

PROVE SULLE MATASSE ELASTICHE

Tullio Argentini - Giorgio Callegari - Filippo Surace - Club NIKE (1/97)

- PREMESSA.

Oggetto della presente ricerca è la caratterizzazione della qualità d'elastico per aeromodelli, attualmente disponibile sul mercato (FAI TAN 2), nelle sue varie forniture, in rapporto alle qualità precedentemente in uso (Pirelli, FAI TAN 1). Si è cercato di perseguire questo scopo attraverso la determinazione della energia di restituzione, delle possibilità di carica e del momento motore.

- ATTREZZATURA DI PROVA.

Gli strumenti adottati per l'effettuazione delle prove sono:

- Banco dinamometrico costituito da un dinamometro lineare al quale viene agganciata la matassa in prova, da una barra graduata per la misura delle lunghezze e da un arganello di trazione, con possibilità di blocco.
- Bilancina di precisione a piatti.

- METODOLOGIA DI PROVA.

Le prove pratiche sono state effettuate tutte a trazione con la procedura qui sotto descritta.

- Determinazione della sezione del filo elastico da sottoporre a prova: sono stati pesati accuratamente i singoli campioni, di lunghezza nota, generalmente corrispondenti a poco più della lunghezza dell'anello, semplice o doppio, da provare e se ne è calcolata la sezione S assumendo la densità convenzionalmente pari ad 1. La densità reale è leggermente inferiore ($2 \div 4$ %): questo comporta un lieve errore sul calcolo della sezione dalla quale deriva uno scostamento dei valori di giri di carica possibili ($1 \div 2$ % in meno), una lieve riduzione della tensione di rottura, mentre il valore dell'energia restituita è corretto, come si può dedurre dalle formule esposte nella trattazione teorica di Filippo Surace, presentata in altra parte del presente Convegno; gli errori sono, senz'altro, inferiori a quelli dovuti alle irregolarità di fabbricazione presentate dal filo elastico su tutta la sua lunghezza, malgrado si siano pesati separatamente i singoli campioni di filo.

- Preparazione dei campioni: gli spezzoni di filo, dei quali si era precedentemente determinata la sezione, sono stati annodati, come si usa comunemente per la preparazione delle matasse, con l'accorgimento di bloccare la possibilità di scorrimento del nodo durante la prova di trazione (che falserebbe i risultati della misura degli allungamenti) mediante l'applicazione di una goccia di cianoacrilato sulle estremità del filo, esterne all'anello.

Le matassine di prova, normalmente composte da due o, preferibilmente, quattro fili, vengono misurate per determinare il valore della lunghezza iniziale L_0 e lubrificate.

- Determinazione del carico di rottura: la prova viene effettuata su almeno tre campioni determinandone il valore del carico di rottura e la corrispondente lunghezza L_{rt} ; vengono calcolati i valori della tensione di rottura σ_{rt} e dell'allungamento a rottura λ_{rt} . La determinazione del carico di rottura si è dimostrata particolarmente difficoltosa a causa di frequenti cedimenti anomali, dovuti a sovraccarico nei nodi od a difetti del filo, per cui non ci può essere grande esattezza nei valori della tensione di rottura; ciò comporta una piccola inesattezza anche nei valori dell'allungamento a rottura che si riflette sui valori di energia trovati (inesattezze, comunque, che sono sempre per difetto).

- Determinazione della curva tensione-allungamento: i singoli campioni, installati sul banco dinamometrico, sono stati allungati fino a $0,9\lambda_{rt}$ e mantenuti in tensione per 3 min allo scopo di simulare il periodo di attesa prima del lancio. Si è potuto, infatti, constatare che tempi di attesa più elevati non comportano ulteriori, apprezzabili, variazioni del carico, salvo rottura imputabile a difetti locali del filo. Trascorso il tempo d'attesa, si è proceduto al rientro progressivo con rilevamento dei parametri carico C e lunghezza L_c in un numero di punti sufficiente a definire la curva di scarica. Da questa si è ricavata, mediante calcolo, la curva tensione-allungamento utilizzando le formule seguenti:

$$\sigma = \frac{C}{S} \qquad \lambda = \frac{L_c}{L_0} - 1$$

- Determinazione dei valori dell'energia di restituzione: sono stati calcolati per integrazione del diagramma tensione-allungamento, utilizzando il programma di Filippo Surace, descritto nella memoria sopra citata.

- Determinazione del momento motore: i calcoli relativi sono stati effettuati mediante le formule riportate nella citata memoria; è interessante notare come i valori del momento siano funzione della sola sezione della matassa e indipendenti dagli altri parametri che la caratterizzano.

- Determinazione dei giri adimensionali e dei giri di carica della matassa reale: i valori dei giri adimensionali sono stati calcolati sempre con le formule della sopracitata teoria Surace (in particolare vedere la tabella a pag. 19 e 20).

Il parametro giri adimensionali a rottura è di estremo interesse, in quanto consente l'immediato calcolo del valore di giri a rottura di qualsiasi matassa reale utilizzando la relazione:

$$N_r = \frac{n_r \sqrt{l^3}}{\sqrt{v}}$$

ove: N_r = giri di carica a rottura

n_r = giri adimensionali a rottura

l = lunghezza della matassa, espressa in cm

v = volume della matassa (nel nostro caso, essendo stata assunta una densità pari ad 1, v coincide con il peso, espresso in g, della matassa non lubrificata).

- QUALITA' DI GOMMA ESAMINATE.

Sono stati sottoposti a prove i seguenti tipi di gomma:

- PIRELLI '76 (prove eseguite all'epoca);

- FAI TAN 1 3/16" febbraio '94;

- FAI TAN 2 1/8" ottobre '94.

- FAI TAN 2 3/16" novembre '94;

- FAI TAN 2 1/8" gennaio '96;

- FAI TAN 2 1/8" agosto '96;

- FAI TAN 2 3/16" agosto '96.

Si precisa che i riferimenti sono relativi alla data di disponibilità e non a quella di produzione.

Le prove sono state effettuate, di norma alla temperatura di 24° salvo in alcuni casi in cui sono state ripetute anche a 15°; su alcune campionature si sono rilevate le curve di restituzione in caso di seconda carica, previa rideterminazione del carico di rottura.

- ANALISI DEI RISULTATI.

I risultati delle prove sono illustrati nel dettaglio, negli allegati da 1 a 36, ove, per ciascuna serie di prove vengono riportati i diagrammi tensione/allungamento (σ/λ), momento/giri in forma adimensionale (momento/giri) ed il quadro riassuntivo comprendente vari parametri caratteristici, in particolare quelli relativi ai giri adimensionali a rottura e la corrispondente energia, ed un tabulato ove sono elencati i valori relativi di λ , σ , energia e numero di giri riferiti ai corrispettivi valori alla rottura.

Nella tabella a pag. 6 vengono riassunti, per maggior chiarezza, i dati relativi ai giri adimensionali a rottura ed all'energia a rottura per i vari campioni testati, con riferimento agli allegati.

Sulla base dei risultati delle varie prove eseguite si possono trarre le seguenti considerazioni:

- I valori dei giri adimensionali sono di 8,64 per la Pirelli e di 10,55 per la TAN 1 (+22%). Per quanto riguarda la TAN 2, essendo di interesse attuale, sono state eseguite prove su diverse forniture e si è potuto constatare che tale valore varia da 13,25 a 14,79 (+25%÷+40% rispetto al TAN 1 e +53%÷+71% rispetto al Pirelli).

- I livelli energetici riscontrati sono di 1245 kg m/kg per la Pirelli contro 1387 kg m/kg per la TAN 1 con un incremento pari all'11% che ha costituito già un buon miglioramento, specie in considerazione dell'aumento dei giri di carica sopportabili (miglior possibilità di sfruttamento dell'energia restituita). Per la TAN 2 i valori di energia riscontrati sono alquanto variabili da partita a partita, cosa nota, del resto, agli utilizzatori; si sono riscontrati valori compresi tra 1589 e 1741 kg m/kg con incremento del 15%÷26% rispetto alla TAN 1. Questo aumento energetico, unitamente al notevole incremento dei giri di carica sopportabili, ha determinato un deciso salto di qualità di questo tipo di elastico rispetto ai precedenti. Va comunque rilevato che, a fronte di questi risultati molto buoni (in alcune partite, non in nostro possesso, sono stati riscontrati valori ancora migliori) si trovano alcune forniture di caratteristiche decisamente inferiori, sia per il livello energetico, sia per i giri (allegati 7÷9 e 22÷24): si noti che le qualità 1/8" (allegati 22÷24) e 3/16" (allegati 25÷33), acquistate contemporaneamente nell'agosto '96, presentano caratteristiche ben differenti fra loro, il che fa pensare che si tratti di produzioni diverse.

- Dai diagrammi del momento si rileva che l'andamento di quest'ultimo, specialmente per la FAI TAN 2, presenta un lungo tratto a valore quasi costante, una caratteristica, questa, che favorisce la messa a punto della salita del modello.

- Per alcune partite, dopo l'esecuzione delle prove non distruttive, i campioni sono stati conservati e lasciati a riposo per un tempo abbastanza lungo e quindi sottoposti ad un secondo ciclo di verifiche, con il ricontrollo, sia dei valori della rottura, sia della caratteristica di restituzione; le differenze riscontrate, in termini di energia, sono trascurabili, con qualche vantaggio sui giri di carica come, del resto, noto nella pratica.

- Sono state condotte alcune prove a temperatura inferiore (15° contro 24°), con risultati abbastanza simili, le uniche differenze consistendo, forse, in allungamenti lievementi minori, anche in considerazione del fatto che i due livelli termici non sono molto diversi. Non si sono, invece, condotte prove con il preriscaldamento della gomma, in quanto, attualmente, vietato dal regolamento.

