

Esercizio n°1

a) (alab)

$$E_T = E_{0T} (1-p)^5 A = 17 (1-0.75)^5 \cdot 0.7 = 0.04 GR_e$$

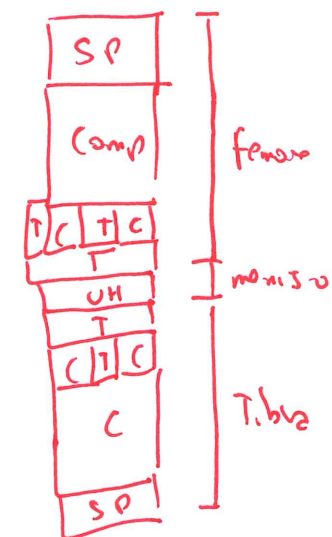
$$E_{TY} = E_{0TY} (1-p)^5 A = 17 (1-0.75)^5 \cdot 0.7 = 8.70 RR_e$$

Non posso applicare nè protesi anetote nè press-fit perchè E_{TY} è molto basso.

b) Se gli è stata impiantata una protesi vuol dire che il comportamento meccanico è simile a quello sano e quindi:

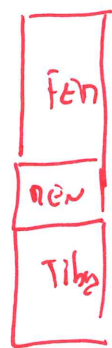
$$G_1 = G_2 = 170 RR_e$$

c) Schematizzare complete.



(alab) lung?

Considero le parte femorale e tibiale come due block.



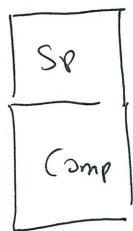
Essendo il nervo con modulo elastico più basso tende ad ottenere il modulo elastico lungo e portandolo verso i RR_e.

In direzione rotale un oro invece lo compensa più rigido e quindi $\approx GR_e$

$f_{Vos. sp. fem} = 15\%$

$f_{Vos. completo fem} = 60\%$

$f_{V protesi + completo} = 25\%$



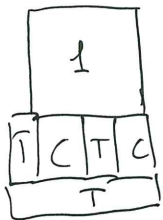
→



$$E_1 = \frac{E_{sp} E_c}{0.6 E_{sp} + 0.15 E_c}$$

(2)

$$E_1 = \frac{0.5 \cdot 17}{0.6 \cdot 0.5 + 0.15 \cdot 17} = \frac{8.5}{0.3 + 2.55} = \frac{8.5}{2.85} = 2.98 GPa$$



→



→



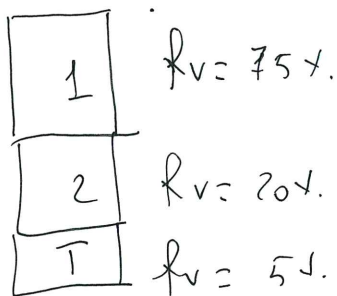
però sempre i seguenti rappres:

$f_{V TITANO nello staffo} = 10\%$

$f_{V osso corrotto staffo} = 10\%$

$f_{V TITANO del problema} = 5\%$

$$E_2 = f_C \cdot E_C + f_T E_T = 0.1 \cdot 17 + 0.1 \cdot 110 = 1.7 + 11 = 12.7 GPa$$



⇒



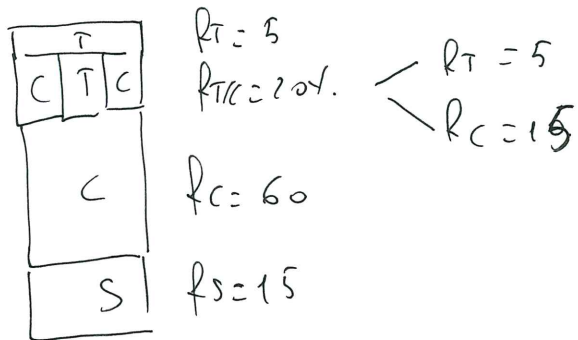
$$E_{12} = \frac{E_1 E_2}{f_2 E_1 + f_1 E_2} = \frac{2.98 \cdot 12.7}{0.1 \cdot 2.98 + 0.75 \cdot 12.7}$$

$$= \frac{37.846}{0.596 + 9.525} = 3.74 GPa$$

$$E_{fer} = \frac{E_T E_{12}}{f_T E_{12} + f_{11} E_T} = \frac{110 \cdot 3.74}{0.05 \cdot 3.74 + 0.95 \cdot 110} = \frac{381.7}{104.5 + 0.487} = 3.65\%$$

Ponte tubide.

