

<i>Nome</i>	<i>Cognome</i>	<i>Matricola</i>	<i>Data</i>
			13 Settembre 2023

## **ESAME di IMPIANTI PROTESICI**

### **Esercizio 1 (12 punti)**

Considerare una persona che sta girando una chiave come mostrato in figura, supponendo che abbia una protesi di dito impiantata nell'indice destro:



Descrivere l'implementazione di un modello agli elementi finiti per valutare lo stato di tensione all'interno della protesi, nell'istante in cui viene applicata la forza per girare la chiave, supponendo che quest'ultima sia pari a 5 N.

Considerare le eventuali simmetrie presenti, fornire una stima numerica dei parametri dello studio (condizioni sui domini e ai contorni) e giustificare eventuali ipotesi semplificative.

Descrivere se e come cambierebbe il modello nel caso in cui si voglia valutare lo stato di tensione della stessa protesi alla pressione di un pulsante.

Dare, infine, le definizioni dei seguenti termini associati all'analisi agli elementi finiti, riportando eventuali formule matematiche:

1. Gradiente di uno scalare;
2. Problema misto analisi termica;
3. Numero di Knudsen;
4. Metodo di deformazione della mesh "ALE"

### **Esercizio 2 (6 punti)**

Il candidato classifichi le protesi acustiche. Ne mostri lo schema di funzionamento per ogni classe e ne indichi anche i limiti.

### **Esercizio 3 (12 punti)**

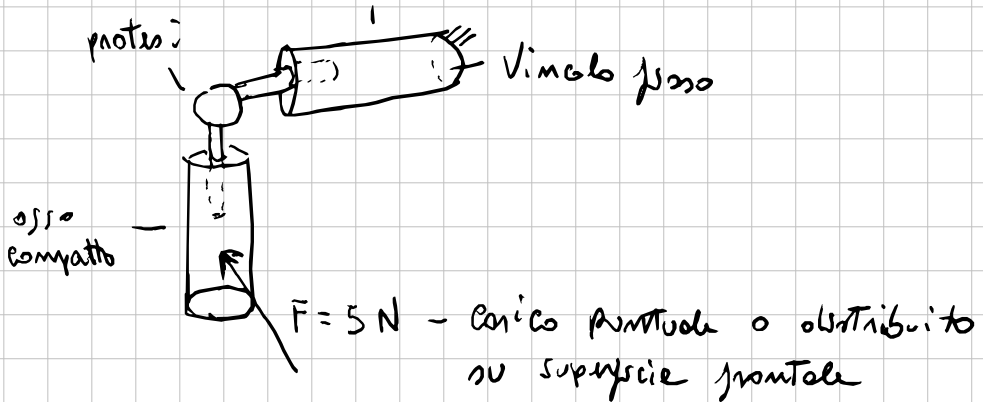
Supposto di avere un individuo (uomo standard) al quale deve essere impiantato una protesi dentaria monofase in lega di titanio ( $E=110$  GPa):

- 1) Dimensionare numericamente la protesi, tenendo conto che l'individuo presenta una mandibola con porosità ossea pari al 10% e grado di mineralizzazione pari al 120%;
- 2) Dimensionare la protesi nel caso questa sia ricoperta di nano-idrossiapatite a parità di dati fisiologici della mandibola;
- 3) Descrivere e motivare come varierebbe il dimensionamento della protesi se questa fosse bifase. Si consideri anche la protesi bifase tutta realizzata in titanio.

# ESERCIZIO 1

## Analisi strutturale

A) Modello 3D stazionario  
o.s.s.o compatto

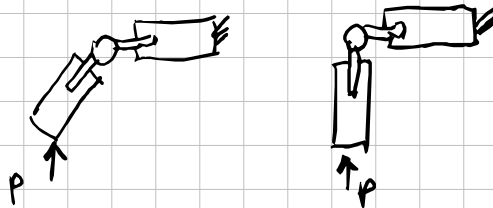


B) Pressione pulsante : Modello 2D stazionario  
Analisi plain stress



P = carico dovuto alla pressione del pulsante  
(carico puntuale o su un segmento definito dai punti A e B)

Il modello è indipendente dalla posizione della  
protesi!



Compito 13/9/2013

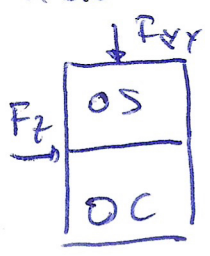
Esercizio 2)

Vedere appunti in rete.

