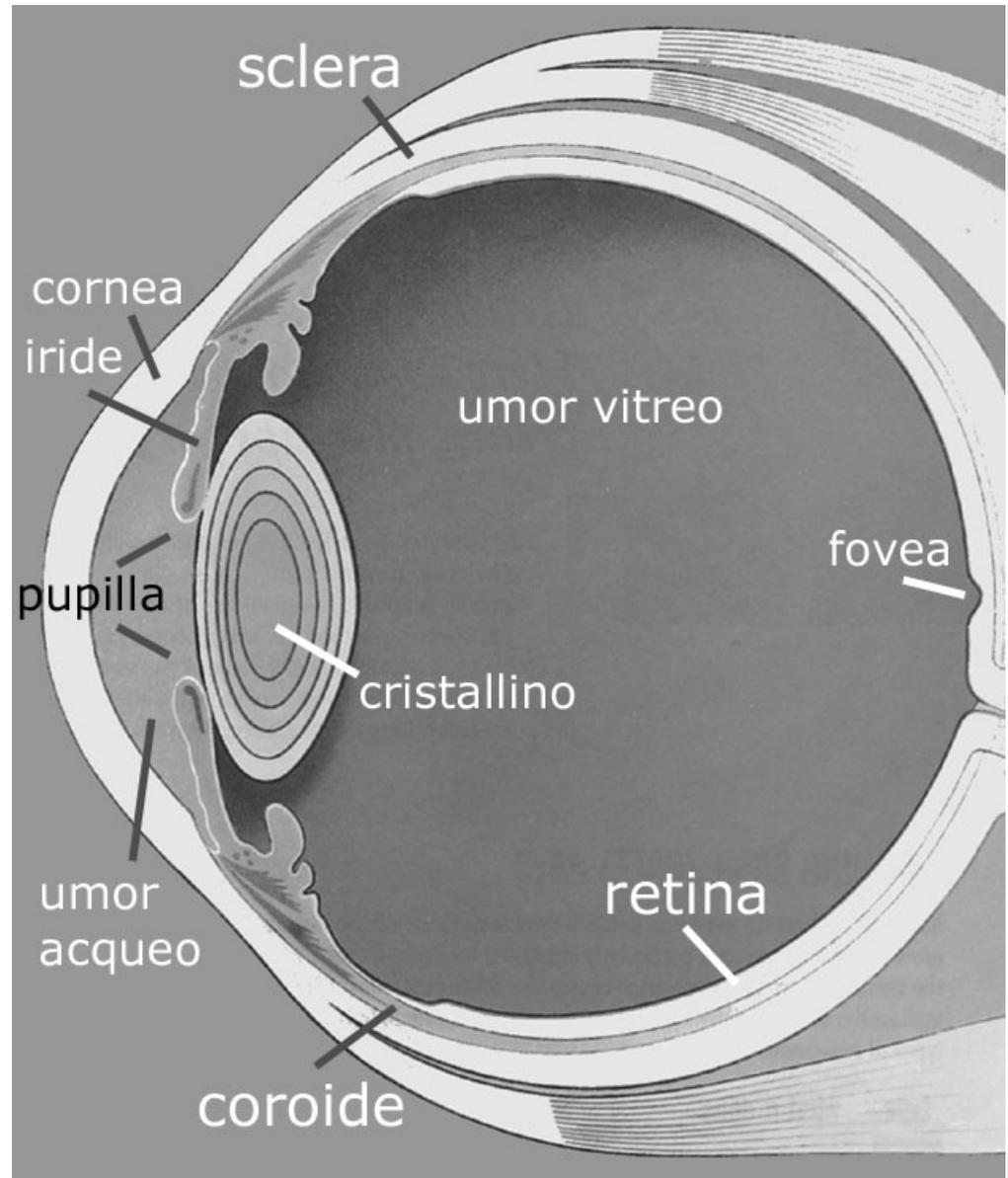


## com'è fatto l'occhio

un po' più piccolo di una pallina da ping-pong, l'occhio è alloggiato nell'orbita.

tre coppie di muscoli gli consentono di spostarsi a destra e a sinistra, in alto e in basso, e di ruotare.

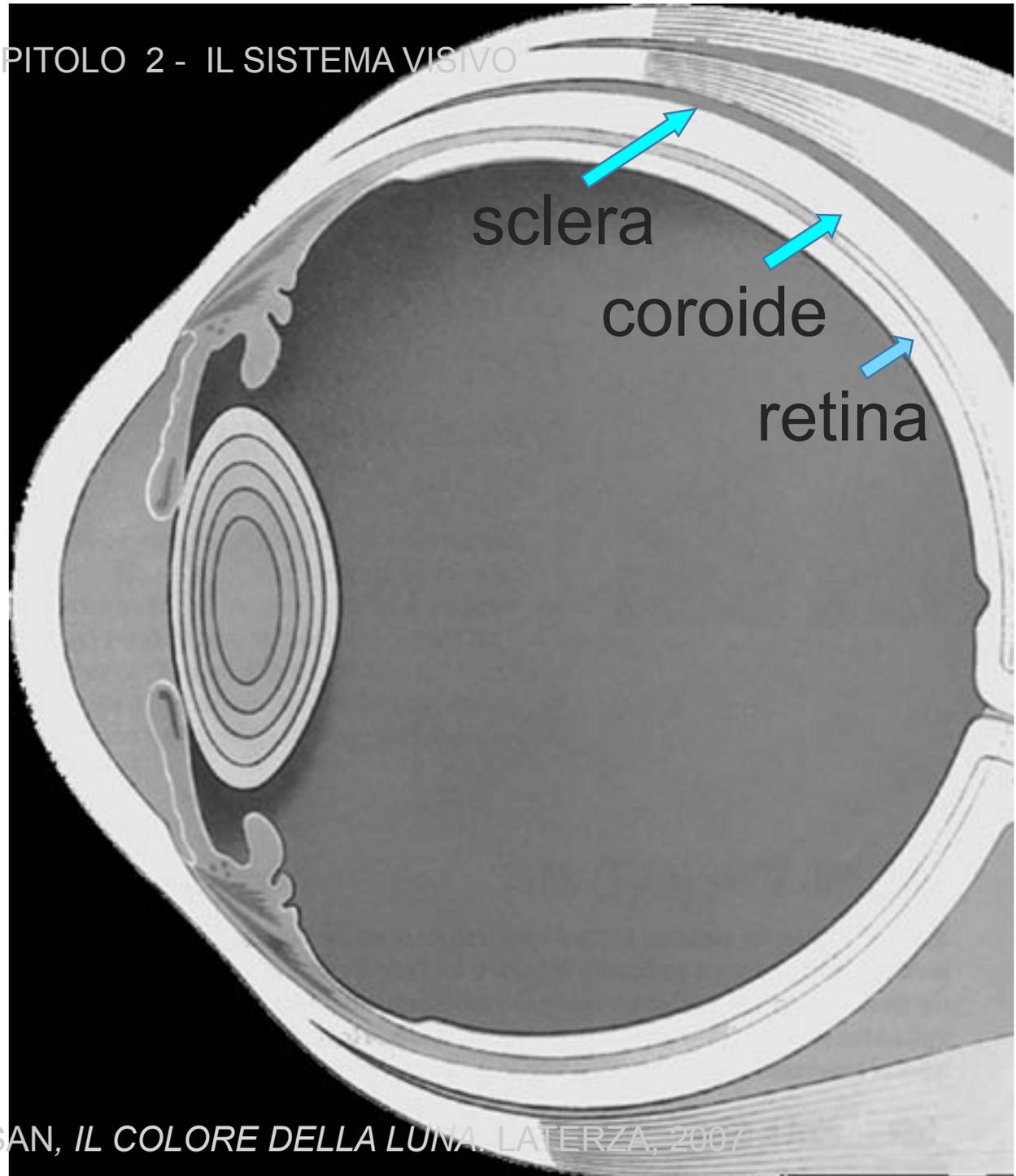
questi movimenti servono a fissare gli oggetti e inseguirli quando si spostano.



com'è fatto l'occhio  
un occhio normale  
è una sfera rivestita  
da tre membrane  
concentriche.

dall'esterno verso  
l'interno:

- sclera
- coròide
- rètina.



3

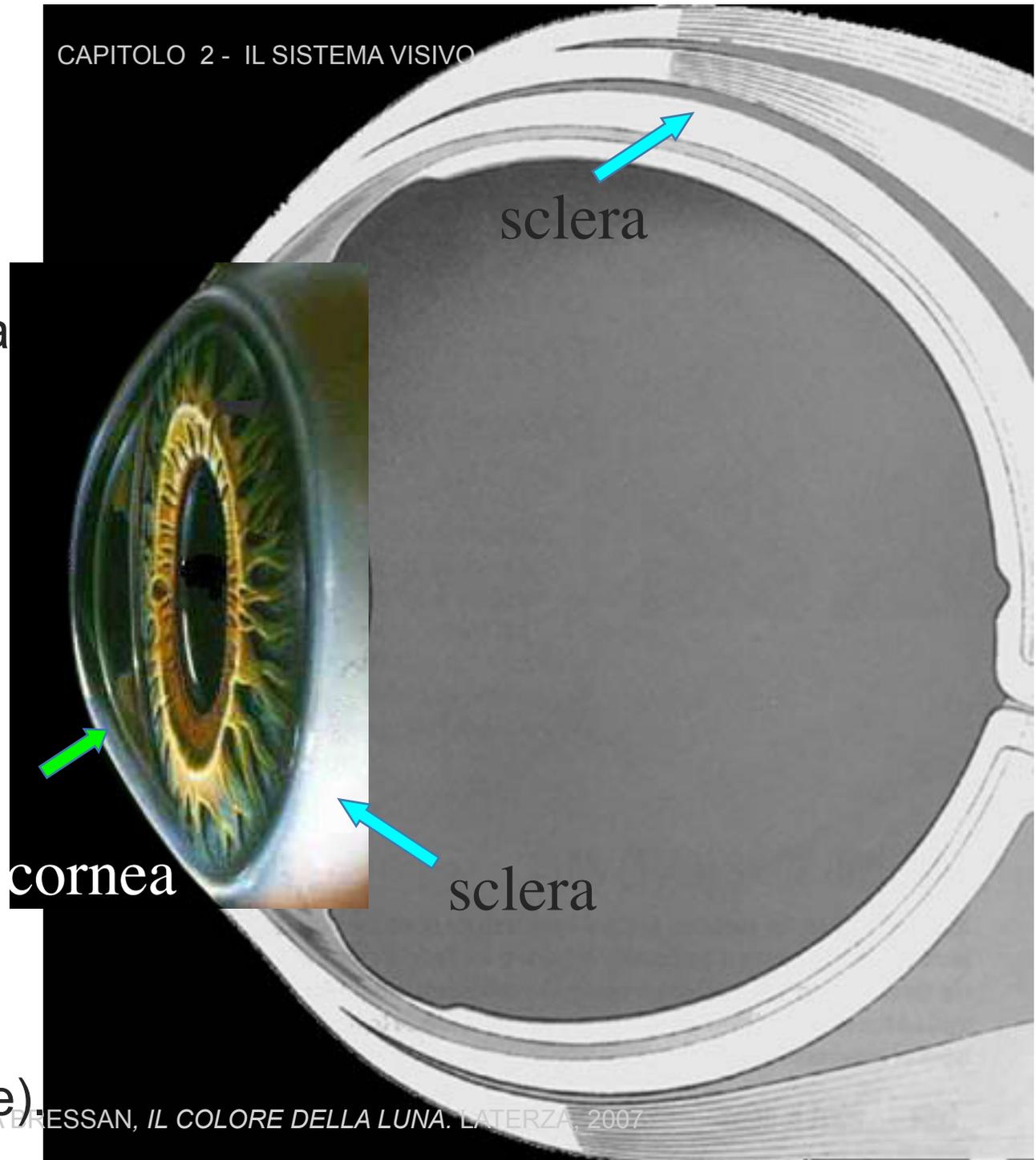
com'è fatto l'occhio

la sclera è il “bianco” dell'occhio: ha natura fibrosa e funzioni di protezione.

nella parte frontale dell'occhio, la sclera diventa trasparente e prende il nome di còrnea.

la cornea devia i raggi luminosi in ingresso (rifrazione)

CAPITOLO 2 - IL SISTEMA VISIVO



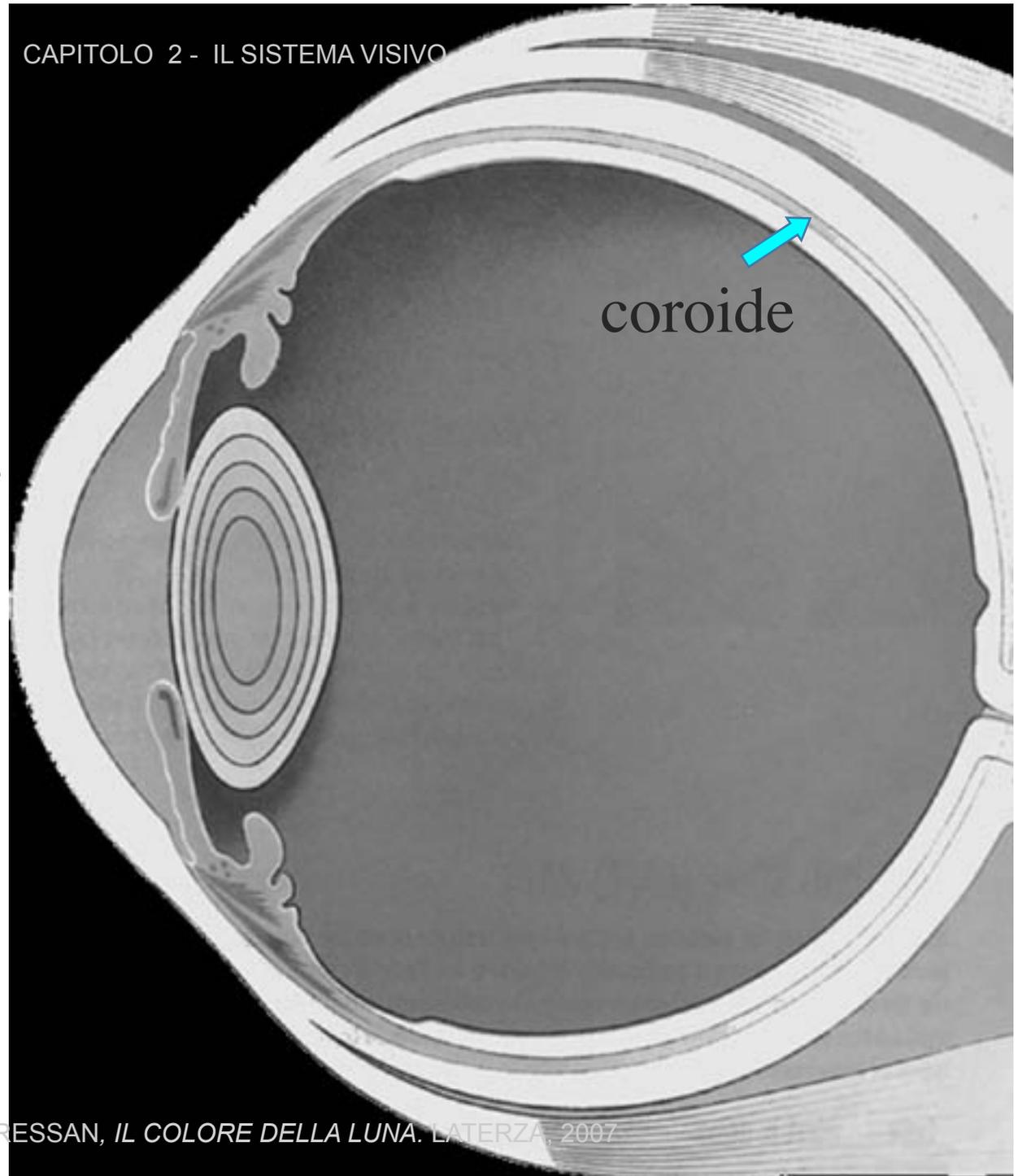
4

## com'è fatto l'occhio

la coroide è un tappeto di cellule scure che assorbono la luce che le colpisce.

ciò elimina i riverberi all'interno dell'occhio, migliorando la qualità dell'immagine.

