BIOMECCANICA DEI TESSUTI

OBIETTIVO:

- CONOSCENZE DI BASE DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE DEI TESSUTI MOLLI E IDRATATI (SOFT AND WET)

- TESSUTI VISCOELASTICI
- COLLAGENE ED ELASTINA, PELLE, POLMONI
- CARTILAGINE, LEGAMENTI, TENDINI
- SANGUE, VASI
- MUSCOLO SCHELETRICO E CUORE

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

ABBIAMO 4 TIPI DI TESSUTO:

- CONNETTIVO
- EPITELIALE
- NERVOSO
- MUSCOLARE

IL TESSUTO CONNETTIVO PRESENTA TANTO MATERIALE EXTRACELLULARE E POCHE CELLULE CHE SONO IMMERSE IN QUESTA MATRICE

CI SONO ALCUNI SISTEMI BIOLOGICI IMPORTANTI DAL PUNTO DI VISTA ~~MECCANICHE~~ MECCANICO

- TENDINI
- VASI
- MUSCOLI → SVILUPPA FORZE (ATTUATORE)
- PELLE
- CARTILAGINE

COSA IMPORTANTE È CHE TUTTI I SISTEMI BIOLOGICI CHE HANNO RUOLO MECCANICO SONO FATTI DI TESSUTO CONNETTIVO TRANNE I MUSCOLI, FATTO DA CELLULE

LA PELLE ESERCITA UNA CERTA PRESSIONE SU TUTTI GLI ORGANI E LI RACCHIUDE

IL CONNETTIVO È IL TESSUTO CHE CONNETTE OSSO, SANGUE, ADIPOSO. HANNO UNA CARATTERISTICA: TANTO MATERIALE EXTRACELLULARE E POCHE CELLULE

I TESSUTI CON RUOLO MECCANICO SONO L'OSSO (DÀ SOSTEGNO) IL TENDINE FATTO DI COLLAGENE (TRASMETTE LA FORZA CONTRATTILE DAL MUSCOLO ALL'OSSA), I VASI ANCH'ESSI FATTI DI COLLAGENE, IL MUSCOLO (UNICO TESSUTO CON RUOLO MECCANICO FATTO DI ~~CELLULE~~ CELLULE), CARTILAGINE (RIDUCE ATTRITO TRA LE OSSA), LEGAMENTI (LEGANO 2 OSSA VINCOLANDO IL MOVIMENTO), PELLE. QUELLO CHE DÀ IL SOSTEGNO SONO I COMPONENTI DELLA MATRICE (DONANO LE PROPRIETÀ MECCANICHE). LA PARTE MECCANICA DELLA PELLE È LA PARTE CONNETTIVA IN CUI CI SONO I FIBROBLASTI IMMERSI IN QUESTO MARE DI MATRICE EXTRACELLULARE

FORZE E SFORZI

STRESS O SFORZO: È PIÙ UTILE PARLARE DI SFORZO PERCHÉ VIENE NORMALIZZATA PER UNITÀ DI AREA (UNITÀ DI MISURA: Pa, N/m^2)

UNO SFORZO NON SEMPRE PRODUCE UNA DEFORMAZIONE

TIPI DI SFORZO

$$\text{SFORZO} = \frac{\text{FORZA}}{\text{AREA}} = \frac{N}{m^2} = Pa$$



TENSILE COMPRESSIVO SHEAR / TAGLIO

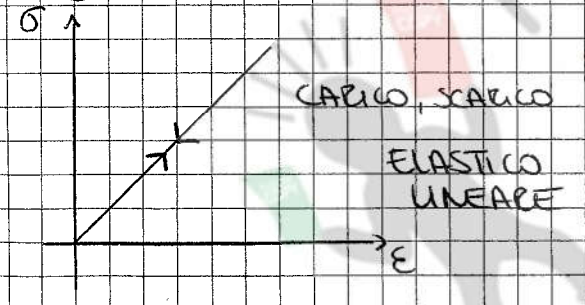
CORPI ELASTICI E VISCOELASTICITÀ

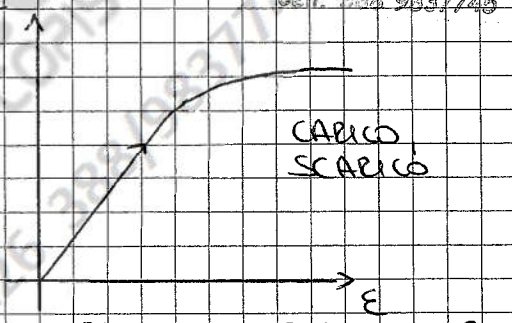
σ = STRESS = $\frac{F}{A}$ LA DEFORMAZIONE È LA LUNGHEZZA NORMALIZZATA

