

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Area Didattica di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

**Problemi di visione binoculare in
prossimità e correzione con lenti
progressive di ultima generazione**

Relatori:

Prof. Paolo Carelli

Handwritten signature of Paolo Carelli in blue ink.

Candidato:

Leonardo Iollo

Matricola M44000487

A.A. 2019/2020

INDICE

- INTRODUZIONE E SCOPO

- CAPITOLO 1: VIZI REFRAATTIVI E PRESBIOPIA

- 1.1 Miopia**
- 1.2 Ipermetropia**
- 1.3 Astigmatismo**
- 1.4 Tipologia e classificazione astigmatismo**
- 1.5 Presbiopia**

- CAPITOLO 2: ANISOMETROPIA E VISIONE MONOCULARE

- 2.1 Anisometropia**
- 2.2 Tipologia e classificazione dell'anisometropia**
- 2.3 Visione monoculare**
- 2.4 Percezione della profondità in visione monoculare**

- CAPITOLO 3: LENTI PROGRESSIVE E TECNOLOGIE AVANZATE

- 3.1 Lente progressiva**
- 3.2 Tecnologia Nanoptix**
- 3.3 Tecnologia Synchroneyes**
- 3.4 Varilux X Series e tecnologia Xtend**

- CAPITOLO 4: PERSONALIZZAZIONE E TEST SUI PORTATORI

- 4.1 Tecnologia NVB (Near Vision Behavior) e personalizzazione della lente progressiva**
- 4.2 Prestazioni della lente e test sui portatori**

- CONCLUSIONI

- BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

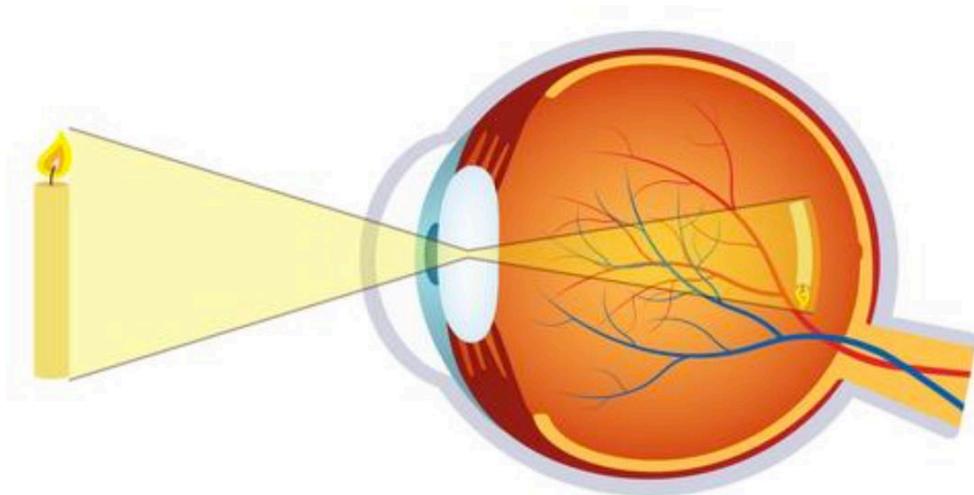
INTRODUZIONE E SCOPO

Il lavoro di tesi svolto mira a descrivere tipologie di ametropie e come queste, con l'incombere della presbiopia, sarebbero difficili da correggere se non si adoperassero lenti progressive di ultima generazione. Con un excursus riguardante vizi refrattivi semplici, l'anisometropia, la visione monoculare e come queste possono essere definite e categorizzate, ho dimostrato il perché soggetti con questi difetti visivi gioverebbero di una correzione della vista servendosi delle ultime tecnologie brevettate per lenti progressive differenziandosi dalla stessa tipologia di lente ma con tecnologia standard. Visitando il centro di produzione Essilor di Milano, ho avuto modo di entrare in contatto con il mondo della produzione oftalmica e di scoprire i segreti di quelle che sono le novità più avanzate presenti sul mercato.

CAPITOLO 1: VIZI REFRAATTIVI E PRESBIOPIA

1.1 Miopia

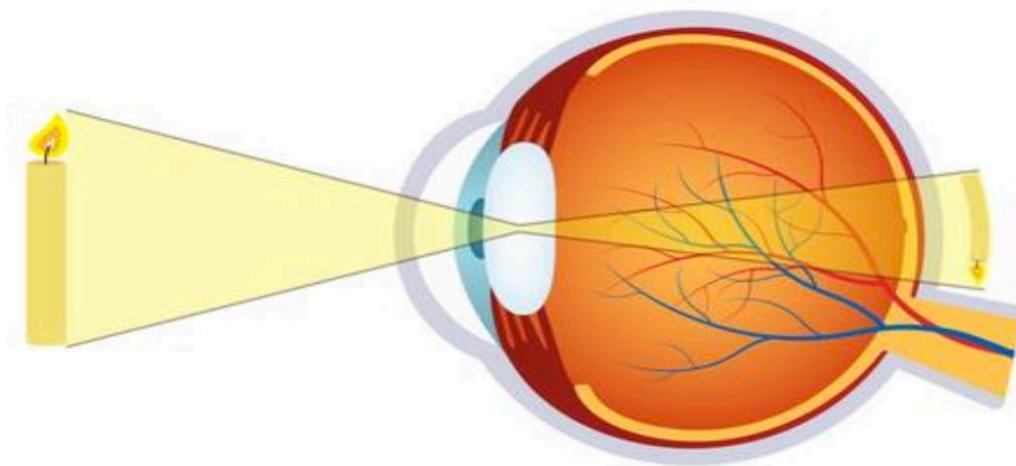
La miopia è una tra le condizioni refrattive più diffusa in assoluto. Un soggetto si dice miope quando l'immagine di un oggetto puntiforme, posto sull'asse ottico all'infinito ad accomodazione rilassata, si forma prima del piano retinico. Un occhio miope ha un potere troppo forte rispetto alla sua lunghezza assiale. Il termine miopia deriva dal greco "myopos" che significa "socchiudere gli occhi", in virtù del fatto che un miope tende a "strizzare" le palpebre che fungono da diaframma naturale e permettono un aumento della profondità di campo.



Esempio di occhio miope (*Visione e Postura*, Fabiano Editore)

1.2 Ipermetropia

L'ipermetropia è un particolare difetto refrattivo che consiste nella visione più affaticante e difficoltosa di un oggetto a distanza ravvicinata a differenza dei miopi. In questo caso l'immagine di un oggetto puntiforme, posto sull'asse ottico all'infinito ad accomodazione rilassata, si forma dopo il piano retinico. Il termine ipermetropia deriva dal greco "hypermetropos" che significa "eccede la misura", infatti ciò che un soggetto ipermetrope vede è un'immagine non molto nitida ed è costretto a mettere a fuoco per migliorarne la percezione attivando meccanismi per aumentare la potenza refrattiva (accomodazione). Il potere di un occhio ipermetrope non accomodato è troppo debole rispetto alla propria lunghezza assiale e, se l'oggetto che si fissa non è all'infinito, l'immagine risulta ancor più sfocata.



Esempio di occhio ipermetrope (*Visione e Postura*, Fabiano Editore)

1.3 Astigmatismo.

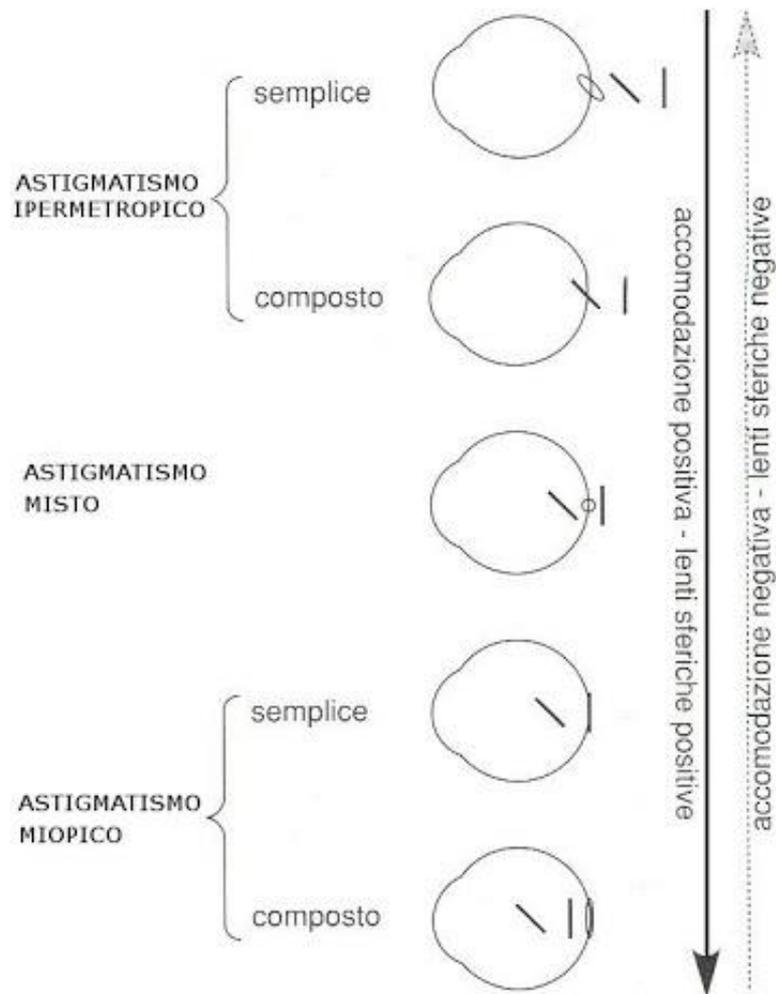
L'astigmatismo è un'ametropia che consiste nel formare un'immagine non puntiforme di un oggetto puntiforme. Può essere anche definito come quella condizione refrattiva in cui vi sono variazioni di potere nei differenti meridiani dell'occhio, detti appunto "meridiani principali", uno di potere massimo e l'altro minimo, di solito ortogonali tra loro. Le superfici che presentano astigmatismo sono la cornea e il cristallino. La prima per la sua superficie esterna, è considerata sede principale dell'astigmatismo mentre per il cristallino è attribuito un lieve astigmatismo di circa 0.50 diottrie dovuto alla sua inclinazione fisiologica o alla sua forma. L'astigmatismo di grado elevato è perlopiù congenito e nel corso della vita può subire solo lievi variazioni mentre con l'insorgere della presbiopia, vengono riscontrati con più frequenza lievi astigmatismi e contro regola. Inoltre la visione per soggetti astigmatici non migliora ad una distanza specifica ma, essendo gli oggetti percepiti distorti o allungati, col tempo può provocare astenopia anche in caso di astigmatismo miopico.