CAPITOLO 2 - IL SISTEMA VISIVO



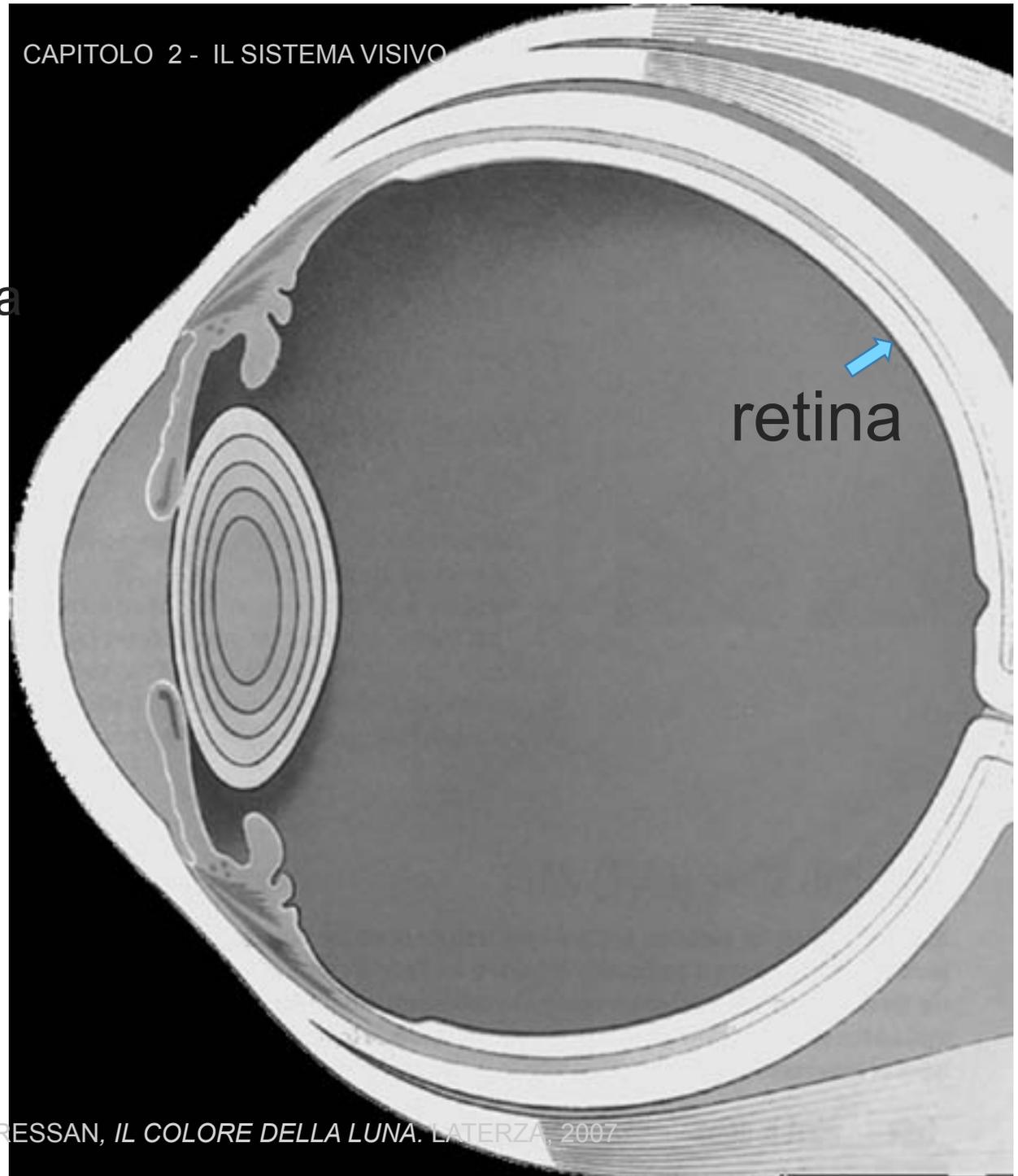
5

com'è fatto l'occhio

la retina è la sottilissima  
superficie che riveste  
internamente  
il fondo dell'occhio.

la retina ha  
una proprietà speciale:  
è **sensibile alla luce.**

CAPITOLO 2 - IL SISTEMA VISIVO



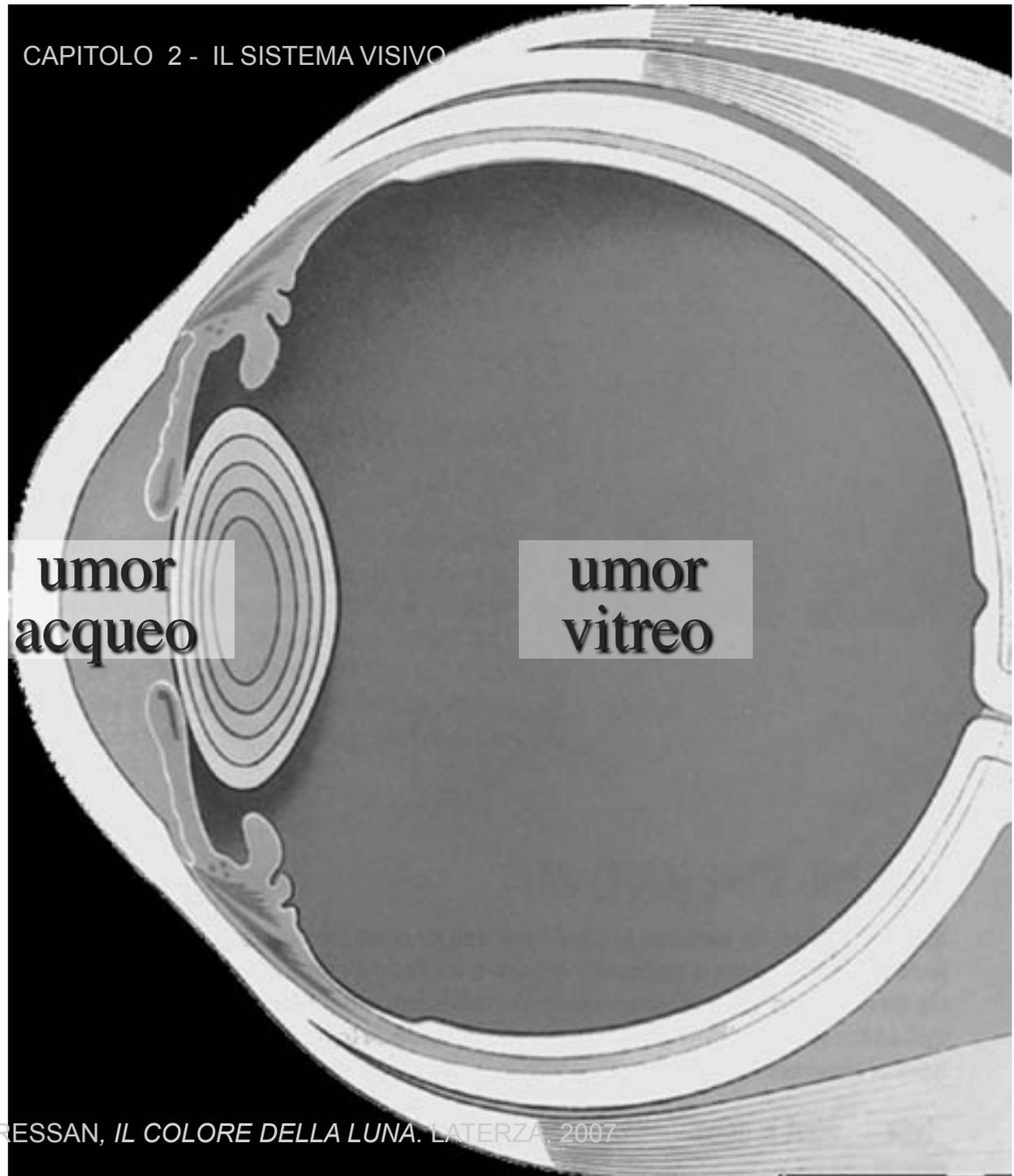
## com'è fatto l'occhio

l'occhio è diviso in due compartimenti.

quello anteriore è riempito da una soluzione salina, l'umor acqueo.

l'umor acqueo nutre le strutture che bagna e le depura dai prodotti di scarto

lo spazio posteriore contiene un fluido simile all'albume, l'umor vitreo.



# l'iride

**l'iride** è la parte colorata dell'occhio. il suo colore dipende dalla quantità di melanina che contiene.

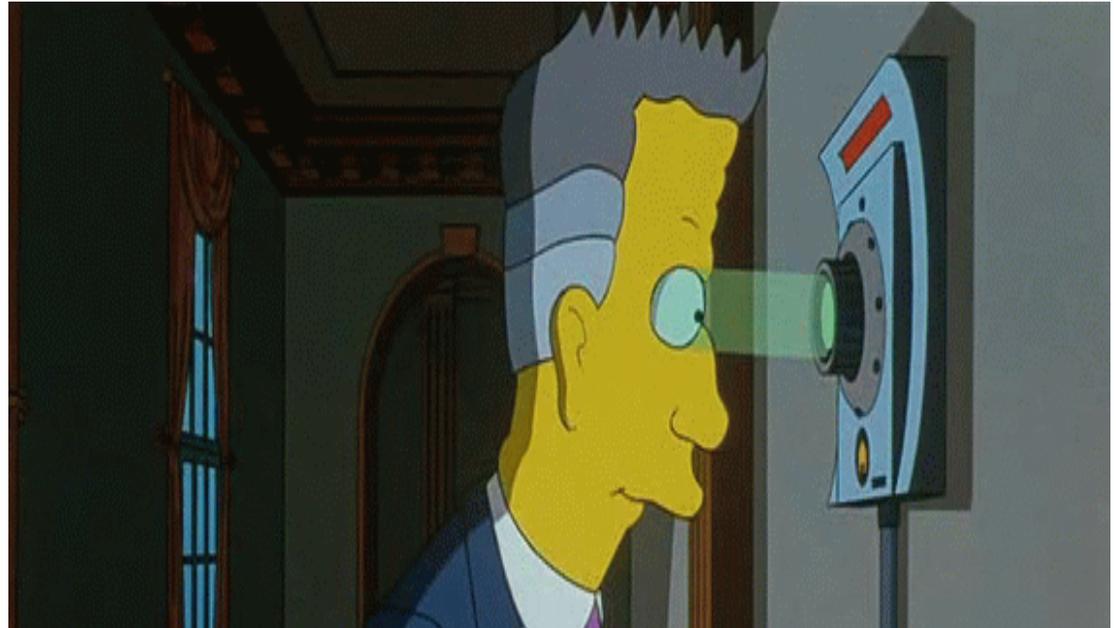
il colore naturale dell'iride è l'azzurro. la melanina assorbe la luce, rendendo l'iride più scura.

## l'iride

la tessitura dell'iride  
è straordinariamente  
irregolare e casuale.

nemmeno gemelli identici  
hanno iridi identiche.

per questa ragione,  
il riconoscimento automatico  
dell'iride può essere usato  
per identificare un individuo  
in modo virtualmente  
perfetto.



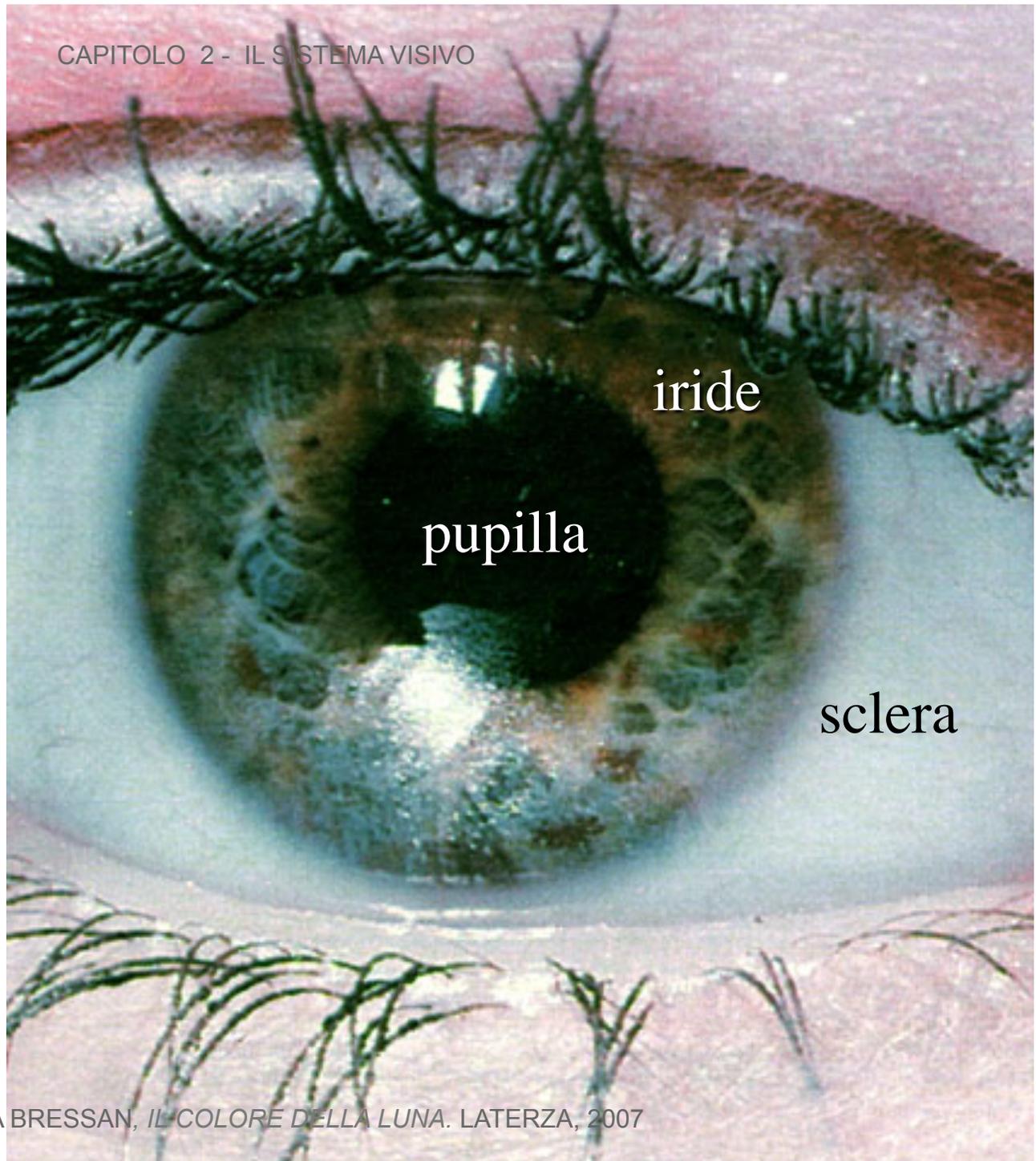
THE SIMPSONS MOVIE, 2007

9

## la pupilla

l'apertura centrale dell'iride, la pupilla, migliora la messa a fuoco restringendosi quando l'illuminazione è sufficiente.

l'apertura di diaframma nella macchina fotografica ha la stessa funzione.



le pupille si dilatano anche quando guardiamo qualcosa di interessante, e sono per questo in grado di segnalare interesse.

