

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

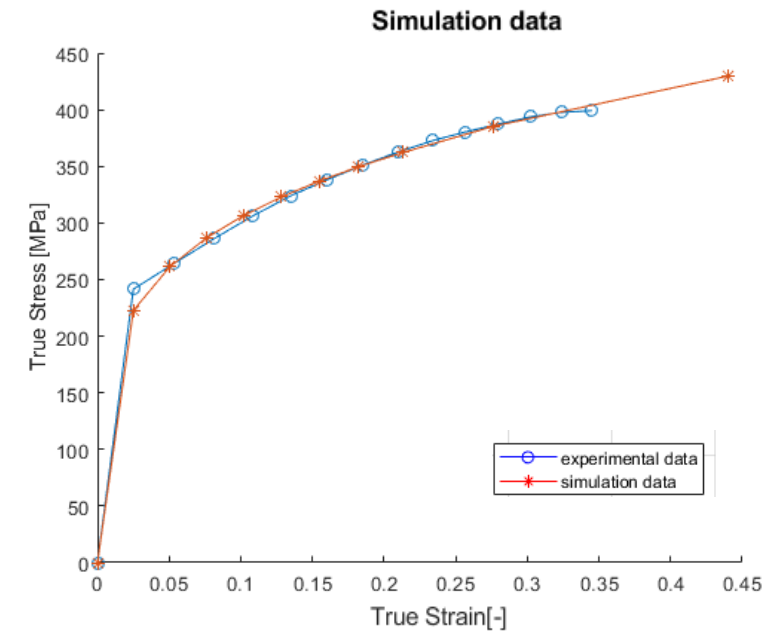
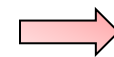
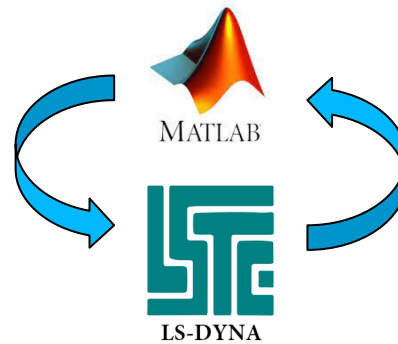
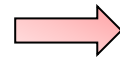
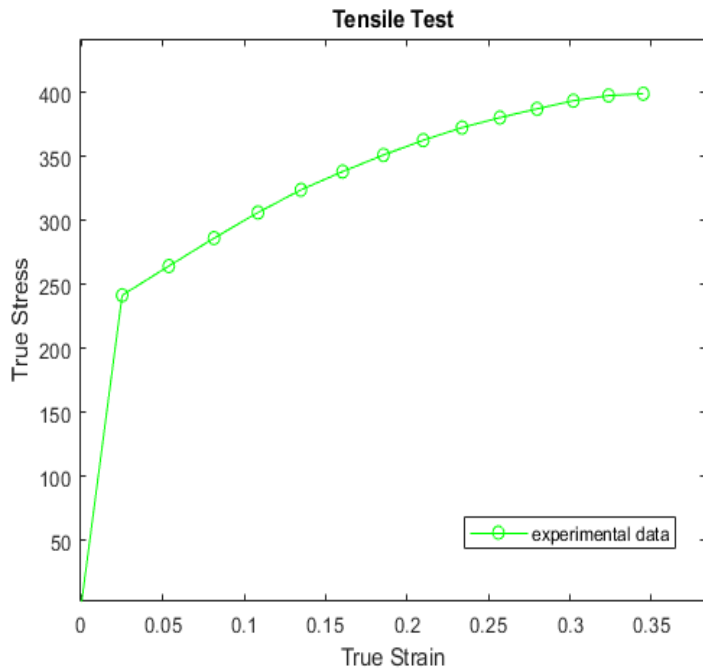
***Relazione per la prova finale
«Sviluppo di un processo di
ottimizzazione numerica per modelli
reologici di materiali metallici »***