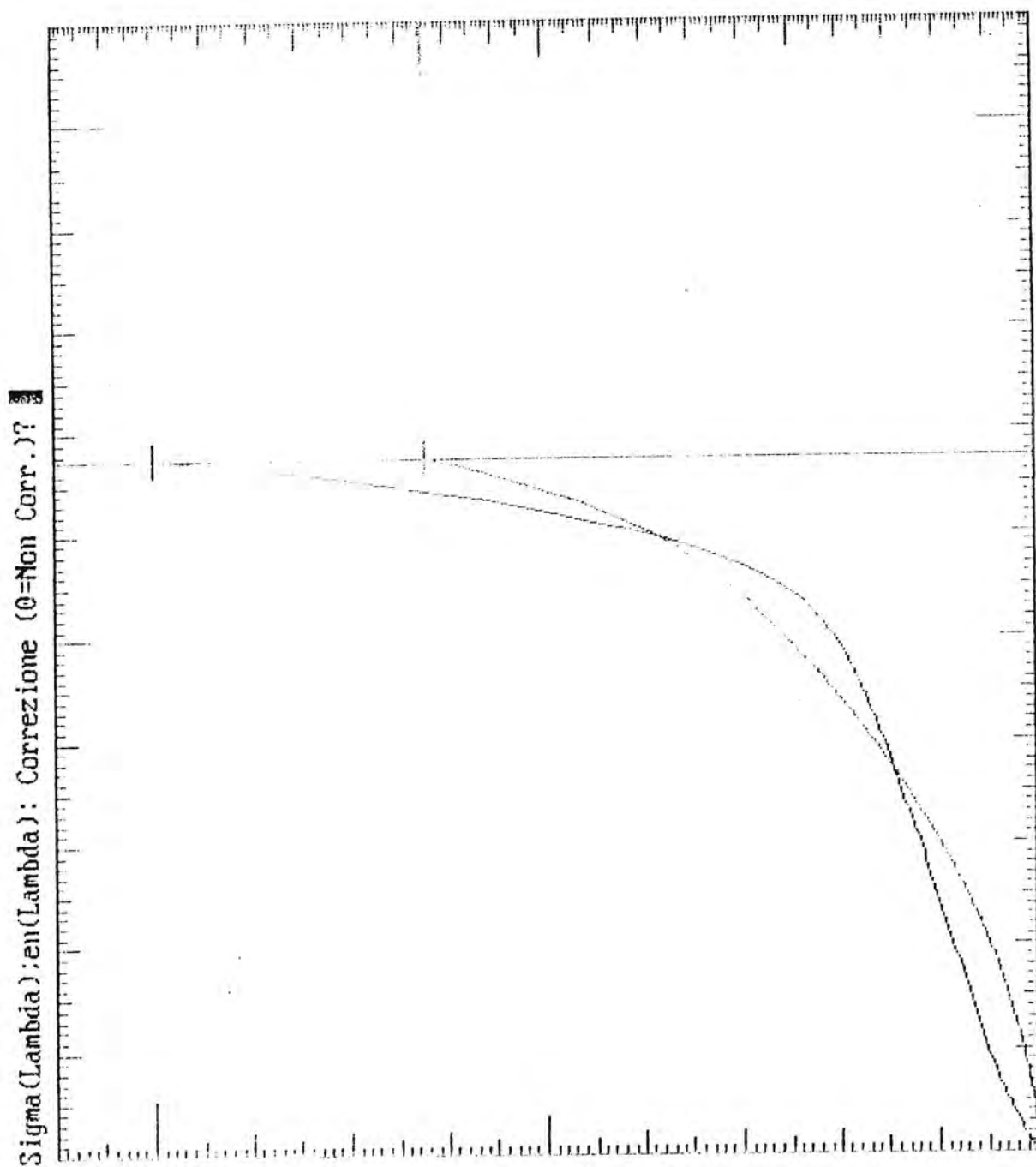
- Negli allegati 34÷36 sono riportati i risultati di una interessante verifica, ottenuti per deduzione, delle caratteristiche energetiche della gomma partendo dai dati sperimentali momento/giri rilevati su di una matassa reale. Sulla base dei valori forniti dall'amico Toni Sanavio, misurati, mediante torsiometro, su di una matassa per F1B ritenuta di ottima qualita, caricata secondo la normale procedura di gara, si sono calcolati i parametri relativi alla corrispondente verifica a trazione, ottenendo una perfetta conferma della validita' della teoria Surace. I valori calcolati risultano essere di 13,5 per i giri adimensionale e di 1819 kg m/kg per l'energia.

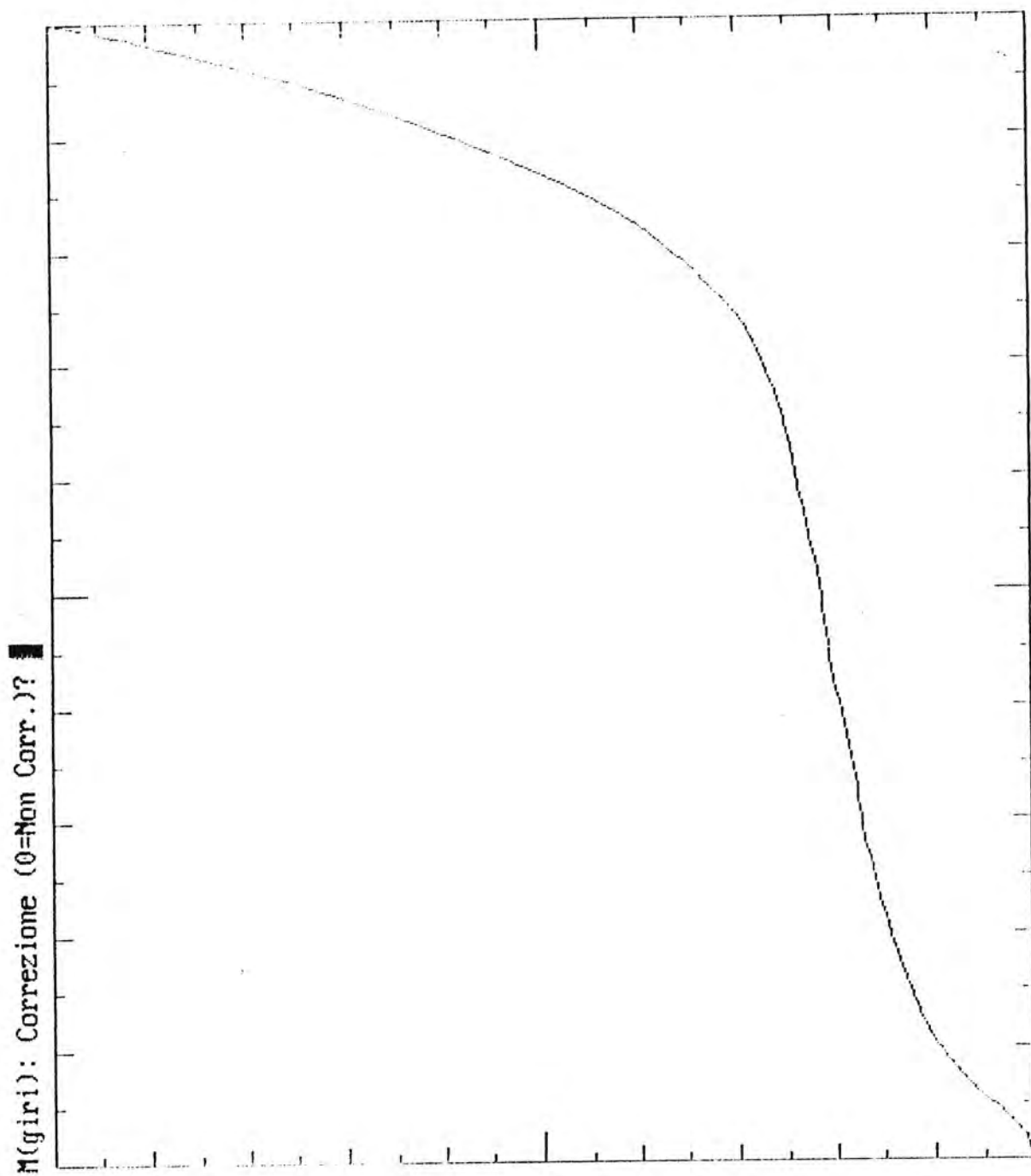
- BIBLIOGRAFIA.