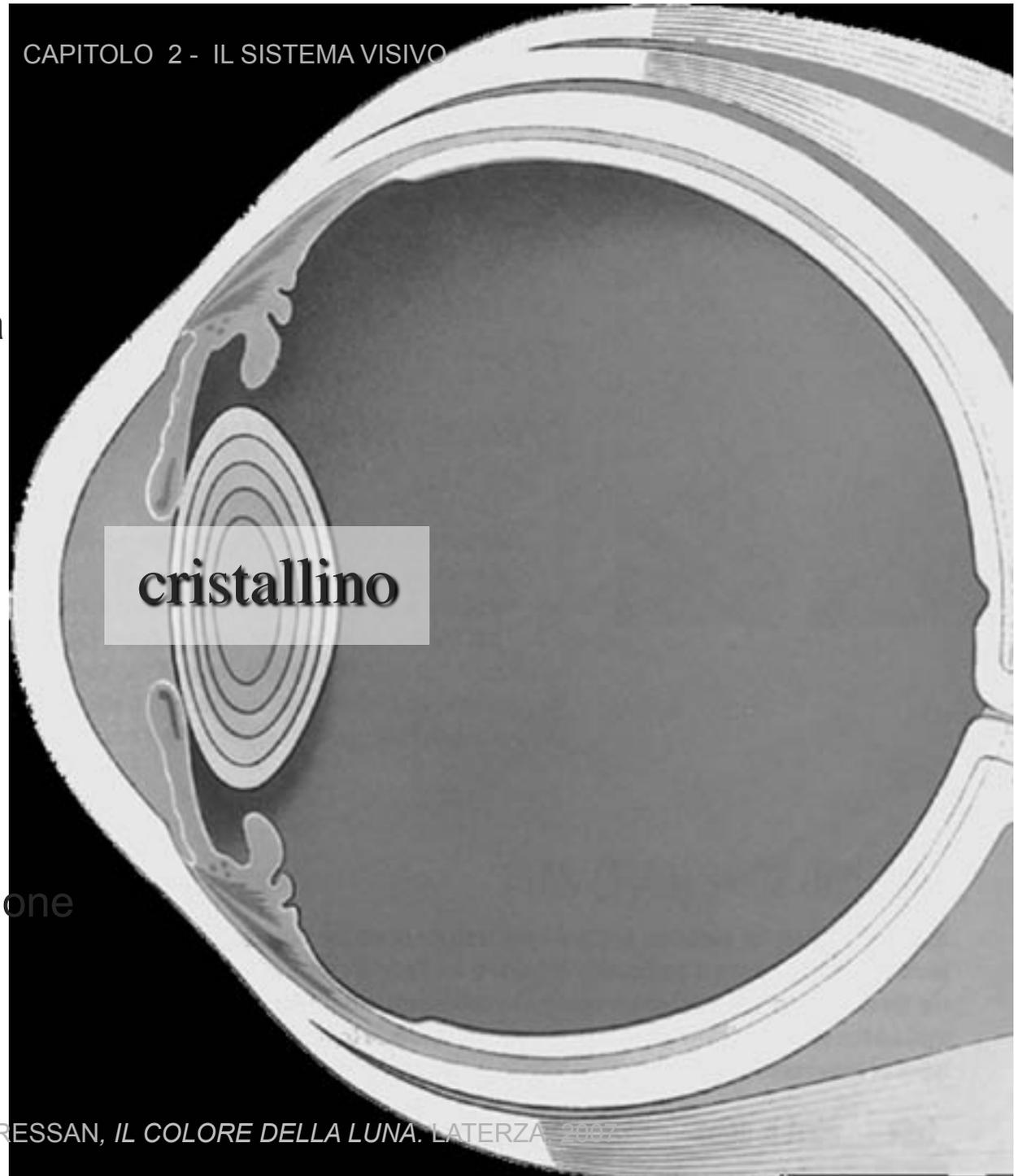
quale di queste due ragazze trovate più attraente?



## il cristallino

dietro la pupilla si trova una lente, il cristallino, la cui funzione è quella di mettere a fuoco i raggi luminosi che entrano nell'occhio.

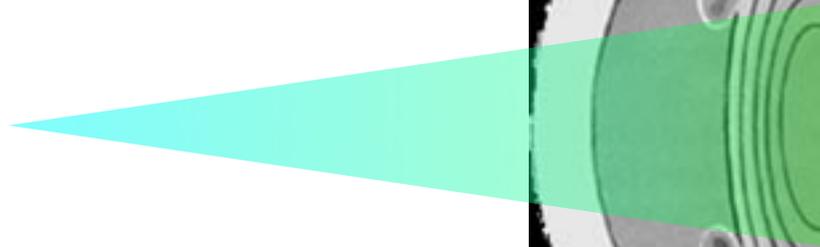
questi raggi hanno già subito una prima rifrazione ad opera della cornea.  
(rifrazione qui non rappresentata)



12

## cosa fa il cristallino

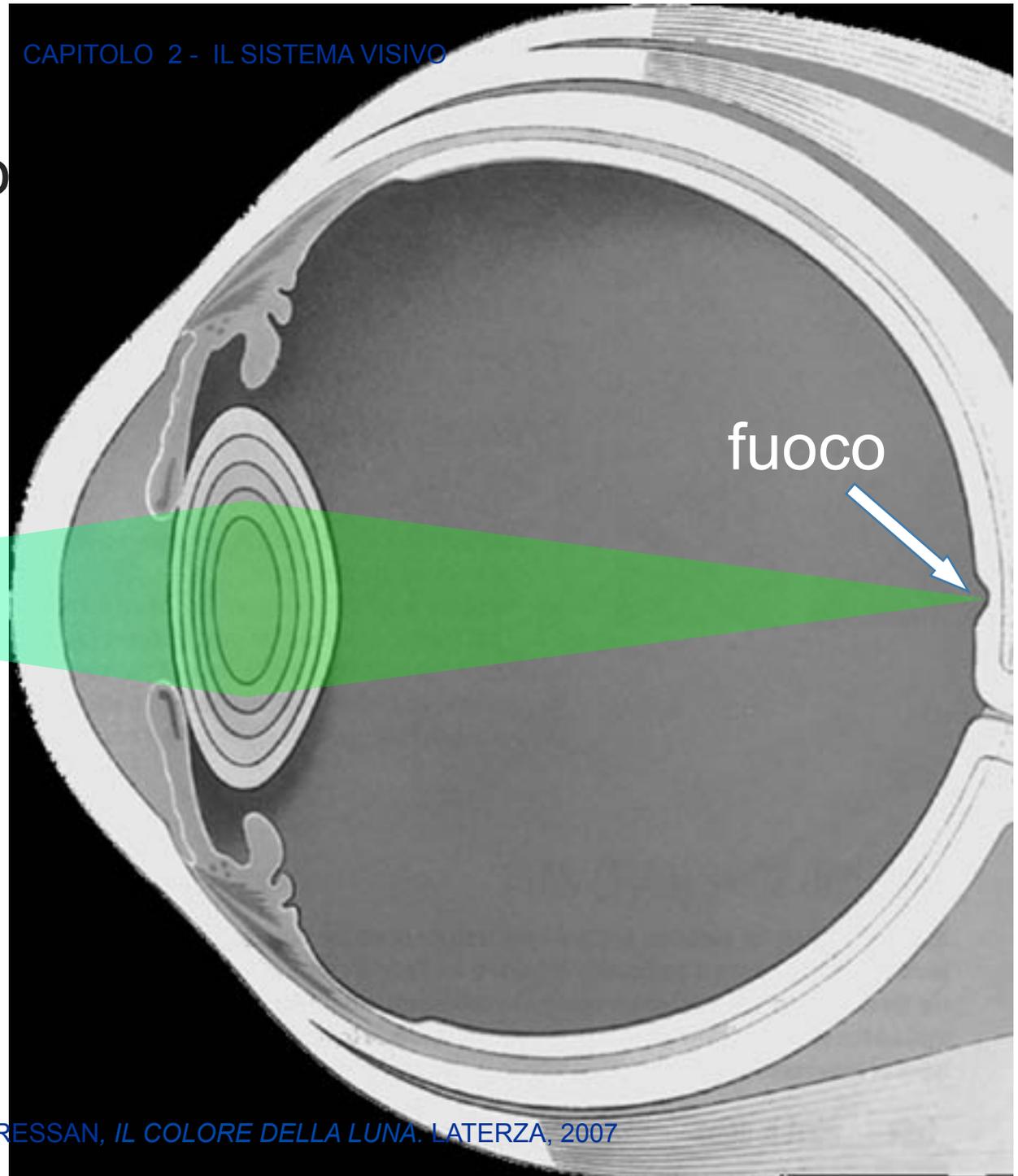
il cristallino devia  
i raggi luminosi  
in ingresso...



## cosa fa il cristallino

il cristallino devia  
i raggi luminosi  
in ingresso...

quel tanto che basta  
a farli convergere  
*esattamente*  
sulla retina.

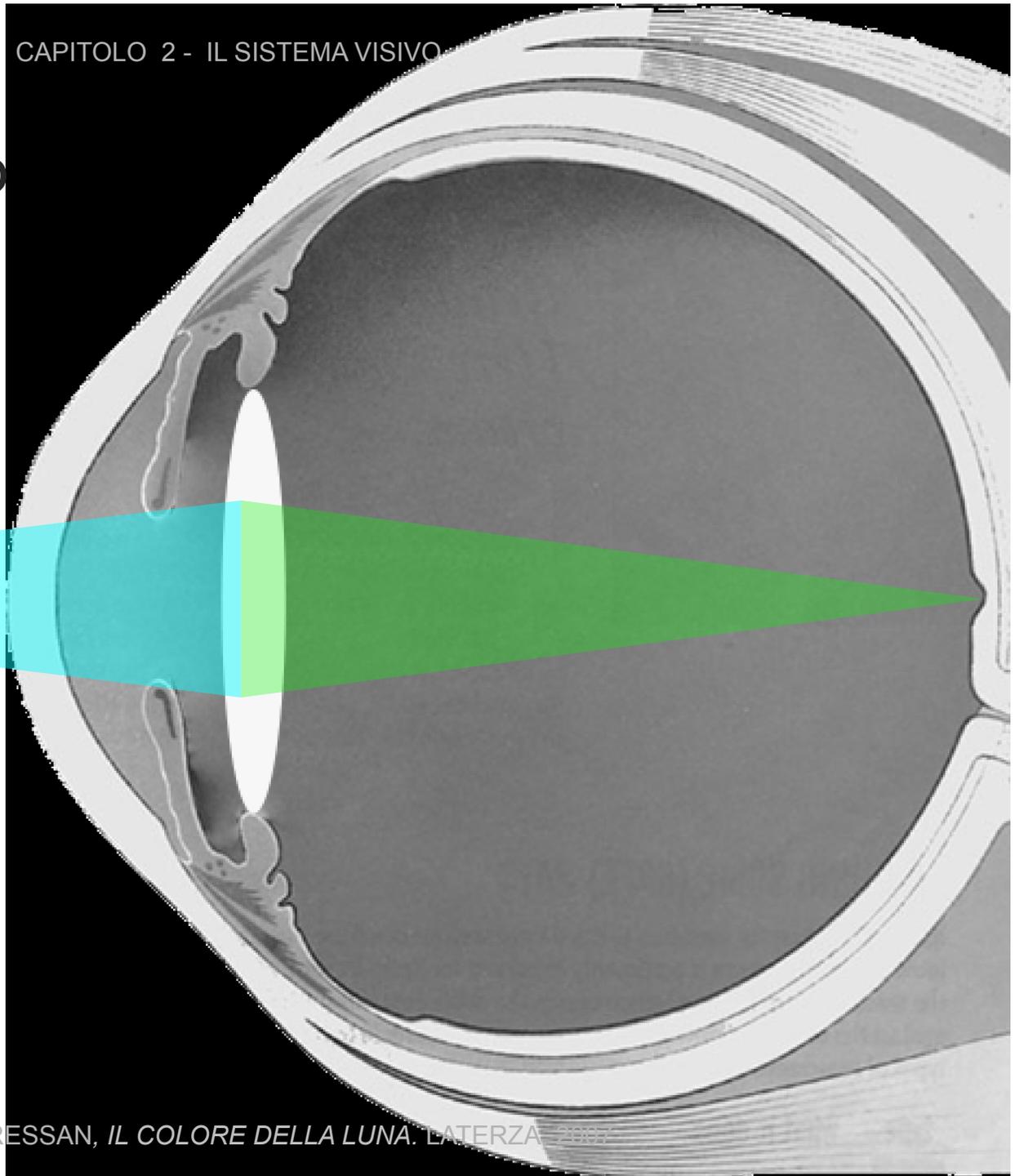


## cosa fa il cristallino

per far questo modifica la propria curvatura, un processo detto accomodazione.

cristallino piatto: poca convergenza (la luce viene deviata poco).

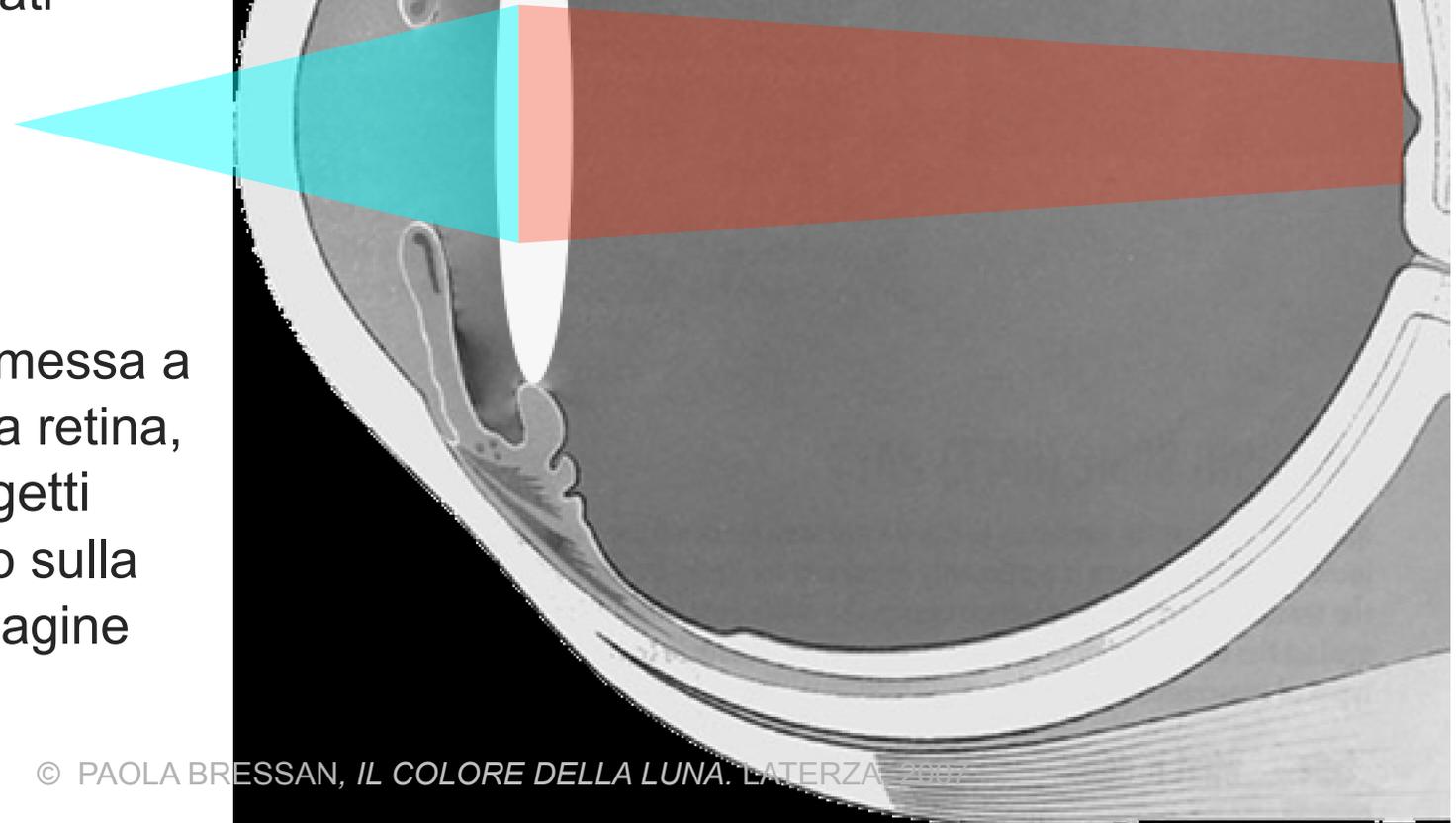
gli oggetti lontani sono a fuoco...



