UNIVERSITY OF LONDON
— EST 1894 —

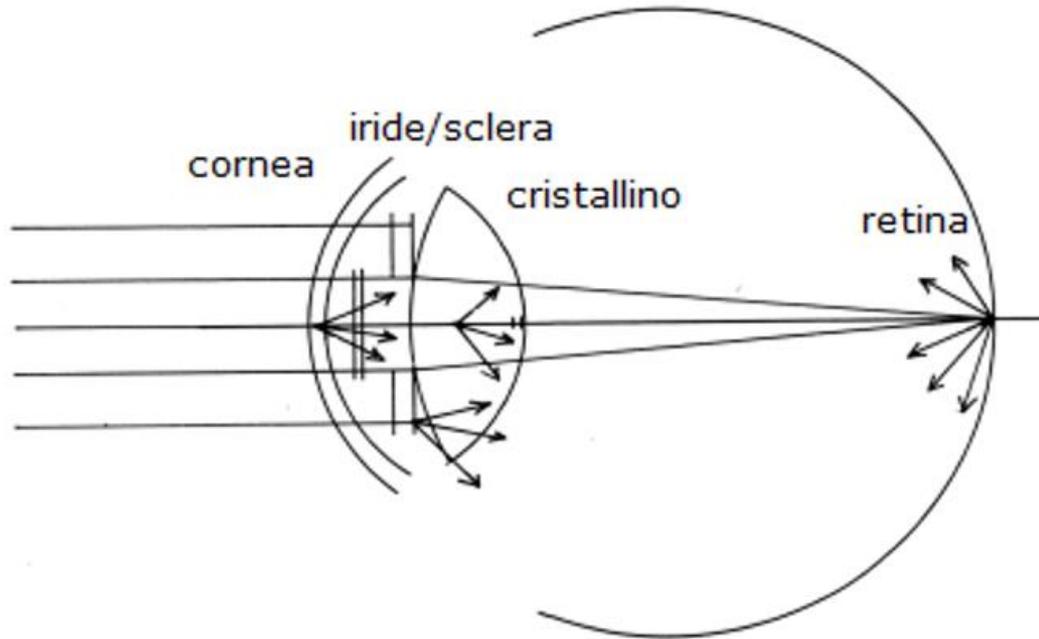
AVOT test



Il test usato per la realizzazione di questo studio è il Light Scatter Test, che fa parte di un pacchetto di software detto AVOT (Advanced Vision and Optometry Test), tutti volti ad esaminare varie performance del sistema visivo

La diffusione della luce nell'occhio

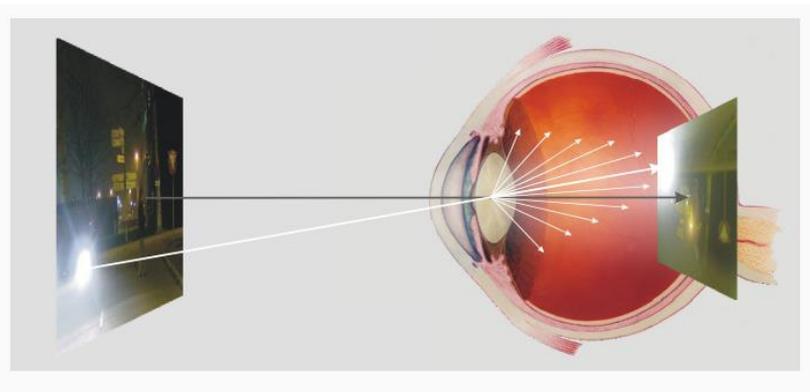
La luce che arriva nell'occhio viene diffusa da parte dei principali mezzi oculari:



Luminanza di velo

Esso indica l'effetto disturbante sulla visione dato da una luce abbagliante, comparandolo con l'effetto di uno sfondo di ugual luminanza.