Esercizio 3)

$E_p = 110 \text{ Gr€}$      $p = 0.1$      $A = 1.2$ .

Il modello di osso sano



$E_z^S = f_{os} \cdot E_{os} + f_{oc} \cdot E_{oc}^z = 0.83 \text{ Gr€}$

$E_{xy}^S = \frac{E_{os} \cdot E_{oc}^{xy}}{f_{os} E_{oc}^{xy} + f_{oc} E_{os}} \equiv 0.51 \text{ Gr€}$

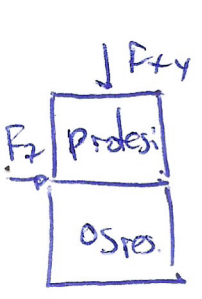
$f_{os} = 98\%$

$f_{oc} = 2\%$

Ossa malata

$E_z^m = E_z^S (1-0.1)^5 \cdot 1.2 \equiv 0.59 \text{ Gr€}$

$E_{xy}^m = E_{xy}^S (1-0.1)^5 \cdot 1.2 = 0.36 \text{ Gr€}$



$$E_z^S = f_p E_p + f_{osr} E_z^m$$

$$E_{xy}^S = \frac{E_p E_{xy}^m}{f_{osr} E_p + f_p E_{xy}^m}$$

$f_{osr} + f_p = 1$

2

$$110 f_p + 0.59 f_{ost} = 0.83$$

$$\frac{110 \cdot 0.36}{f_{ost} \cdot 110 + f_p \cdot 0.36} = 0.51$$

$$f_{ost} \cdot 110 + f_p \cdot 0.36$$

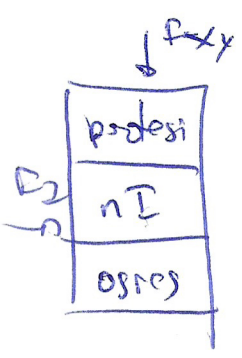
$$f_p = 1 - f_{ost}$$

$$110 - 110 f_{ost} + 0.59 f_{ost} = 0.83$$

$$-109.41 f_{ost} = -109.12$$

$$\left\{ \begin{aligned} f_{ost} &= 0.99 \\ f_p &= 0.01 \end{aligned} \right.$$

Punto 2) Se c'è nanoindossio a petto il modello deve  $E_{ost} = 250$



$$\left\{ \begin{aligned} E_z^s &= f_p E_p + f_{ost} E_z^m + f_{nI} E_{nI} \\ \frac{1}{E_z^s} &= \frac{f_p}{E_p} + \frac{f_{ost}}{E_z^m} + \frac{f_{nI}}{E_{nI}} \\ 1 &= f_p + f_{nI} + f_{ost} \end{aligned} \right.$$

$$110 f_p + 0.59 f_{ost} + 250 f_{nI} = 0.83$$

$$\frac{f_p}{110} + \frac{f_{ost}}{0.36} + \frac{f_{nI}}{250} = \frac{1}{0.51}$$

$$f_p + f_{ost} + f_{nI} = 1$$

$$\begin{cases} 110 k_p + 0.59 f_{ost} + 750 f_{NI} = 0.83 \\ 0.009 k_p + 2.78 f_{ost} + 0.04 k_{NI} = 1.96 \\ k_p + f_{ost} + f_{NI} = 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} f_{ost} = 1 - f_{NI} - k_p \\ 110 k_p + 0.59 - 0.59 f_{NI} - 0.59 k_p + 750 f_{NI} = 0.83 \\ 0.009 k_p + 2.78 - 2.78 f_{NI} - 2.78 k_p + 0.04 f_{NI} = 1.96 \end{cases}$$

$$\begin{cases} f_{ost} = 1 - f_{NI} - k_p \\ 109.41 k_p + 749.41 f_{NI} = 0.24 \\ -2.771 k_p - 2.74 f_{NI} = 0.82 \end{cases}$$

$$f_{NI} = \frac{0.82 + 2.771 k_p}{2.74} = 0.3 - 1.01 k_p$$

$$109.41 k_p + 74.823 - 251.9011 k_p = 0.24$$

$$-142.4941 k_p = -74.583$$

$$k_p = 0.52$$

$f_{NI} = -0.2152$  quindi l'innanziabile non può essere messo

$$f_{ost} = 0.48$$

Punt 3) Se la protesi fosse bifase il zoggio e l'attorno dell'implant esterno non verrebbero nel diversamento, quindi le equazioni da usare sarebbero le stesse.