## Cosa fa il cristallino

ma i raggi molto divergenti provenienti dagli oggetti vicini non vengono deviati abbastanza.

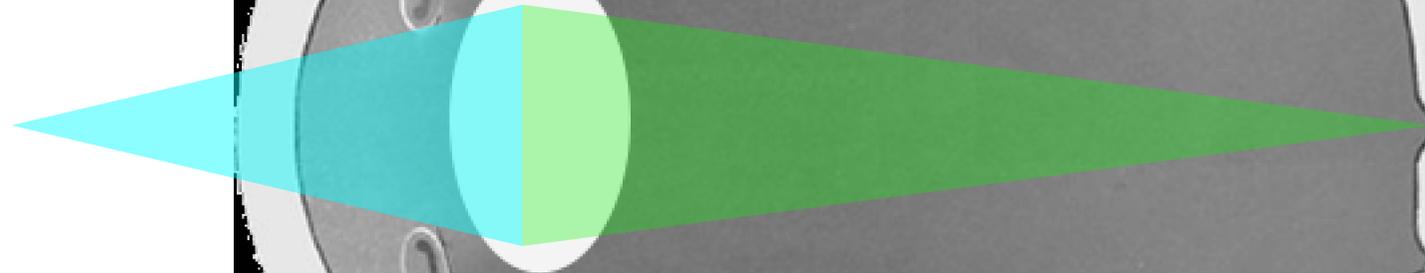
la luce viene messa a fuoco *dietro* la retina, per cui gli oggetti vicini formano sulla retina un'immagine sfocata.



## cosa fa il cristallino

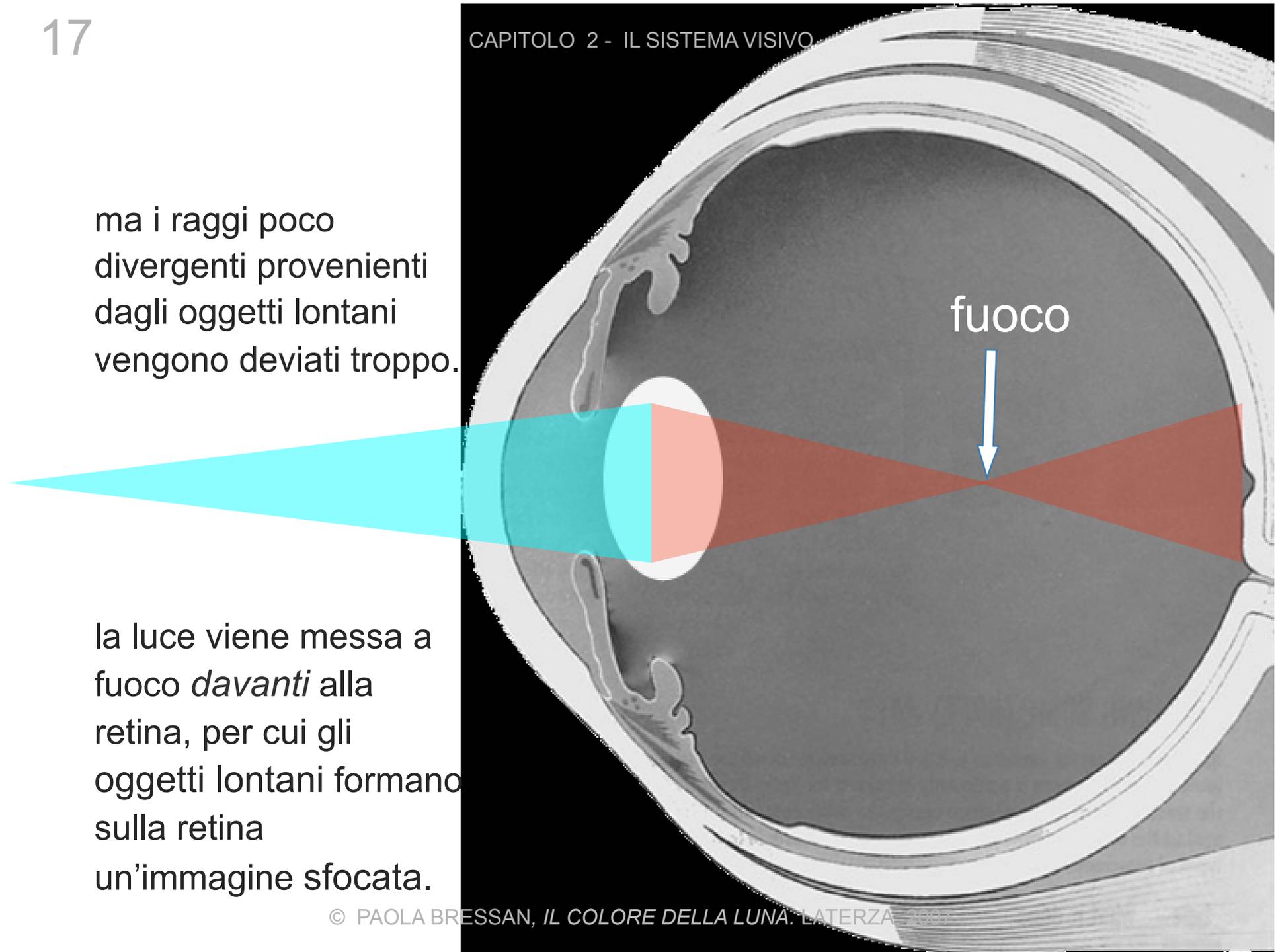
cristallino convesso:  
molta convergenza (la  
luce viene deviata  
molto).

gli oggetti vicini (raggi  
molto divergenti) sono  
a fuoco...



ma i raggi poco divergenti provenienti dagli oggetti lontani vengono deviati troppo.

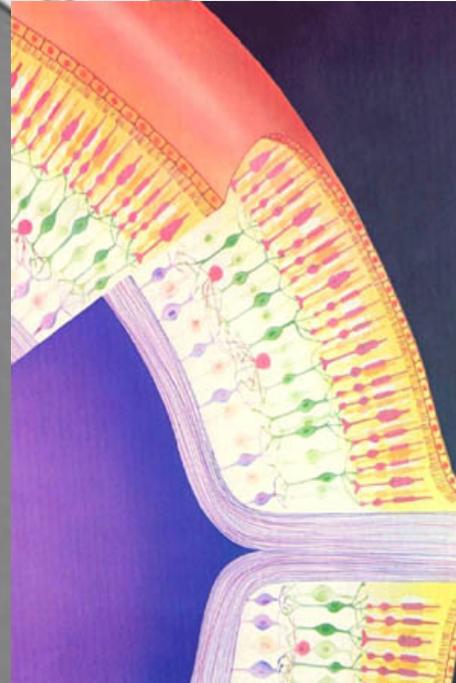
la luce viene messa a fuoco *davanti* alla retina, per cui gli oggetti lontani formano sulla retina un'immagine sfocata.

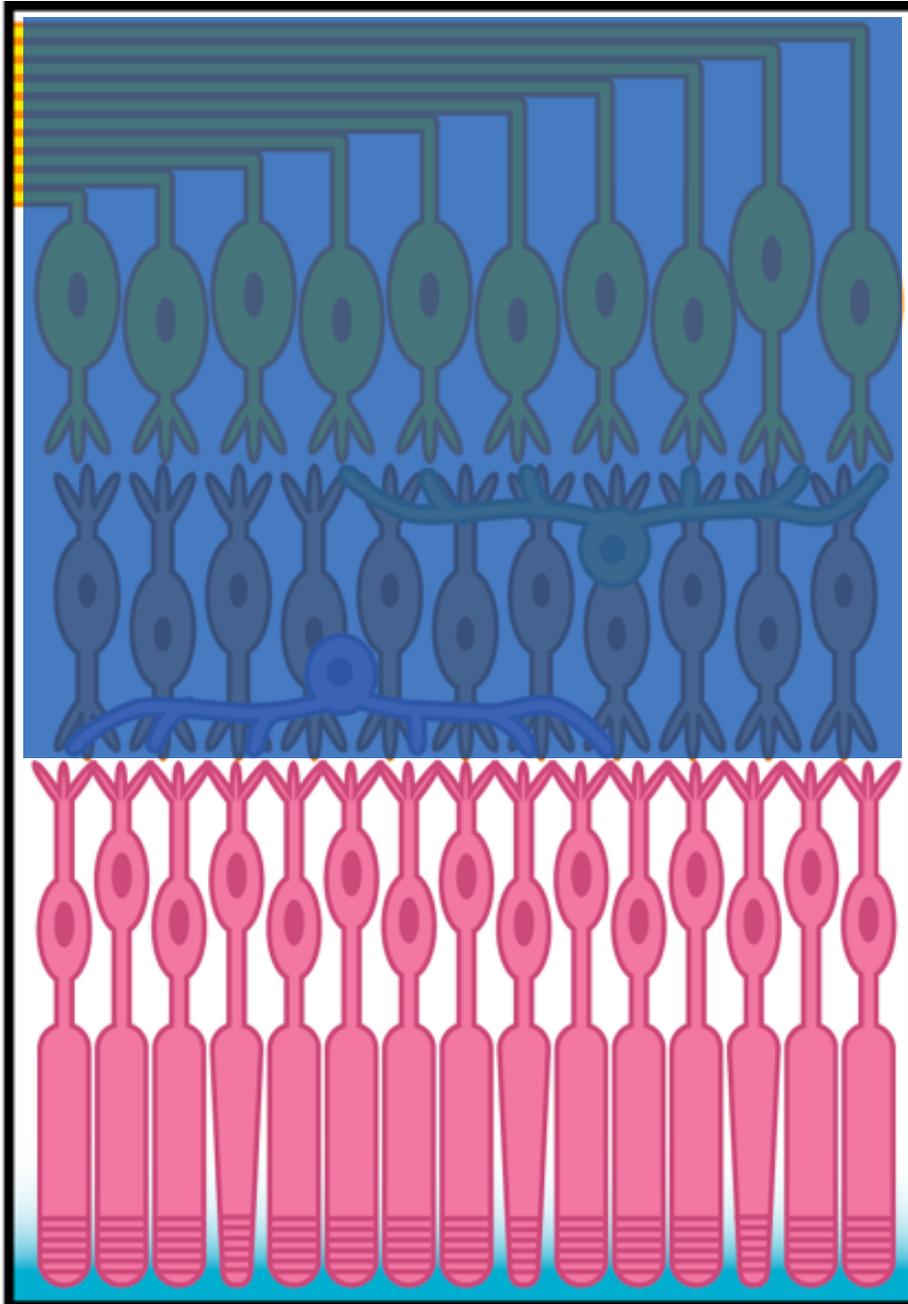


## la retina

la superficie che riveste il fondo dell'occhio, la retina, riveste un ruolo cruciale nel processo visivo.

pur essendo sottilissima, la retina è fatta a strati.





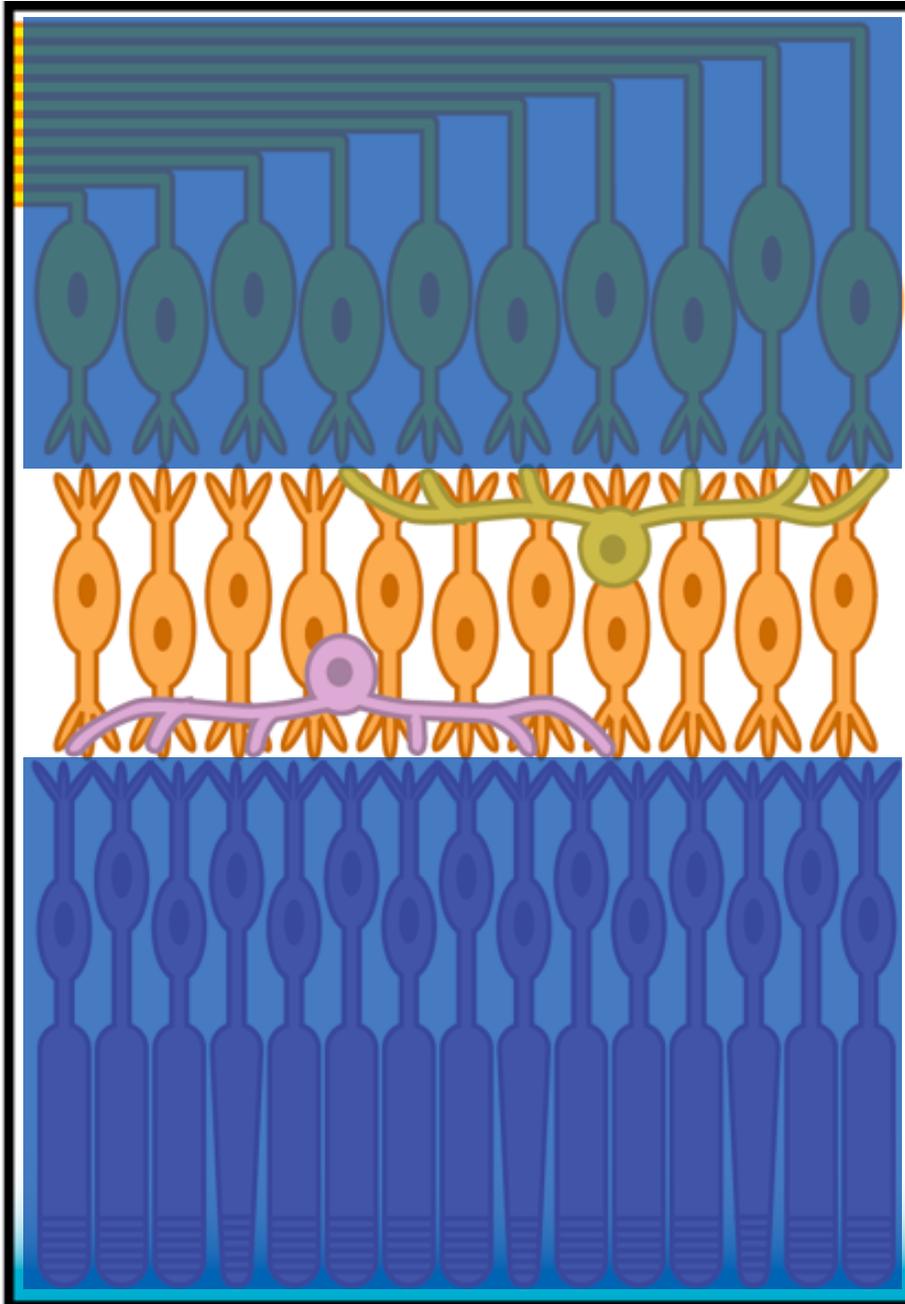
com'è fatta la retina

il primo strato è composto dai **fotorecettori**, le cellule sensibili alla luce.

i fotorecettori convertono la luce in segnali elettrici.