1.4 Tipologia e classificazione dell'Astigmatismo.

L'astigmatismo può essere classificato sulla base di considerazioni differenti:

POSIZIONE DELLE FOCALI:

- Astigmatismo semplice: il fuoco invece di essere solo un punto, sarà una linea. A seconda della posizione di tale linea il difetto si può a sua volta suddividere in astigmatismo miopico semplice (un meridiano è focalizzato sulla retina mentre l'altro è focalizzato davanti) e astigmatismo ipermetropico semplice (un meridiano si focalizza sulla retina mentre l'altro si focalizza dietro).
- Astigmatismo composto: il difetto visivo è accompagnato da un altro vizio refrattivo (ipermetropia o miopia) e viene suddiviso a sua volta in astigmatismo miopico composto (la focalizzazione di entrambi i meridiani avviene davanti alla retina) e astigmatismo ipermetropico composto (entrambi i meridiani sono focalizzati dietro la retina).
- Astigmatismo misto: si ha quando un fuoco cade dietro la retina e l'altro davanti.



Classificazione Astigmatismo (*Elementi di Anatomia, Istologia e Fisiologia dell'uomo*, Edises)

CURVATURA DEI MERIDIANI:

- Astigmatismo secondo regola: è la tipologia più comune e si ha quando il meridiano orizzontale è più piatto (e quindi di potere minore) rispetto a quello verticale (più curvo e potere maggiore).
- Astigmatismo contro regola: si ha quando il meridiano orizzontale è più curvo (e quindi con potere maggiore) rispetto al verticale (più piatto e potere minore) ed è riconosciuto come astigmatismo tipico del cristallino.
- Astigmatismo obliquo: si ha quando i meridiani principali giacciono vicini a 45° o 135° e gli assi sono quindi compresi tra 30° - 60° e 120° - 150° .

Inoltre l'astigmatismo, esprimendolo sempre in diottrie, lo possiamo suddividere in:

- Astigmatismo lieve: compreso da 0 a 1 diottrie.
- Astigmatismo medio: compreso da 1 a 2 diottrie.
- Astigmatismo elevato: superiore alle 2 diottrie.

1.5 Presbiopia

La presbiopia è una riduzione fisiologica dell'ampiezza accomodativa, dovuta ad una diminuita elasticità del cristallino. Essa è legata strettamente all'avanzare dell'età col manifestarsi di un allontanamento del punto prossimo di accomodazione del soggetto e conseguente riduzione della visione nitida prossimale. Il primo sintomo è l'annebbiata visione per oggetti a distanza ravvicinata o difficoltà di lettura da vicino quando per la visione da lontano non vi è alcun sintomo siccome la presbiopia è legata alla sola accomodazione. L'accomodazione presenta una certa ampiezza, che è data dalla differenza fra il punto prossimo, che è il fuoco coniugato retinico in condizioni di massima accomodazione, ed il punto remoto, che è il coniugato retinico ad occhio non accomodato. L'accomodazione è molto ampia nell'età giovanile siccome in un soggetto a dieci anni è di circa 14 diottrie e decresce progressivamente con l'età e a 60 anni sarà ridotta ad una sola diottria circa. Un soggetto è detto presbite quando la sua ampiezza accomodativa diviene inferiore a 4 diottrie.

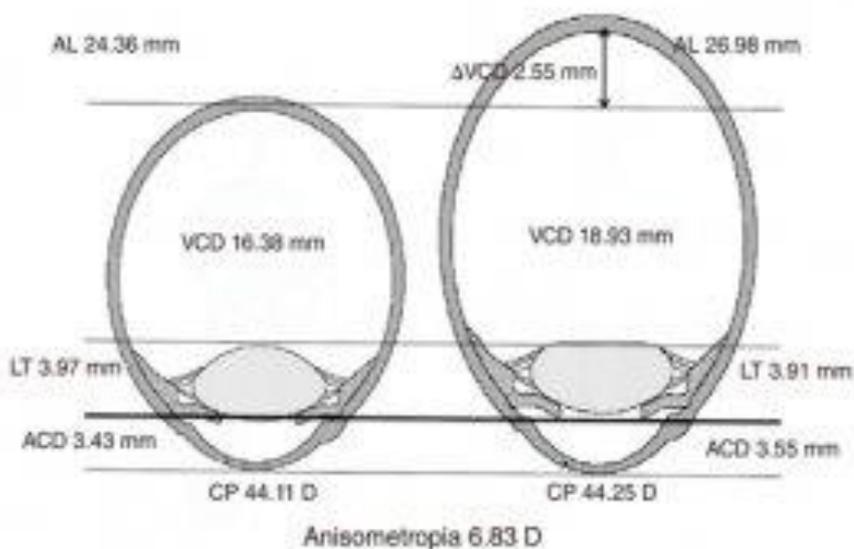
Età	Punto prossimo	Ampiezza Accom.
10	7 cm.	14 D.
15	8	12
20	10	10
25	12	8,5
30	13	7
35	18	5,5
40	22	4,5
45	28	3,5
50	40	2,5
55	57	1,75
60	100	1
65	200	0,5
70	400	0,25

CAPITOLO 2: ANISOMETROPIA E VISIONE MONOCULARE.

2.1 Anisometropia

L'anisometropia è la differenza di refrazione tra due occhi. Affinché venga definito il termine, è sufficiente anche una differenza di 0.25D tra un occhio e l'altro anche se, sul piano funzionale, è significativa una differenza di potere sferico pari almeno a 1.00-1.50D per farsi che oltre ai tipici disturbi di ametropie, si prendano in considerazione anche astenopia, ridotta stereopsi e aniseiconia. E' possibile la presenza di diplopia o soppressione e con la conseguenza di ambliopia o deviazione di uno dei due occhi. La situazione precedentemente descritta può essere sintomo di visione monoculare o anche binoculare ma con maggiori segni di astenopia. L'anisometropia è di circa l'8% nella fase infantile e poco più del 7% nell'età adulta mentre nelle nascite premature ha un'incidenza di circa il 30%. Con una compensazione ottica differente, l'anisometropia provoca aniseiconia d'immagine e anisoforia: nel primo caso vi è un disturbo della funzione sensoriale grazie alla differenza di grandezza dell'immagine retinica dovuta al diverso ingrandimento indotto dalle lenti. Teoricamente se la differenza di ingrandimento è più del 4%, la visione binoculare risulta impossibile e il soggetto lamenta diplopia se non si verifica soppressione. L'anisoforia invece, si ha quando gli occhi non guardano nei centri ottici delle lenti correttive e vi è quindi un'induzione di effetto prismatico differente compensato poi dal sistema di vergenze fusionali. Se l'anisometropia è superiore alle 1.50 diottrie può causare Ambliopia, dal greco "ottusità della visione", volgarmente anche detta "occhio pigro". Molto spesso si presenta monolaterale e in prevalenza centrale e, essendo una riduzione dell'acuità visiva, è causata da un ostacolo al normale sviluppo visivo sensoriale insorto durante il periodo plastico. Nei primi 18 mesi di vita è individuato il periodo più critico dove è possibile la perdita di binocularità e l'insorgere dell'ambliopia mentre col crescere fino ad un'età di 6-7 anni, va a diminuirsi. Nel caso di monolateralità, il cervello è indotto all'utilizzo dell'occhio migliore sopprimendo l'immagine e, di conseguenza, il funzionamento del peggiore. Se non viene stimolato, l'occhio più debole può portare all'ipovisione definitiva ed il bambino sarà destinato ad essere monocolo una volta adulto. Si presenta nel 3% dei soggetti: 50% anisometropica, 19% strabica, 27% mista anisometropica e strabica e 4% da deprivazione.

Nei bambini, l'occhio pigro è tra le cause più frequenti di riduzione della vista ma, se esaminato e correttamente affrontato, può essere risolto nella totalità dei casi. Ovviamente la tempestività nel correggere il bambino è importantissima siccome qualora dovesse essere diagnosticata un'ambliopia oltre i 6 anni d'età, sarà difficilissima da risolvere ed il soggetto avrà una vita con una visione monoculare per sempre.