- Analisi teorica del comportamento di una matassa elastica - Filippo Surace - 11/'96
- Dati sperimentali rilevati su matassa F1B - Antonio Sanavio - anno 1996
- Dati sperimentali rilevati a trazione su elastico Pirelli - Tullio Argentini, Giorgio Baracchi, Giorgio Callegari, Filippo Surace - anno 1976

**TABELLA RIASSUNTIVA DELLE
PROVE EFFETTUATE**

ALLEGATO N.°	QUALITA' ELASTICO	TEMPERATURA °C	GIRI ADIMENSIONALI	ENERGIA kg m/kg	NOTE
1÷3	PIRELLI 1X3 '76	24	8,64	1245	
4÷6	FAI TAN 1 1/8" 2/94	24	10,55	1387	
7÷9	FAI TAN 2 1/8" 10/94	15	13,25	1334	
10÷12	FAI TAN 2 3/16" 11/94	24	14,39	1589	
13÷15	FAI TAN 2 1/8" 1/96	24	13,65	1617	prima carica
16÷18		24	13,57	1720	seconda carica
19÷21		15	13,69	1627	
22÷24	FAI TAN 2 1/8" 8/96	24	12,66	1426	
25÷27	FAI TAN 2 3/16" 8/96	15	14,13	1741	
28÷30		24	14,79	1727	prima carica
31÷33		24	14,79	1645	seconda carica
34÷36	FAI TAN 2 SANAVIO		13,50	1819	





***** MATA 21/12/95 ***** 19:06:27 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATAA PIRELLA 74 $sq(i) = 1$

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.000	0	0.000	0	3.500	13750	3.500	13750
0.500	2875	0.500	2875	4.000	15500	4.000	15500
1.000	5000	1.000	5000	4.500	17750	4.500	17750
1.500	6750	1.500	6750	5.000	20500	5.000	20500
2.000	8500	2.000	8500	5.500	26250	5.500	26250
2.500	10250	2.500	10250	6.050	42500	6.050	42500
3.000	11750	3.000	11750	6.750	90000	6.750	90000

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = 0

Giri adimensionali residui n0 = 0

Allungamento a rottura Lamr = 6.75

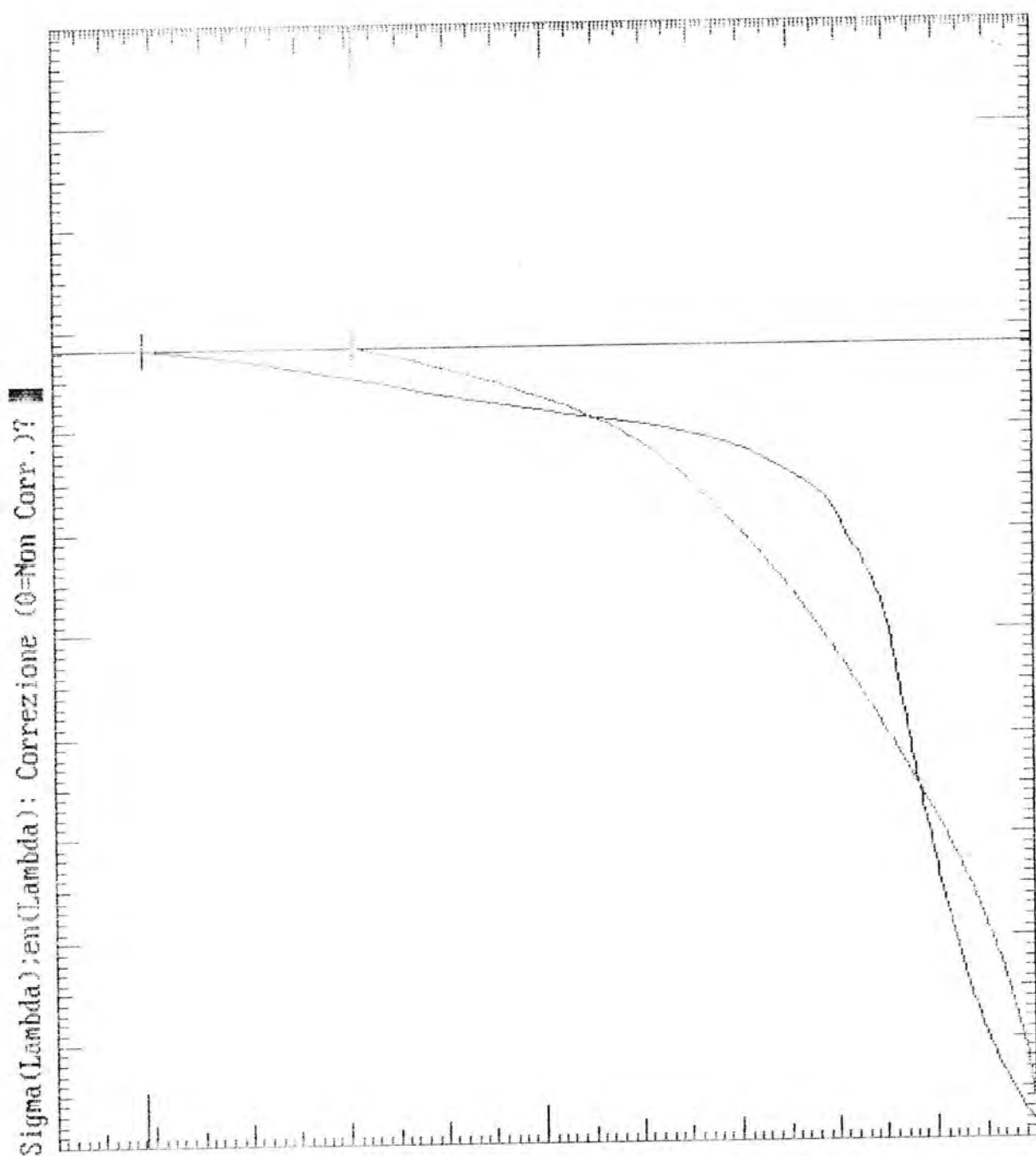
Giri adimensionali a rottura nr = 8.637736

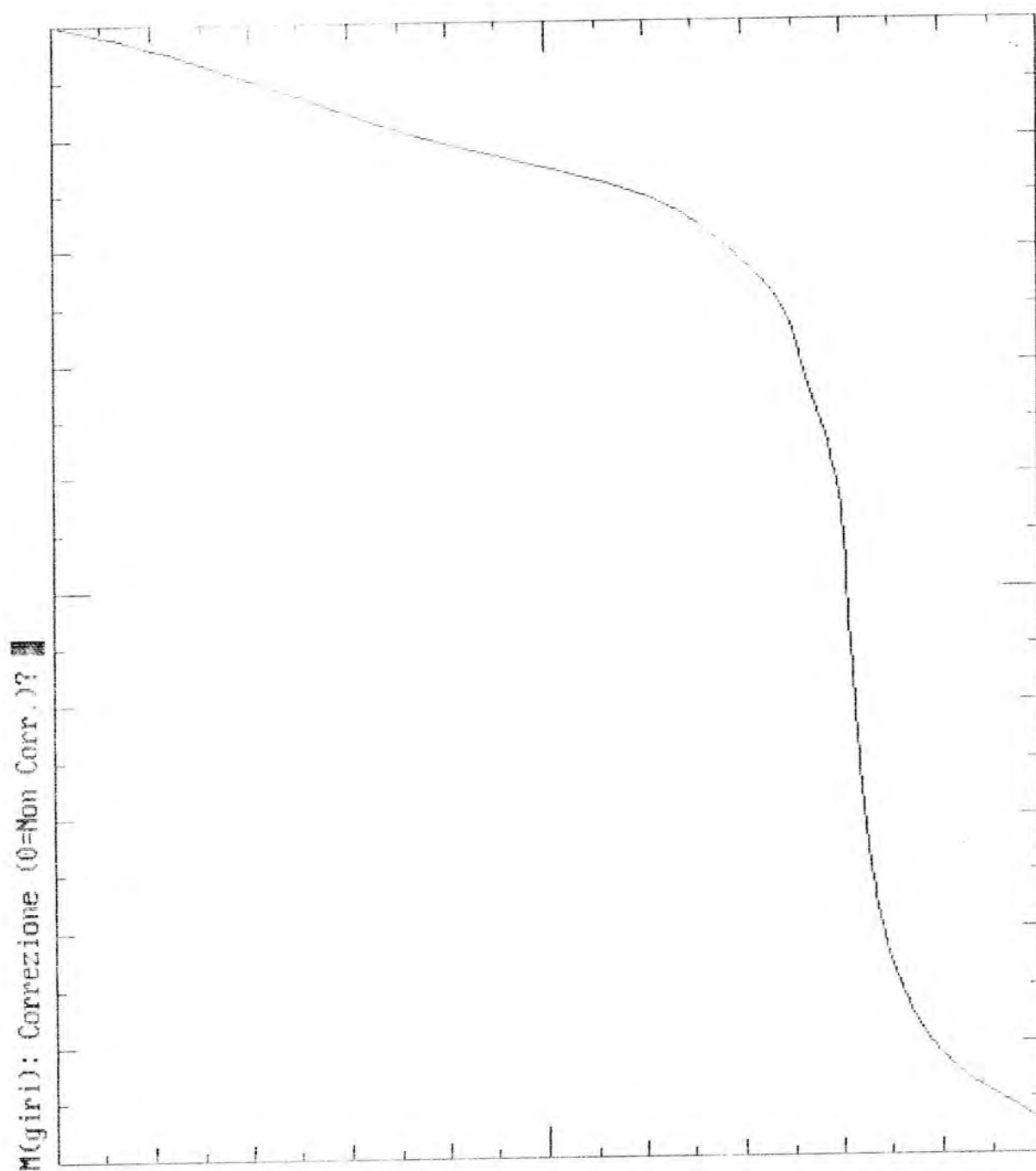
Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 90000