**fotorecettori**



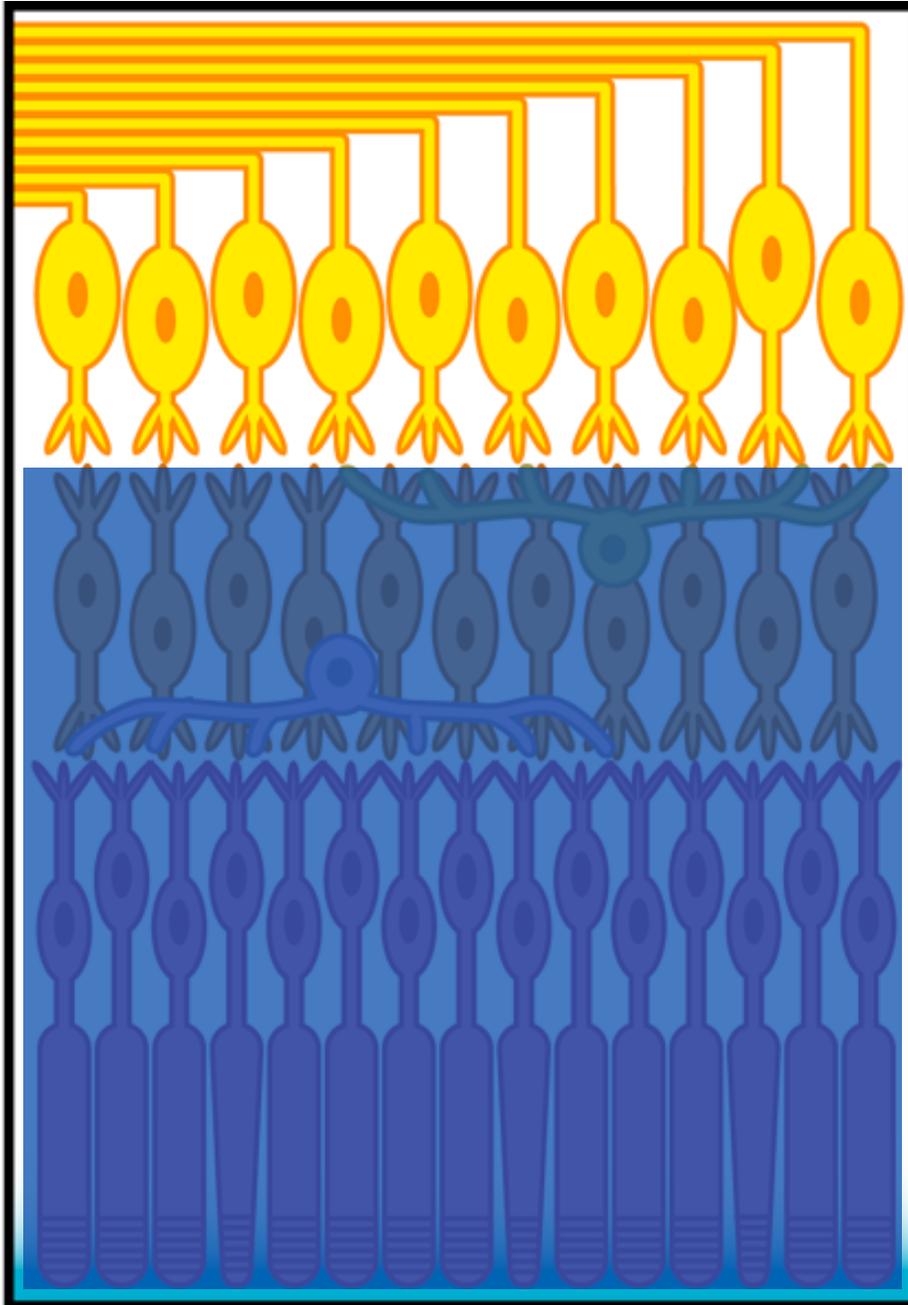
com'è fatta la retina

il secondo strato è costituito dalle **cellule bipolari**.



**cellule bipolari**

le cellule bipolari raccolgono i segnali inviati dai fotorecettori e li trasmettono allo strato successivo...



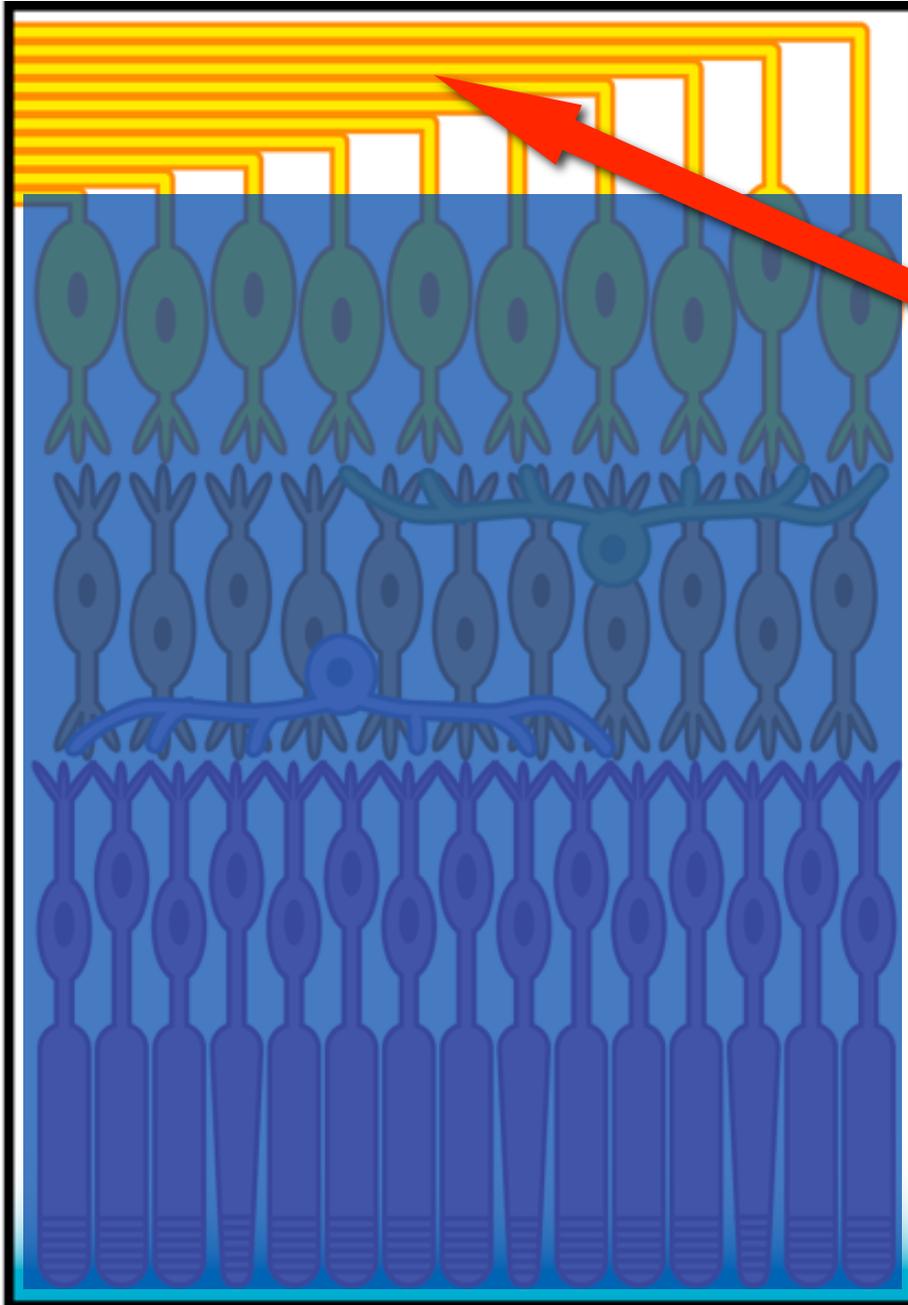
com'è fatta la retina



cellule gangliari

... che è composto dalle **cellule gangliari**.

queste cellule elaborano i segnali visivi che ricevono e li inviano al cervello.



com'è fatta la retina

nervo ottico

le "code" delle cellule gangliari costituiscono le **fibre del nervo ottico**.

## com'è fatta la retina

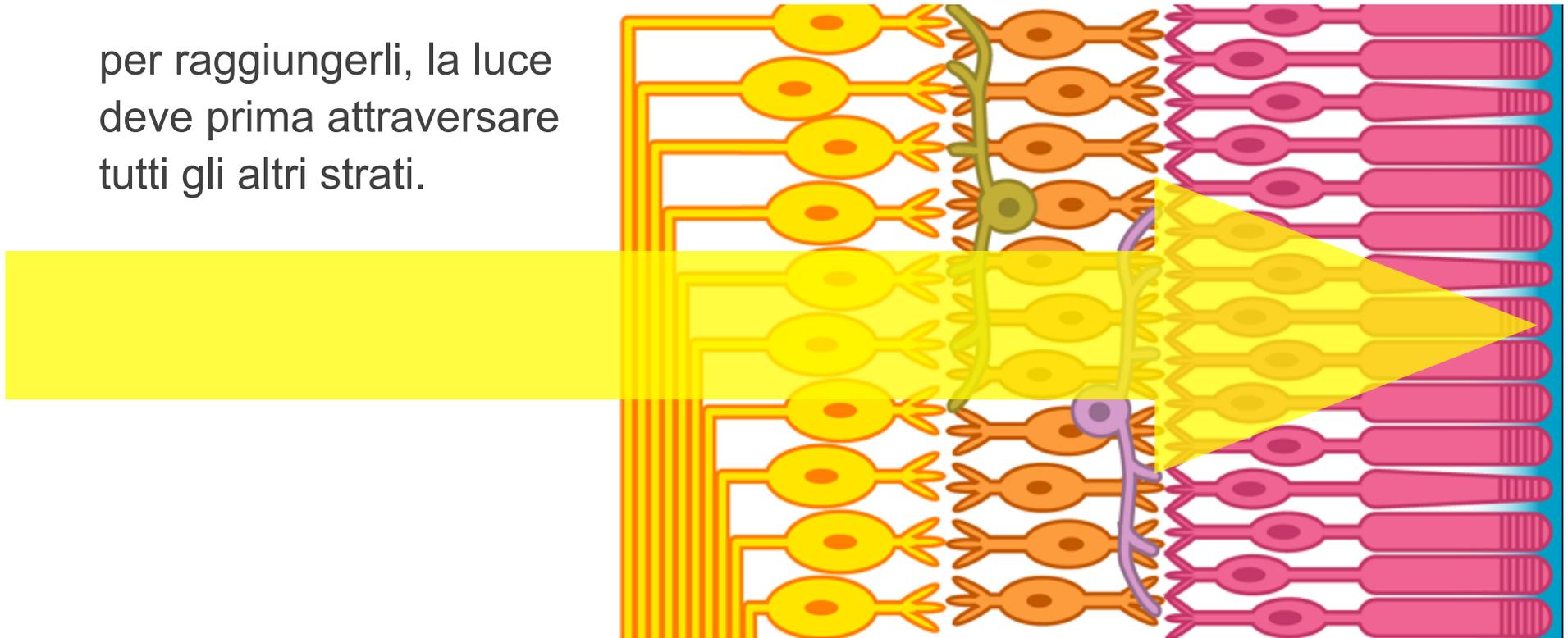
controintuitivamente, i fotorecettori sono posti in fondo alla retina;

sono lo strato più **esterno** della retina.



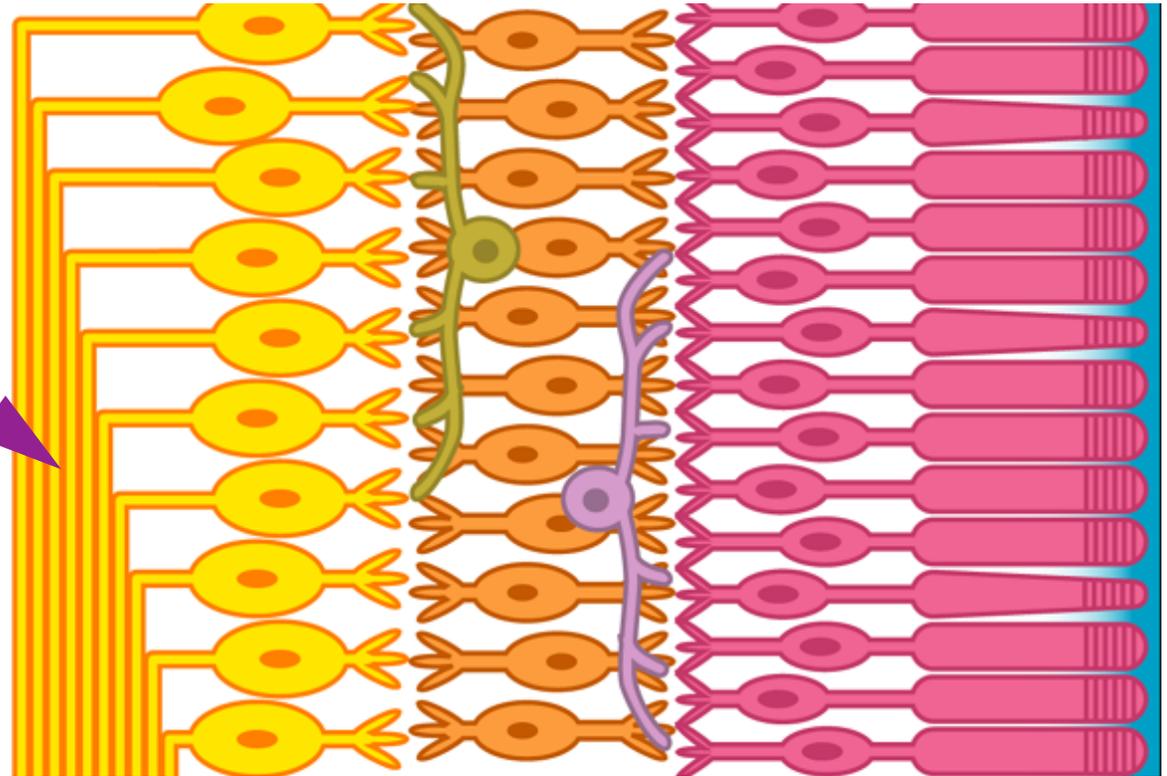
## com'è fatta la retina

per raggiungerli, la luce deve prima attraversare tutti gli altri strati.