(Korean journal of Ophtalmology)

2.2 Tipologia e classificazione dell'anisometropia.

L'anisometropia viene caratterizzata in modo diverso sulla base del problema refrattivo presente:

- Anisometropia semplice ipermetropica o miopica: si tratta di quando un occhio è emmetrope e l'altro è miope o ipermetrope.
- Anisometropia composta ipermetropica o miopica: ovvero quando entrambi gli occhi sono ipermetropi o miopi ma con diverso potere.
- Anisometropia astigmatica semplice: quando si ha un occhio emmetrope e l'altro astigmatico.

- Anisometropia astigmatica composta: si ha quando entrambi gli occhi sono astigmatici ma con potere differente.
- Anisometropia mista: detta anche antiemetropia, ovvero quando si ha la presenza di un occhio miope ed uno ipermetrope.

Secondo un'altra classificazione più semplice e generalizzata:

- Anisometropia: quando è presente lo stesso difetto refrattivo in entrambi gli occhi ma con potere differente.
- Antiemetropia: un occhio ipermetrope e l'altro miope.

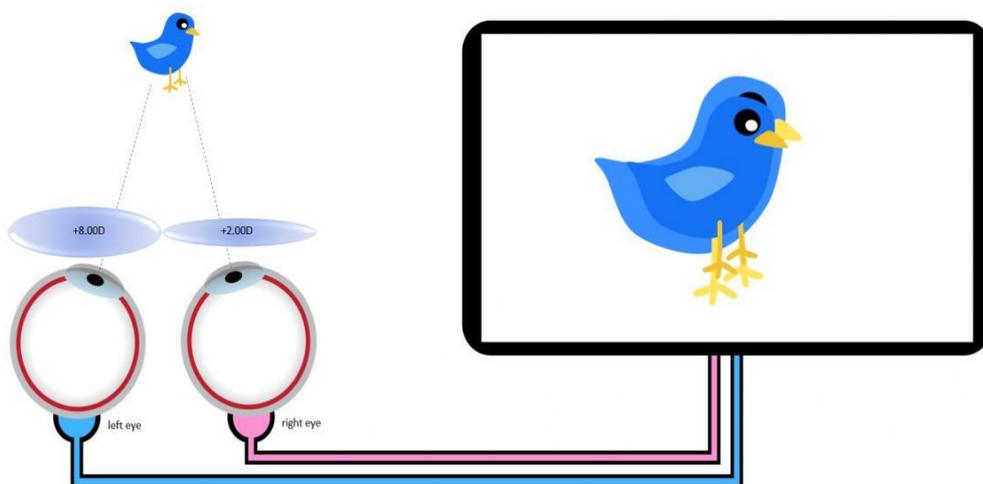
Potere:

- Lieve: entro le 2 diottrie
- Elevato: oltre le 2 diottrie

L'eziologia può essere di tipo:

- Ereditario
- Acquisito

C'è inoltre da ricordare che è fisiologica una lieve differenza tra i due occhi ed è importante valutare la condizione visiva del soggetto al fine di garantire la compensazione più efficiente che permette di mantenere le condizioni di binocularità.

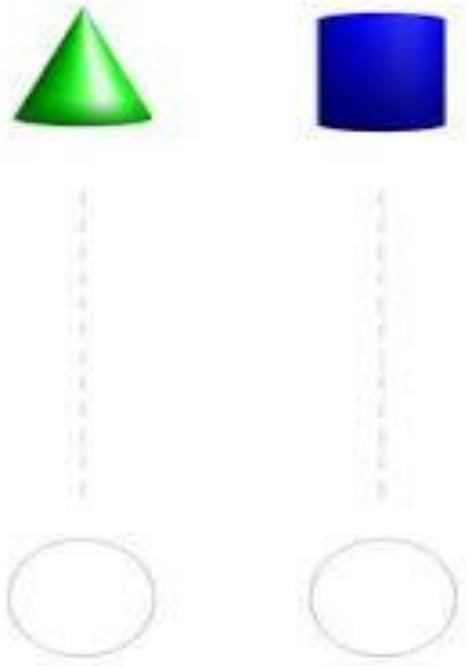


(seevidly.com)

2.3 Visione monoculare

La visione monoculare è la condizione in cui i due occhi non collaborano per la formazione della stessa immagine. Infatti l'immagine non viene posta sullo stesso piano retinico dagli occhi come avviene nella visione binoculare. Con la visione monoculare vi è una deficienza della percezione della profondità ed una riduzione del campo visivo. La percezione della profondità è quando il cervello elabora immagini diverse provenienti dagli occhi e le combina affinché si formi una singola immagine tridimensionale così da poter percepire più precisamente la distanza di persone ed oggetti. Al fine di ottenere una buona percezione della profondità bisogna avere una buona visione binoculare, anche detta stereopsi. La visione monoculare è spesso verificata dalla cecità di un occhio o dall'incapacità di almeno uno dei due di captare correttamente le immagini e collaborare con l'altro. Un soggetto monocolo può essere affetto da problemi di:

- **Strabismo:** condizione in cui non vi è un allineamento corretto degli occhi i quali puntano in direzioni diverse e si può andare in contro anche a diplopia;
- **Visione offuscata:** un'immagine poco nitida proveniente da uno dei due occhi può alterare il processo di convergenza siccome il cervello si trova ad elaborare un'immagine sfocata;
- **Ambliopia:** già citata, condizione chiamata anche "occhio pigro", si manifesta quando la visione si riduce in uno o in entrambi gli occhi anche se corretta da occhiali con concause di errori refrattivi, strabismi o incapacità da parte dell'occhio di focalizzare;
- **Trauma oculare:** con un trauma all'occhio si può ridurre la qualità della percezione della profondità. Alcuni soggetti monoculari imparano a percepire la profondità con segnali diversi chiamati proprio "segnali monoculari".



(Wikipedia.org)

2.3 Percezione della profondità in visione monoculare

Un soggetto monocolo fatica a determinare la profondità e a percepire gli oggetti nelle immediate vicinanze, facendo affidamento su segnali visivi in mancanza di stereopsi e, ottenendo dunque, una percezione della profondità meno accurata. La percezione della profondità in un soggetto affetto da visione monoculare può far capo ai seguenti elementi:

- **Parallasse del movimento:** quando un soggetto monocolo si muove, il movimento relativo apparente di diversi soggetti stazionari su uno sfondo dà informazioni sulla loro distanza relativa. Se sono note informazioni riguardanti la direzione e la velocità del movimento, la parallasse del movimento può completarle fornendo profondità assoluta. Effetto che si può notare quando si è alla guida e gli oggetti distanti sembrano immobili mentre quelli vicini passano più velocemente;

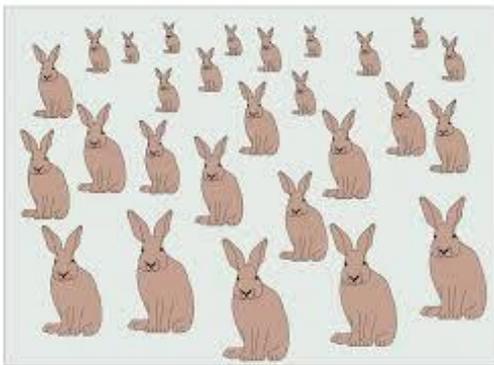
- Profondità del movimento: un monocolo si avvale della percezione della profondità cinetica che consiste nel cambiamento dinamico delle dimensioni dell'oggetto osservato. Più gli oggetti in movimento si rimpiccioliscono, più sembra che essi retrocedano in lontananza e viceversa; oggetti in movimento alla parvenza ingrandirsi, sembrano avvicinarsi. Il cervello grazie all'utilizzo della percezione della profondità cinetica riesce a calcolare il tempo di collisione con l'oggetto ad una determinata velocità;
- Prospettiva: grazie alle linee parallele che convergono all'infinito, un monocolo riesce a ricostruire la distanza relative delle diverse parti che compongono una scena o un paesaggio;
- Dimensione relativa: se si considerano due oggetti della stessa dimensione ma la loro reale dimensione non è conosciuta, gli input che fornisce la dimensione relativa può dare informazioni sulla profondità relativa dei due oggetti. Se un occhio sottende un angolo visivo maggiore sulla retina rispetto all'altro, l'oggetto che sottende l'angolo visivo più grande appare più vicino;
- Dimensione familiare: siccome l'angolo visivo di un oggetto focalizzato sulla retina diminuisce con la distanza, quest'informazione viene combinata con una conoscenza precedente per determinare la profondità assoluta dell'oggetto stesso. Se un soggetto monocolo ha familiarità con le dimensioni di un'auto, grazie alla conoscenza precedente e alle informazioni sull'angolo che sottende alla retina, è capace di determinare la profondità assoluta dell'auto in una scena.
- Prospettiva aerea: un oggetto lontano ha un contrasto di luminanza inferiore ed una saturazione di colore inferiore provocata dalla dispersione della luce nell'atmosfera e, siccome questo differisce solo per il contrasto su uno sfondo, sembra apparire a diverse profondità. Infatti molto spesso i colori di oggetti distanti vengono spostati verso l'estremità blu dello spettro.
- Alloggio: per la percezione della profondità è un segnale oculomotore. Se un soggetto prova a focalizzare un oggetto distante innesca un processo di rilassamento dei muscoli ciliari rendendo l'obiettivo più piatto e sottile. Grazie alla trasmissione alla corteccia visiva delle sensazioni cinestetiche

dei muscoli ciliari contraenti e rilassanti, è possibile avere un'interpretazione più dettagliata della distanza/profondità.