Equazione di Stiles-Holladay



$$L_v = \frac{kE}{\theta^n}$$

CIE disability glare formulae

se $1^\circ < \theta < 30^\circ$ CIE Age-adjusted Stiles- Holladay Disability Glare equation

$$[L_{veil}/E_{glare}]_{Age-adjusted\ Stiles-Holladay} = 10 [1 + (Age/70)^4] * 1/\theta^2$$

se $0, 1^\circ < \theta < 30^\circ$ CIE Small Angle Disability Glare Equation

$$[L_{veil}/E_{glare}]_{small\ angle} = 10/\theta^3 + [1 + (Age/62,5)^4] * 5/\theta^2$$

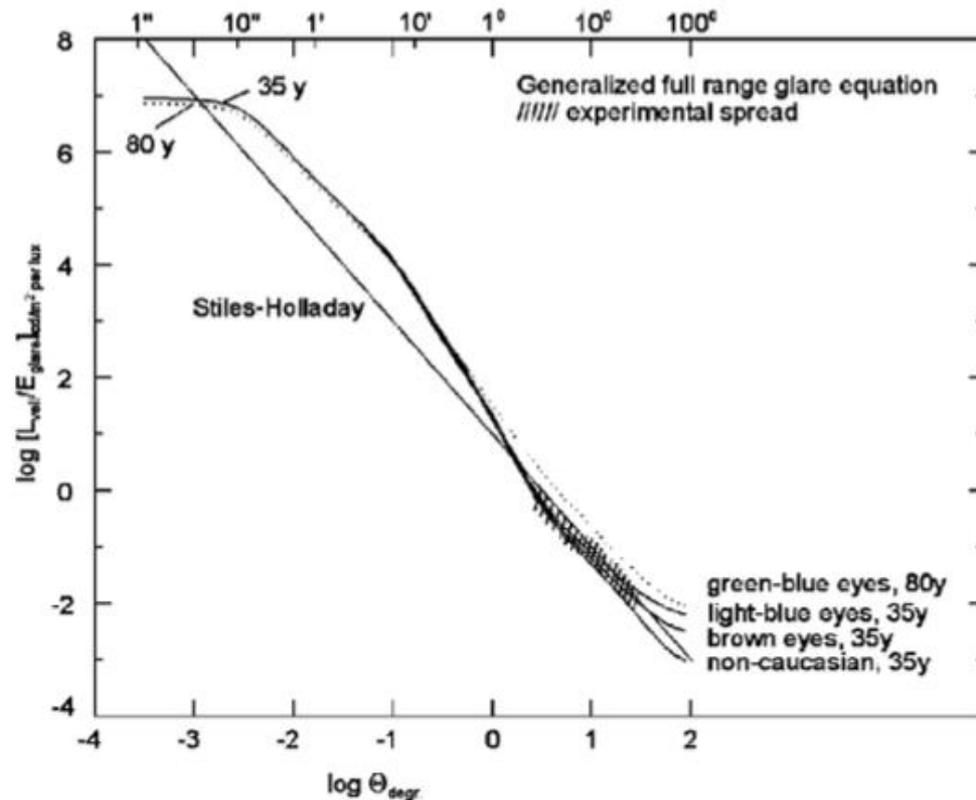
se $0, 1^\circ < \theta < 100^\circ$ CIE General Disability Glare Equation

$$[L_{veil}/E_{glare}]_{general} = 10/\theta^3 + [1 + (Age/62,5)^4] * [5/\theta^2 + 0,1 p/\theta] + 0,025p$$

