

Lac rigide

Dr. Fabrizio Zeri
zeri@fis.uniroma3.it

Le lac rigide

- Generalità
- Materiali
- Tecniche di costruzione
- Geometria
- Forze che agiscono sulla lac nell'occhio
- Tecniche applicative
- Valutazione dell'applicazione.

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Generalità

- Lac RGP Corneali
- Prescrizione in diminuzione (Morgan, 2004)
- Regime d'uso: DW e Overnight
- Sistemi di sostituzione: convenzionale

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Generalità: Perché applicare lac rigide

- Acuità Visiva (qualità ottica, depositi, astigmatismo)
- Irregolarità corneali (Cheratocono, Traumi, post trapianto, post chirurgia etc)
- Manipolazione
- Fisiologia oculare
- Complicanze
- Igiene e compliance
- Possibilità di modifica
- Economicità
- Progressione miopica

(Phillips, 2007)

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Generalità: Obiettivi

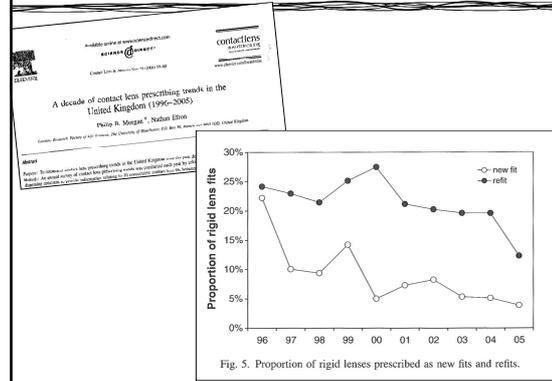
- Mantenere l'integrità corneale
- Garantire adeguato ricambio lacrimale
- Visione
- Comfort
- Invisibilità

(Phillips, 2007)

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Generalità: il mercato



Lac I 2008/2009

F.Zeri

WORLD CONTACT LENS MARKET 2010
CONTACT LENS EXCELLENCE THROUGH EDUCATION

Morgan et al., 2011

Country	Rigid	OK	DDs	Other DW	Soft	SIHy DW	Soft EW
Australia	0%	0%	32%	16%	48%	10%	
Bulgaria	4%	0%	3%	0%	68%	15%	
Canada	1%	0%	17%	13%	65%	3%	
China	2%	0%	27%	55%	1%	15%	
Czech Republic	0%	0%	17%	21%	51%	10%	
Denmark	1%	0%	55%	14%	23%	6%	
Spain	0%	0%	16%	43%	29%	3%	
France	0%	0%	15%	9%	58%	2%	
Hong Kong	4%	0%	63%	13%	19%	1%	
Croatia	20%	0%	0%	12%	62%	0%	
Ireland	1%	0%	14%	23%	29%	2%	
Iceland	0%	0%	45%	25%	25%	5%	
Japan	0%	0%	21%	36%	23%	0%	
South Korea	0%	0%	55%	15%	14%	7%	
Lithuania	0%	0%	18%	22%	36%	25%	
Netherlands	0%	0%	8%	17%	49%	5%	
Norway	1%	0%	35%	9%	24%	31%	
Nepal	13%	0%	0%	79%	4%	4%	
New Zealand	0%	0%	13%	20%	41%	5%	
Portugal	18%	0%	9%	24%	34%	7%	
Romania	0%	0%	22%	9%	65%	11%	
Russia	3%	0%	22%	33%	32%	0%	
Sweden	2%	1%	21%	17%	45%	13%	
Slovenia	11%	0%	7%	51%	31%	0%	
Taiwan	0%	0%	70%	29%	0%	0%	
United Kingdom	4%	0%	17%	12%	40%	8%	
United States	3%	1%	15%	15%	54%	8%	
Overall	9%	1%	29%	22%	32%	7%	

Rigid: PMMA CLs + GP CLs
OK: Orthokeratology CLs
DDs: DD SCLs + DD SIHy SCLs
Other DW: Non-SIHy DW SCLs
SIHy DW: Non-DD SIHy DW SCLs
Soft EW: EW SCLs + EW SIHy CLs