- **Gradiente di trama:** è come appare la morfologia degli oggetti mentre un soggetto è in movimento. Se un soggetto è su una strada sterrata, la ghiaia può apparire in diversa forma, colore e dimensione sin quando il soggetto stesso non inizia a muoversi e la visione si sposta verso la parte della strada più distante, distinguendo la trama progressivamente con più difficoltà.



Esempio di prospettiva aerea (Boccignone.di.unimi.it)



Esempio di dimensione relativa (Boccignone.di.unimi.it)



Esempio di gradiente di trama (Boccignone.di.unimi.it)

CAPITOLO 3: LENTI PROGRESSIVE E TECNOLOGIE AVANZATE.

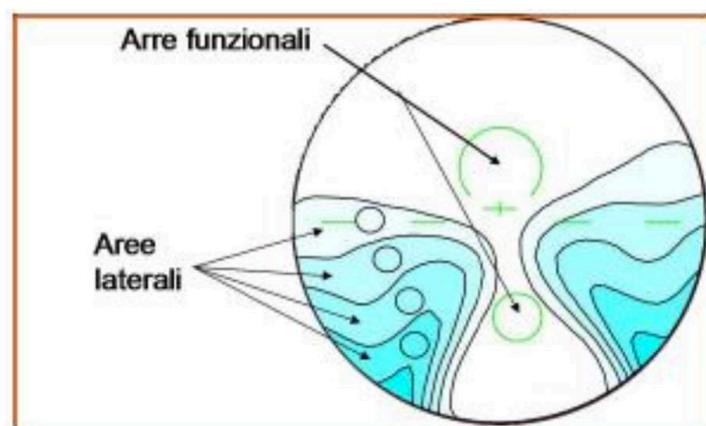
3.1 Lente progressiva

Le lenti progressive sono lenti multifocali formate da un certo numero di superfici che consentono un aumento continuo e regolare della potenza focale positiva per compensare l'insufficienza accomodativa. La curvatura delle superfici nelle lenti positive aumenta gradualmente da un valore minimo, che comprende la zona di distanza sulla superficie anteriore della lente, a un valore massimo che si ha sulla zona da vicino e consente la correzione dell'addizione desiderata. Nelle lenti progressive la superficie anteriore ha una curvatura variabile ed è quella che determina appunto la "progressione", mentre la superficie posteriore è sferica o torica a seconda della correzione di cui necessita la persona. Gli assi visivi dei due occhi risultano paralleli tra loro quando la visione è all'infinito, al contrario, quando questa è focalizzata su punti sempre più prossimi, gli assi visivi si inclinano verso il basso e convergono verso il punto osservato. Grazie a questi movimenti vengono utilizzate porzioni di lente diverse e deve presentare quindi i poteri corretti per una visione a tutte le distanze. La potenza di una lente dipende dal raggio di curvatura di questa e dal suo indice di rifrazione ma, non potendo cambiare drasticamente quest'ultimo, per ottenere una lente multifocale bisogna realizzare una superficie con raggio variabile. Partendo dalla zona superiore per la correzione da lontano, il raggio inizia a variare con l'aumento della curvatura della superficie sino ad arrivare alla zona destinata alla correzione da vicino. Con la variazione del raggio di curvatura giungiamo ad un aumento di potenza detto "addizione" che può assumere valori da +0.75 diottrie fino a +3.50 diottrie, a volte anche +4 diottrie per una richiesta di visione a distanza molto ravvicinata. Quando si progetta una lente progressiva si deve tener conto di due principali variabili proprie di ogni persona: le posizioni che assumono gli assi visivi al variare della distanza durante la visione e la postura che assume la persona stessa durante lo svolgimento dei compiti a varie distanze. Sulla base di questi due aspetti cardine, la lente progressiva presenta una geometria che la vede suddividersi in 4 zone fondamentali al fine di una corretta visione dovuta alla graduale perdita di accomodazione.

- Zona da lontano: è l'area superiore della lente riservata alla visione da lontano. E' di fondamentale importanza che il centro pupillare coincida con la croce di montaggio e da 2,4 o anche 6 millimetri al di sotto di questa, ha

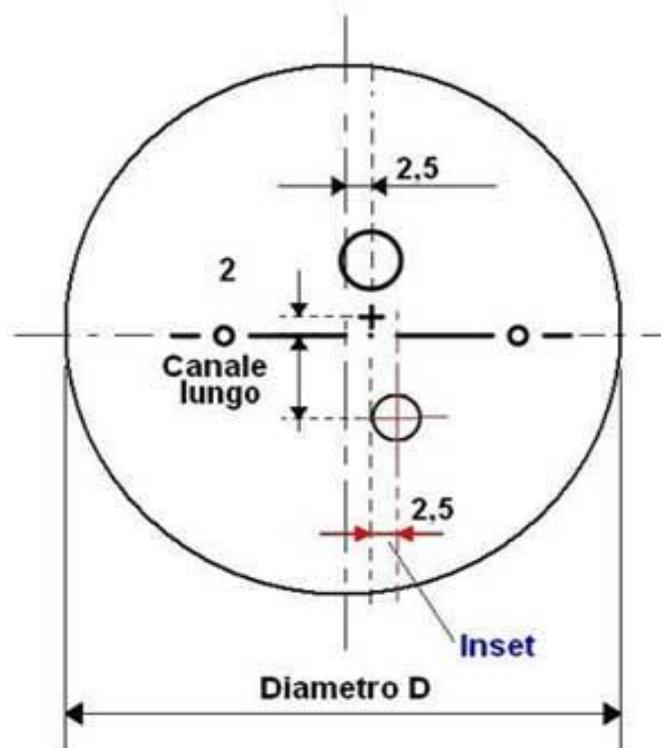
inizio la progressione di potere. Questa zona deve essere libera da aberrazioni altrimenti si incombe in imperfezioni di immagine, aumento di disturbo nelle zone laterali e quindi affaticamento da parte del portatore;

- Zona da vicino: questa zona è di fondamentale importanza per la sua corretta posizione e la sua ampiezza e consente al portatore di mantenere la sua postura naturale durante la visione a breve distanza appunto. Un movimento verticale calibrato degli assi visivi è uno degli elementi più confortevoli nell'utilizzo di una progressiva insieme ad una zona di lettura ampia, priva di distorsioni;
- Zona per la media distanza: affinché si passi dalla zona da lontano a quella da vicino e viceversa, è necessario attraversare il "canale di progressione", ovvero l'area dove vi è il graduale aumento di potenza per l'addizione da vicino. E' importante che l'occhio trovi una corretta addizione anche in quest'area della lente così da avere una visione nitida a distanze differenti all'interno del campo intermedio, come durante l'utilizzo di un computer ad esempio;
- Zone laterali: sono quelle parti della lente dove l'astigmatismo di superficie oltrepassa il normale valore consentito generalmente di 0.50 diottrie. In queste zone l'astigmatismo è più elevato in base alle caratteristiche di progettazione della lente e si cerca di confinarlo più nasale o temporale possibile, al fine di lasciare un'ampia zona di visione ottimale. Nella visione periferica queste aree assumono un'importanza non indifferente poiché consentono di focalizzare un oggetto in un contesto generale dello spazio e dunque l'immagine deve risultare comunque buona anche se non è indispensabile al fine di un'elevata acuità visiva.



(unisalento.it)

La costruzione di una lente progressiva permette di realizzare una variazione di potere in aree diverse creando però una superficie non sferica che si allontana sempre di più da un'area di visione centrale. Il design a doppia superficie è simile in linea di principio a una superficie a forma di tronco di elefante e, grazie a tale interpretazione, si è visto che l'astigmatismo superficiale indesiderato o la potenza cilindrica nella periferia della lente è proporzionale alla potenza di addizione. Inoltre le lunghezze dei corridoi progressivi più corti producono livelli maggiori di potenza cilindrica indesiderata quando con corridoi più lunghi si hanno valori di astigmatismo superficiale minori. Questi elementi sono determinanti per il famoso "effetto ondulatorio" o "effetto vertigine" molto comune all'uso iniziale di progressive anche se grazie ai brevetti che andremo ad analizzare nei prossimi paragrafi, vi è una condizione di massimo comfort ed un rapido adattamento all'utilizzo di questa particolare tipologia di lenti.



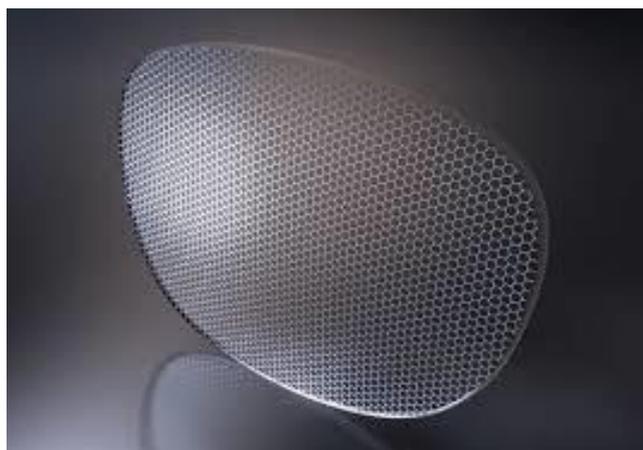
(Otticaclos.it)

3.2 Tecnologia Nanoptix



La curvatura di una lente progressiva ha un continuo cambiamento dalla parte centrale alla parte esterna perché è finalizzata a garantire ad un soggetto presbite una visione nitida a qualsiasi distanza e quindi una lente con un aumento costante della potenza. Quest'aumento di potenza però, induce una deformazione dell'immagine nella visione del portatore e quindi, nella parte inferiore, oggetti comunemente dritti possono apparire curvi. In visione statica, quest'effetto di apparente curvatura è meno netto se si osserva con la parte inferiore della lente progressiva invece della superiore e, questo fenomeno, è legato all'aumento di deviazione prismatica generato dal gradiente di potenza della lente. In visione dinamica questo problema si aggrava siccome vi è un aumento di distorsione e la sensazione di ondeggiamento cresce con un anomalo movimento degli oggetti nel campo visivo e, ancor peggio, se si considera la visione in zona periferica. Grazie ad Essilor c'è stata una lente progressiva riprogettata letteralmente dal principio, considerando la lente non come superficie unica ma come una superficie scomposta in tante microlenti. La tecnologia Nanoptix mira a calcolare la forma e la potenza in ogni singolo punto arrivando ad una geometria di lente che permette di controllare la deviazione prismatica punto per punto, andando ad annullare la sensazione di ondeggiamento non sacrificando l'ampiezza del campo visivo. Questo tipo di tecnologia è stato per la prima volta adottato sulla lente Varilux S dove ogni elemento ottico è calcolato per realizzare il progetto più idoneo alla persona che ne beneficia, con la giusta potenza e la giusta distanza per la messa a fuoco di oggetti. Ogni elemento è soggetto ad una singola modifica per ridurre la deviazione prismatica che causa la sensazione di ondeggiamento ed infine vi è un assemblaggio elemento per elemento.

La riduzione dell'effetto ondeggiamento è fino al 90% in base ai test su portatori con prescrizioni di sfera -3.00 e addizione +2.00 e sfera +2.50 con addizione +2.00 confrontandoli con alte 6 tipologie di lenti top di gamma dei principali competitors. Infine la percezione nello spazio, la fluidità di visione anche in movimento e la stabilità e precisione delle immagini naturali in ogni direzione di sguardo, sono i principali benefit per un portatore di lenti progressive Essilor con Nanoptix.



(Essiloracademy.eu)

3.3 Tecnologia Synchroneyes



SYNCHROEYES

(Essiloracademy.eu)

Sempre applicata per la prima volta sulla lente Varilux S, la tecnologia Synchroneyes è la prima che porta un netto miglioramento nella visione binoculare.

La visione binoculare è il tipo di visione di cui si avvale l'essere umano e consiste nel focalizzare simultaneamente ed in maniera coordinata attraverso

l'utilizzo di entrambi gli occhi così da unire le immagini provenienti dai singoli ed unirle attraverso il processo di fusione. Questo è un fattore da prendere in considerazione nei portatori di lenti progressive in virtù del fatto che si può giungere ad un beneficio maggiore ma anche a diversi problemi nell'adattamento nel caso in cui fossero presenti complicanze. Portatori di lenti progressive con disfunzioni binoculari preesistenti come quelle descritte nel secondo capitolo, vanno valutati con particolare attenzione avendo già una condizione di binocularità fragile e quindi potrebbero incorrere nella rottura o un'alterazione di questa. Per casi con eccesso o insufficienza di convergenza, eso o exoforia di base è necessario valutare bene l'ampiezza del canale di progressione ed eventualmente personalizzare l'inset per modificare alcuni effetti prismatici così da ottenere una visione binoculare efficiente soprattutto da vicino ed un maggiore comfort e adattamento all'utilizzo di progressive. Con la tecnologia Synchroneyes è possibile non progettare più le lenti progressive solo a livello monoculare, non tenendo conto della visione dell'altro occhio, ma è finalizzato a ottimizzare la visione binoculare facendo collaborare entrambi gli occhi e arrivando così ad un campo visivo chiaro ed estremamente ampio. La visione binoculare è basata sulla percezione foveale simultanea (dove la luce viene trasformata in segnali che la retina invia alla corteccia visiva), sulla sommazione binoculare (il cervello elabora più dati d'immagine rispetto ai singoli dati provenienti da un solo occhio) e sulla stereopsi (rappresentazione d'immagine tridimensionale partendo da due bidimensionali). Ottimizzando la sommazione binoculare significa aumentare l'acuità visiva, la sensibilità al contrasto, la percezione dei colori e una capacità maggiore di distinguere ed individuare oggetti ma, per far sì che avvenga, bisogna rendere il più simile possibile tra loro la qualità delle immagini sulle retine, situazione che si verifica quando l'aberrazione nei due occhi per ogni punto dello sguardo è identica e bassa. Le lenti che si avvalgono di tecnologia Synchroneyes, vengono progettate in primis tenendo conto dei parametri e delle misure dei singoli occhi, in secondo luogo si considera il sistema ottico binoculare del portatore ed infine viene ottimizzato l'intero progetto comparando i valori totali tra lente destra e lente sinistra. Il risultato è di due lenti con immagini retiniche bilanciate ed aberrazione limitata che consentono al soggetto portatore di godere di un'ampia visione binoculare con entrambi gli occhi che lavorano correttamente come unico apparato visivo. La tecnologia Synchroneyes fa sì che si bilancino immagini retiniche omologhe, considerando le lenti in coppia e correggendo dunque la singola senza trascurare le aberrazioni dell'altra, garantendo al soggetto la miglior visione binoculare possibile con una qualità ottica equivalente in tutti i punti omologhi di entrambe le lenti.

Simulation de vision entre **VARILUX** series et un verre progressif standard

Verre progressif standard

Mauvaise qualité de la vision binoculaire dans les directions de regard latérales.



Les champs de vision binoculaire sont réduits.

VARILUX series

Excellente qualité de la vision binoculaire dans les directions de regard latérales.



Les champs de vision binoculaire sont extra-larges.

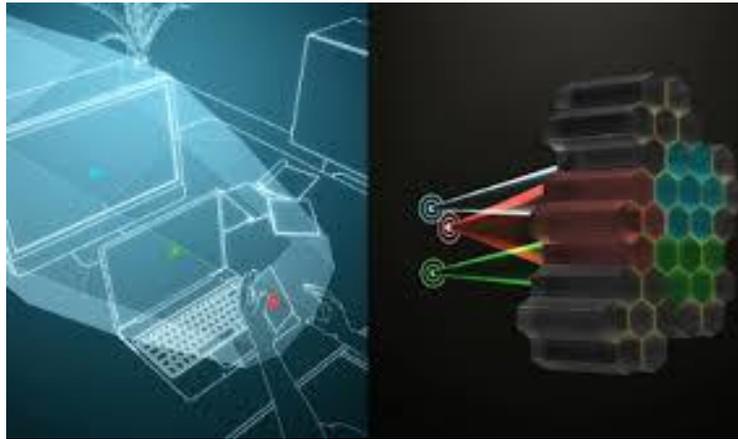
(Essilor.fr)

3.4 Varilux X Series e tecnologia Xtend



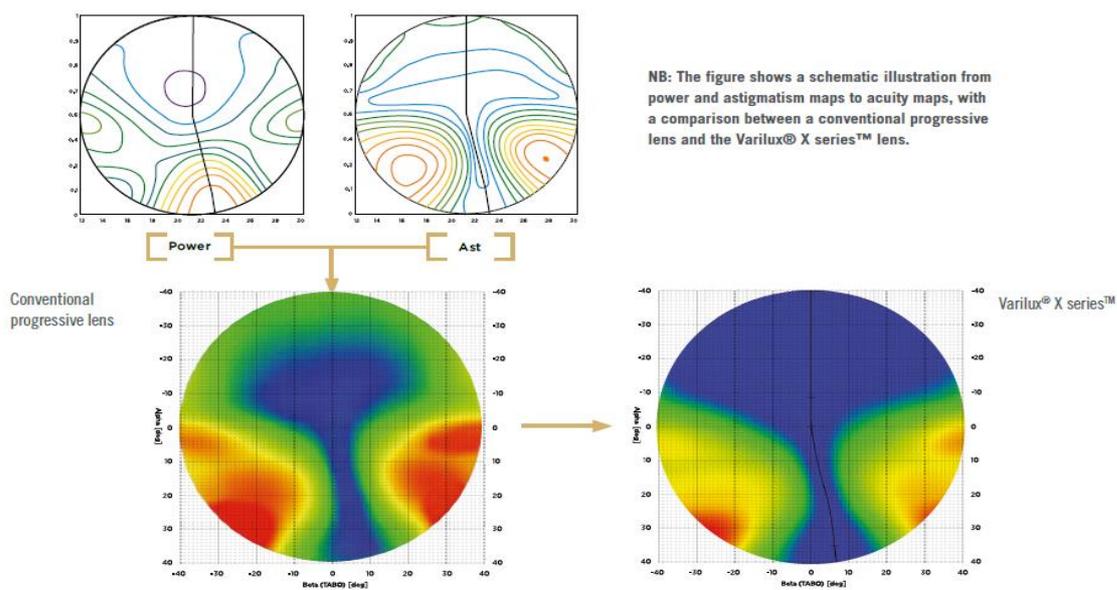
(Essiloracademy.eu)

Le persone presbiti nel corso degli anni hanno iniziato a sviluppare nuove esigenze che non riguardano oramai solo la visione da vicino, quella destinata alla lettura ad esempio, ma anche una visione più dinamica che rientra in uno spazio tra i 40 e i 70 cm e, di conseguenza, Essilor ha investito molte risorse proprio finalizzate al miglioramento dell'acuità visiva nelle suddette distanze. Nella progettazione si è tenuto conto che per una lettura confortevole a 40 cm di distanza, è necessaria un'acutezza visiva di almeno 8/10 mentre a 70 cm bastano anche 7/10, e tra le due distanze c'è una progressiva evoluzione sempre tra 7-8/10. Essilor ha sviluppato un modello di nitidezza che indica come in qualsiasi punto della lente vi sia un rapporto tra potere e astigmatismo partendo dal centro, dove l'acuità è massima, fino ad arrivare in periferia dove è alterata. Il potere della lente nell'area che va dalla zona destinata alla visione da vicino a quella intermedia, varia tra il 60% e l'85% di addizione e, grazie alla tecnologia Xtend che comprende ben 15 brevetti Essilor, si è giunti all'ottimizzazione della suddetta zona. La tecnologia Xtend consiste nel modulare le variazioni verticali e orizzontali del potere ottico al fine di migliorare la profondità di campo ed ottenere un campo visivo più ampio, correggendo le aberrazioni per una visione valorizzata sia in profondità che in estensione. Questa innovazione prevede l'unione di fino a 7 microunità che vengono combinate simultaneamente al fine di realizzare le soglie specifiche di visione richieste.