Energia a rottura (m) enr = 1245.43

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9900	0.9904	0.9932	0.9866
0.9800	0.9806	0.9800	0.9734
0.9700	0.9706	0.9701	0.9601
0.9600	0.9606	0.9631	0.9470
0.9500	0.9505	0.9587	0.9339
0.9400	0.9404	0.9566	0.9208
0.9300	0.9303	0.9566	0.9078
0.9200	0.9202	0.9585	0.8949
0.9100	0.9101	0.9623	0.8821
0.9000	0.9001	0.9678	0.8693
0.8900	0.8902	0.9749	0.8566
0.8800	0.8801	0.9837	0.8439
0.8700	0.8700	0.9938	0.8313
0.8600	0.8600	0.9751	0.8188
0.8500	0.8500	0.9575	0.8064
0.8400	0.8400	0.9408	0.7940
0.8300	0.8300	0.9250	0.7816
0.8200	0.8200	0.9100	0.7694
0.8100	0.8100	0.8958	0.7572
0.8000	0.8000	0.8822	0.7451
0.7900	0.7900	0.8692	0.7330
0.7800	0.7800	0.8566	0.7210
0.7700	0.7700	0.8444	0.7091
0.7600	0.7600	0.8326	0.6972
0.7500	0.7500	0.8210	0.6854
0.7400	0.7400	0.8098	0.6737
0.7300	0.7300	0.7988	0.6621
0.7200	0.7200	0.7882	0.6505
0.7100	0.7100	0.7777	0.6390
0.7000	0.7000	0.7674	0.6275





***** MATA 24/12/95 ***** 16:43:29 ***** 01-09-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA16 TAN1 Primo vere 94; Prova 5/3/96 co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.156	0	0.156	0	5.150	15100	5.150	15100
0.530	2400	0.530	2400	5.870	18600	5.870	18600
1.840	7600	1.840	7600	6.490	23900	6.490	23900
3.290	11200	3.290	11200	7.010	38800	7.010	38800
4.540	13800	4.540	13800	7.210	52500	7.210	52500
				7.830	91000	7.830	91000

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .156

Giri adimensionali residui n0 = .2798579

Allungamento a rottura Lamr = 7.83

Giri adimensionali a rottura nr = 10.55442

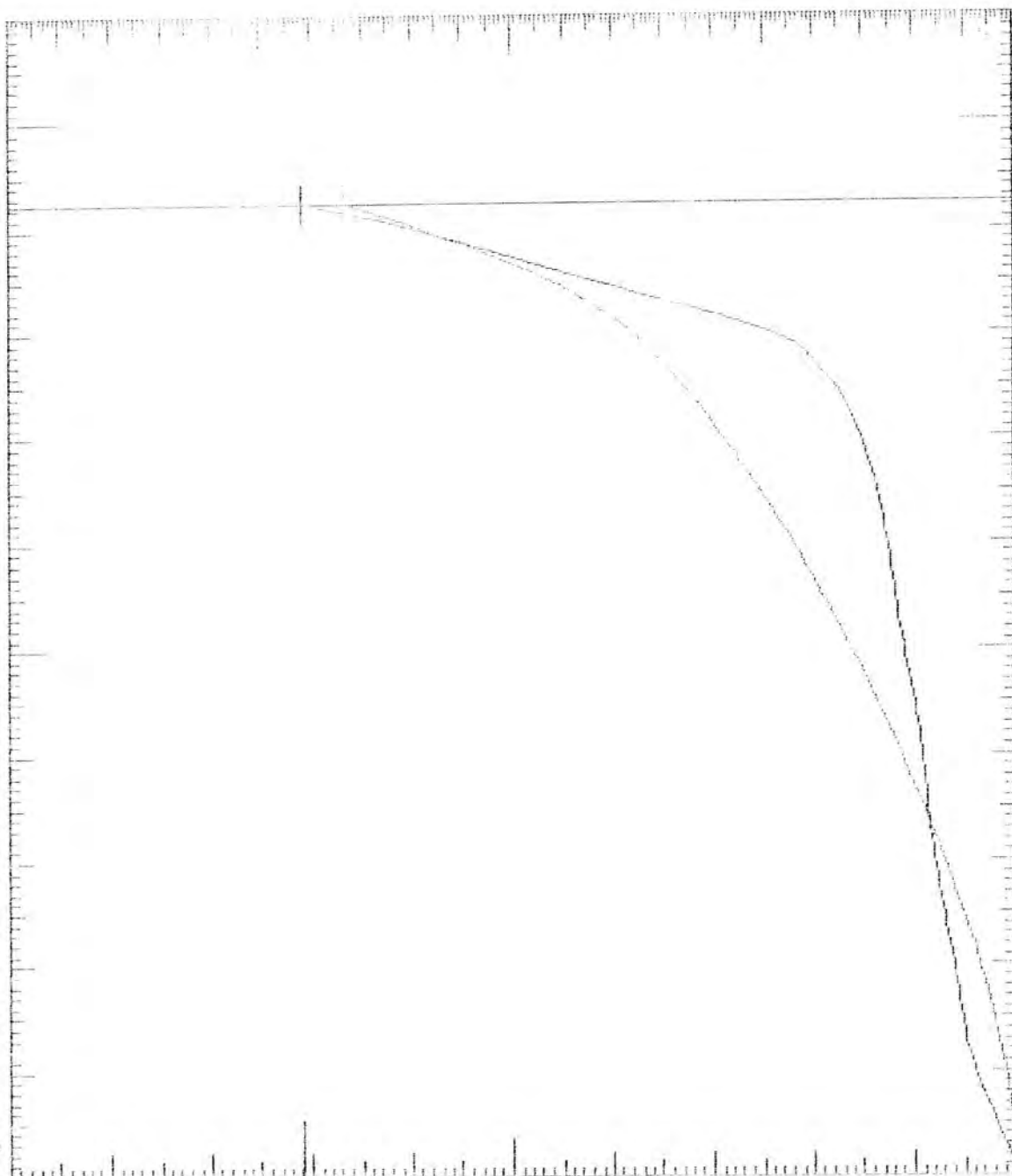
Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 91000

Energia a rottura (m) enr = 1386.678

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9902	0.9295	0.9514	0.9867
0.9804	0.8695	0.9061	0.9734
0.9706	0.8171	0.8636	0.9602
0.9608	0.7700	0.8237	0.9471
0.9510	0.7255	0.7860	0.9340
0.9412	0.6809	0.7506	0.9210
0.9314	0.6337	0.7175	0.9081
0.9216	0.5814	0.6869	0.8952
0.9118	0.5223	0.6591	0.8824
0.9020	0.4627	0.6343	0.8697
0.8922	0.4117	0.6123	0.8570
0.8824	0.3723	0.5926	0.8444
0.8726	0.3421	0.5746	0.8318
0.8628	0.3189	0.5579	0.8193
0.8530	0.3006	0.5423	0.8069
0.8432	0.2850	0.5276	0.7945
0.8334	0.2700	0.5136	0.7822
0.8236	0.2544	0.5004	0.7700
0.8138	0.2419	0.4879	0.7579
0.8040	0.2325	0.4760	0.7458
0.7942	0.2256	0.4644	0.7337
0.7844	0.2203	0.4532	0.7218
0.7746	0.2159	0.4422	0.7099
0.7648	0.2119	0.4315	0.6981
0.7550	0.2073	0.4209	0.6863
0.7452	0.2018	0.4106	0.6746
0.7354	0.1964	0.4006	0.6630
0.7256	0.1915	0.3908	0.6515
0.7158	0.1869	0.3813	0.6400
0.7060	0.1827	0.3720	0.6286

Sigma(Lambda):en(Lambda): Correzione (0=Non Corr.)?



Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA30: TAN2 1/B 10/94 PROVA 1 4/1/97 T=15° co(i) = .5

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.130	0	0.115	0	6.500	13600	6.495	13600
1.170	4550	1.157	4550	6.970	14900	6.966	14900
1.940	5570	1.928	5570	7.520	17800	7.517	17800
3.230	8470	3.220	8470	7.960	23400	7.958	23400
4.260	9500	4.252	9500	8.260	32600	8.258	32600
5.080	11100	5.073	11100	8.400	38400	8.399	38400
5.860	12400	5.854	12400	9.240	71000	9.240	71000