Tutor universitario: *Prof. Enrico Simonetto*

Laureando: *Matteo Sorato*

Padova, 06/09/2023

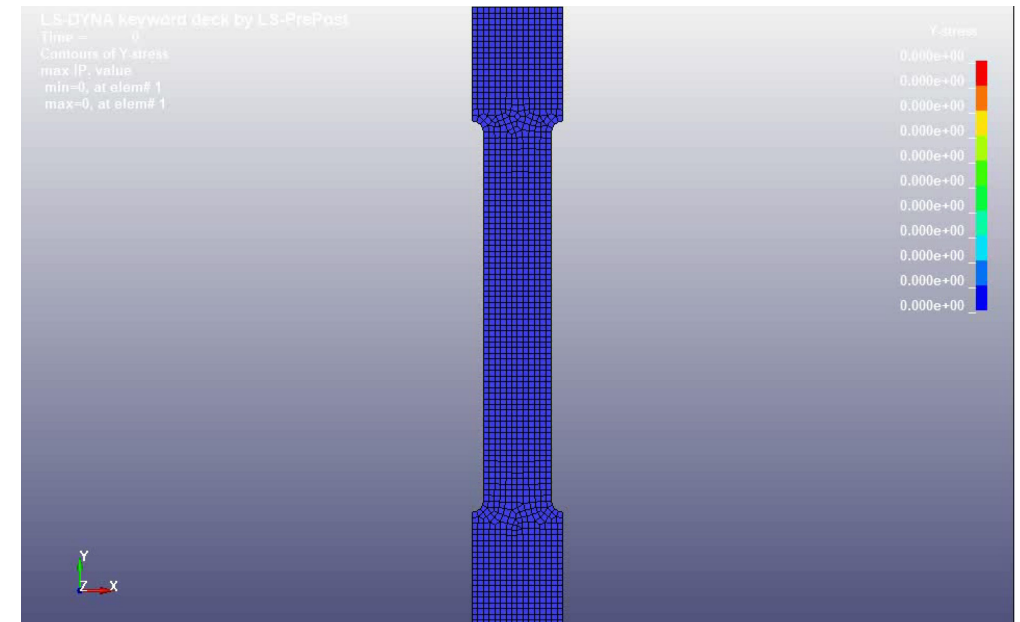
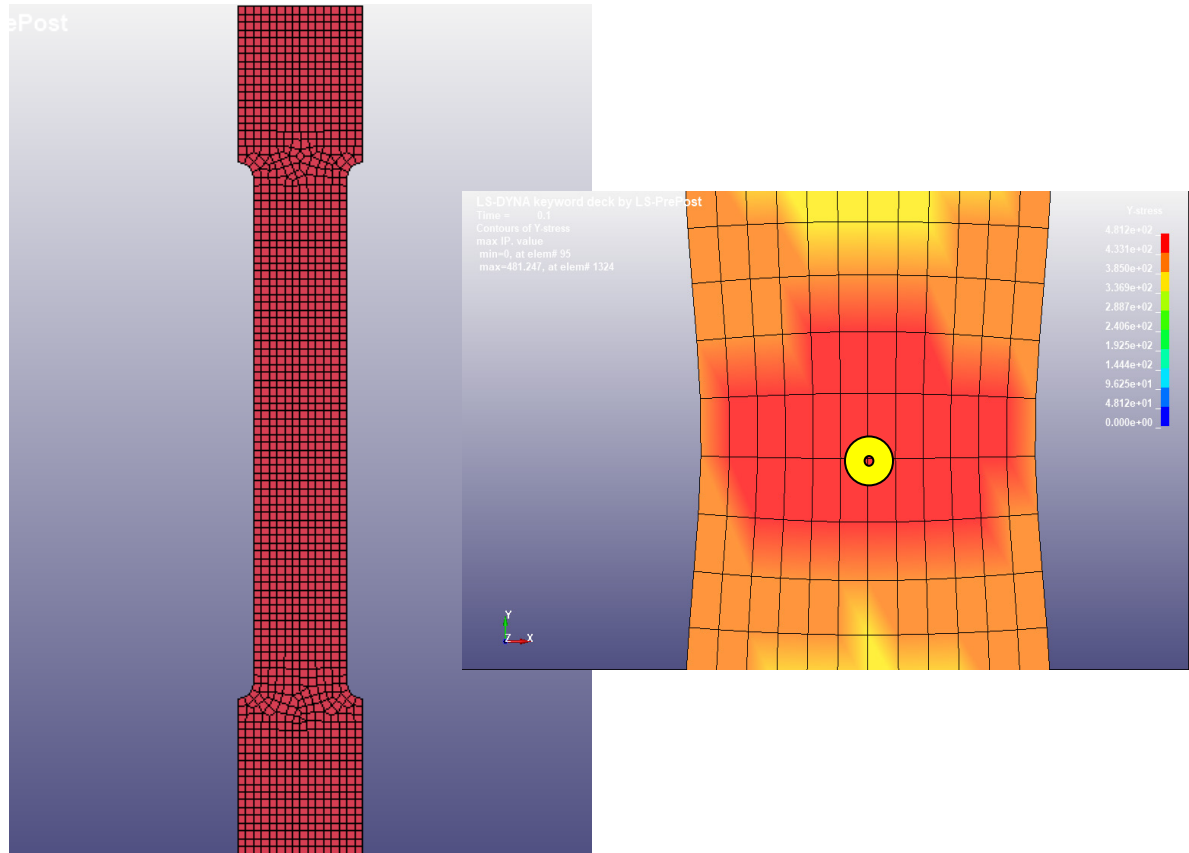
L'obiettivo della tesi è stato sviluppare un metodo numerico che ottimizzi il modello di Hollomon con un procedimento iterativo tramite simulazioni FEA