Morgan PB et al., 2011
CL Spectrum 2011 Jan issue

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CONTACT LENS EDUCATORS

Materiali

1) MATERIALI GAS-IMPERMEABILI -Pmma (1940)

2) MATERIALI GAS-PERMEABILI

- CAB (1973) Acetato Butirrato di cellulosa
- Esterificazione cellulosa
- Gruppi ossidrilici (OH) rimpiazzati da acetato e butirrico (13% acetile; 37% butirrico, 2-3% OH)
- Contenuto d'acqua 2/3%
- Dk 4 unità

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Materiali	
2) MATERIALI GAS-PERMEABILI	
<p>-STIRENE -Peso specifico basso; -Alto n -Gas-permeabilità non elevata : 14 unità -Accoppiamento con hema -Fragilità</p>	
<p>-SILOSSANO-METACRILATO (Silicone Acrilati) 4 componenti principali: -mon.di silossano metacrilato(leg.silossanici Si-O-Si Gas-per.) -MMA (durezza, stabilità, lavorabilità) -Crosslinkante (stabilità) -Componente umettante (bagnabilità)</p>	
<p>-FLUOROPOLIMERI (fluorosilicone acrilati) -Fluoro alta gas-permeabilità in aggiunta a silossano-metacrilato o a MMA+VPCAB</p>	

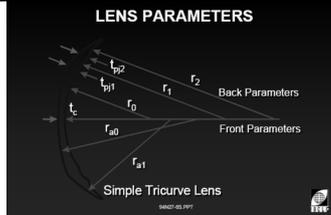
Classificazione dei materiali																																		
(Lupelli, 1998; Phillips, 2007; Jones e Dumbleton, 2007)																																		
Classificazione ISO																																		
EN ISO 11539:1999																																		
Suffisso focon per i materiali duri Suffisso filcon per i materiali morbidi																																		
<p>Classificazione RGP (es Paflufocon B III 3)</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Suffisso Gruppo</th> <th>Contenuto chimico</th> <th>Codice Gruppo</th> <th>Dk</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>Nè silicone nè fluorina</td> <td>1</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>Silicone, no fluorina</td> <td>2</td> <td>16-30</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>Silicone e Fluorina</td> <td>3</td> <td>31-60</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>Fluorina, no silicone</td> <td>4</td> <td>61-100</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5</td> <td>101-150</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>6</td> <td>151-200</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>7</td> <td>200+</td> </tr> </tbody> </table>	Suffisso Gruppo	Contenuto chimico	Codice Gruppo	Dk	I	Nè silicone nè fluorina	1	1-15	II	Silicone, no fluorina	2	16-30	III	Silicone e Fluorina	3	31-60	IV	Fluorina, no silicone	4	61-100			5	101-150			6	151-200			7	200+
		Suffisso Gruppo	Contenuto chimico	Codice Gruppo	Dk																													
I	Nè silicone nè fluorina	1	1-15																															
II	Silicone, no fluorina	2	16-30																															
III	Silicone e Fluorina	3	31-60																															
IV	Fluorina, no silicone	4	61-100																															
		5	101-150																															
		6	151-200																															
		7	200+																															