ε = DEFORMAZIONE $\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} = \frac{\ell}{\ell_0} - 1$

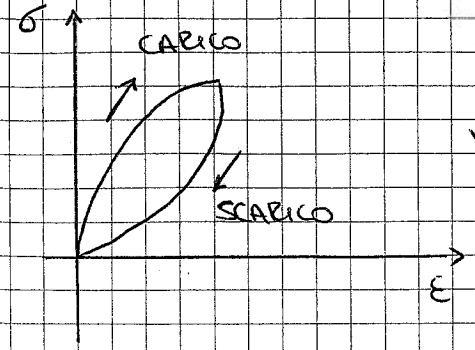
MASTER COPY
Tel. 050 8812126
Cell. 338 9337745

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ (MODULO DI YOUNG)





LA PENDENZA DELLA RETTA È PROPRIO E (MODULO ELASTICO)



VISCOELASTICO

L'AREA TRA LE 2 CURVE RAPPRESENTA LA DIFFERENZA TRA L'ENERGIA APPLICATA PER DEFORMARE E L'ENERGIA RILASCIATA IN FORMA DI CALORE DURANTE IL RILASSAMENTO = ENERGIA DISSIPATA

- PRESSIONE: FORZA PER UNITÀ DI SUPERFICIE CHE AGISCE ⊥ ALLA SUPERFICIE E DIRETTA VERSO L'INTERNO (È SEMPRE COMPRESSIVA)
- SFORZO: FORZA PER UNITÀ DI SUPERFICIE CHE PUÒ ESSERE IN PIÙ DIREZIONI. NON È NECESSARIAMENTE ⊥ ALLA SUPERFICIE

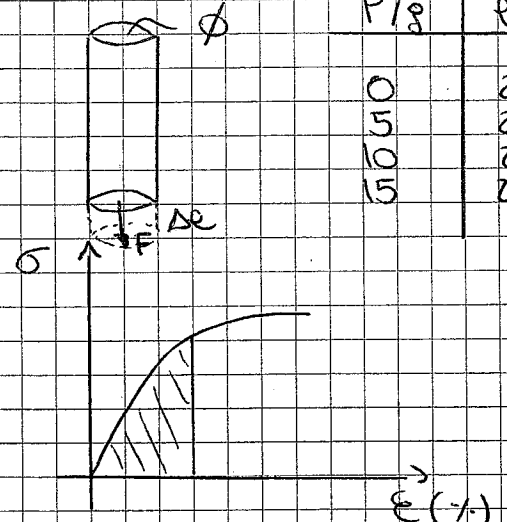
CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE

SUPPONIAMO DI AVERE UN CAPELLO LUNGO 20 cm, CON DIAMETRO DI 100 μm^2

P/g	l/cm
0	20
5	20,1
10	20,2
15	20,5

σ N	ε
0	0
$\frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{(100 \cdot 10^{-6})^2}$	$\frac{0,1}{20}$

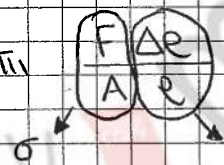
4,9 MPa



L'AREA SOTTO LA CURVA RAPPRESENTA L'ENERGIA DI DEFORMAZIONE PER UNITA' DI VOLUME DEL MATERIALE
MI DICE QUANTA ENERGIA E' SERVITA PER DEFORMARE IL MATERIALE

$$\sigma \cdot \varepsilon = \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{mm}{m} = \frac{J}{m^3}$$