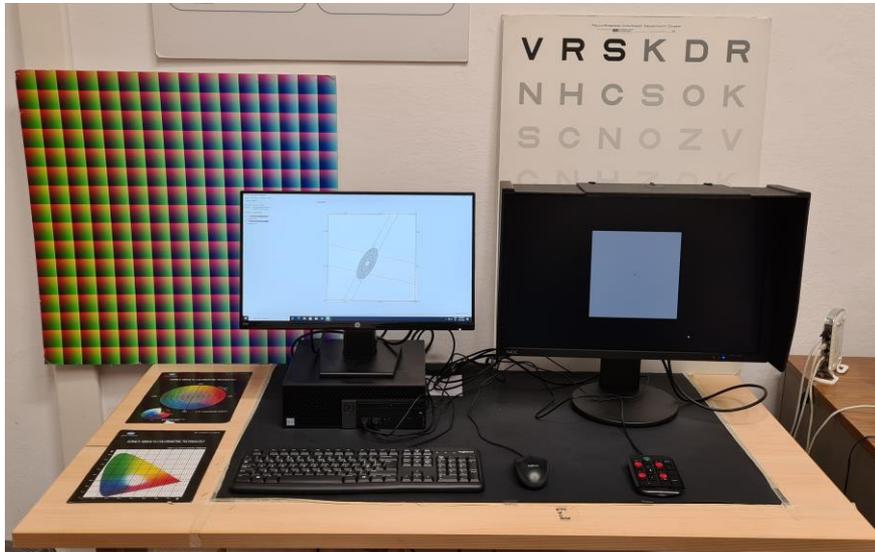
p = fattore di pigmentazione dell'occhio (0 per gli occhi neri, 0,5 per gli occhi marroni, 1 per gli occhi azzurri, 1,2 per gli occhi azzurri molto chiari)

CIE disability glare formulae

Van den Berg and I sono riusciti a costruire una diffusione della luce oculare tra 0° e 100° affidabile



Principio di funzionamento



Monitor a 16 bit, calibrato per una corretta visione del colore, usato per l'esperimento.



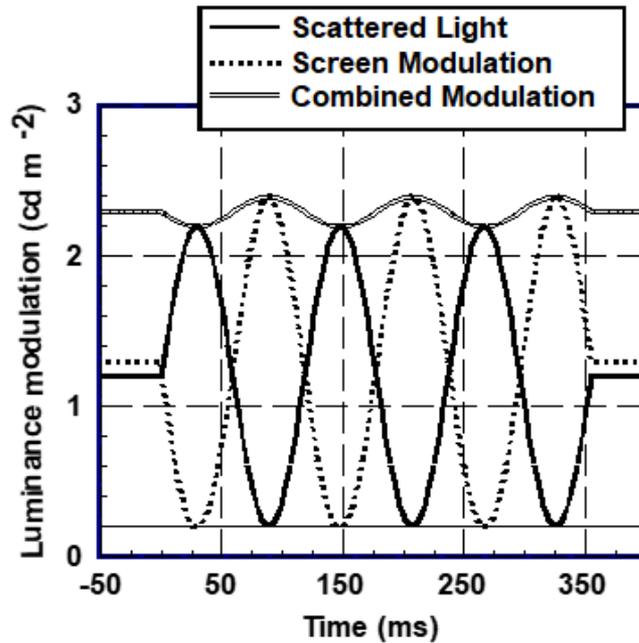
Tastierino numerico per gli input da dare al software

Light scatter test

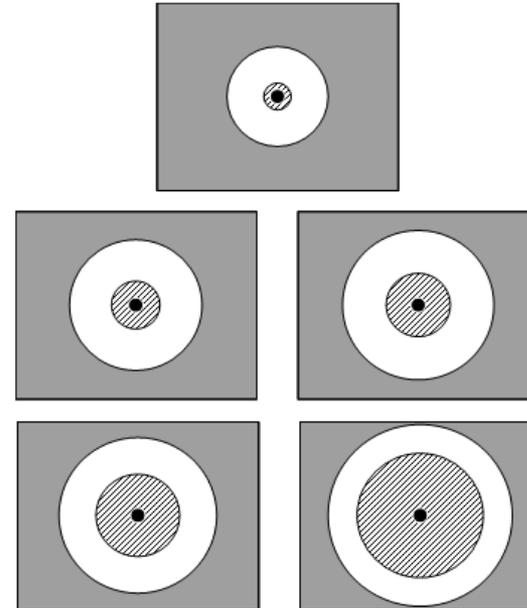


- ❑ Test basato sulla misura della luminanza di velo
- ❑ L'anello bianco è la sorgente abbagliante, il disco nero centrale è il punto di fissazione del paziente
- ❑ Il compito è quello di modulare la luminanza del disco centrale, fino a quando non si percepisce più alcun lampeggio