Classificazione dei materiali																																								
(Lupelli, 1998; Phillips, 2007; Jones e Dumbleton, 2007)																																								
Esempi di alcuni materiali in commercio																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Suffisso Gruppo</th> <th>Contenuto chimico</th> <th>Esempio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>Nè silicone nè fluorina</td> <td>Persecon E (CAB)</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>Silicone, no fluorina</td> <td>Boston IV</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>Silicone e Fluorina</td> <td>Lamda Europerm</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>Fluorina, no silicone</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Suffisso Gruppo	Contenuto chimico	Esempio	I	Nè silicone nè fluorina	Persecon E (CAB)	II	Silicone, no fluorina	Boston IV	III	Silicone e Fluorina	Lamda Europerm	IV	Fluorina, no silicone		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Codice Gruppo</th> <th>Dk</th> <th>Esempio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1-15</td> <td>Boston ES/IV</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>16-30</td> <td>B&L Quantum 1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>31-60</td> <td>Boston EO/7, Equalens</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>61-100</td> <td>Boston XO, Quantum 2, Paragon HDS100</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>101-150</td> <td>Europerm 120, Ciba Aquila</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>151-200</td> <td>FLuoroperm 151</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>200+</td> <td>Menicon Z</td> </tr> </tbody> </table>	Codice Gruppo	Dk	Esempio	1	1-15	Boston ES/IV	2	16-30	B&L Quantum 1	3	31-60	Boston EO/7, Equalens	4	61-100	Boston XO, Quantum 2, Paragon HDS100	5	101-150	Europerm 120, Ciba Aquila	6	151-200	FLuoroperm 151	7	200+	Menicon Z
Suffisso Gruppo	Contenuto chimico	Esempio																																						
I	Nè silicone nè fluorina	Persecon E (CAB)																																						
II	Silicone, no fluorina	Boston IV																																						
III	Silicone e Fluorina	Lamda Europerm																																						
IV	Fluorina, no silicone																																							
Codice Gruppo	Dk	Esempio																																						
1	1-15	Boston ES/IV																																						
2	16-30	B&L Quantum 1																																						
3	31-60	Boston EO/7, Equalens																																						
4	61-100	Boston XO, Quantum 2, Paragon HDS100																																						
5	101-150	Europerm 120, Ciba Aquila																																						
6	151-200	FLuoroperm 151																																						
7	200+	Menicon Z																																						
Da Phillips, 2007																																								

Geometria Lac Rigide	
Caratteristiche geometriche principali	
<ul style="list-style-type: none"> • Design superficie posteriore • Diametro della zona ottica posteriore • Design superficie anteriore • Spessore lente • Caratteristiche bordo • Diametro lente 	
Lac I 2008/2009	F.Zeri

Geometria Lac Rigide

Terminologia



- r_0 = Back Optic Zone Radius
- r_1 = Back Peripheral Radius (First)
- r_2 = Back Peripheral Radius (Second)
- r_{a0} = Front Optic Zone Radius
- r_{a1} = Front Peripheral Radius (First)
- t_c = Geometric Centre Thickness
- t_{p1} = Peripheral Junction Thickness (First)
- t_{p2} = Peripheral Junction Thickness (Second)

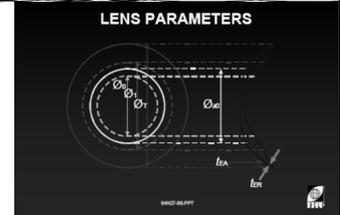
Da IACLE CL Course Module 2

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide

Terminologia



- ϕ_0 = Back Optic Zone Diameter
- ϕ_{a0} = Front Optic Zone Diameter
- ϕ_1 = Back Peripheral Zone Diameter
- ϕ_T = Total Diameter
- t_{ER} = Radial Edge Thickness
- t_{EA} = Axial Edge Thickness

Da IACLE CL Course Module 2

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

- L'aspetto più importante nell'interazione lente cornea (allineamento o fit)
- Influenza centratura e movimento.

Lac I 2008/2009

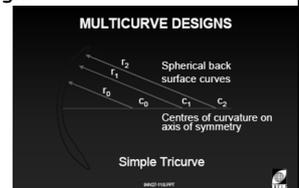
F.Zeri

Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

Sferiche:

- Bicurve, tricurve, multicurve (centri di curvatura sull'asse di simmetria)
- Blend nelle zone di passaggio
- Migliore AV (Comish, 1987)
- Migliore centratura
- Peggior allineamento



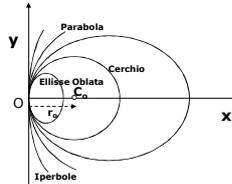
Lac I 2008/2009

Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

Asferiche:

- Prima lac rigida asferica Fleibloom 1961, sviluppate poi da Volk
- Unica curva continua
- Migliore allineamento
- Peggior visione (Cornish, 1987)
- Peggior centratura

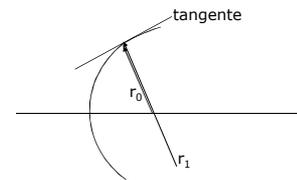


Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

Parzialmente Asferiche:

- Superficie posteriore sferica/asferica
- Geometria continua (superfici a tangente comune)



Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

BOZR/BOZD

- Applicazione allineata, piatta o stretta
- Maggiore è il diametro minori sono le problematiche visive ma peggiore è l'allineamento.

