

Compito del 13/2/2016

①

## Esercizio I

Suppongo la struttura completamente fatta di osso compatto ed oppure con gran le stesse dimensioni quindi  $V_{\text{mastello}} = V_{\text{incrudine}} = V_{\text{staffe}} = \frac{1}{3} V_{\text{tot}}$

$$f_{\text{mastello}} = \frac{1}{3} \quad f_{\text{incrudine}} = \frac{1}{3} \quad f_{\text{staffe}} = \frac{1}{3}$$

$$E = E_0 (1-p)^{\alpha} A^{\beta} \quad \alpha = 5 \quad \beta = 1$$

$$E_{\text{nz}} = 47 (0.9)^5 \cdot 1.4 = 14.05 \text{ GPa}$$

$$E_{\text{nzr}} = 12 (0.9)^5 \cdot 1.4 = 9.92 \text{ GPa}$$

$$E_{\text{Iz}} = 17 (0.9)^5 \cdot 1.2 = 12.05 \text{ GPa}$$

$$E_{\text{Izr}} = 12 (0.9)^5 \cdot 1.2 = 8.5 \text{ GPa}$$

$$E_{\text{Sz}} = 17 (0.8)^5 \cdot 0.85 = 4.73 \text{ GPa}$$

$$E_{\text{Sxr}} = 12 (0.8)^5 \cdot 0.85 = 3.34 \text{ GPa}$$

Costruisco il modello

I
07
S



I
0.5

$$E_{\text{rz}} = \frac{1}{3} (E_{\text{nzr}} + E_{\text{Izr}} + E_{\text{Sxr}}) = 7.75 \text{ GPa}$$

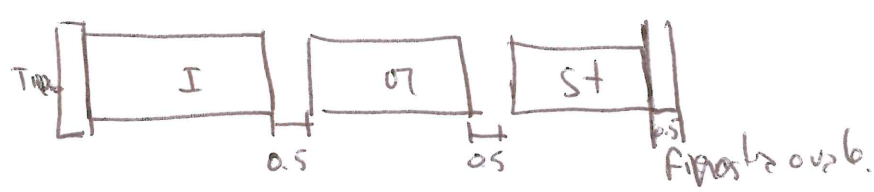
$$E_z = \frac{E_I E_{\text{nz}}}{f_I E_{\text{nz}} + f_{\text{nz}} E_I}$$

$$E_{\text{nz}} = \frac{E_n E_s}{f_n E_s + f_s E_n} = \frac{(14.73) (12.05)}{\frac{1}{3} (4.73 + 12.05)} = \frac{56.9965}{5.5933} = 10.2 \text{ GPa}$$

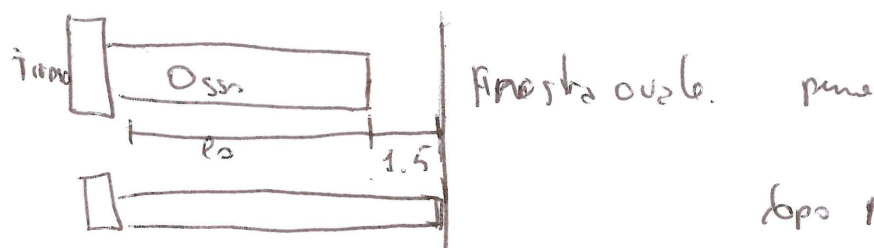
$$E_z = \frac{(14.05) (10.2)}{\frac{1}{3} 10.2 + \frac{2}{3} 14.05} = \frac{143.31}{3.4 + 9.37} = 11.72 \text{ GPa}$$

2

b) Gli ossicini sono separati tra di loro di un valore pari a 0.5 mm.



Affinché impatti ogni struttura deve muoversi e spostarsi posso approssimare, il tutto.



so che  $\sigma = \epsilon E$

$$\epsilon = \frac{1.5 \cdot 10^{-3} l_0 - l_0}{l_0}$$

$l_0 = 5 \text{ mm.}$

$$\epsilon = \frac{1.5 \cdot 10^{-3}}{l_0} = 3 \cdot 10^{-4}$$

$$\sigma = 0.3 \cdot 10^{-4} \cdot 11.12 \text{ GPa} = 3.37 \text{ MPa}$$

c)  $20 \text{ mmHg} = 2666 \text{ Pa.}$

Ogni struttura si deforma.