Principio di funzionamento

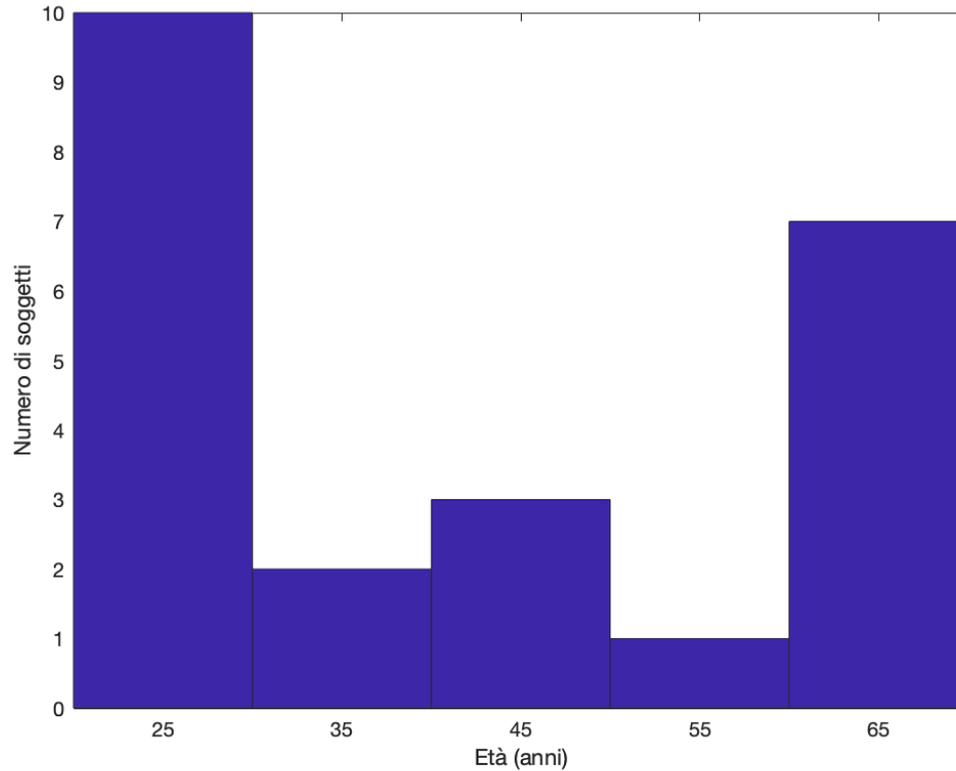


Modulazione del disco centrale rispetto a quello della sorgente abbagliante



Dimensione dei dischi proiettati, per verificare la dipendenza angolare della luce diffusa

Principio di funzionamento



Per lo studio sono stati presi 23 soggetti, 15 uomini e 8 donne, di età compresa tra i 20 e i 70 anni, così distribuiti:

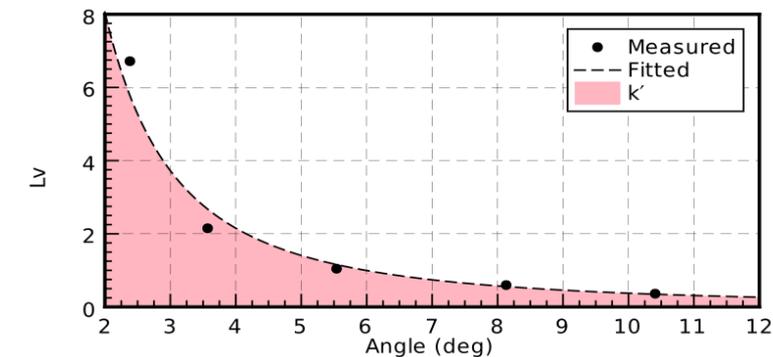
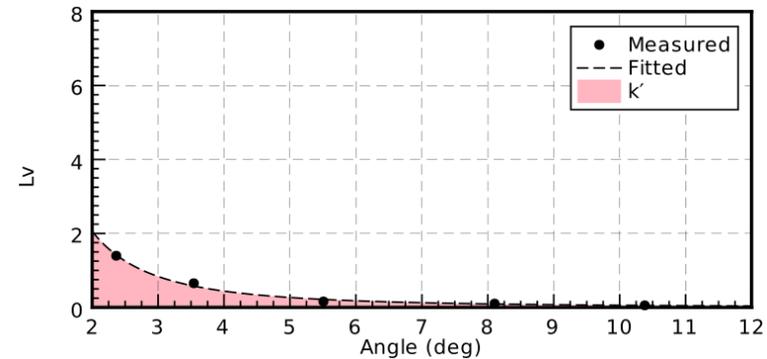
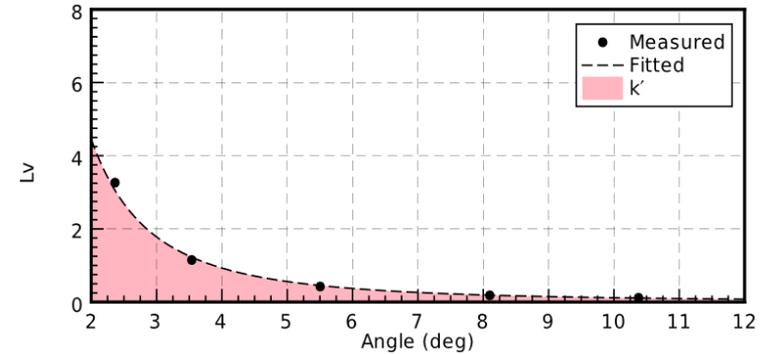
Principio di funzionamento

- ❑ Soggetto posto a 70 cm
- ❑ Luci tutte spente, massimo 1 lux proveniente dall'esterno
- ❑ Learning mode introduttiva



Risultati

- ✓ Grafici prodotti dal software, appartenenti a 3 soggetti di età differente (28, 41 e 66).
- ✓ Per realizzare la curva è stato eseguito un fit con i parametri dell'equazione