(3)



Il blocco C/S è uguale al blocco 1 precedente. anzi: $F_1 = 2.98 \text{ GPa}$.

T
C T C
1

$$[C | T | C] \rightarrow E_{12} = f_C E_C + f_T E_T = 2.55 + 5.5 = 8.05 \text{ GPa}$$

T	5
E ₁₂	20
1	75

T
E ₃

$$E_3 = \frac{F_{12} E_1}{f_1 E_{12} + f_{12} E_1} = \frac{3.05 \cdot 2.98}{0.75 \cdot 3.05 + 0.2 \cdot 2.98} =$$

$$= \frac{23.939}{6.0375 + 0.596} = 3.62 \text{ GPa}$$

$$E_{\text{tubo}} = \frac{E_T E_3}{f_T E_3 + f_3 E_T} = \frac{110 \cdot 3.62}{0.05 \cdot 3.62 + 0.95 \cdot 110} = \frac{398.2}{0.181 + 104.5} = 3.8 \text{ GPa}$$

(4)

Fem	45%	1
Pen	10%	
Tibia	45%	Tibia

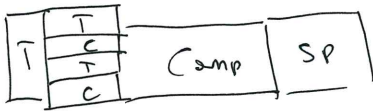
$$E_1 = \frac{E_{Fem} \cdot E_{Pen}}{0.45 E_{Pen} + 0.1 E_{Fem}} = \frac{0.146}{0.8 \cdot 10^{-3} + 0.365} = 0.4 \text{ Gr.} \approx 400 \text{ MR}$$

$$E_{Tot+10} = \frac{E_1 E_T}{f_T E_T + E_1 f_T} = \frac{0.4 \cdot 3.8}{3.8 \cdot 0.55 + 0.45 + 0.4} = \frac{1.52}{2.09 + 0.18} = 0.67 \text{ Gr.} = 670 \text{ MR.}$$

Direzione radiale.

Consideriamo la componente femorale.

↓ F



$$E_1 = \frac{E_T \cdot E_C}{f_C E_T + f_T E_C} = \frac{110 \cdot 12}{0.1 \cdot 110 + 0.1 \cdot 12} = \frac{1320}{12.2} = 108.2 \text{ Gr.}$$

$$E_{Fem} = f_T E_T + f_1 E_1 + f_C E_C + f_{SP} E_{SP} = 0.05 \cdot 110 + 0.2 \cdot 108.2 + 0.6 \cdot 12 + 0.15 \cdot 0.5 = 5.5 + 21.64 + 7.2 + 0.075 = 34.41$$

Consideriamo la componente tibiale.



↓



$$E_1 = \frac{E_T E_C}{f_C E_T + f_T E_C} = \frac{110 \cdot 12}{0.15 \cdot 110 + 0.05 \cdot 12} = \frac{1320}{16.5 + 0.6} = 77.2 \text{ Gr.}$$

$$E_{Tibia} = f_{SP} E_{SP} + f_C E_C + E_1 f_1 + f_T E_T =$$

$$P_{\text{tube}}^{\text{in}} = 0.15 \cdot 0.5 + 0.6 \cdot 12 + 0.1 \cdot 77.2 + 0.05 \cdot 110 = 0.075 + 7.2 + 7.72 + 5.5 = 20.5 \text{ W}$$

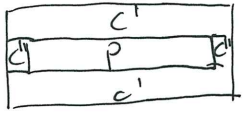
$$15.4 + 5.5 = 20.9 \text{ W}$$

$$E_{\text{total}}^{\text{r}} = f_T E_{\text{tube}} + f_{\text{noz}} E_{\text{noz}} + f_{\text{fen}} E_{\text{fen}} =$$