Al materiale del provino viene assegnato da comportamento elasto-plastico con dei valori arbitrari delle costanti 'K' ed 'n' del modello di Hollomon.

$$\sigma = K \varepsilon^n$$

Legge di Hollomon



Il codice può essere suddiviso nelle seguenti parti:

1. Impostazione e lancio della simulazione FEA
2. Lettura e formattazione dati di output
3. Ottimizzazione
 - Calcolo dei residui
 - Iterazione

```

clc;clear;

Letture dati

T_0 =readlines('elout');
T_val_exp_0=readtable('Prova_trazione_sperimentale_corta.xlsx');
T_val_exp_0=renamevars(T_val_exp_0,[1 2],["True Strain","True Stress"]);
strings_file_k = readlines('Trazione_freddo.k');
table_file_k = readtable('Trazione_freddo.k','FileType','text','Delimiter','
','ReadVariableNames',false,'Format','%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s
%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s
%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s%s');

Kmax = 900.0000;
Kmin = 200.0000;
nmax = 0.5000;
nmin = 0.1000;

%la funzione table_values raccogli di dati di strain, stress, time della
%simulazione su LS Dyna in una tabella
[T_val_sim] = table_values(T_0);

Kmax = round(Kmax,4);
Kmin = round(Kmin,4);

%calcolo delta Kmax
table_file_k_Kmax = sost_val(Kmax,nmax,strings_file_k,table_file_k);
writetable(table_file_k_Kmax,'Trazione_freddo_Kmax.k','FileType','text','WriteVariab
leNames',false,'Delimiter',' ');
system('D:\LSDYNA\program\ls-dyna_smp_s_R11_1_0_winx64_ifort160.exe
I=C:\Users\soramati7337\Desktop\Script_completo\Trazione_freddo_Kmax.k');
T_0 =readlines('elout');
[T_val_sim_Kmax] = table_values(T_0);
T_val_sim_Kmax = removevars(T_val_sim_Kmax,"Time");
[delta_2,scarti_2]=calcolo_delta(T_val_sim_Kmax,T_val_exp_0);

%calcolo delta Kmin
table_file_k_Kmin = sost_val(Kmin,nmax,strings_file_k,table_file_k);
writetable(table_file_k_Kmin,'Trazione_freddo_Kmin.k','FileType','text','WriteVariab
leNames',false,'Delimiter',' ');
system('D:\LSDYNA\program\ls-dyna_smp_s_R11_1_0_winx64_ifort160.exe
I=C:\Users\soramati7337\Desktop\Script_completo\Trazione_freddo_Kmin.k');
T_0 =readlines('elout');
[T_val_sim_Kmin] = table_values(T_0);
T_val_sim_Kmin = removevars(T_val_sim_Kmin,"Time");
%tolgo l'origine in zero
T_val_sim = T_val_sim(2:end,:);
    
```



```

*MAT_POWER_LAW_PLASTICITY_TITLE
Hollomon
$#      mid      ro      e      pr      k      n      src      srp
        47.83000E-9 205000.0 0.33 540.0000 0.2002 0.0      0.0
$#      sigy      vp      epsf
        0.0        0.0        0.0
    
```



```

element stress calculations for time step 20000 ( at time 1.99990E-02 )

element materl(local)
ipt-shl stress state
      sig-xx      sig-yy      sig-zz      sig-xy      sig-yz      sig-zx      plastic
      state
1326- 1
1- 16 plastic 3.3163E+02 -1.3560E-02 0.0000E+00 5.7657E-04 4.2757E-04 -1.7028E-03 5.3266E-02
2- 16 plastic 3.3163E+02 -1.2753E-02 0.0000E+00 1.0310E-03 4.2758E-04 -1.7030E-03 5.3266E-02
3- 16 plastic 3.3163E+02 -1.1688E-02 0.0000E+00 1.7840E-03 4.2759E-04 -1.7032E-03 5.3266E-02
4- 16 plastic 3.3163E+02 -1.0395E-02 0.0000E+00 2.7340E-03 4.2760E-04 -1.7034E-03 5.3266E-02
5- 16 plastic 3.3163E+02 -8.9252E-03 0.0000E+00 3.7528E-03 4.2762E-04 -1.7037E-03 5.3266E-02
6- 16 plastic 3.3163E+02 -7.5760E-03 0.0000E+00 4.7029E-03 4.2764E-04 -1.7040E-03 5.3266E-02
7- 16 plastic 3.3163E+02 -6.5062E-03 0.0000E+00 5.4559E-03 4.2765E-04 -1.7042E-03 5.3266E-02
8- 16 plastic 3.3163E+02 -5.8717E-03 0.0000E+00 5.9103E-03 4.2765E-04 -1.7043E-03 5.3266E-02

strains (local)
      eps-xx      eps-yy      eps-zz      eps-xy      eps-yz      eps-zx
1326- 1
lower ipt 5.4884E-02 -2.7168E-02 -2.7166E-02 3.9844E-07 4.7163E-10 -9.8945E-09
upper ipt 5.4884E-02 -2.7168E-02 -2.7166E-02 5.0445E-07 4.7163E-10 -9.8945E-09
  
```

True Strain	True Stress
0	0
0.0251	222.6800
0.0505	261.3100
0.0760	286.7100
0.1018	306.4000
0.1281	322.7600
0.1548	336.8900
0.1824	349.6900
0.2133	362.2600
0.2766	385.3700
0.4402	429.7000