Il martello si deforma di

$$\epsilon_H = \frac{\sigma}{E_H} = 0.189 \cdot 10^{-6}$$

L'incubatore si deforma di

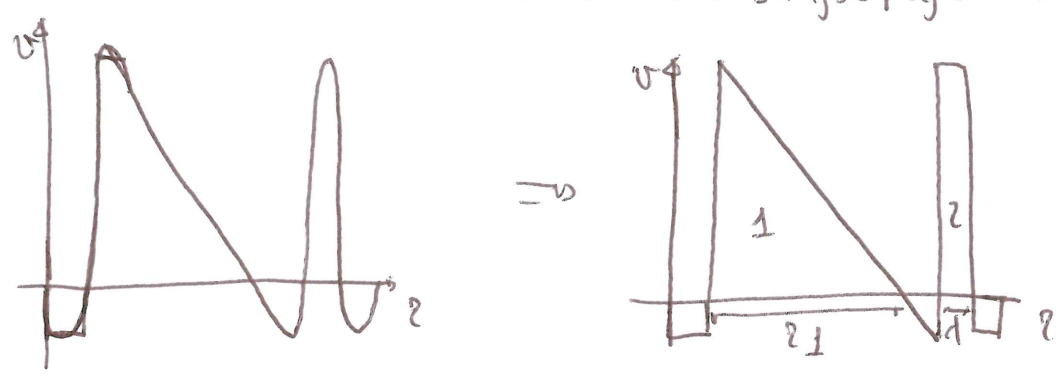
$$\epsilon_I = \frac{\sigma}{E_I} = 0.771 \cdot 10^{-6}$$

Lo stoffo si deforma di

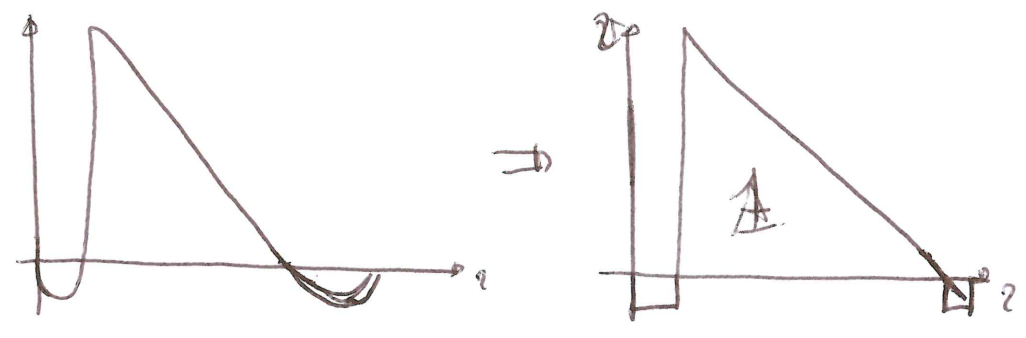
$$\epsilon_S = \frac{\sigma}{E_S} = 0.563 \cdot 10^{-6}$$

Esercizio n° 3

Profilo di velocità di valvola cardiaca singolo foglietto meccanica



Profilo di velocità di valvola cardiaca singolo foglietto biologico



$$I_p = \frac{\text{Area Flusso diretto}}{\text{Sewing Area}}$$

Per entrambe posso supporre che l'anello <sup>di valvola</sup> abbia spessore 1 mm. Considero raggio della valvola 2 cm.