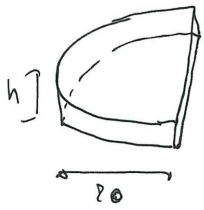
$$= 0.45 \cdot 20.9 + 0.05 \cdot 40 \cdot 10^{-3} + 0.45 \cdot 34.4 =$$

$$= 9.405 + 0.002 + 15.48 = 24.887 \text{ W}$$

Schematizzo il foglietto



dove lo spessore di c è uniforme su tutti i lati.



$$V_{\text{foglietto}} = \frac{\pi r_0^2 h}{2}$$

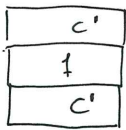
$$V_{\text{polimero}} = \frac{\pi r_p^2 h p}{2}$$

$$V_{\text{carbone}} = \frac{\pi r_0^2 h - \pi r_p^2 h p}{2}$$

$$f_p = \frac{r_p^2 h p}{r_0^2 h}$$

$$f_{c_{\text{tot}}} = \frac{r_0^2 h - r_p^2 h p}{r_0^2 h} = 1 - f_p$$

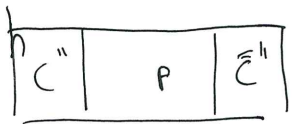
$$E_{\text{tot}} =$$



$$f_{c'} = \frac{\pi r_0^2 h c}{2} \cdot \frac{1}{\frac{\pi r_0^2 h}{2}} = \frac{h c}{h}$$

$$f_1 = \frac{\pi r_0^2 h p}{2} \cdot \frac{1}{\frac{\pi r_0^2 h}{2}} = \frac{h p}{h}$$

Il blocco è



$$\Rightarrow E_1 = f_{c''} E_c + f_p E_p$$

$$f_{c''} = \frac{\pi r_0^2 h p - \pi r_p^2 h p}{\frac{\pi r_0^2 h}{2}} = \frac{(r_0^2 - r_p^2) h p}{r_0^2 h}$$

$$E_1 = \frac{(r_0^2 - r_p^2) h p}{r_0^2 h} \cdot 10^8 + \frac{r_p^2 h p}{r_0^2 h} \cdot 200 \cdot 10^8$$

$$E_{\text{TOT}} = \frac{E_c \cdot E_1}{2 f_{c'} E_1 + f_1 E_c} =$$

$$= \frac{10^8 \cdot E_1}{2 \frac{h c}{h} \cdot E_1 + \frac{h p}{h} \cdot 10^8}$$

(6)

$$350 = \frac{10^8 \cdot (h_p 10^8 (T_0^2 - T_p^2) + T_p^2 h_p \cdot 200)}{20^2 h}$$

$$\frac{2 \frac{hc}{h} \left[\frac{h_p \cdot 10^8 (T_0^2 - T_p^2)}{20^2 h} + T_p^2 h_p \cdot 200 \right] + \frac{h_p}{h} 10^8}{}$$

$$350 = \frac{10^{16} h_p (T_0^2 - T_p^2) + 10^8 T_p^2 h_p \cdot 200}{20^2} \cdot \frac{20^2 h}{[2 h c h_p \cdot 10^8 (T_0^2 - T_p^2) + T_p^2 h_p \cdot 200 h]}$$

$$\frac{+ 20^2 h h_p 10^8}{}$$

Semplifico tenendo conto degli ordini di grandezza

$$350 \approx \frac{10^{16} h_p h (T_0^2 - T_p^2)}{2 h c h_p 10^8 (T_0^2 - T_p^2) + 20^2 h h_p \cdot 10^8} \approx \frac{10^8 h_p h (T_0^2 - T_p^2)}{2 h c h_p (T_0^2 - T_p^2) + 20^2 h h_p}$$

$$350 \approx \frac{10^8 h (T_0^2 - T_p^2)}{2 h c (T_0^2 - T_p^2) + 20^2 h}$$

$$\Rightarrow 700 h c (T_0^2 - T_p^2) + 350 20^2 h = 10^8 h (T_0^2 - T_p^2)$$

$$350 20^2 h = (10^8 h - 700 h c) (T_0^2 - T_p^2)$$

$$350 20^2 \cancel{h} = 10^8 \cancel{h} (T_0^2 - T_p^2)$$

$$350 20^2 = 10^8 20^2 - 10^8 T_p^2 \quad \Rightarrow \quad 10^8 T_p^2 = 10^8 20^2 - 350 20^2$$