Lac I 2008/2009

F.Zeri

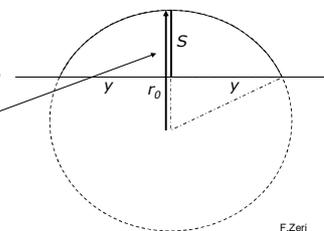
Geometria Lac Rigide: Design superficie posteriore

Profondità Sagittale:

Le variazioni del BOZR e del BOZD possono essere messe in relazione con la profondità sagittale

Per una lac con zona ottica sferica

$sag Lac = r_0 - \sqrt{r_0^2 - y^2}$
Questa è la sag primaria
 $y = BOZD/2$



Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide: Design superficie posteriore

Rapporti tra sag anteriore (sap) e posteriore (sp; primaria)

$$s_{ap} + t_{EA} = s_p + t.C.$$

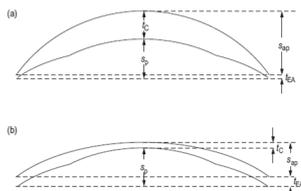


Figure 6.28 $s_{ap} + t_{EA} = s_p + t.C.$ (a) Positive lens; (b) negative lens. (Note: $s_{ap} = s_{p0}$ when the front surface of the lens has one single curve of radius r_{p0})

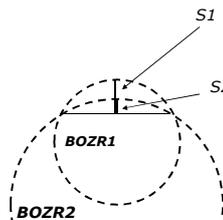
Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide: Design superficie posteriore

Profondità Sagittale:

Se si tiene fermo il BOZD, la profondità sagittale aumenta al diminuire del BOZR.



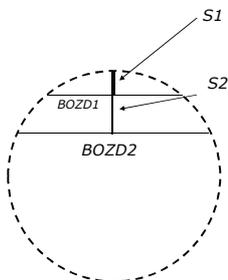
Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide: Design superficie posteriore

Profondità Sagittale:

Se si tiene fermo il BOZR, la profondità sagittale aumenta all'aumentare del BOZD.



Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide: Design superficie posteriore

Profondità Sagittale:

Quando applichiamo una lac con BOZR sferico su una conea asferica avremo sempre un sottile strato di lacrime anche in presenza di coincidenza tra BOZR e K.

TLT (Tear Layer Thickness) = sagLac - sagCornea
Per calcolare la sag di una superficie asferica:

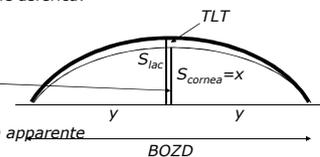
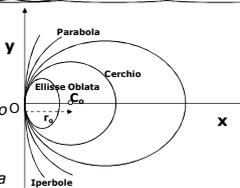
$$y^2 = 2r_0x - px^2$$

$$y = \text{BOZD}/2$$

$$x = \text{sag}$$

$$x = -2r_0 \pm \sqrt{((2r_0)^2 - 4py^2)/2p}$$

Un TLT centrale ideale che dare un apparente allineamento è di circa 20µm



Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

Curve Periferiche (ampiezza, curvatura, numero)

- Migliore allineamento in cornea periferica
- Influenza centratura e dinamica
- Favorire il ricambio lacrimale (ampiezza clearance periferico 0,5 mm)

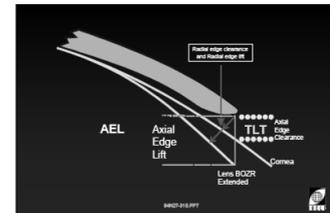
Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