i = 2 MATA31: TAN2 come MATA30 PROVA2 4/01/97 T=15° co(i) = .5

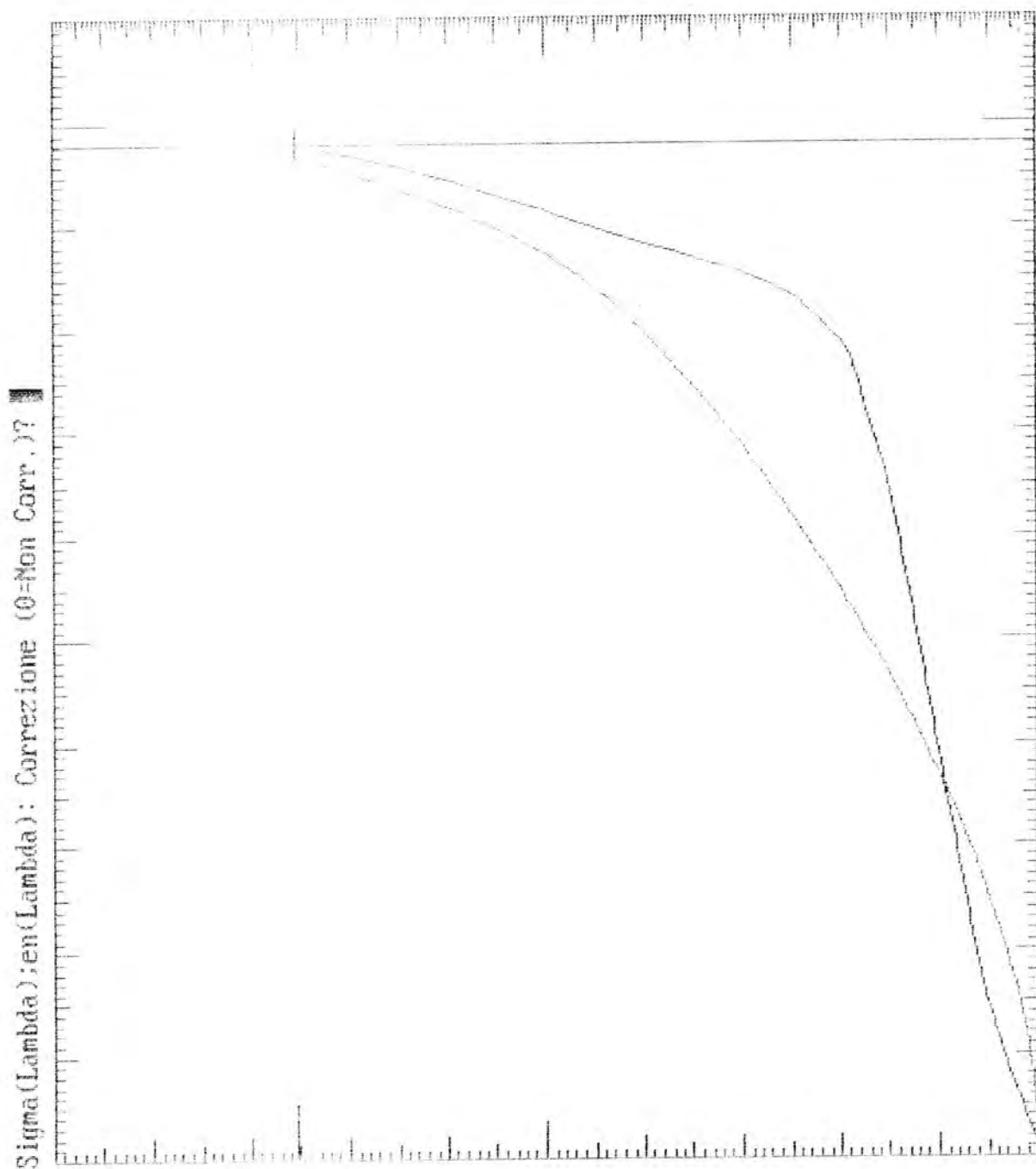
Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.100	0	0.115	0	6.570	13800	6.574	13800
1.020	3870	1.033	3870	7.230	16300	7.233	16300
2.080	6550	2.092	6550	7.610	18900	7.613	18900
3.130	7900	3.140	7900	7.920	22600	7.922	22600
4.380	9600	4.388	9600	8.250	32800	8.252	32800
5.180	11200	5.187	11200	8.410	39000	8.411	39000
6.090	12600	6.095	12600	9.240	71000	9.240	71000

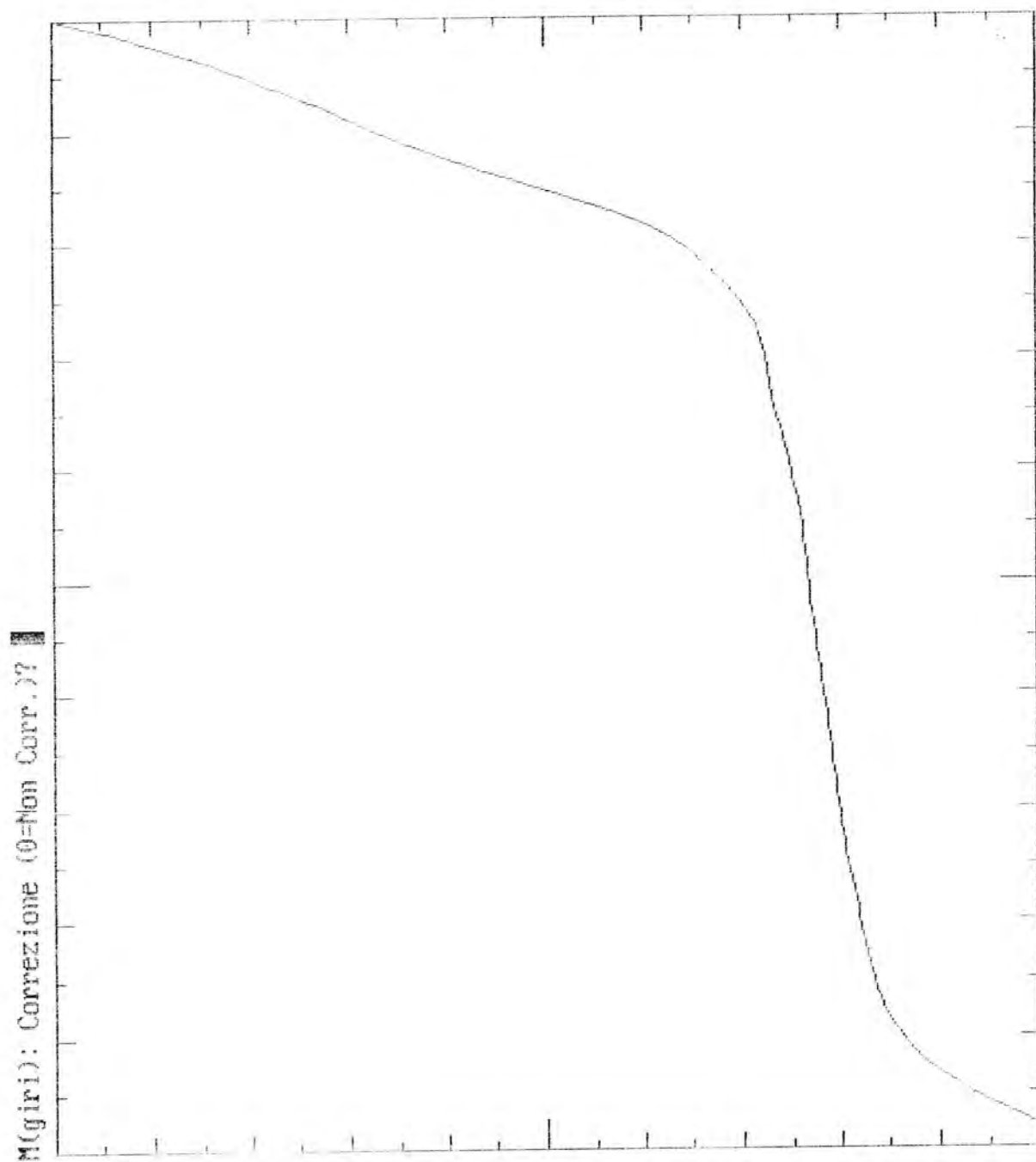
Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .115
 Giri adimensionali residui n0 = .235463
 Allungamento a rottura Lamr = 9.24
 Giri adimensionali a rottura nr = 13.24994
 Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 71000
 Energia a rottura (m) enr = 1334.818

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9901	0.9313	0.9531	0.9864
0.9802	0.8717	0.9094	0.9728
0.9704	0.8192	0.8683	0.9593
0.9605	0.7722	0.8297	0.9458
0.9506	0.7286	0.7933	0.9324
0.9407	0.6867	0.7590	0.9191
0.9309	0.6447	0.7266	0.9059
0.9210	0.6007	0.6964	0.8927
0.9111	0.5528	0.6684	0.8796
0.9012	0.5007	0.6429	0.8665
0.8914	0.4508	0.6198	0.8535
0.8815	0.4058	0.5990	0.8406
0.8716	0.3655	0.5803	0.8278
0.8617	0.3312	0.5634	0.8150
0.8519	0.3050	0.5479	0.8023
0.8420	0.2871	0.5335	0.7896
0.8321	0.2740	0.5199	0.7771
0.8222	0.2625	0.5069	0.7646
0.8124	0.2513	0.4944	0.7522
0.8025	0.2417	0.4825	0.7398
0.7926	0.2338	0.4709	0.7275
0.7827	0.2269	0.4598	0.7153
0.7729	0.2209	0.4489	0.7032
0.7630	0.2155	0.4383	0.6911
0.7531	0.2105	0.4280	0.6791
0.7432	0.2060	0.4178	0.6672
0.7334	0.2020	0.4079	0.6553
0.7235	0.1984	0.3982	0.6435
0.7136	0.1950	0.3887	0.6318
0.7037	0.1916	0.3793	0.6202





***** NATA 24/12/95 ***** 18:25:45 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA2 TAN2 11/94 Prova 2 18/12/95 co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.146	0	0.146	0	5.708	13430	5.708	13430
0.916	3130	0.916	3130	6.508	15070	6.508	15070
1.736	5670	1.736	5670	7.152	17160	7.152	17160
2.612	7460	2.612	7460	7.981	20900	7.981	20900
3.443	9100	3.443	9100	8.485	28360	8.485	28360
4.961	11940	4.961	11940	8.850	41040	8.850	41040
				9.805	75380	9.805	75380