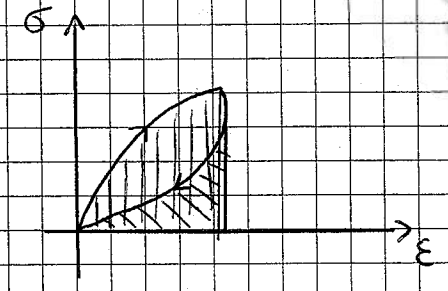
ABBIAMO INFATTI $\frac{F}{A} \cdot \frac{\Delta l}{l} = \frac{F \cdot \Delta l}{Vol}$

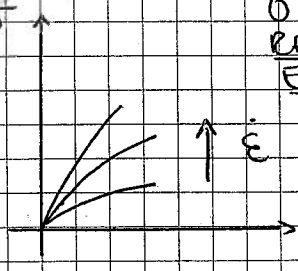


LA RIGIDEZZA MI DA' L'ENTITA' DEL MODULO ELASTICO

PROPRIETA' DEI MATERIALI VISCOELASTICI

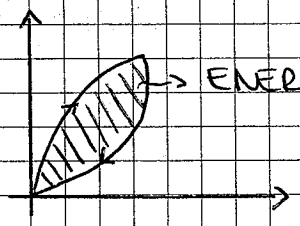
- CURVA CARICO E SCARICO DIVERSA
- DIVERSO COMPORTAMENTO A DIVERSE VELOCITA' DI DEFORMAZIONE $\dot{\varepsilon}$





$\sigma = m\dot{\varepsilon}$ LA RELAZIONE TRA σ E $\dot{\varepsilon}$ DIPENDE DALLA VELOCITA' CON CUI IL MATERIALE E' DEFORMATO

LA PARTE DI ENERGIA DISSIPATA E' LA DIFFERENZA DI ENERGIA TRA CARICO E SCARICO



NON TUTTA L'ENERGIA VIENE IMPIEGATA PER DEFORMARE, MA ANCHE PER VINCERE L'ATTRITO DELLE CATENE DEI MATERIALI POLIMERICI

MASTER COPY
Tel. 050 831 21 26
Cell. 388 9837745

LA COMPONENTE PIÙ IMPORTANTE È L'ACQUA (SOLO NELL'OSSO HA UN RUOLO MINORE)

IL TESSUTO CONNETTIVO È COMPOSTO DA: ECM + CELLULE + H_2O

↓

MATRICE EXTRACELLULARE

- PROTEINE STRUTTURALI
- PROTEINE SPECIALIZZATE (PER ADESIONE) CUI SI ATTACCANO LE CELLULE
- MUCOPOLISACCARIDI: NELLA PARTE CENTRALE C'È UNA PROTEINA CHE CONDATA DA "PELI" DI ZUCCHERI FORMATI DA UNITÀ RIPETUTE DI DISACCARIDI QUESTI POLISACCARIDI SONO I GAG

I PROTEOGLICANI SONO MOLTO COMPLESSI CON ALTO PESO MOLECOLARE — GLICOSAMMINOGLICANI

PROTEOGLICANI = GAG + PROTEINE

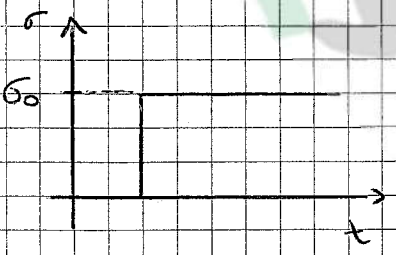
I GAG HANNO CARICA NEGATIVA E ATTRAGGONO Na^+ E QUINDI L'ACQUA (H_2O) CHE È SEMPRE ASSOCIATA AL Na NEL LIQUIDO EXTRACELLULARE. I GAG SONO ALTAMENTE VISCOSI E SI ESTENDONO E LEGANO ANCHE LA MEMBRANA CELLULARE. GRAZIE ALL'ACQUA SONO INCOMPRIMIBILI

MATERIALI VISCOELASTICI

$$\int_0^{\varepsilon_p} \sigma_{carico}\, d\varepsilon - \int_{\varepsilon_p}^{0} \sigma_{scarico}\, d\varepsilon \neq 0$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312120
Cell. 388 9837745