Calcolo delta

```

lunghezza_2 = size(T_val_exp_0,1);
lunghezza_1 = size(T_val2,1);

%definisco i vettori curva_lunga(quella con più acquisizioni) e
%curva_corta(quella con meno acquisizioni)
if lunghezza_1>lunghezza_2
    curva_lunga = T_val2{:, :};
    curva_corta = T_val_exp_0{:, :};
else
    curva_lunga = T_val_exp_0{:, :};
    curva_corta = T_val2{:, :};
end

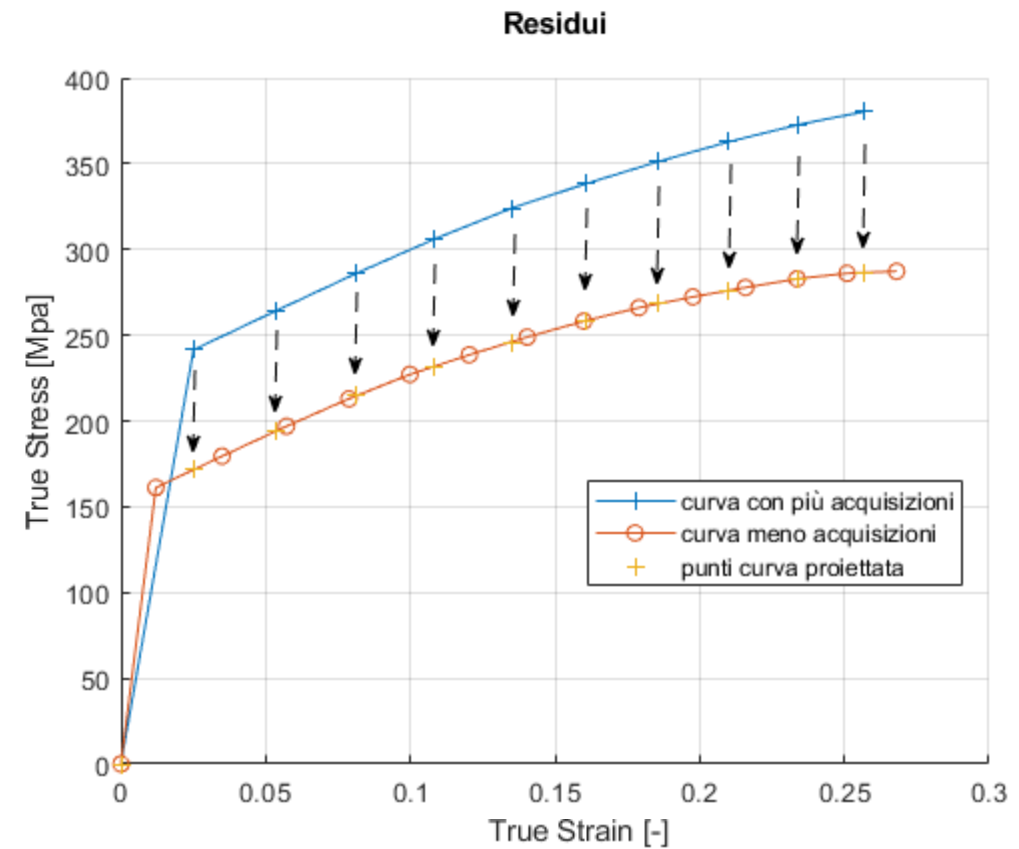
%elimino eventuali valori della curva lunga maggiori dell'ultimo valore