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .146

Giri adimensionali residui n0 = .2694116

Allungamento a rottura Lamr = 9.805

Giri adimensionali a rottura nr = 14.38846

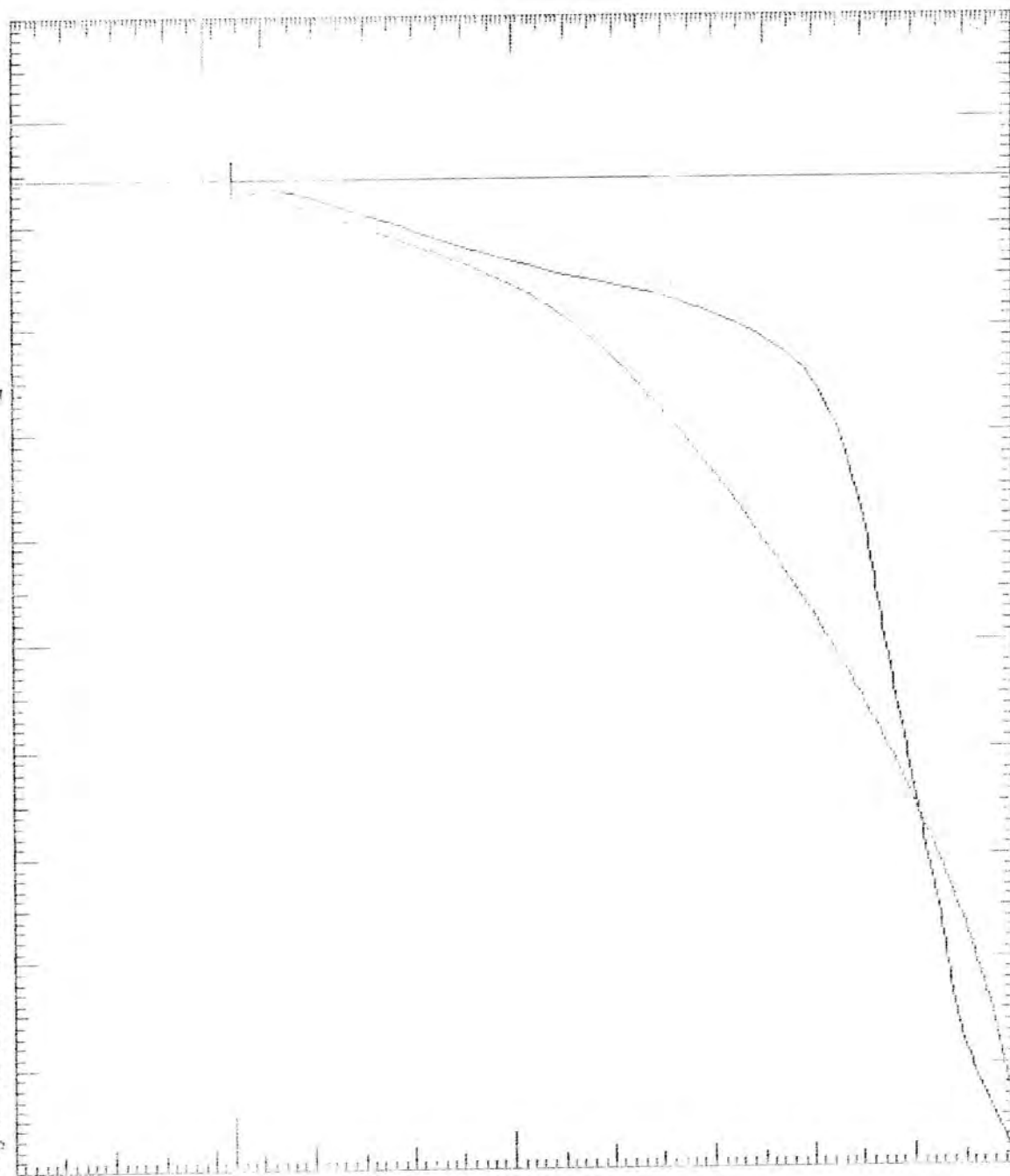
Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 75380

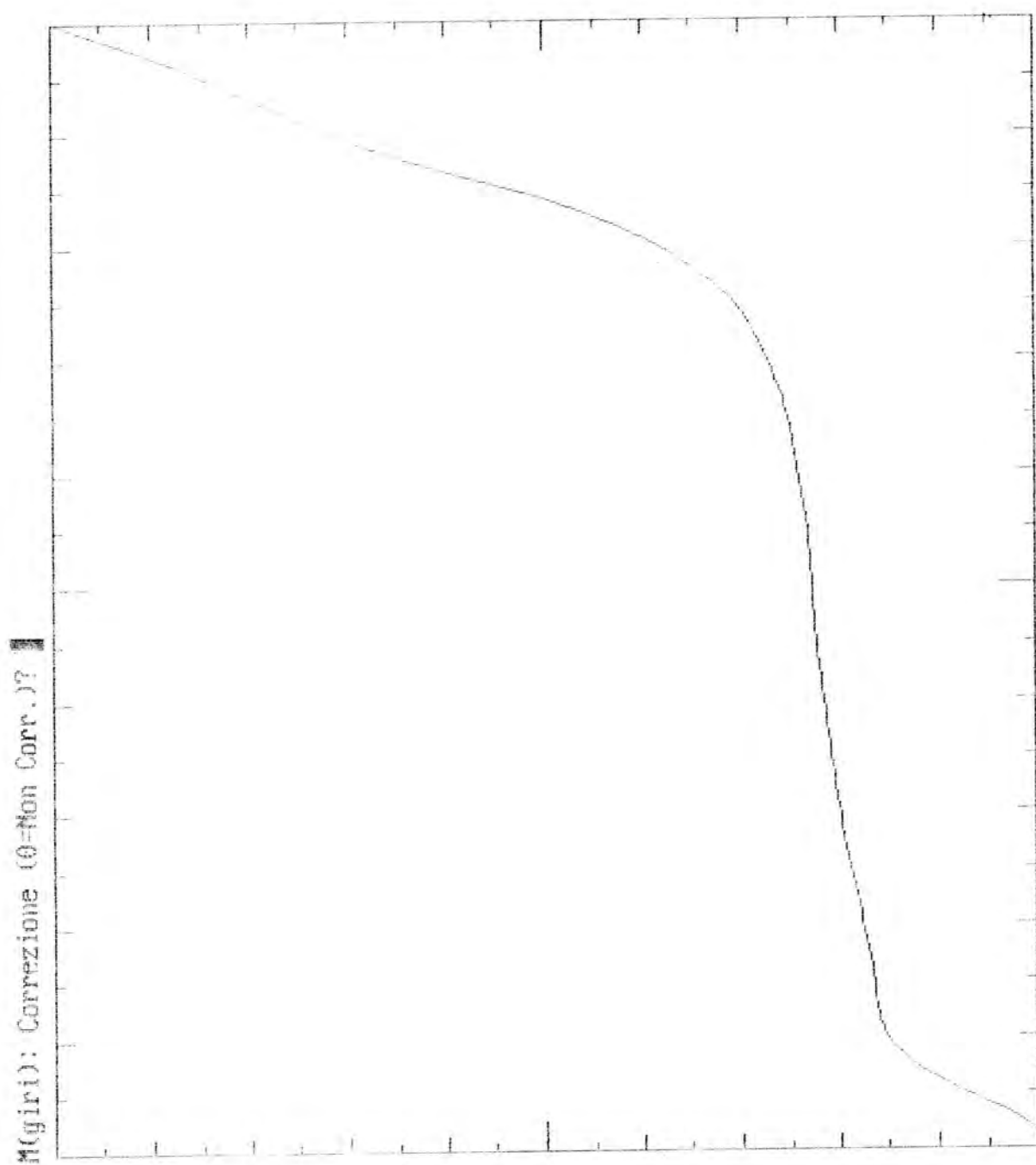
Energia a rottura (m) enr = 1589.176

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9901	0.9348	0.9557	0.9863
0.9803	0.8774	0.9142	0.9727
0.9704	0.8267	0.8751	0.9591
0.9606	0.7811	0.8383	0.9456
0.9507	0.7394	0.8035	0.9322
0.9409	0.7000	0.7705	0.9189
0.9310	0.6617	0.7393	0.9056
0.9212	0.6231	0.7099	0.8924
0.9113	0.5828	0.6822	0.8792
0.9015	0.5393	0.6565	0.8661
0.8916	0.4922	0.6329	0.8531
0.8818	0.4446	0.6114	0.8401
0.8719	0.4010	0.5921	0.8273
0.8621	0.3655	0.5745	0.8145
0.8522	0.3387	0.5584	0.8017
0.8424	0.3185	0.5433	0.7890
0.8325	0.3027	0.5291	0.7764
0.8227	0.2891	0.5155	0.7639
0.8128	0.2757	0.5026	0.7514
0.8030	0.2638	0.4902	0.7391
0.7931	0.2548	0.4784	0.7267
0.7833	0.2482	0.4668	0.7145
0.7734	0.2434	0.4556	0.7023
0.7636	0.2397	0.4445	0.6902
0.7537	0.2366	0.4336	0.6782
0.7439	0.2335	0.4228	0.6662
0.7340	0.2298	0.4122	0.6543
0.7242	0.2251	0.4018	0.6425
0.7143	0.2204	0.3916	0.6308
0.7045	0.2160	0.3816	0.6191

Sigma(Lambda):en(Lambda): Correzione (0=Non Corr.)?