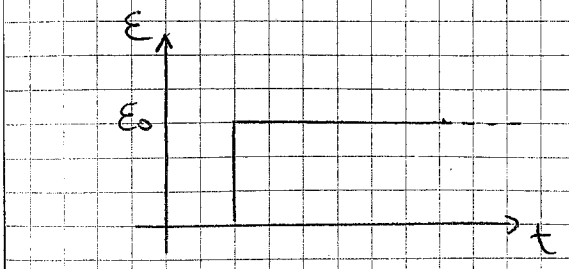
UN'ALTRA PROPRIETÀ È IL • CREEP



SI MANIFESTA QUANDO IL CORPO È SOGGETTO A SFORZO COSTANTE NEL TEMPO
È IL FENOMENO DI DEFORMAZIONE DI UN MATERIALE QUANDO È SOTTOPOSTO A SFORZO COSTANTE

• STRESS - RELAXATION

SE APPLICO UNA DEFORMAZIONE COSTANTE E OSSERVO QUANTA FORZA MI SERVE PER MANTENERE TALE DEFORMAZIONE, E OSSERVO CHE LA FORZA DIMINUISCE.



ALTRA PROPRIETA' E' CHE SONO TUTTI MATERIALI DISSIPATIVI, PERCHE' DIPENDONO DAL TEMPO (αt)

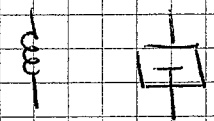
- IL NUMERO DI DEBORA SI UTILIZZA PER CARATTERIZZARE IL TEMPO DI RISPOSTA DEL MATERIALE RISPETTO AL TEMPO DELL'ESPERIMENTO

$$DEBORA = \frac{t.\ MATERIALE}{t.\ ESPERIMENTO}$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 328 9837745

SE NUMERO DI DEBORA E' (ALTO) → (ELASTICO)
SE E' (BASSO) → VISCOELASTICO / FLUIDO

PARAMETRI CONCENTRATI



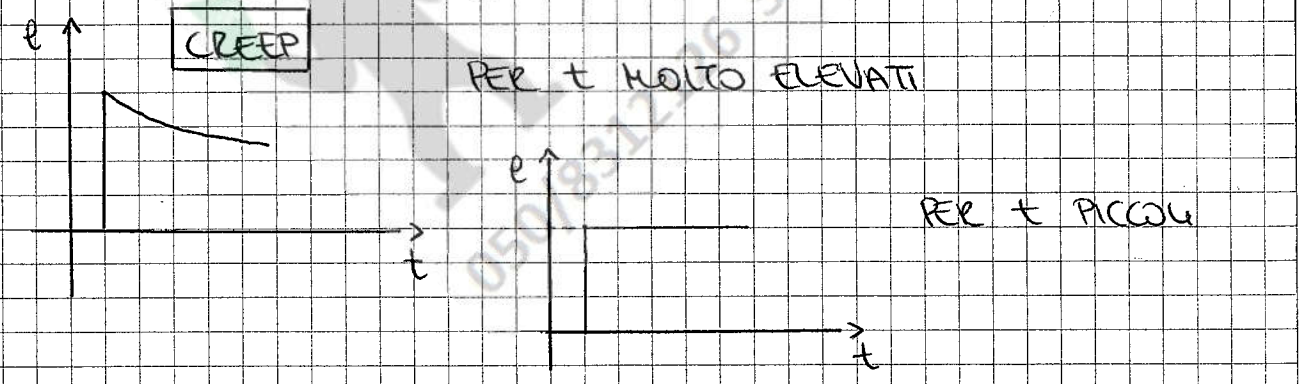
MOLLE PISTONI

PER STUDIARE IN MODO MATEMATICO IL COMPORTAMENTO VISCOELASTICO METTENDO IN SERIE (PARALLELO MOLLE E SMORTATORI (PISTONI)

PER LE MOLLE ABBIAMO LA LEGGE DI HOOKE: $\sigma = E\varepsilon$
PER I PISTONI ABBIAMO UNO SFORZO CHE DIPENDE DALLA VELOCITA' DI DEFORMAZIONE

$$\sigma = \mu \frac{d\varepsilon}{dt} = \mu \dot{\varepsilon}$$

LA RISPOSTA DI UN MATERIALE BIOLOGICO SOTTO CREEP O STRESS-RELAXATION E':



VOGLIO VALUTARE:

- CREEP
- SR
- $\dot{\varepsilon}$

PER LA MOLLA HO:

