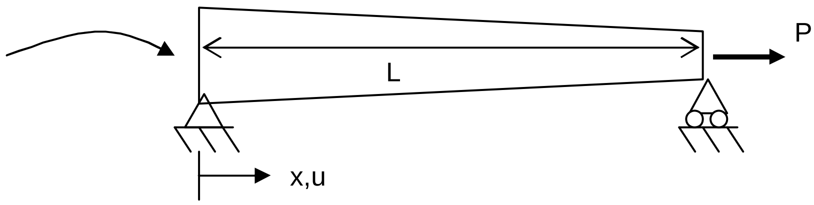
CI 72E INTRODUCCION AL ANALISIS NO LINEAL DE ESTRUCTURAS

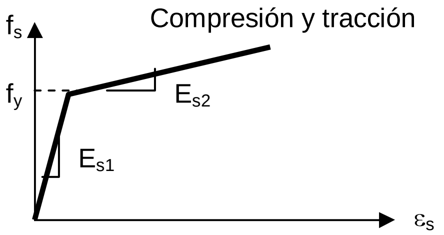
TAREA N°4 (Entrega: 29/octubre)

Considere una biela apoyada como se indica en la figura. Asuma que la biela tiene una variación de su área según la siguiente expresión:

$$A(x) = \frac{A_o x_o}{x + x_o}$$



La curva tensión-deformación del material (acero) viene dada por:



f_y = 420 MPa
E_{s1} = 200.000 MPa
E_{s2} = 20.000 MPa

(a) Resuelva la ecuación diferencial que describe el desplazamiento de la barra considerando el material no-lineal. Para ello recuerde que:

$\dfrac{dF(x)}{dx} + f(x) = 0$, donde $F(x) = E_{s1} A \varepsilon_s = E_{s1} A \dfrac{du}{dx}$ para material en rango lineal-elástico

y $F(x) = A\left(f_y + E_{s2}\left(\dfrac{du}{dx} - \dfrac{f_y}{E_{s1}} \right) \right)$ para material en rango no lineal (según la curva específica tensión vs. deformación descrita). Solo considere carga monotónica creciente.

(b) ¿Cuál es la matriz de rigidez para el rango elástico que resuelve el problema en forma exacta cuando se consideran solo 2 grados de libertad (en x=0 y x=L)?

(c) Implemente una rutina en Matlab (o similar) que permita determinar la curva P versus u(x=L). Para ello determine la ecuación algebraica linealizada en la variable **u** que permite resolver el problema para **N** grados de libertad (N-1 elementos). Considere los siguientes valores: A_o = 1000 mm^2 x_o = 10000 mm L = 10000 mm

Asuma que la carga resultante axial varía de P = 0 a 450 kN. Considere que la variación se hace en 100 intervalos. Para cada intervalo realice las iteraciones que sean necesarias para alcanzar una tolerancia de 0.1, donde el error es medido como E = |[dP^{aprox}-dP^{exacto}]| con dP en [kN]. Para la discretización (integración) subdivida el elemento en 1, 3 y 10 segmentos e integre utilizando 1 punto de Gauss.

Grafique los resultados de las curvas P versus u(x=L), para las distintas discretizaciones, y para la solución exacta obtenida en (a). Además, determine el error como: E(i)= $(u(L)^{aprox}-u(L)^{exacto})_i$, donde el índice i representa el intervalo respectivo. Grafique $|E| = \sqrt{\sum E(i)^2}$ versus el número de elementos usados. Discuta sus resultados. Entregue un listado de su código computacional.

(d) Verifique su análisis (parte c) utilizando OpenSees. Grafique P versus u(x=L).