***** MATA 24/12/95 ***** 22:44:25 ***** 01-13-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA12 TANZ 1/96 PROVA 5 15/2/96 co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.089	0	0.089	0	7.130	18000	7.130	18000
1.350	5500	1.350	5500	7.760	23000	7.760	23000
2.310	7200	2.310	7200	8.120	30000	8.120	30000
3.690	10100	3.690	10100	8.330	36800	8.330	36800
5.130	13000	5.130	13000	8.480	43800	8.480	43800
6.470	15700	6.470	15700	9.110	78000	9.440	78000

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .089

Giri adimensionali residui n0 = .2044676

Allungamento a rottura Lamr = 9.44

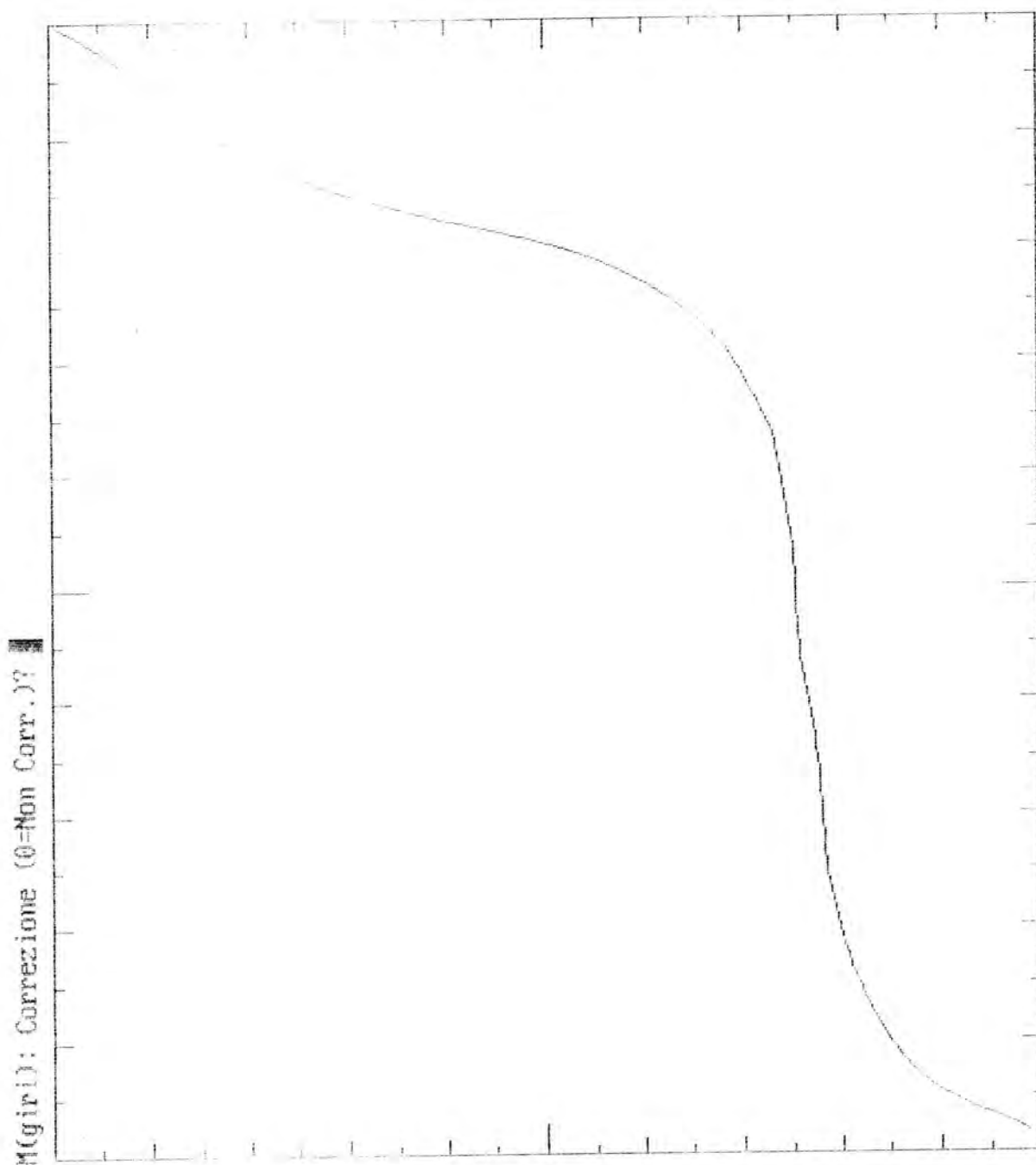
Giri adimensionali a rottura nr = 13.64923

Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 78000

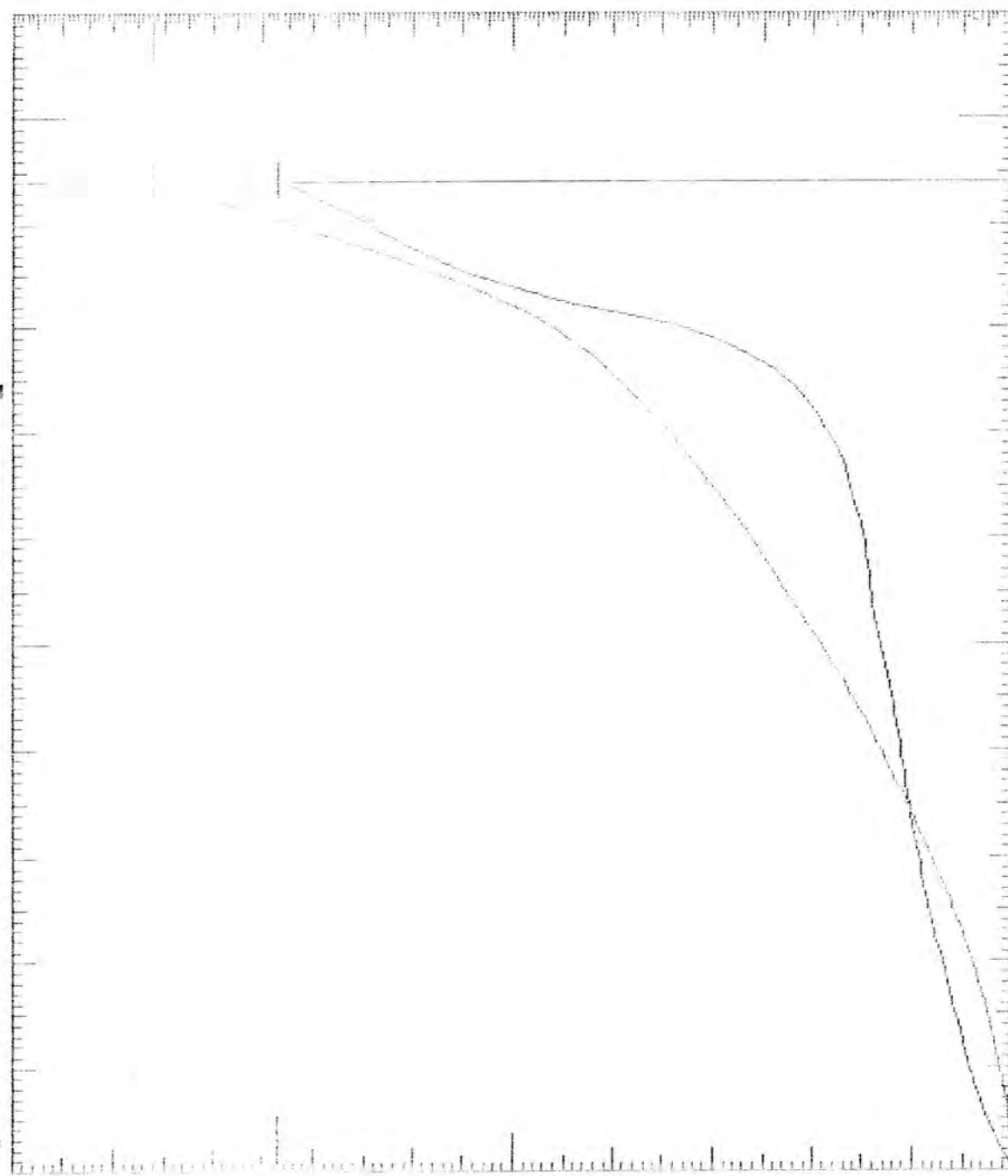
Energia a rottura (m) enr = 1617.038

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9901	0.9456	0.9561	0.9863
0.9802	0.8979	0.9145	0.9726
0.9703	0.8555	0.8750	0.9591
0.9604	0.8168	0.8373	0.9455
0.9505	0.7802	0.8013	0.9321
0.9406	0.7442	0.7669	0.9187
0.9307	0.7073	0.7342	0.9054
0.9208	0.6680	0.7031	0.8921
0.9108	0.6246	0.6740	0.8790
0.9009	0.5757	0.6469	0.8658
0.8910	0.5196	0.6222	0.8528
0.8811	0.4656	0.6000	0.8398
0.8712	0.4235	0.5799	0.8269
0.8613	0.3885	0.5616	0.8141
0.8514	0.3581	0.5448	0.8013
0.8415	0.3333	0.5292	0.7886
0.8316	0.3129	0.5146	0.7760
0.8217	0.2943	0.5009	0.7634
0.8118	0.2782	0.4880	0.7510
0.8019	0.2657	0.4757	0.7385
0.7920	0.2560	0.4640	0.7262
0.7821	0.2483	0.4526	0.7139
0.7722	0.2417	0.4416	0.7017
0.7623	0.2354	0.4308	0.6896
0.7524	0.2288	0.4203	0.6776
0.7425	0.2229	0.4101	0.6656
0.7325	0.2180	0.4002	0.6537
0.7226	0.2140	0.3905	0.6419
0.7127	0.2104	0.3809	0.6301
0.7028	0.2072	0.3715	0.6184



Sigma(Lambda); en(Lambda): Correzione (0=Non Corr.)? ■



***** MATA 24/12/95 ***** 22:54:55 ***** 01-13-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA14 TAN2 1/96 PROVA 5/3/96 Seconda Carica su campione provato 15/2/96

co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.036	0	0.036	0	6.170	15300	6.170	15300
0.376	1800	0.376	1800	7.000	18400	7.000	18400
1.760	6300	1.760	6300	7.610	24300	7.610	24300
3.120	9600	3.120	9600	8.020	34200	8.020	34200
4.360	11700	4.360	11700	8.210	43400	8.210	43400
5.210	13600	5.210	13600	9.400	73500	9.400	73500