Supposto $r_0 = 1 \text{ cm}$

(7)

$$r_p = 0.99 \text{ cm} \quad r_c = 0.01 \text{ cm.}$$

essendo lo spessore di deposizione uniforme

$$r_c = h_c = 0.01 \text{ cm.}$$

$$f_c' = \frac{h_c}{h} = \frac{0.01}{3h_c} = \frac{0.01}{0.03} = 0.33$$

$$f_p = 1 - 2f_c' = 0.44 = \frac{h_p}{h} \quad h_p \approx 0.44 \cdot 0.03 \approx 0.013 \text{ cm}$$

Esercizio no 5.

- 1) Verli oppure un rob.
- 1) Verli oppure n rob.
- 3) Poiché il blu è nelle frequenze nel THz cioè ha 631 e 668 THz
ed il segnale acustico è dell'ordine del KHz non può essere alcun dubbio

Esercizio no 4

- 1) Verli oppure un rob.
- 2) Il polimero deve essere
 - 1) biocompatibile
 - 2) otticamente trasparente
 - 3) fotolabile
 - 4) con modulo elastico simile a quello del lens che compone gli componenti
fornitori principali dell'occhio.

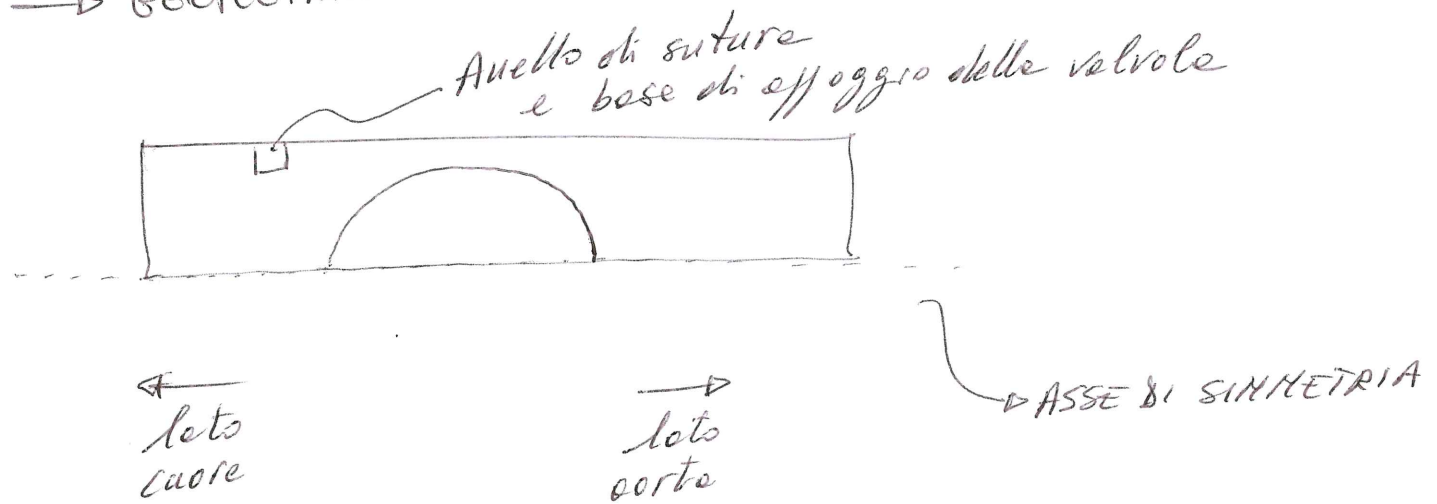
Le grandette fisiche da considerare (pressione, velocità e sforzo di taglio) possono essere ottenute attraverso l'analisi della sola fluidodinamica

→ Equazioni di Navier Stokes

→ Caso stazionario ⇒ CALCOLO PROFILO A VALVOLA APERTA

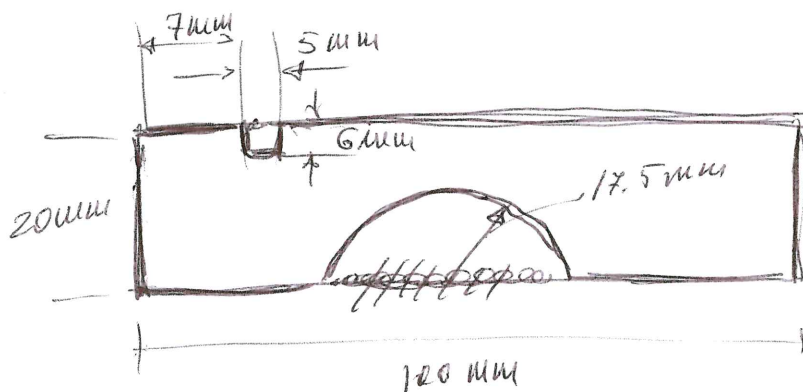
→ Geometria 2D assialsimmetrica

→ GEOMETRIA



n.b. le gobette non
vengono prese in
considerazione

→ DIMENSIONI DI MASSIMA (disegno non in scala)



* Impostazione del dominio

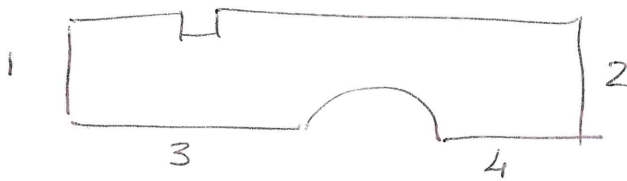
→ il modello ha un unico dominio, il segue



Densità 1050 kg/m^3

Viscosità $4 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ (supposto newtoniano)

* Condizioni al contorno



1 Inlet → flusso in ingresso $\Rightarrow 5 \text{ l/min}$

2 Outlet → pressione $\Rightarrow P = 90 \text{ mmHg}$

3,4 Assai simmetriche

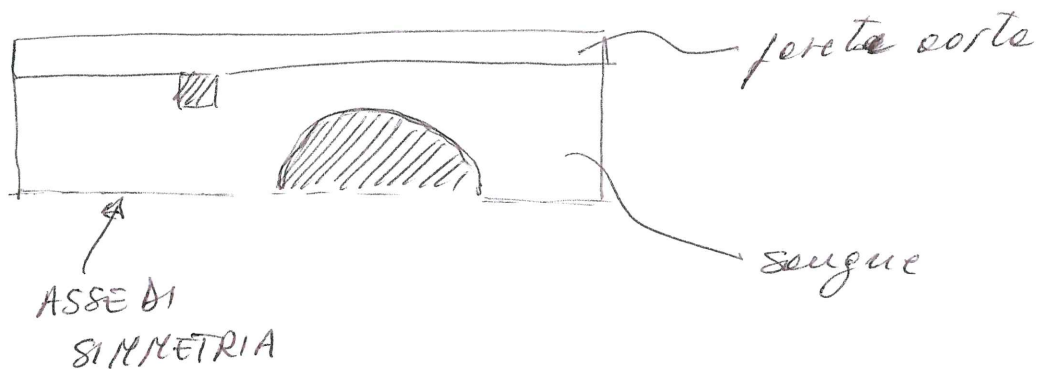
Altri no slip (scorrimento essente)


* Due volte create le mesh il
modello è pronto per essere risolto

Nel caso in cui fosse necessario tener
conto della dilatazione dell'orta
è necessario cambiare sia il sistema
di equazioni che la geometria del
modello

- Sistema di equazioni
- * Navier Stokes
 - * Meccanica strutturale
 - * Moving mesh

→ La geometria del modello deve ora considerare lo spessore dell'aorta




 parti non modellate
 ipotizzando una
 valvola ed un anello
 di sutura molto più
 rigidi dell'aorta.