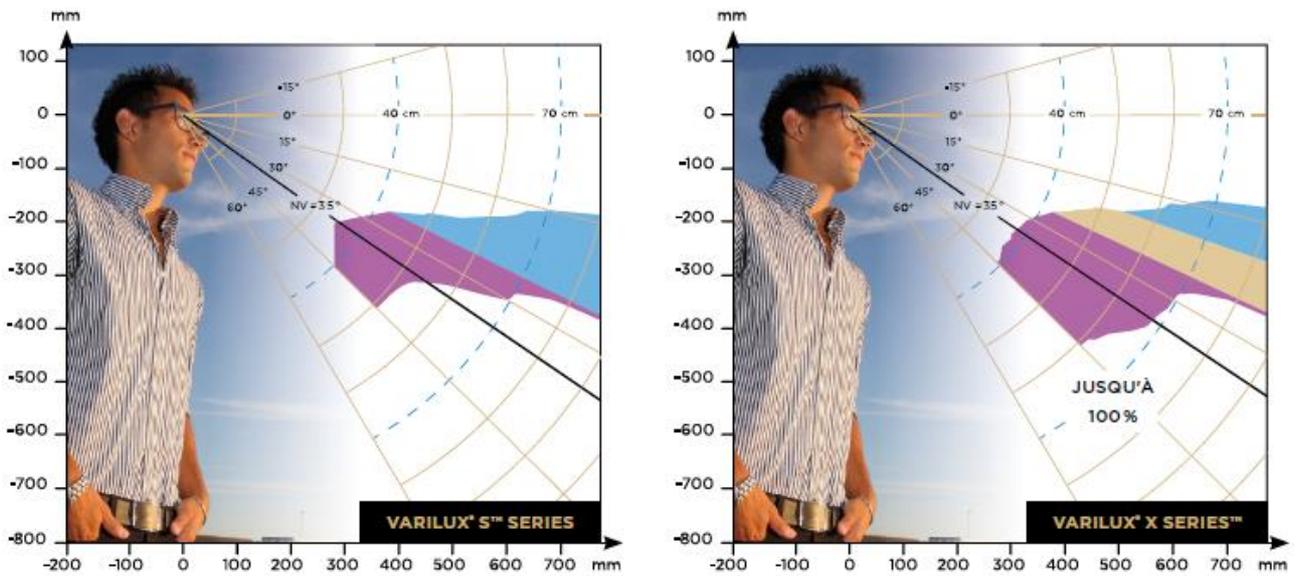


(Essilor.fr)

La lente Varilux X Series, servendosi delle tecnologie già applicate sul design S e ampliata con l'Xtend, introduce il concetto di “volume di visione”, ovvero al volume di spazio che il portatore può percepire per svolgere compiti ad ogni distanza come lettura da vicino, lettura di uno schermo o a distanza intermedia. Se si considerano dei compiti visivi da eseguire in un raggio d'azione pari alla lunghezza del braccio del portatore, si può delineare il volume di esigenze dello stesso a distanze diverse. Vi è quindi un rapporto tra volume di visione e volume di esigenze e vengono esaminati mantenendo fisso il capo, col solo movimento dello sguardo, ottenendo un coefficiente che soddisfa i bisogni visivi con la lente.

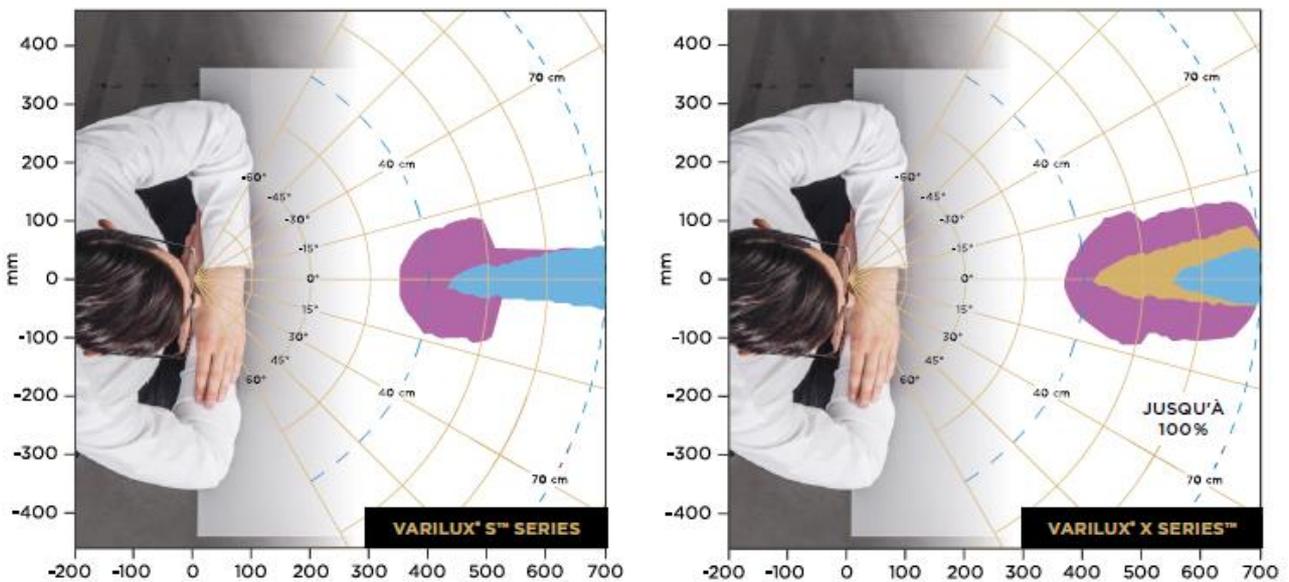


(Essilor.fr)



NB: The performance of the Varilux® S™ Series lens (left) is compared to that of the Varilux® X series™ lens (right) for a wearer with a - 3.00. Add 2.00 lens. The purple zone represents near vision up to 50cm, with an addition above 85%. The blue zone represents intermediate vision. The beige zone for the Varilux® X series™ lens represents an addition from 60 to 85%.

a) Top view

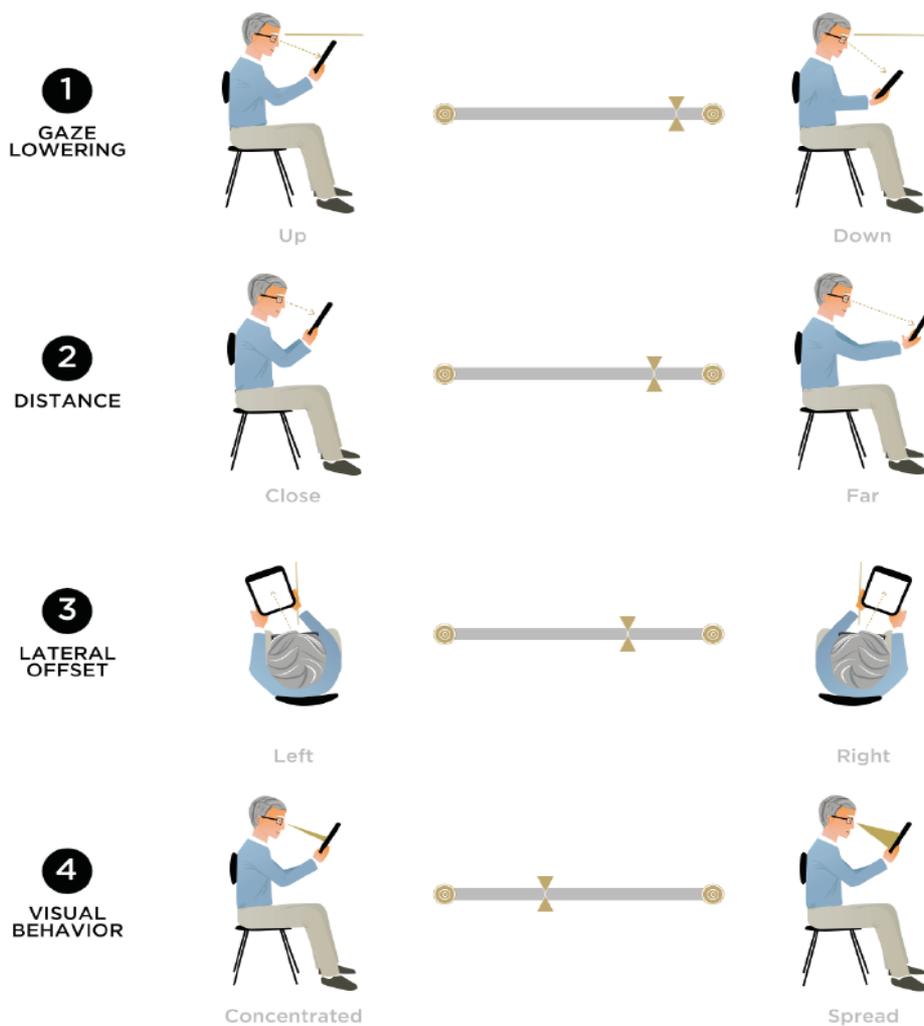


Schema rappresentativo volume di visione tra Varilux S e Varilux X (Essilor.co.uk)

CAPITOLO 4: PERSONALIZZAZIONE E TEST SUI PORTATORI

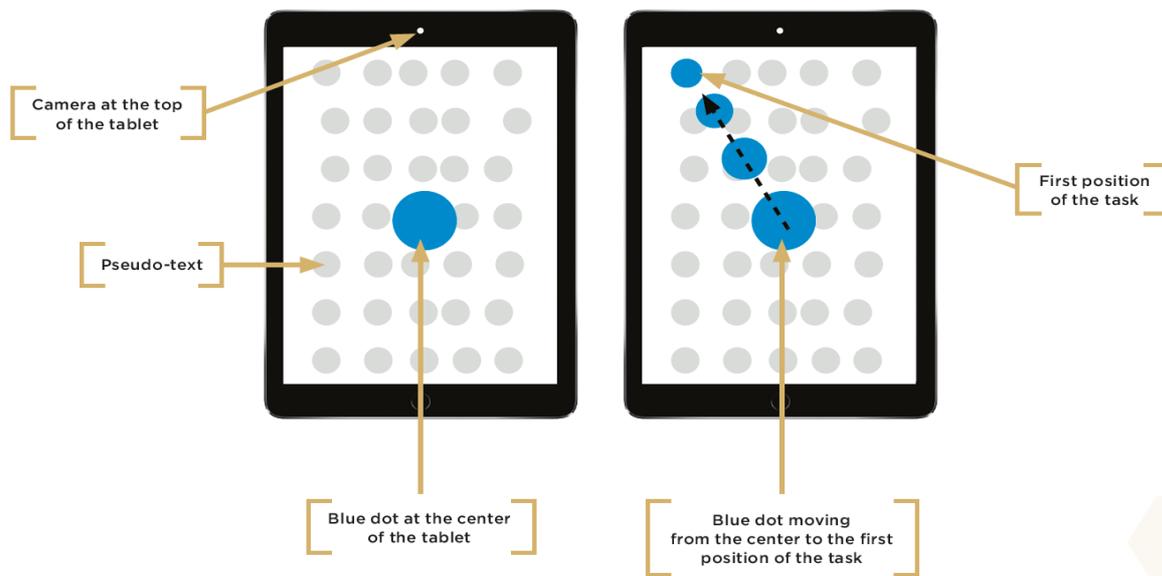
4.1 Tecnologia NVB (Near Vision Behavior) e personalizzazione della lente progressiva.

La vita di tutti i giorni è oramai condizionata costantemente dall'attività di lettura di qualsiasi genere, dai libri agli smartphone, dal tablet al laptop e così via, considerando però che è un fattore sintomo dell'evoluzione umana. In italiano, ma più comunemente per lingue occidentali, la lettura avviene da sinistra verso destra col fine a livello ottico di spostare gli occhi in modo da spostare la sequenza di lettere sulla fovea per una visione accurata. Quest'attività avviene con piccoli e rapidi movimenti a scatti da un punto di fissazione all'altro, chiamati movimenti saccadici e consistono nel ripetuto cambiamento di direzione per focalizzare parti differenti del testo e raccogliere quante più informazioni visive. Durante la lettura è altrettanto importante la funzione dei movimenti della testa, che supporta i movimenti oculari e permette al soggetto di spostare lo sguardo efficacemente su obiettivi diversi. Le persone sia se leggono da tablet, riviste o libri, spesso usano le mani per leggere, modulando sia la distanza tra il testo e gli occhi e sia gli angoli relativi tra la testa e le parole. L'interazione tra movimenti oculari, postura del capo e posizione generale del corpo viene espressa da distanza di lettura, abbassamento dello sguardo e offset laterale, dunque anche se il modello di base di lettura è lo stesso anche tra individui diversi, ogni persona è a sé stante in termini di comportamento posturale. La tecnologia NVB permette di personalizzare la posizione della visione da vicino della lente progressiva in funzione del comportamento visivo del soggetto (in fase di lettura soprattutto) e ottimizzare il volume di visione da vicino in base alle sue necessità, determinando quindi parametri riguardanti il comportamento posturale abituale. Vengono misurati quattro parametri registrando i movimenti oculari e del capo del lettore mentre effettua un compito di pseudo lettura.



(Essilor.co.uk)

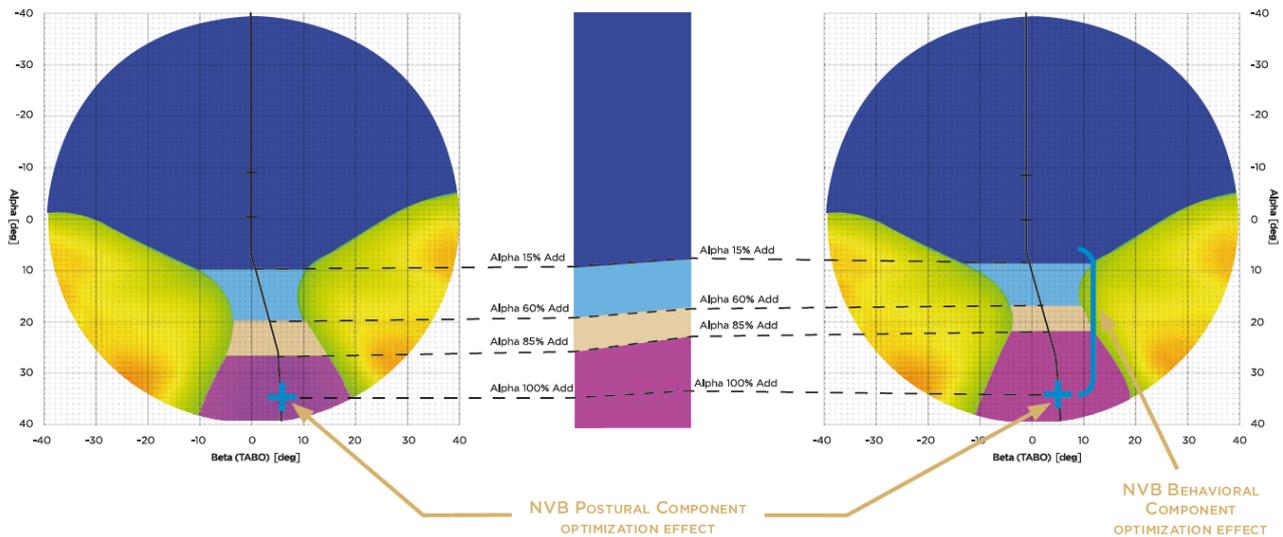
L'angolo di abbassamento dello sguardo, la distanza di lettura e l'osservazione laterale (offset) rientrano come indici della postura del portatore calcolati mentre questo mantiene un tablet simulando un lavoro di lettura. Il quarto parametro è prettamente correlato al comportamento del portatore e si chiama proprio "rapporto nvb" che rappresenta il modo in cui questo orienta il proprio sguardo durante la lettura. Per effettuare le misure basta usare un tablet tra gli 8 ed i 10 pollici con una fotocamera frontale che registra la posizione del capo. Al lettore viene fatta indossare sulla montatura una clip che porta un marker riconosciuto dalla fotocamera e così è rintracciabile sia il movimento del capo che dello sguardo. La misurazione prevede prima il centraggio con il riconoscimento del marker e delle pupille e nella seconda fase il seguire con lo sguardo un pallino blu che, partendo da sinistra verso destra e percorrendo le varie righe sul tablet, inizia a muoversi a diverse velocità facendo captare al sistema i quattro parametri prima citati.



(Essilor.co.uk)

Il risultato è un codice alfanumerico che combina due aspetti: “il punto nvb”, che rappresenta i risultati di misurazione del baricentro degli stimoli in visione da vicino riferiti al centro di rotazione dell’occhio; “il rapporto nvb”, che definisce la dispersione della misura attorno al punto nvb della risposta del portatore agli stimoli. Servendosi anche della tecnologia Near Vision Behavior, la lente non rientra più nella gamma Varilux X Series ma bensì acquista il nome di Varilux XTrack, la prima lente progressiva messa sul mercato ad essere completamente personalizzata integrando i parametri relativi alla postura e al comportamento visivo. Grazie alla componente posturale, è possibile ottimizzare i valori e la posizione dell’area destinata alla visione da vicino mentre per quanto riguarda la progressione, vi è una personalizzazione grazie ai dati raccolti con il test di simulazione della lettura. Il fine ultimo è potenziare in profondità e in ampiezza l’area per una visione da vicino dinamica, dando forma al volume di visione in prossimità ed un benefit unico al soggetto portatore. La personalizzazione considera anche la prescrizione del soggetto per posizionare il vicino, integrando i parametri della correzione prescritta alla gestione di deviazioni prismatiche andando ad ottimizzare la visione binoculare. La posizione della zona da vicino è il risultato di tutti i parametri NVB e, una volta realizzata la lente, sarà possibile conoscere il valore della progressione e dell’inset personalizzati. E’ di fondamentale importanza posizionare l’area di visione da vicino sulla montatura altrimenti non si gioverebbe a pieno di tutti i benefici che porta la personalizzazione. E’ necessario inserire altezza di montaggio, altezza della

montatura e distanza interpupillare al fine di assicurarsi che NVB posizioni il 100% della zona da vicino all'interno della lente.