Risultati

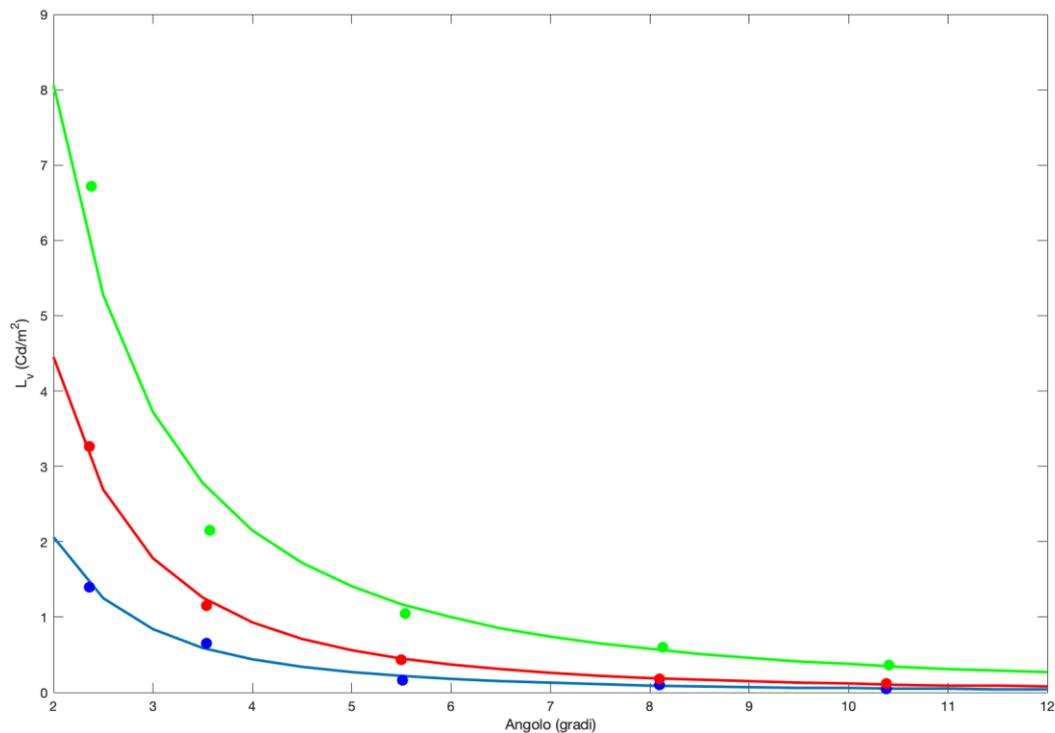


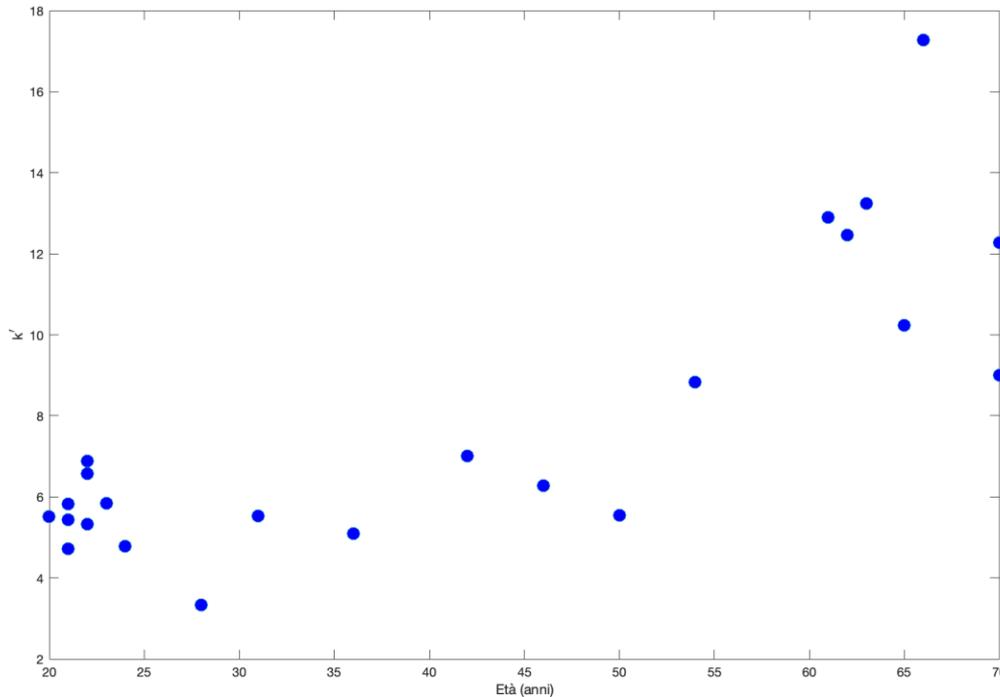
Grafico comparativo in cui si evidenzia quanto la curva sia diversa.

I parametri calcolati col test

Sog.	$k' \pm \Delta k'$	$\Delta k'/k'$
CM	6.9 ± 0.4	0.06
AQ	5.4 ± 0.3	0.06
ST	5.8 ± 0.3	0.05
CG	4.8 ± 0.4	0.08

- ✓ Dati ottenuti ripetendo su quattro soggetti la misura per tre volte
- ✓ k' è l'integrale della funzione di scatter tra 0° e 90°