%della curva corta
tagli = curva_lunga(:,1) <= curva_corta(end,1);
curva_lunga = curva_lunga(tagli,:);

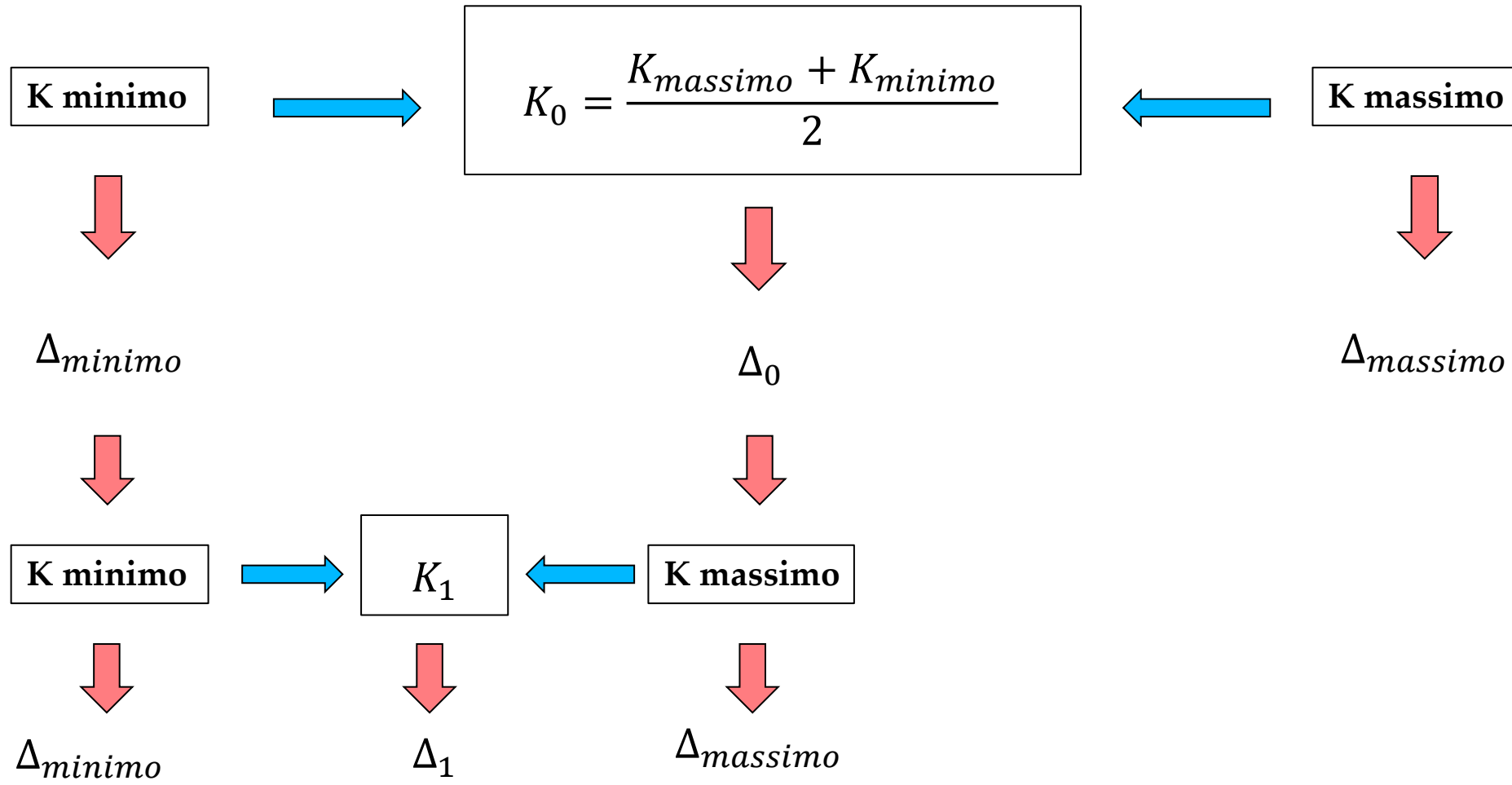
% 'proietto' ogni punto della curva_lunga sulla curva_corta definendo così
% la curva proiettata
for i = 1:size(curva_corta,1)-1
    for k = 1:size(curva_lunga,1)
        if curva_lunga(k,1) >= curva_corta(i,1) && curva_lunga(k,1) <=
curva_corta(i+1,1)