## com'è fatta la retina

una conseguenza del fatto che la retina è capovolta è che il **nervo ottico**, per poter uscire dall'occhio, deve bucare il tappeto dei fotorecettori. la zona in cui il nervo ottico esce dall'occhio è detta **macchia cieca**.

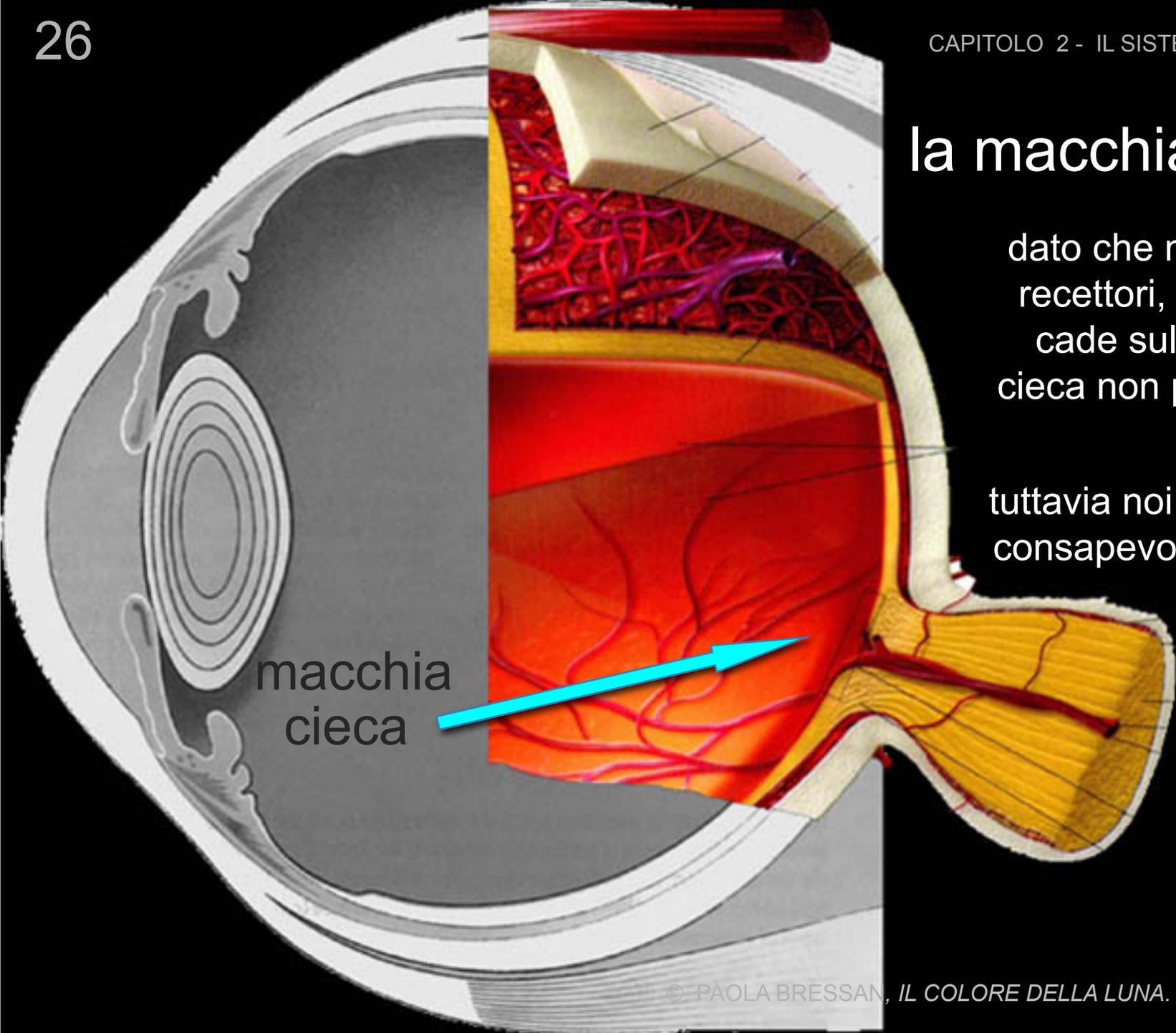


## la macchia cieca

dato che non ci sono recettori, la luce che cade sulla macchia cieca non può essere percepita.

tuttavia noi non siamo consapevoli di questo

“buco”  
in tutto  
ciò che  
vediamo.



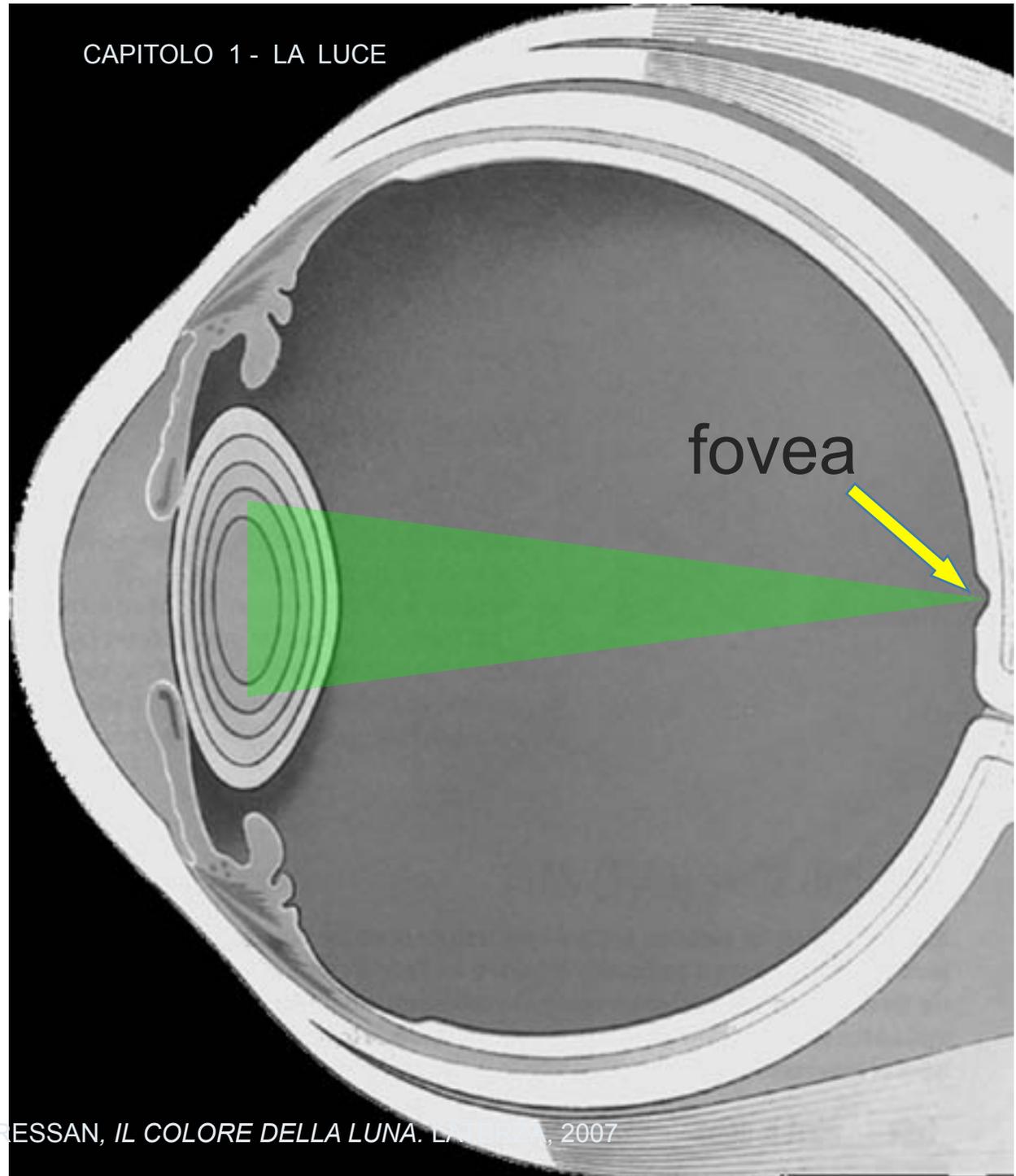
macchia  
cieca

## la fovea

la speciale area della retina che si trova in corrispondenza del fuoco del cristallino si chiama fovea.

ha l'aspetto di una piccola depressione.

quando fissiamo un oggetto, gli occhi ruotano automaticamente in modo che l'immagine dell'oggetto cada esattamente sulla fovea.

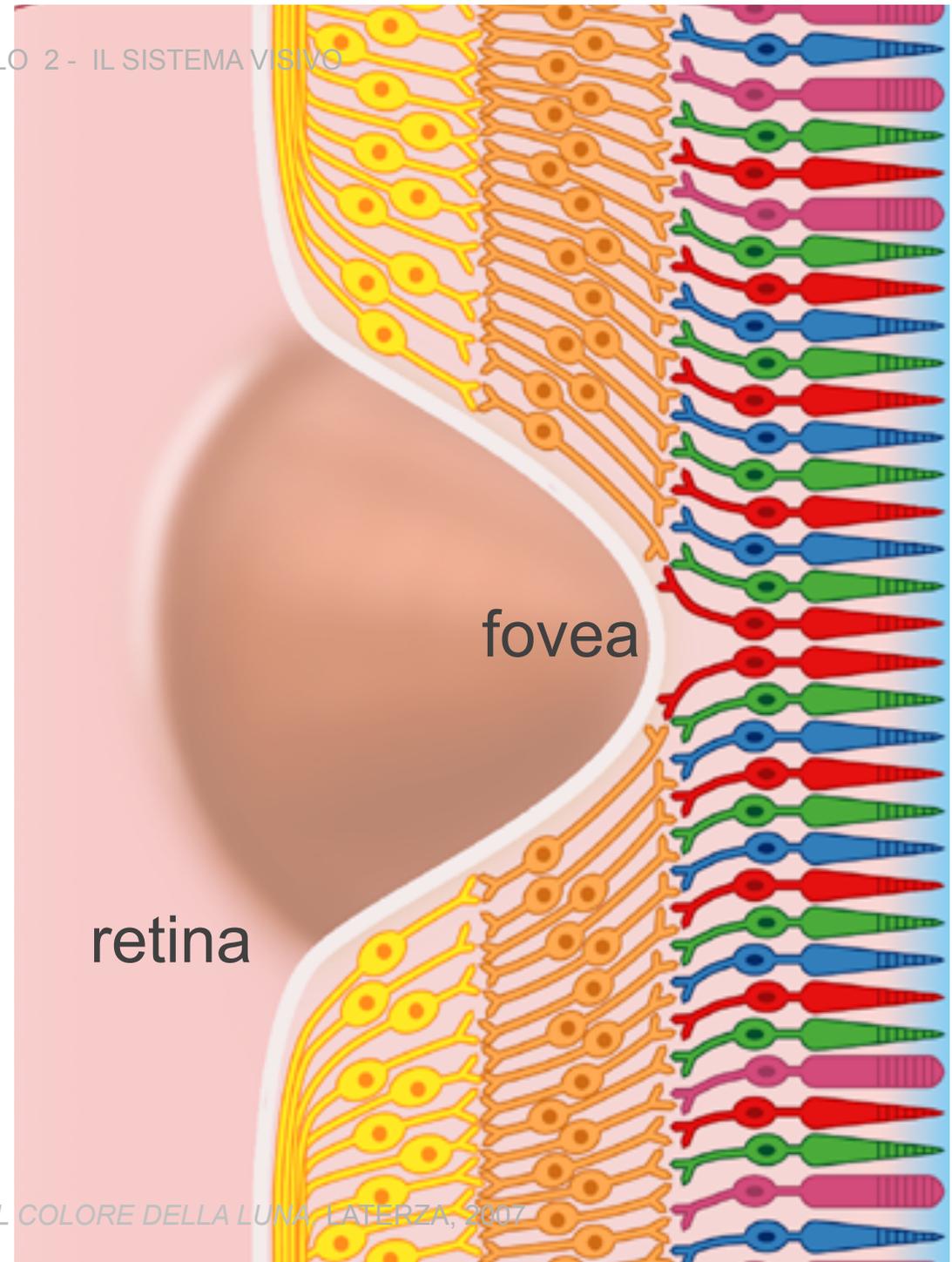


## la fovea

la fovea è l'area della retina in cui la visione è migliore.

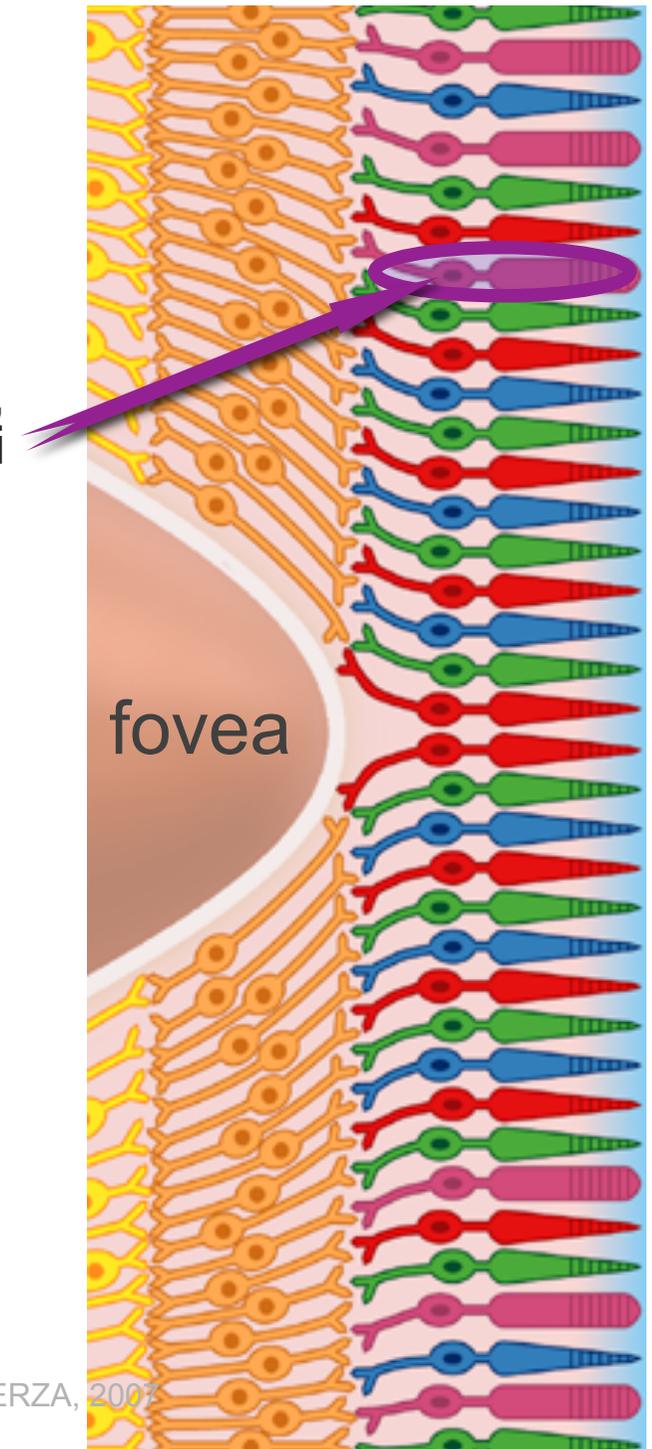
qui la retina è anche particolarmente sottile, perché le cellule normalmente sovrapposte ai fotorecettori sono spostate di lato.

se così non fosse, la fovea sarebbe dieci volte più spessa, e parte della luce verrebbe assorbita prima di raggiungerla.



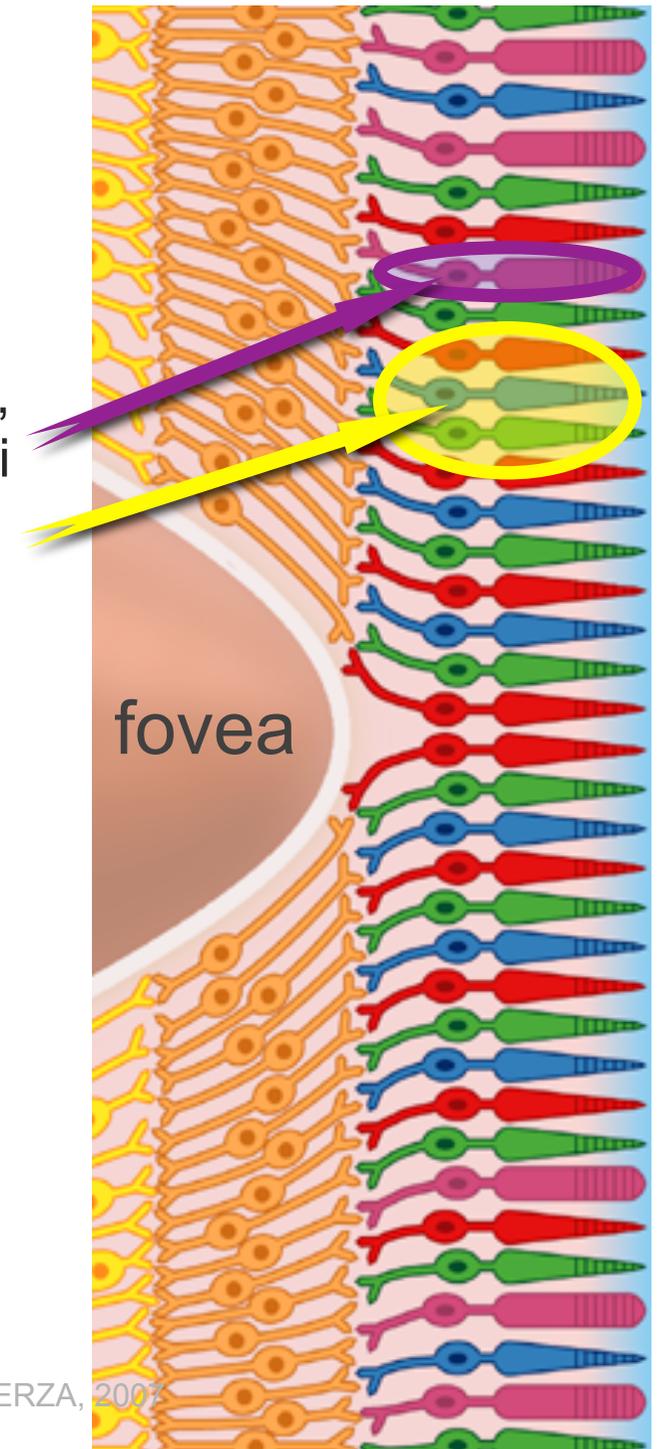
## i fotorecettori

l'occhio umano contiene due tipi di fotorecettori,  
i bastoncelli



## i fotorecettori

l'occhio umano contiene due tipi di fotorecettori,  
i bastoncelli



## i fotorecettori

... chiamati così per la loro forma.  
coni e bastoncelli hanno funzioni diverse.

i coni sono attivi quando c'è molta luce,  
e permettono la visione dei colori  
e dei dettagli.

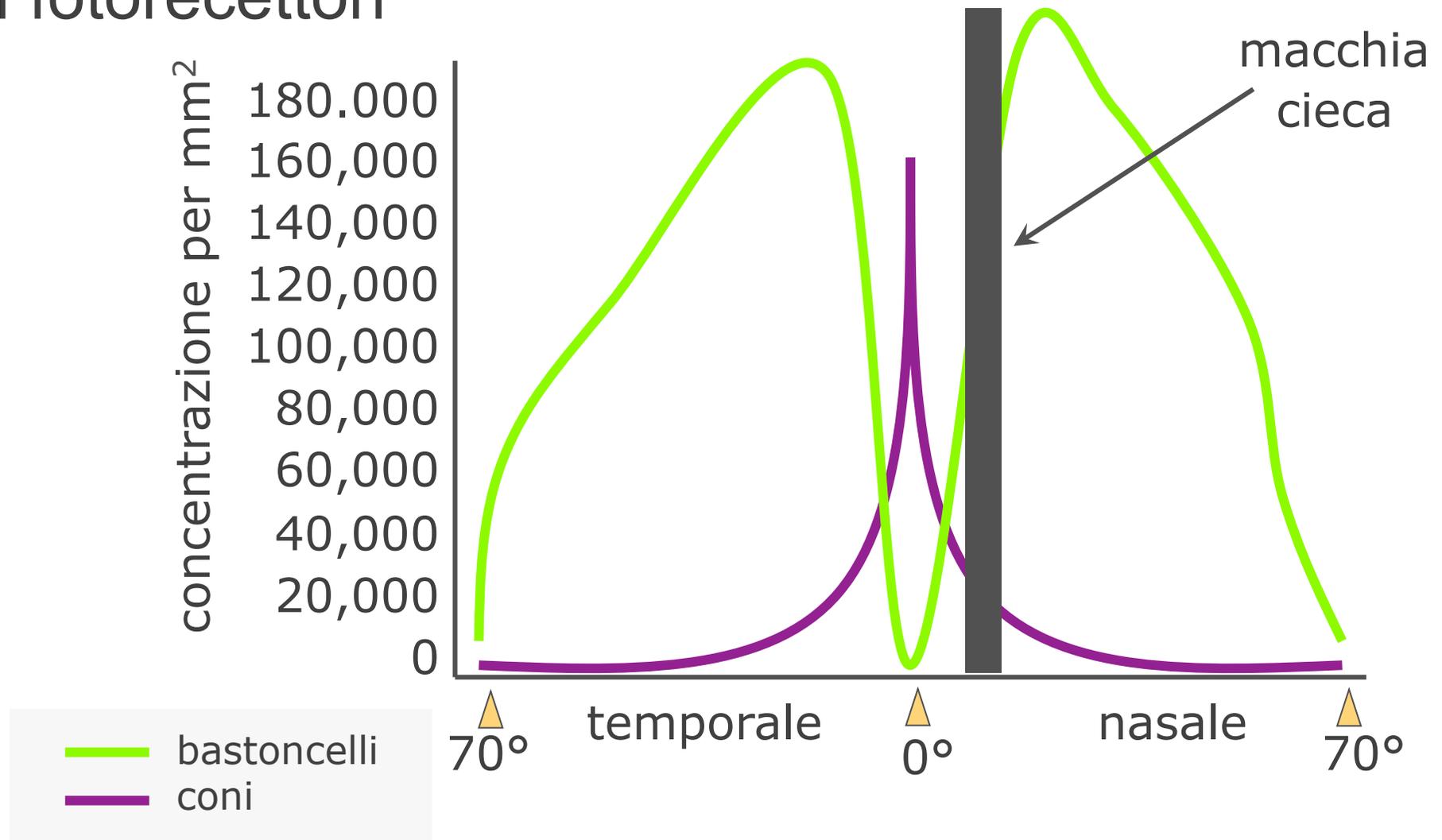
se la luce ambientale è scarsa,  
i coni rimangono inattivi  
ed entrano in azione i bastoncelli.

i bastoncelli sono sensibili  
a livelli di luce anche molto bassi,  
ma colori e dettagli vanno perduti.



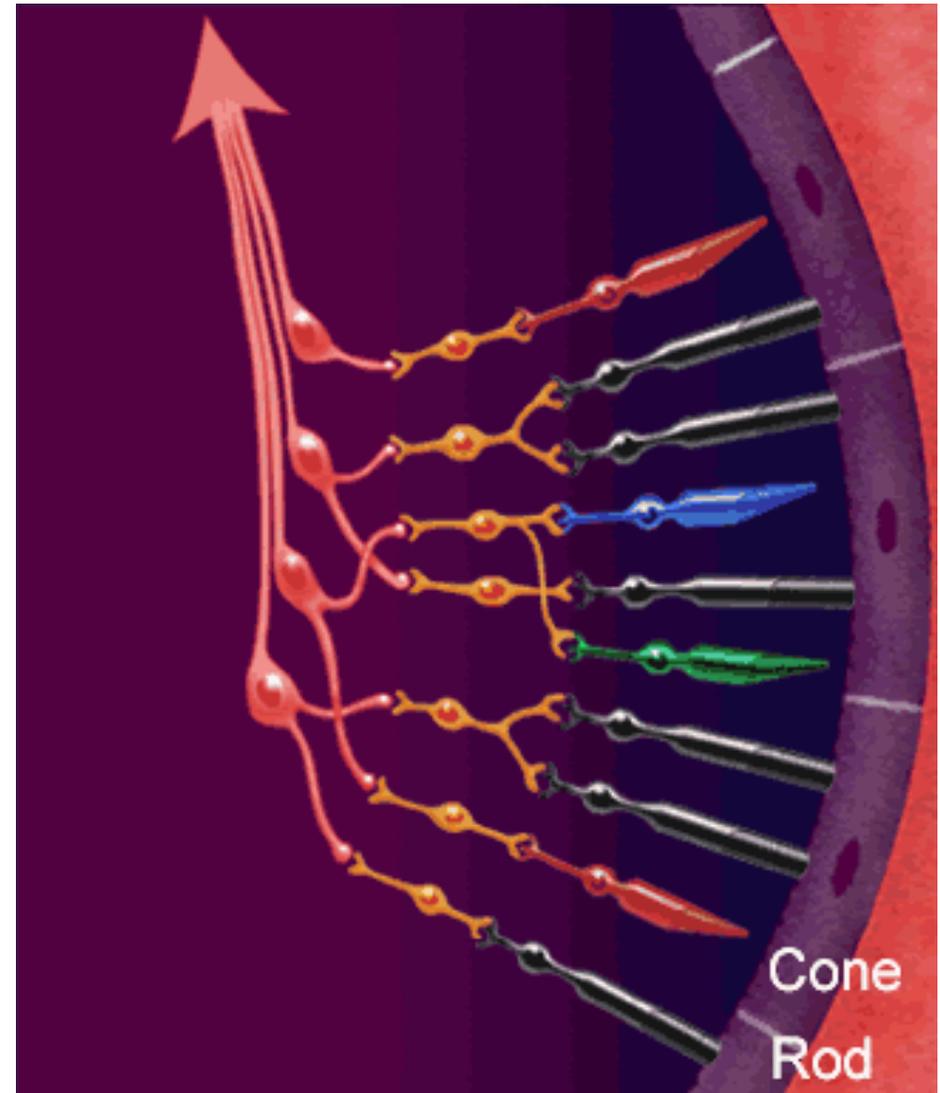
la fovea contiene unicamente coni. Fuori dalla fovea il numero di coni (qui in viola) cala di colpo, e rapidamente aumenta il numero di bastoncelli (qui in verde).

## i fotorecettori

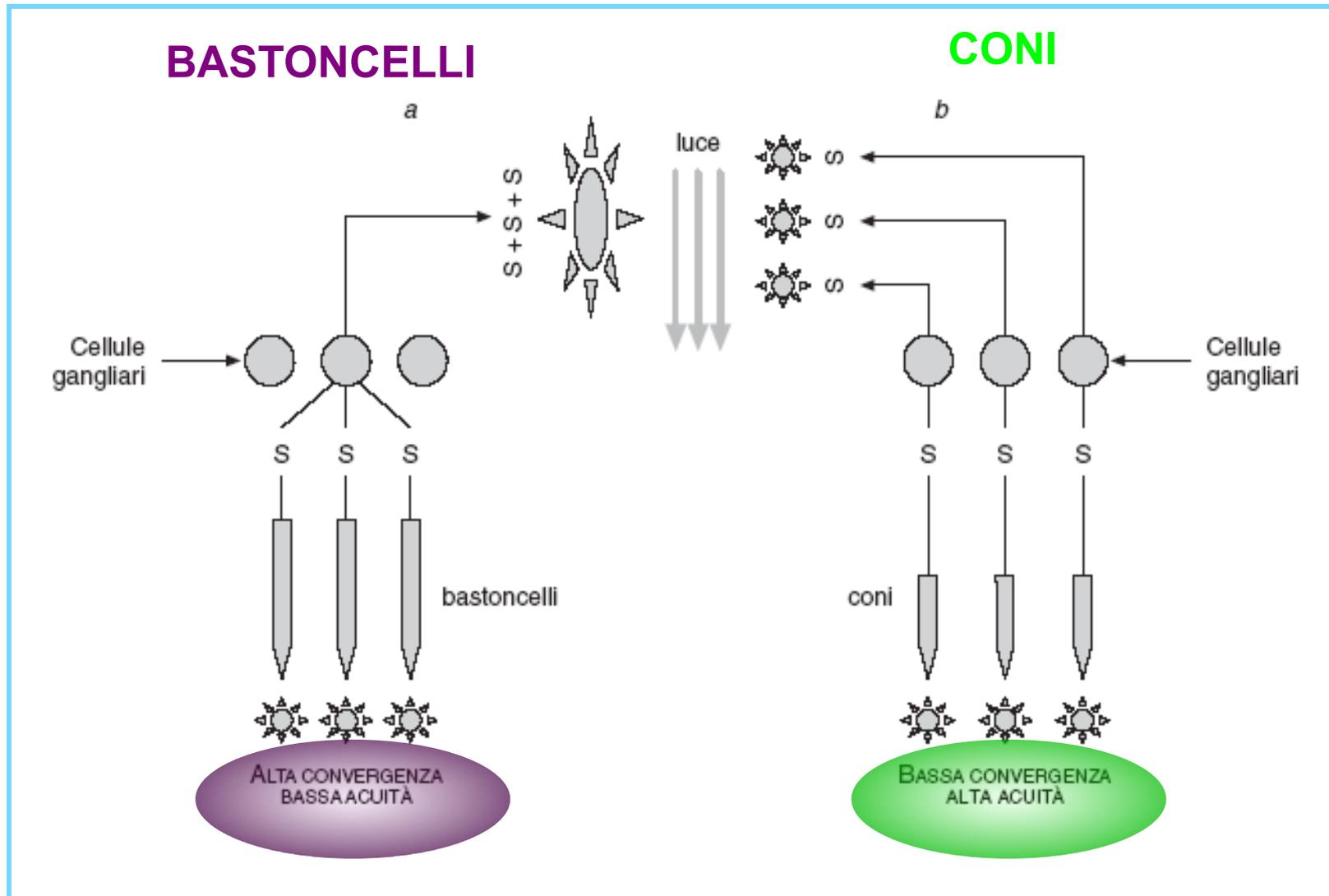


## dall'occhio al cervello

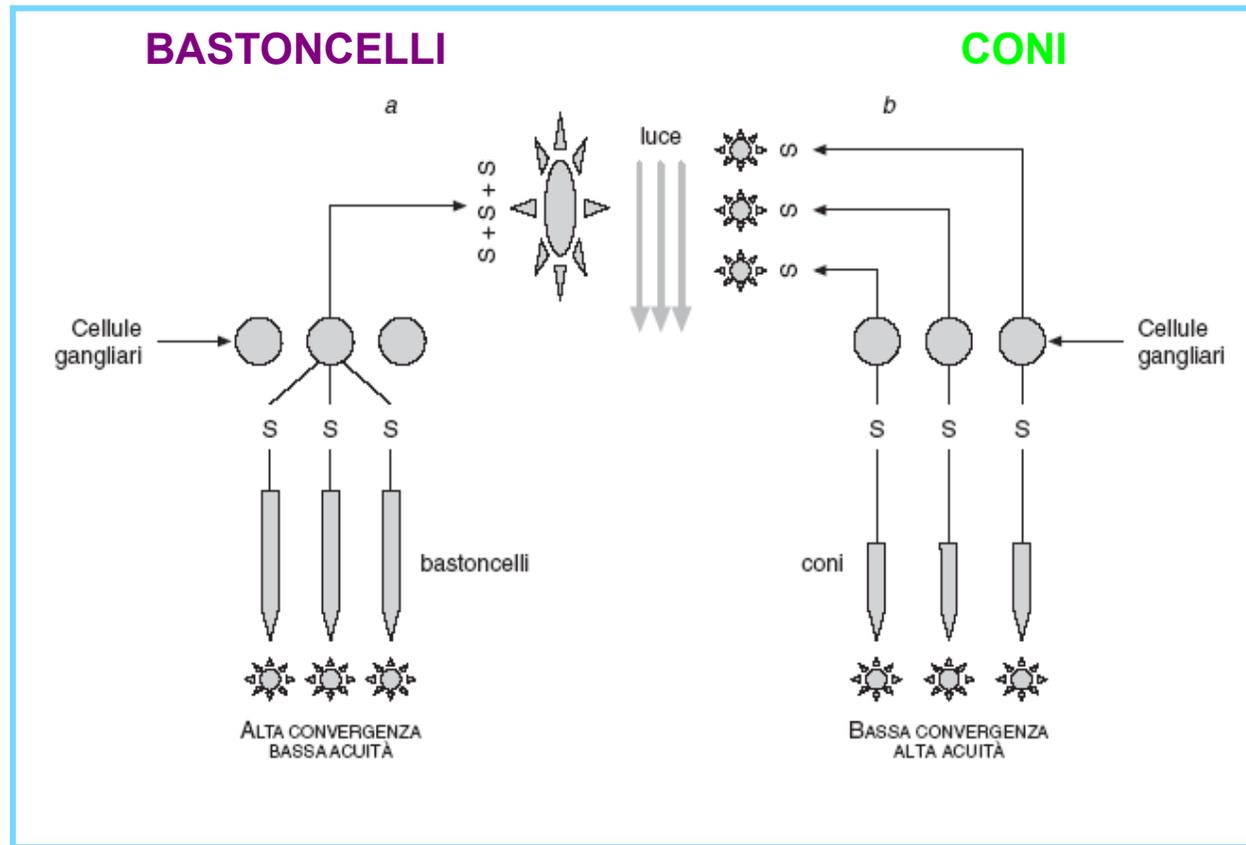
i segnali elettrici generati da coni e bastoncelli ripercorrono la retina all'indietro (cellule bipolari, cellule gangliari) e vengono trasmessi al cervello lungo il nervo ottico.



# convergenza tra recettori e cellule gangliari

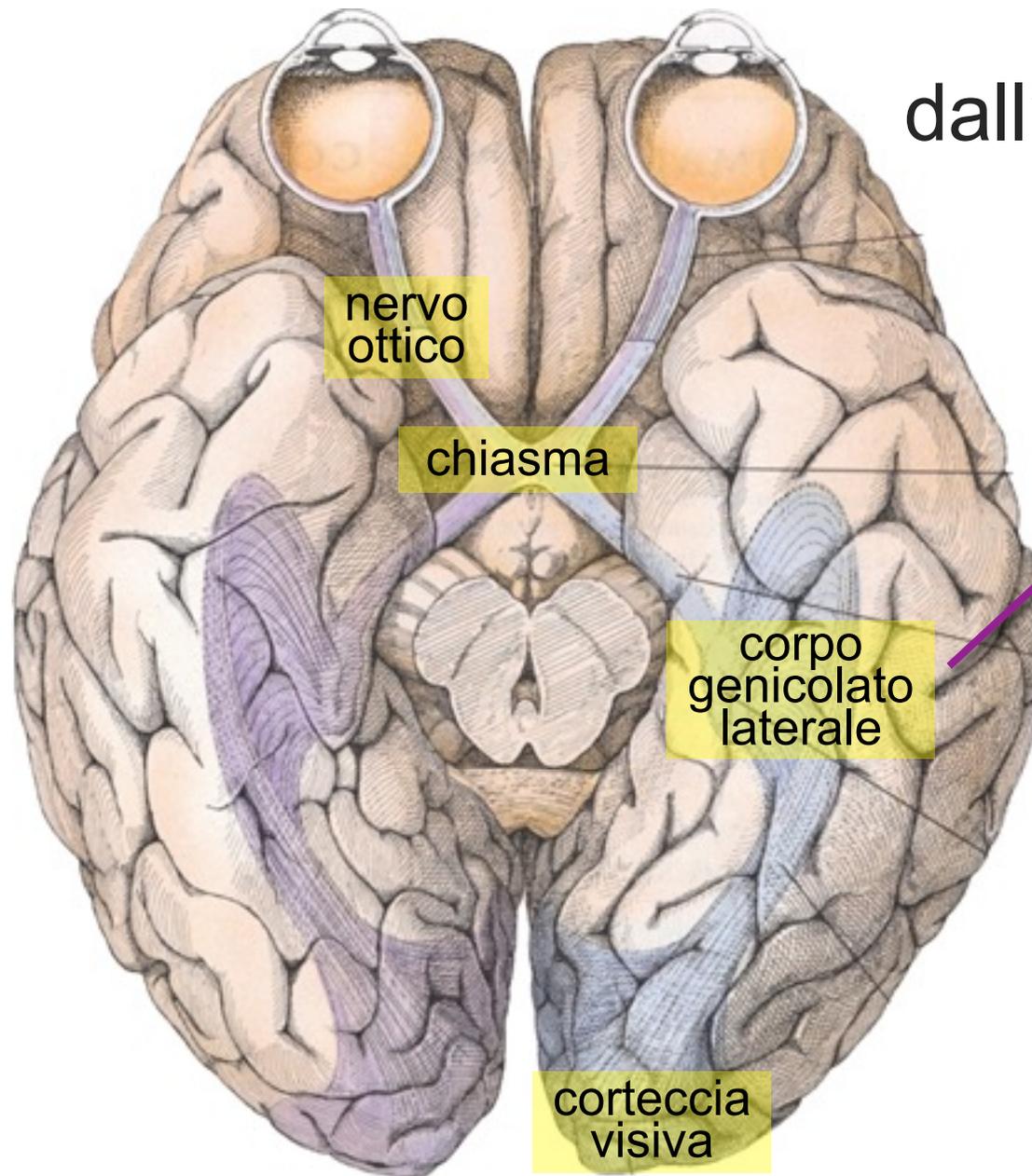


# convergenza tra recettori e cellule gangliari



La **sensibilità** alla luce è maggiore nella **periferia** della retina rispetto alla parte centrale

La **acuità visiva** è maggiore nella parte **centrale** della retina rispetto alla periferia



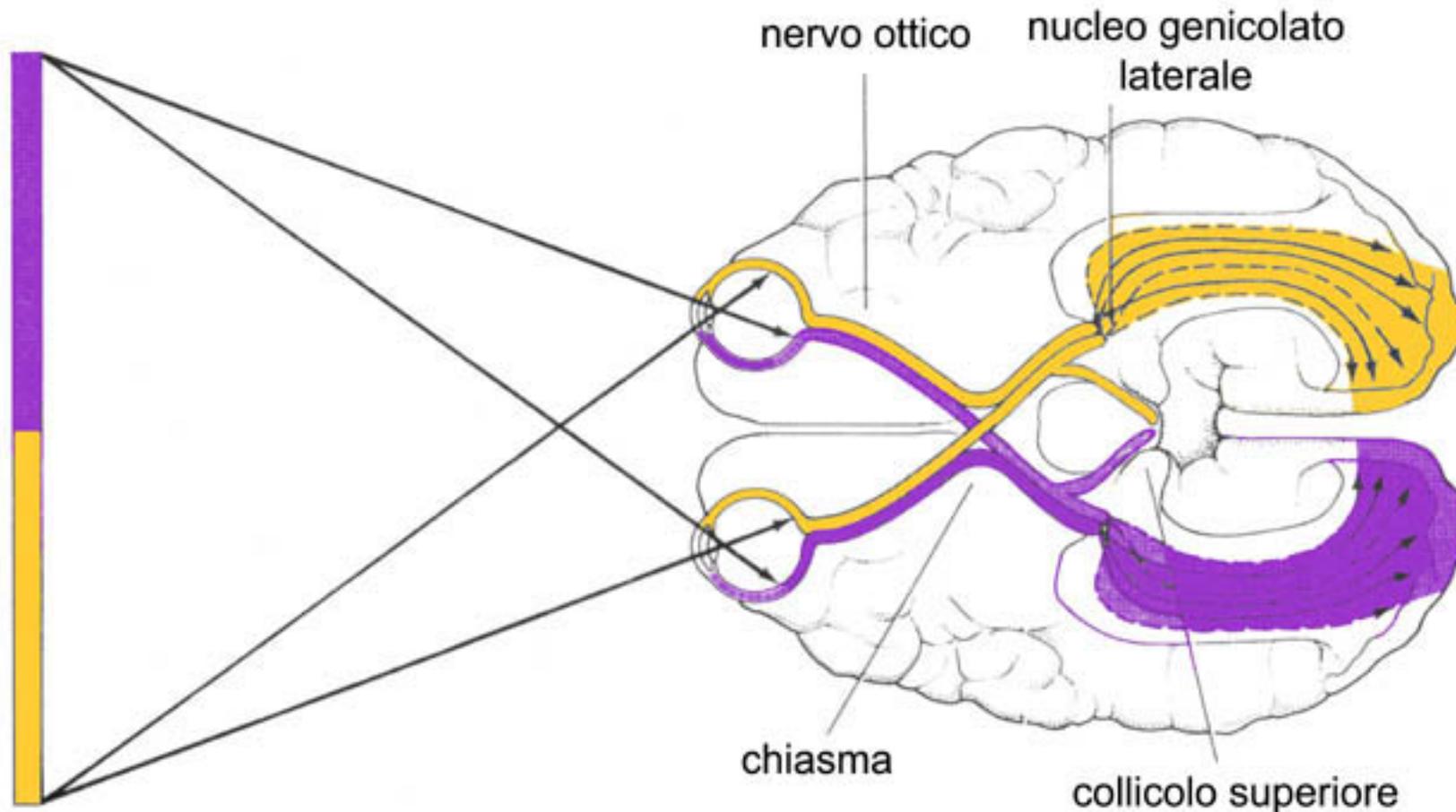
## dall'occhio al cervello

nel loro viaggio verso la corteccia, le fibre del nervo ottico transitano per il corpo genicolato laterale.

il corpo genicolato laterale non è una stazione passiva: qui l'informazione visiva viene ulteriormente elaborata.

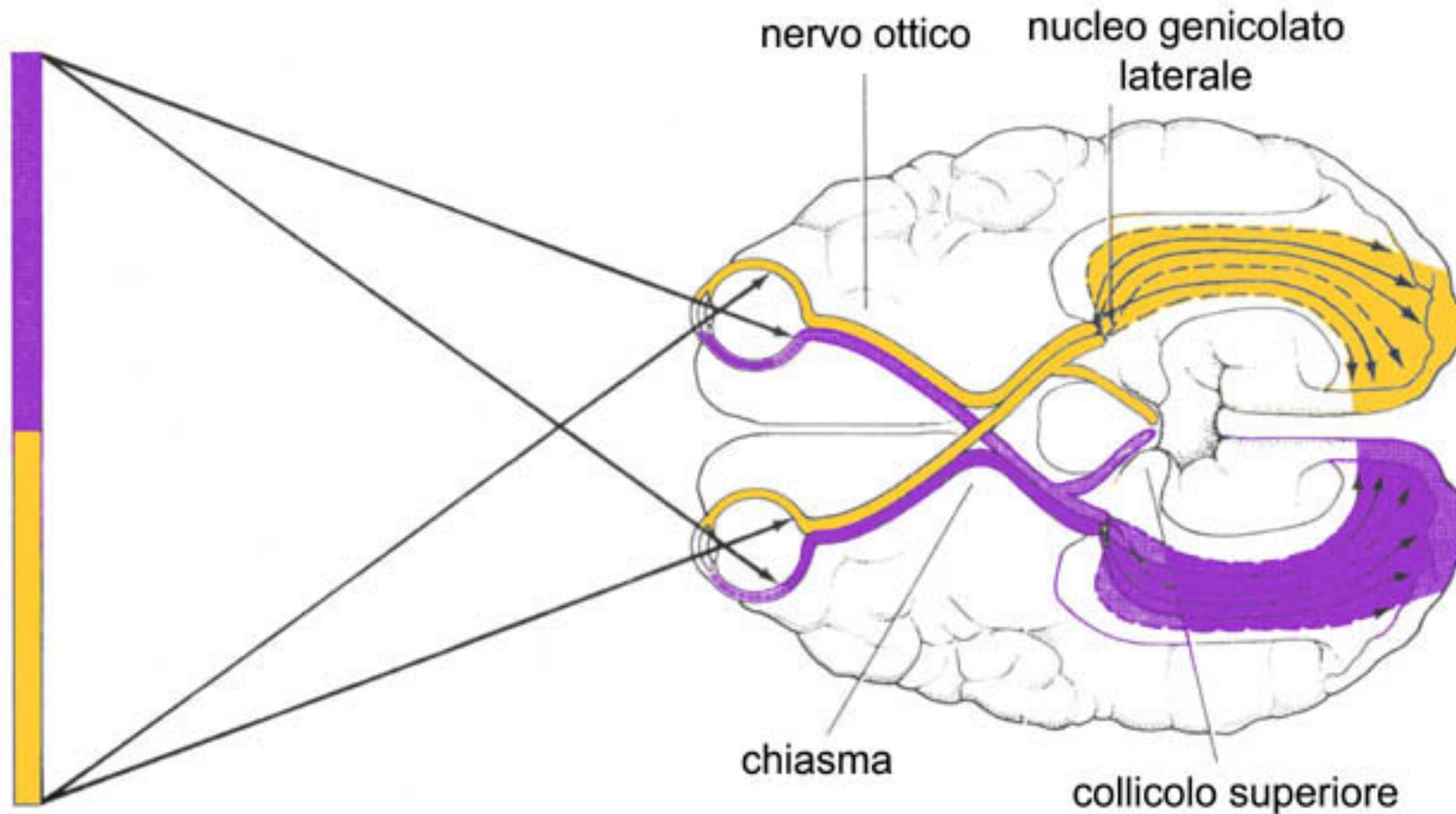
## dall'occhio al cervello

il 50% delle fibre provenienti dalla retina si incrocia nel chiasma. il risultato è che le parti dei due occhi che vedono la stessa area mandano le proprie fibre allo stesso emisfero del cervello.



## dall'occhio al cervello

ad esempio, l'area alla sinistra del punto di fissazione (qui in giallo) viene rappresentata interamente nell'emisfero destro.



## il cervello: la corteccia visiva