- Sollevamento periferico (AEL, l_a , z ; REL, l_r)
(distanza tra il bordo posteriore e la continuazione della curva della BOZ) (AEL: tra 0,04 mm e 0,18 mm)
- TLT: Tear Layer Thickness



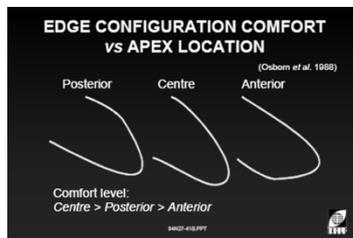
Lac I 2008/2009

F.Zeri

Geometria Lac Rigide

Design superficie posteriore

Profilo del bordo:



Lac I 2008/2009

F.Zeri

Ricettazione di una lac

Bicurva

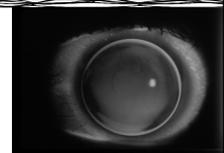
$$r_0(\text{BOZR}) : \phi_0(\text{BOZD}) / r_1(\text{BPR}_1) : \phi_T$$

$$7,20 : 8,50 / 8,2 : 9,0$$

Tricurva (International Standard terms; Iso 8320-1986)

$$r_0(\text{BOZR}) : \phi_0(\text{BOZD}) / r_1(\text{BPR}_1) : \phi_1(\text{BPZD}) / r_2(\text{BPR}_2) : \phi_T$$

$$7,20 : 8,30 / 7,50 : 8,70 / 8,50 : 9,7$$



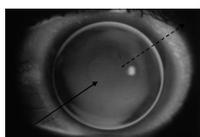
Lac I 2008/2009

F.Zeri

Forze che agiscono sulla lac

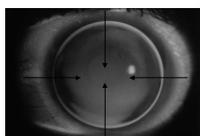
-Attrazione capillare:

varia inversamente con la distanza tra due superfici. Un perfetto allineamento tra cornea e lente determina un'attrazione capillare molto forte con scarso movimento e scarso ricambio lacrimale.



-Pressione di schiacciamento del Film lacrimale

(TFSP: Tear Fluid Squeeze Pressure)
Si sviluppa sotto la zona ottica nel film lacrimale post lac. Ha un'azione di centratura della lac opponendosi alla forza di gravità e forza palpebrale. E' proporzionale all'irregolarità del TLT e al suo spessore nella regione della zona ottica.



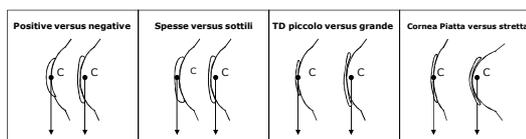
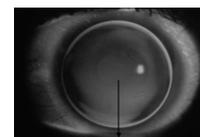
Lac I 2008/2009

F.Zeri

Forze che agiscono sulla lac

-Gravità

Spinge la lente in basso. Modificando i parametri della lente cambia il centro di gravità. (più è dietro la lente maggiore è la resistenza alla gravità, più è esterno, davanti alla lente minore è la resistenza)



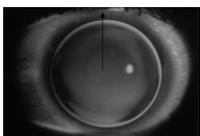
Lac I 2008/2009

F.Zeri

Forze che agiscono sulla lac

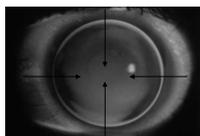
-Forza Palpebrale (ELF: Eyelid Force)

Spinge la lente l'alto. Aumentando il diametro della lente aumenta la forza palpebrale per presenza di maggiore superficie di contatto. Il Minus carrier aumenta la ELF



-Tensione al bordo (ETF: Edge Tension Force)

Ha un'azione di centratura. Maggiore è la circonferenza del menisco migliore è il centraggio. Se il clearance marginale è troppo ampio ci sarà un menisco negativo con possibile colorazione 3-9 o bolle d'aria al bordo; se è troppo limitato il menisco lacrimale al bordo avrà minore effetto di centratura e ci sarà una riduzione di scambio lacrimale.



Lac I 2008/2009

F.Zeri

Tecniche applicative

-Arte o scienza?