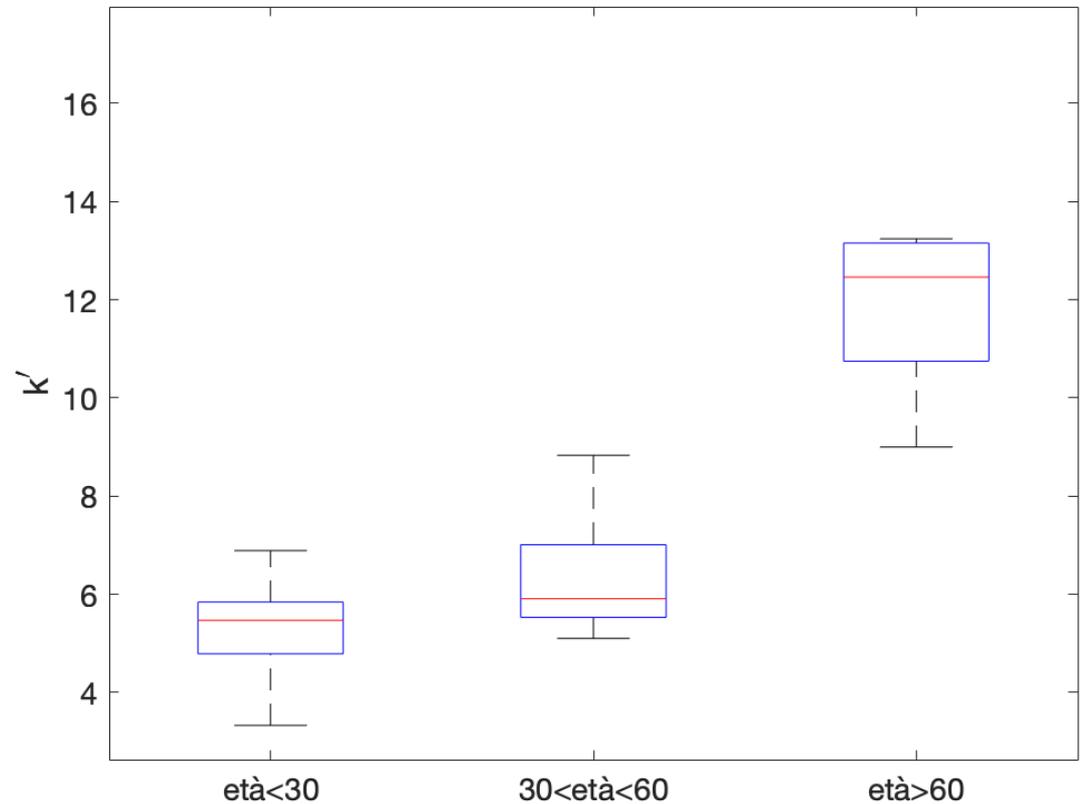
Variazione di k' in funzione dell'età



- ✓ Grafico relativo all'andamento di k' in base all'età.
- ✓ Si nota un netto aumento a partire dai 45-50 anni in su.

Test ANOVA

Test ANOVA eseguito per verificare la differenza su 3 gruppi in cui sono stati divisi i soggetti in base all'età. Coefficiente $p < 0,00001$



Conclusioni

- ✓ Confermato che la luce diffusa varia in base all'età dei soggetti, come dimostrato dall'andamento del parametro k'
- ✓ Il Light Scatter Test è risultato affidabile e ripetibile
- ✓ Il test è stato eseguito con facilità dai soggetti, flessibile alle esigenze di misurazione

Prospettive future

- ✓ Aumentare il numero di soggetti per uno studio più approfondito
- ✓ Utilizzare questo test come base per progettare lenti filtranti per ridurre il disagio causato da una sorgente abbagliante
- ✓ In ambito medico approfondire grazie a questo tipo di esame gli effetti della diffusione su una lente intra-oculare
- ✓ Sviluppare campagne di misura su soggetti di età diverse al fine di fare una diagnosi non invasiva
- ✓ Stimolare una maggiore sensibilità verso questo argomento nella comunità scientifica e nella società in generale per una più consapevole progettazione illuminotecnica

Elisabetta Baldanzi
elisabetta.baldanzi@ino.cnr.it
elisabetta.baldanzi@unifi.it