            p = polyfit(curva_corta(i:i+1,1),curva_corta(i:i+1,2),1);
            curva_proiettata(k,1) = curva_lunga(k,1);
            curva_proiettata(k,2) = polyval(p,curva_lunga(k,1));
        end
    end
end

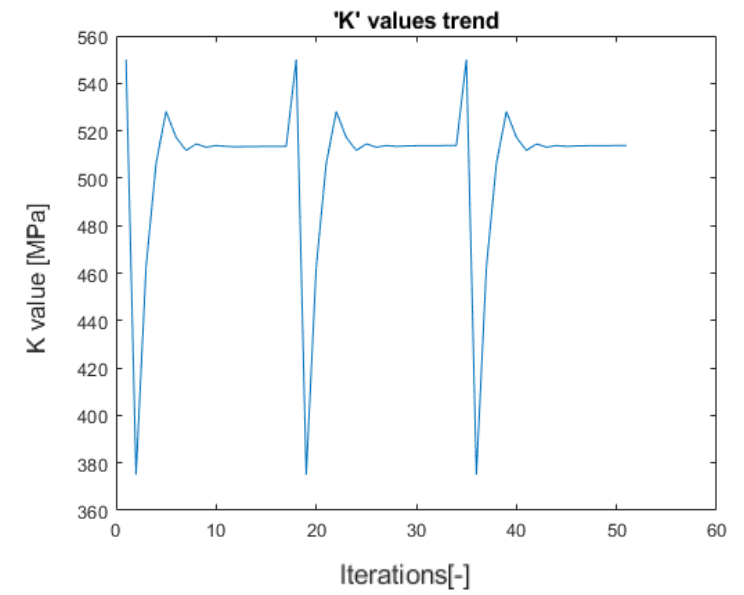
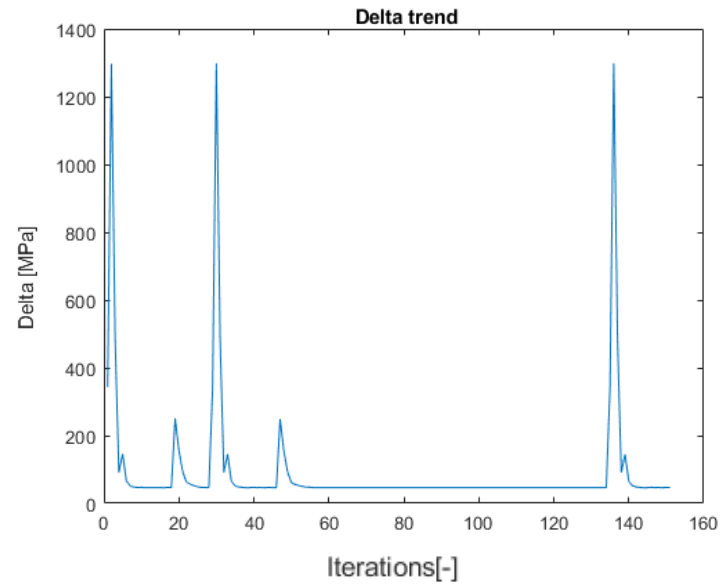
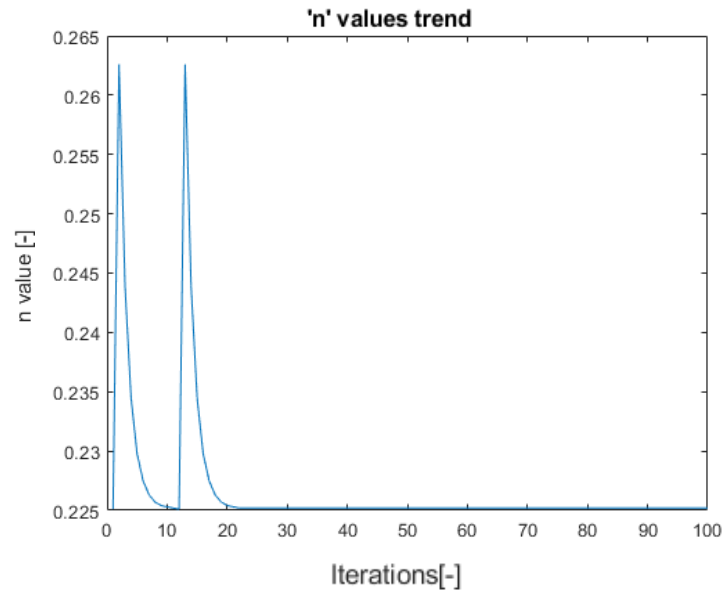
grid on
hold on
plot(curva_lunga(:,1),curva_lunga(:,2),'Marker','+')
plot(curva_corta(:,1),curva_corta(:,2),'Marker','o')