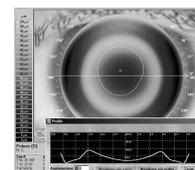
-E' impossibile analizzare tutte le variabili coinvolte nell'applicazione utilizzando il metodo scientifico (Lupelli, 1998)

-Principali variabili: profilo corneali, tensione palpebrale, ammiccamento.

-Set di Prova o Progettazione

-la strategia delle prove e errori (set)

-vari set di prova (da 10 a 40 lenti di solito in pMMA)

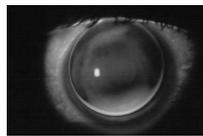
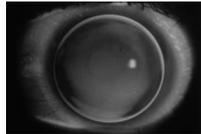


Lac I 2008/2009

Valutazione dell'applicazione

-Pattern Fluoresceinico:

- Valutazione allineamento della lente (fluo in strip o gocce al 2%)
- Luce blu cobalto
- Pattern influenzato dall'ammiccamento, dalle qualità film lacrimale, dal film prelac etc
- Se il TLT è inferiore a 20 micron è difficile stimare differenza di fluorescenza



Lac I 2008/2009

F.Zeri

Tecniche applicative

-Classificazione procedure applicative

Posizione assunta dalla lente

Tecniche infrapalpebrali e tecniche extrapalpebrali (aggancio)

Relazione design interno lac e superficie cornea

Appoggio apicale (BOZR più piatto del K corneale)
Allineamento apicale (BOZR allineato al K corneale)
Spazio Apicale (BOZR più stretto del K corneale)

Stabilità lac

Statiche
Dinamiche

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Tecniche applicative

Tecniche ad appoggio apicale: la tecnica ad aggancio palpebrale

-Korb (1974): lo scambio migliore di film lacrimale avviene se il movimento della lac simula quello delle lacrime sparse dalla palpebra; ergo quello della palpebra superiore.

-BOZR più piatto del K corneale in maniera da favorire un migliore allineamento alla cornea quando si decentra in alto.
Appiattimento di 0,10-0,30 se BOZD è maggiore di 7,00 e il Dk è medio alto (altrimenti più alto)

-Curva periferica anteriore della lente parallela o leggeremnte negativa rispetto alla curva periferica posteriore.

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Tecniche applicative

Tecniche ad allineamento: la tecnica Contour

- N.Bier 1956
- BOZD tra 6 e 7,5 mm
- BOZR = $\pm 0,10$ mm rispetto al K corneale
- TLT al centro 20 μ m
- BPR1 = 0,40-0,80 più piatto del BOZR
- AEC 60/90 μ m
- TD tra 8,50 e 10,00 mm
- Movimento all'ammiccamento 2,0-2,5mm

Approccio più frequentemente usato per l'applicazione di RGP

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Tecniche applicative

Tecniche con spazio apicale: la tecnica di Bayshore

- Applicazione infrapalpebrale
- Piccolo TD tale da non esserci copertura palpebrale
- BOZR più stretto del K apicale (consistente TLT apicale)
- BPR1 almeno 1,00 mm più piatto (deve esserci allineamento e sufficiente ampiezza per poter stabilizzare la lente)
- BOZD necessariamente piccolo; 0,20 maggiore del diametro pupillare mesopico (lente ferma quindi scarso effetto visivo)
- TD: massimo 8,80-9,00 mm
- Ricambio lacrimale garantito dall'effetto suzione sotto la lente

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Lac Rigide

TESTI PRINCIPALI DI RIFERIMENTO:

-Phillips A. "Rigid gas-permeable corneal lens fitting" In Phillips A. Speedwell L. Contact Lenses" 5th Ed. Butterworths-Heinemann 2007.

-Lupelli L, Fletcher R, Rossi A. "Contattologia. Una guida clinica. Medical Books 1998.

-Gasson A, Morris JA. The contact lens manual. A practical guide to fitting. 4th Ed. Butterworth-Heinemann-Elsevier 2010.

-IACLE CL Course Module 2

Lac I 2008/2009

F.Zeri