$$\text{Sewing Area} = \pi r_1^2 - \pi r_2^2$$

$$r_1 = 2 \text{ cm}$$

$$r_2 = 1.9 \text{ cm}$$

$$\Delta A = \pi (4 - 3.61) = 0.12 \text{ cm}^2$$

Per entrambe le valvole devo calcolare le  $v_{max}$  io so che

$$Q = A v \Rightarrow v = \frac{Q}{A}$$

$$Q = 5 \frac{\text{l}}{\text{min}} = \frac{5 \text{ dm}^3}{\text{min}} = \frac{5000 \text{ cm}^3}{\text{min}} = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A è l'area di apertura o meglio effettiva di superficie

$$EOA = \frac{Q}{51.6 \sqrt{\Delta p}}$$

$$\Delta p = 100 \text{ mmHg} = 13331 \text{ Pa}$$

(4)

$$EOA = \frac{5000 \cdot 10^{-3}}{51.6 \sqrt{13331}} = \cancel{0.084} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 8.4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 8.4 \text{ cm}^2.$$

$$v_{\max} = 5000 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \cdot \frac{1}{8.4 \text{ cm}^2} = 9.92 \frac{\text{cm}}{\text{sec.}}$$

$$I_{P_{\text{Rec}}} = \frac{A_1 + A_2}{SA} = \frac{\frac{1}{2} v_{\max} \cdot r_1 + v_{\max} d}{SA} = \frac{9.92 \cdot 0.1 + 9.92 \cdot 0.6}{0.12} = \frac{0.992 + 5.952}{0.12} = 33.10$$

$$I_{P_{\text{Biologics}}} = \frac{A_1}{SA} = \frac{\frac{1}{2} v_{\max} \cdot r_1}{SA} = \frac{9.92 \cdot 3.8}{0.12 \cdot 2} = 157.10$$

Modello agli elementi finiti che descrive  
lo stato di sforzo e  
lente intraculare mod

⇒ EQUAZIONI DELLA

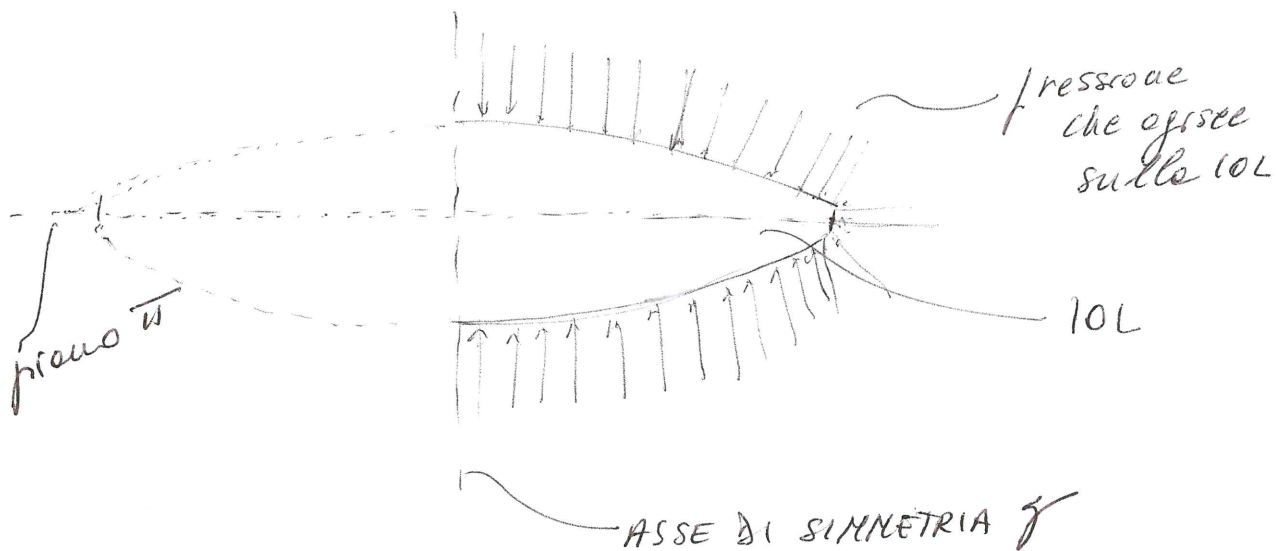
Improntati

23/02/2016

Considerazioni sulla geo

→ essendo priva di

el simmetrice



Considerazioni sui carichi

→ La LOL è soggetta ad una pressione

di tipo idrostatico, ~~ogni punto della LOL è soggetto ad una pressione idrostatica~~