plot(curva_proiettata(:,1),curva_proiettata(:,2),Marker="+",LineStyle="none")
legend('curva corta','curva lunga','punti curva proiettata')

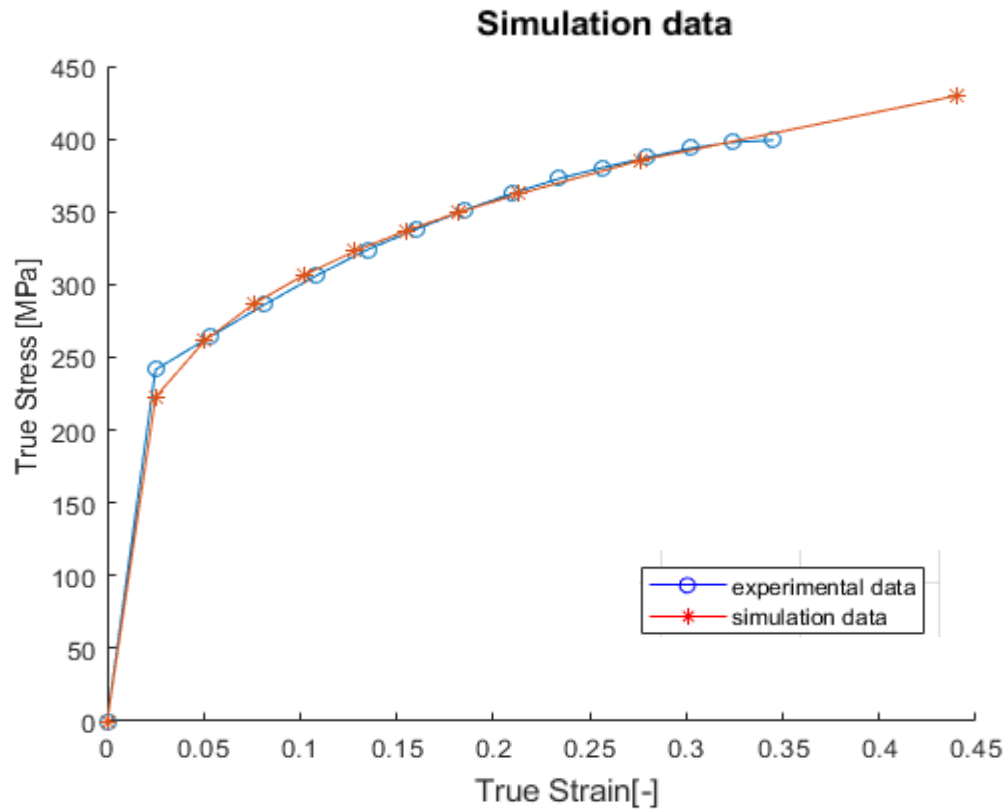
% calcolo gli scarti per ogni punto nel vettore err_assoluto
scarti = abs(curva_proiettata(:,2)-curva_lunga(:,2));

% sommo i valori assoluti degli scarti
delta = sum(scarti);
    
```









	K [Mpa]	n [-]
Metodo minimi quadrati Matlab	506.376	0.2168
Metodo numerico con simulazioni FEA	509.761	0.0225