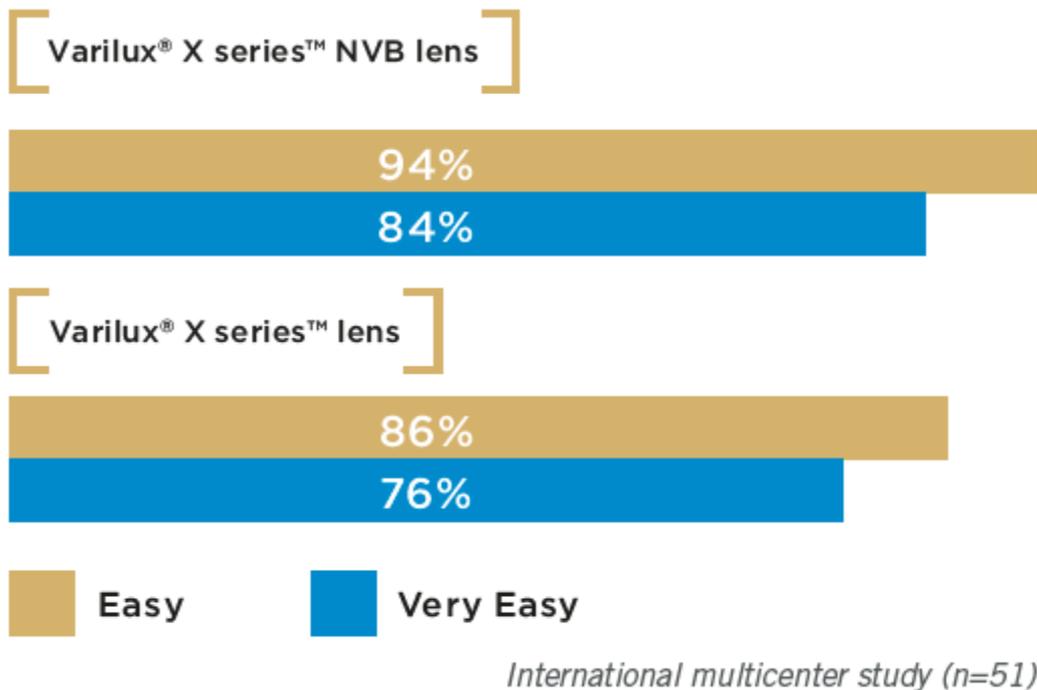


NB: Distance vision is in dark blue above a 15% add, intermediate vision in light blue between a 15% and 60% add, intermediate near vision in beige between a 60% and 85% add and near vision in purple below an 85% add.

(Essiloracademy.eu)

4.2 Prestazioni della lente e test sui portatori

Essilor ha condotto uno studio a livello internazionale andando ad analizzare i benefit più importanti e le prestazioni della lente Varilux XTrack, riscontrando che la maggior parte dei portatori ha beneficiato di una visione di alta qualità a tutte le distanze (vicino, intermedio, lontano). Considerando la visione generale e la visione dinamica, i soggetti hanno dato un punteggio su una scala che va da 1(per niente chiara) a 10 (molto chiara). Per la visione nel lontano, vicino intermedio i portatori hanno usato la stessa scala assegnando un punteggio e, su un'altra scala da 1 a 10, hanno valutato i campi visivi da “molto ridotti” a “molto ampi”. Per ogni distanza è stata calcolata una media di punteggi per ottenere un parere generale sulla qualità, confrontando anche i benefici chiave tra lenti Varilux X Series ed XTrack. C'è stata una valutazione sulla facilità d'adattamento, con un giudizio che parte da 1 (molto difficile) a 10 (molto facile), considerando da 7 a 10 “facile”(corrisponde al 90% dei portatori) e “molto facile” da 8 a 10. Inoltre i portatori sempre sulla stessa scala hanno dato un punteggio riguardante le varie zone di transizione considerando sempre “facile” da 7 a 10 e “molto facile” da 8 a 10. Il 94% dei portatori ha riscontrato una transizione facile dalla visione da lontano a quella da vicino.



(Essilor.co.uk)

Riguardo la rapidità di adattamento vi è stato dato un voto tra “immediatamente”, “pochi minuti”, “poche ore”, “giorni o settimane”, e “non mi sono ancora abituato” con l’82% dei portatori che è riuscito ad abituarsi in meno di un giorno. Infine sia la Varilux X Series che la Varilux Xtrack hanno riscontrato un livello di soddisfazione in ogni attività svolta che rientrasse nella distanza a portata di braccia effettuando test su 42 portatori in Francia che hanno dato un punteggio su una scala da 1 a 10 che va da “per niente soddisfatto” a “molto soddisfatto”, considerando soddisfatti quelli con voti da 7 a 10. La propria soddisfazione è stata valutata con focus su attività multitasking in seguito elencate:

- 97% cura della persona;
- 98% lavori di precisione;
- 97% vedere il cruscotto durante la guida;
- 90% seguire le indicazioni su una mappa;
- 98% conversare e osservare contemporaneamente immagini su un dispositivo digitale;
- 100% guardare un film e inviare messaggi;
- 95% leggere in posizione supina.

CONCLUSIONI

Lo studio condotto è stato incentrato sull'analisi e lo sviluppo di lenti progressive dell'azienda Essilor al fine di correggere persone presbiteri con difetti refrattivi sia comuni che più complessi. Soggetti che nel corso della vita si sono misurati con problemi di convergenza, fusione dell'immagine, percezione della profondità e astigmatismi di livello medio/elevato, con l'insorgere della presbiopia non avrebbero mai potuto portare sino a qualche anno fa un apparecchio come una lente progressiva che consente la visione dal lontano al vicino in un'unica superficie. L'obiettivo delle aziende impegnate nell'oftalmica è di consentire un adattamento semplice e di ridurre al minimo qualsiasi tipo di problema che andrebbe ad alterare la visione del portatore, rendendo il tutto il più naturale possibile anche con l'utilizzo di un mezzo ottico. Le aberrazioni che presentano lateralmente la tipologia di lenti descritte sono state la sfida più grande da gestire siccome diventano un fattore importante durante lo svolgimento di qualsiasi azione visiva nel corso della giornata. Grazie agli studi e alle ricerche in nuovi software ad alta tecnologia, è stato possibile garantire una visione confortevole a tutte le distanze con un ampio campo visivo riducendo al minimo le aberrazioni laterali e con esse la sensazione di "ondeggiamento" da loro causata. Le lenti progressive studiate inoltre garantiscono una visione bilanciata fino a 2 diottrie di differenza tra un occhio e l'altro, con la possibilità di personalizzare la lente secondo le necessità e le caratteristiche anche di persone con vizi refrattivi più complessi. I costi per realizzare questo tipo di lenti sono spesso molto elevati e non a tutti accessibili. Molte aziende di caratura mondiale si sono attivate nello sviluppo e nella ricerca per migliorare al massimo le tecnologie riguardanti le lenti progressive ma personalmente ho deciso di collaborare con Essilor siccome non hanno esitato ad aprirmi le porte della loro azienda, mostrandomi le ultime tecnologie delle loro lenti e l'intero processo di fabbricazione di queste, avendo la fortuna di entrare in contatto con quelli che sono gli attuali leader del settore al momento. Infine si è visto che anche le abitudini lavorative e personali di un soggetto influiscono sulla rapidità di adattamento per lenti progressive e quindi è di fondamentale importanza da parte dell'ottico optometrista valutare questi fattori con un'accurata anamnesi al fine di consigliare la geometria e la tipologia di lente più indicata al portatore. Con il continuo sviluppo e la continua ricerca si arriverà ad avere prestazioni sempre più ottimali, permettendo agli optometristi di fornire soluzioni sempre più adeguate a persone presbiteri e tenendo principalmente conto della visione binoculare di questi.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- A. Rossetti, P. Gheller Manuale di optometria e contattologia, II edizione, Zanichelli 2003
- F.Catalano Fondamenti di ottica della visione, Piccin Nuova Libreria 2014
- Han Y Investigative Ophtalmology & Visual Science 2003
- Paillè, Perrin, Debieuvre New postural behaviors related to the use of digital devices involve new characteristics for occupational lenses 2015
- Dehaene Reading in the brain: The new science oh how we read, Penguin 2009
- Meslin Progressive Lenses, Essilor Academy Europe 2006
- Giannelli Trattamento ottico dell'anisometropia, B2eyes Magazine 2008
- Catalano Elementi di ottica generale, Zanichelli 2002
- Cochener, Albou-Ganem, Renrd Presbytie: Rapport SFO 2012, Elsevier Masson
- Wu Electronic paper display preferred viewing distance and character size for different age groups, Ergonomics 2011
- Poulain, Perrin, Escalier A tool for measuring reading posture with no need for visual correction, Optom Vis Sci 2016
- <https://www.pointsdevue.com>
- <http://boccignone.di.unimi.it/Home.html>
- <https://www.essiloritalia.it>
- <http://www.essiloracademy.eu>
- <https://www.essilor.fr>
- <https://www.essilor.co.uk>
- <https://www.b2eyes.com>