~~idrostatica~~ ⇒ MODELLO STAZIONARIO

→ Questo tipo di carico presenta anch'esso una  
simmetria rispetto all'asse

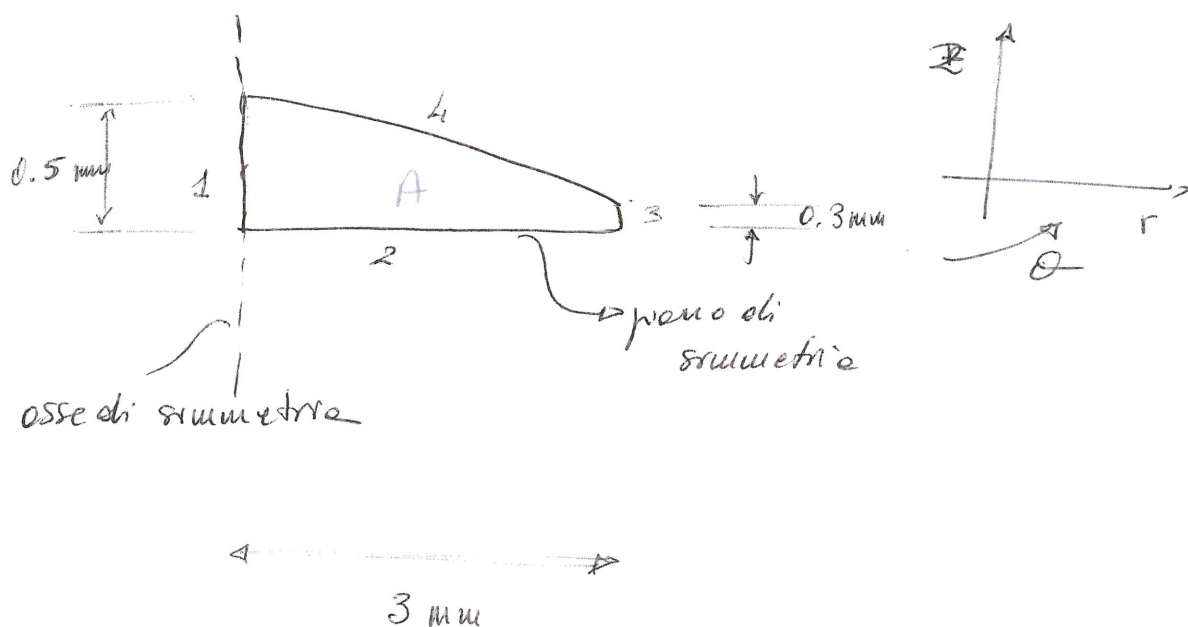


—

→ Da ipotesi di base dell'esercizio, la pressione su entrambi le facce della protesi è uguale

- ipotizzando ~~una curvatura~~ un uguale raggio di curvatura delle IOL su entrambe le facce
- il peso  $\pi$  diventa un peso di simmetria sia per la geometria che per i concetti

— P BASANDO SU QUESTE CONSIDERAZIONI IL  
MODELLO PRESENTA LA SEGUENTE GEOMETRIA





## Condizioni sul dominio

	Materiale	$E [Pa]$	$\nu$
A	Silicone	<del>10</del> $6 \cdot 10^5$	0.48

→ sono le proprietà di  
un generico elastomero siliceo biocompatibile

## Condizioni al contorno

	condizione
1	assialsimmetria
2, <del>3</del>	pieno di simmetria
3, 4	carico distribuito (pressione) normale alle superficie, per $p = 18 \cdot 10^3 Pa$

Muovendo discretizzata la geometria (mesh)  
è possibile risolvere il modello e valutare  
lo stato di tensione interno alle protesi.

In caso di presenza delle clette, il modello perde  
le caratteristiche di assial simmetria, ma ha (soltanto) una  
simmetria di rotazione di  $180^\circ$  rispetto allo stesso asse.

La simmetria rispetto al piano  $\pi$ , se sono valide le ipotesi  
di questo esercizio si mantiene.

Per le definizioni fare riferimento al materiale addattato