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .036

Giri adimensionali residui n0 = .126597

Allungamento a rottura Lamr = 9.4

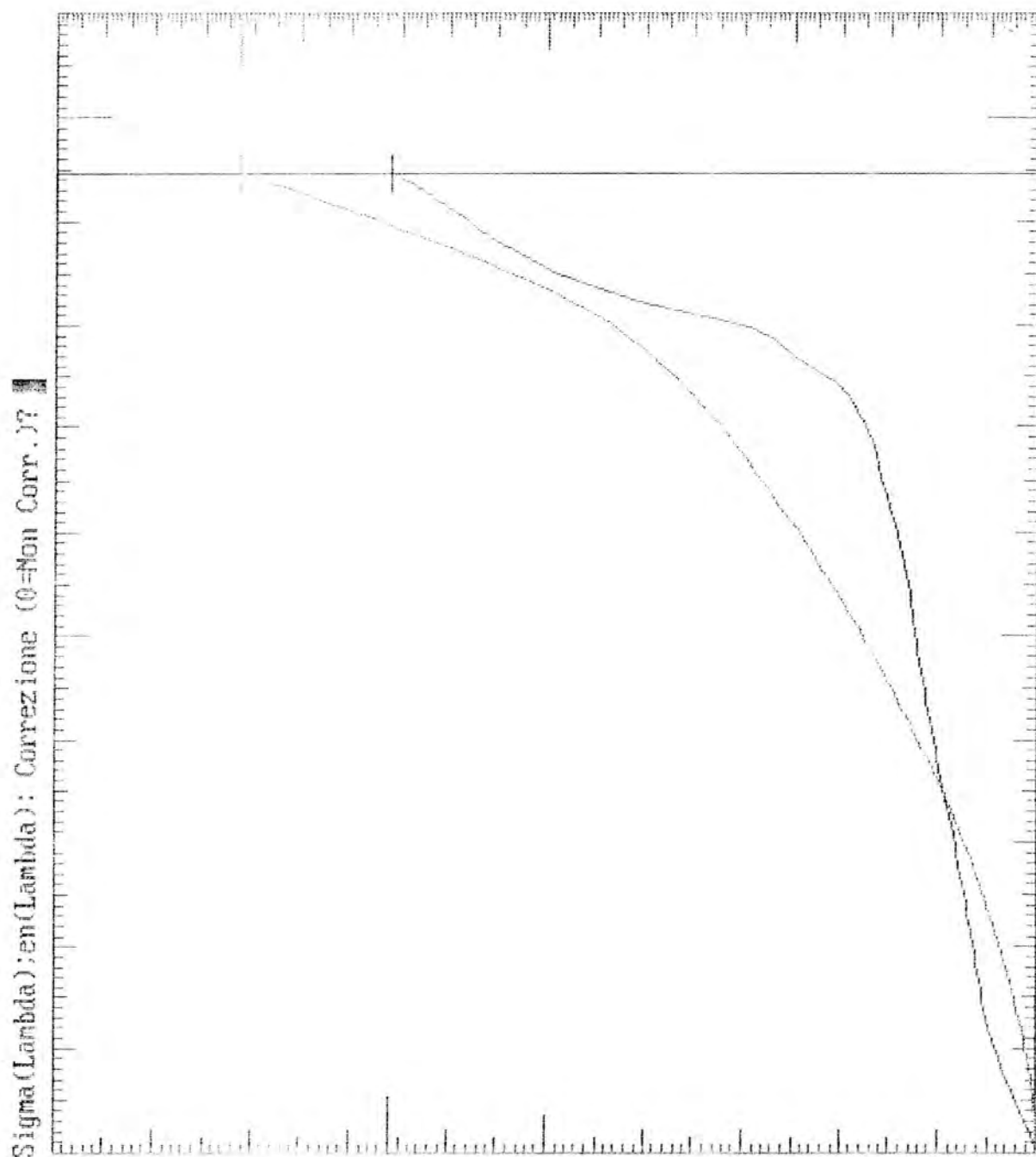
Giri adimensionali a rottura nr = 13.56904

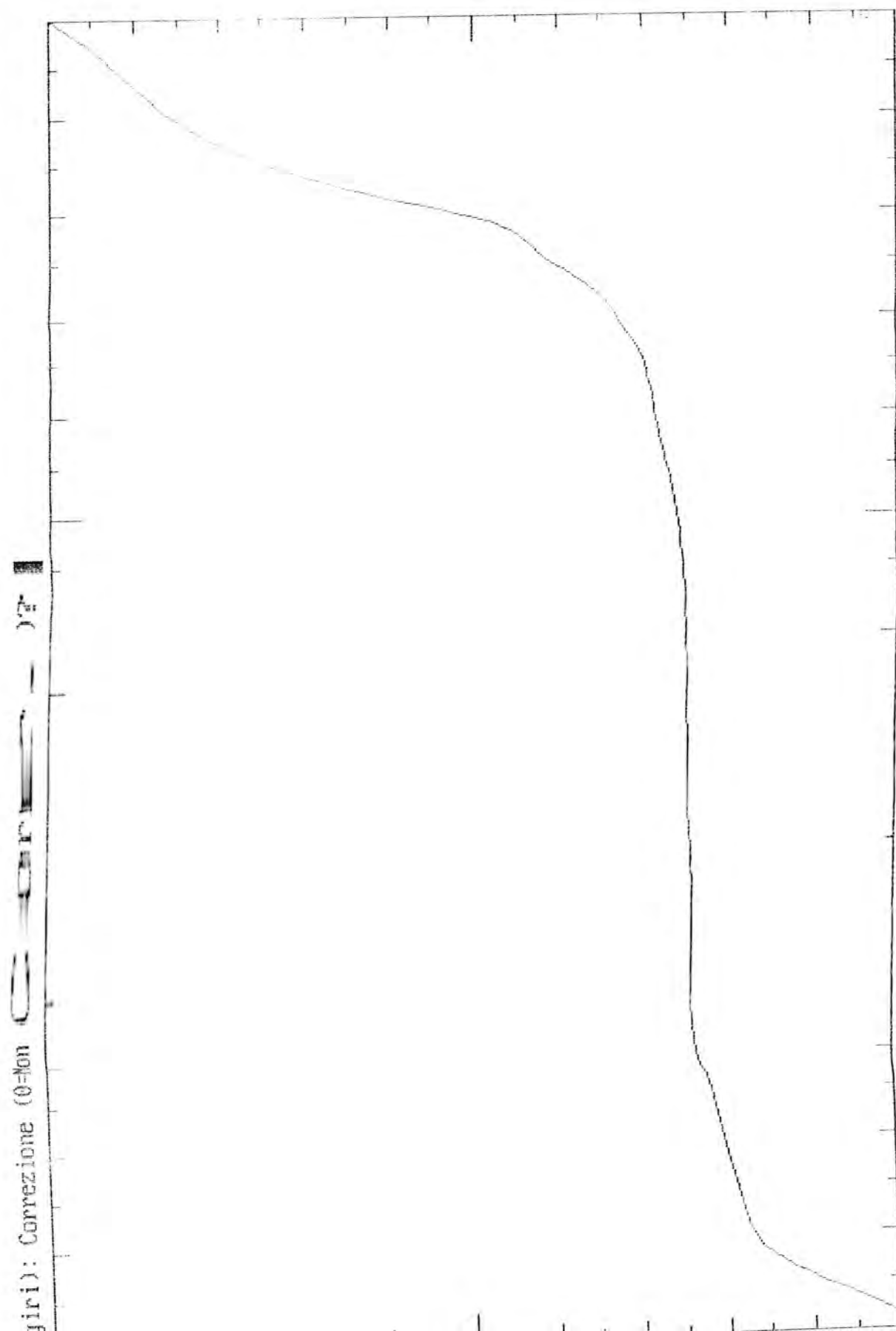
Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 73500

Energia a rottura (m) enr = 1720.12

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9900	0.9667	0.9607	0.9862
0.9801	0.9374	0.9226	0.9725
0.9701	0.9111	0.8856	0.9588
0.9602	0.8866	0.8496	0.9453
0.9502	0.8629	0.8146	0.9317
0.9402	0.8389	0.7806	0.9183
0.9303	0.8136	0.7475	0.9049
0.9203	0.7859	0.7155	0.8916
0.9103	0.7546	0.6847	0.8783
0.9004	0.7188	0.6552	0.8652
0.8904	0.6774	0.6273	0.8521
0.8805	0.6292	0.6011	0.8390
0.8705	0.5730	0.5771	0.8260
0.8605	0.5086	0.5554	0.8131
0.8506	0.4522	0.5362	0.8003
0.8406	0.4110	0.5190	0.7876
0.8307	0.3803	0.5031	0.7749
0.8207	0.3559	0.4884	0.7623
0.8107	0.3333	0.4746	0.7497
0.8008	0.3121	0.4617	0.7372
0.7908	0.2957	0.4495	0.7248
0.7808	0.2829	0.4380	0.7125
0.7709	0.2728	0.4268	0.7003
0.7609	0.2641	0.4161	0.6881
0.7510	0.2558	0.4057	0.6760
0.7410	0.2471	0.3956	0.6640
0.7310	0.2393	0.3859	0.6520
0.7211	0.2330	0.3765	0.6401
0.7111	0.2277	0.3672	0.6283
0.7011	0.2234	0.3582	0.6166





***** MATA 24/12/95 ***** 17:39:57 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA29: TAN2 1/8 1/96 PROVA 4/1/97 T=15° co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.076	0	0.076	0	6.400	15500	6.400	15500
1.130	4600	1.130	4600	7.050	17800	7.050	17800
2.070	6520	2.070	6520	7.440	20800	7.440	20800
3.230	8800	3.230	8800	7.640	24100	7.640	24100
4.060	10600	4.060	10600	8.010	30800	8.010	30800
4.960	12300	4.960	12300	8.130	36400	8.130	36400
5.650	13400	5.650	13400	9.460	66000	9.460	66000

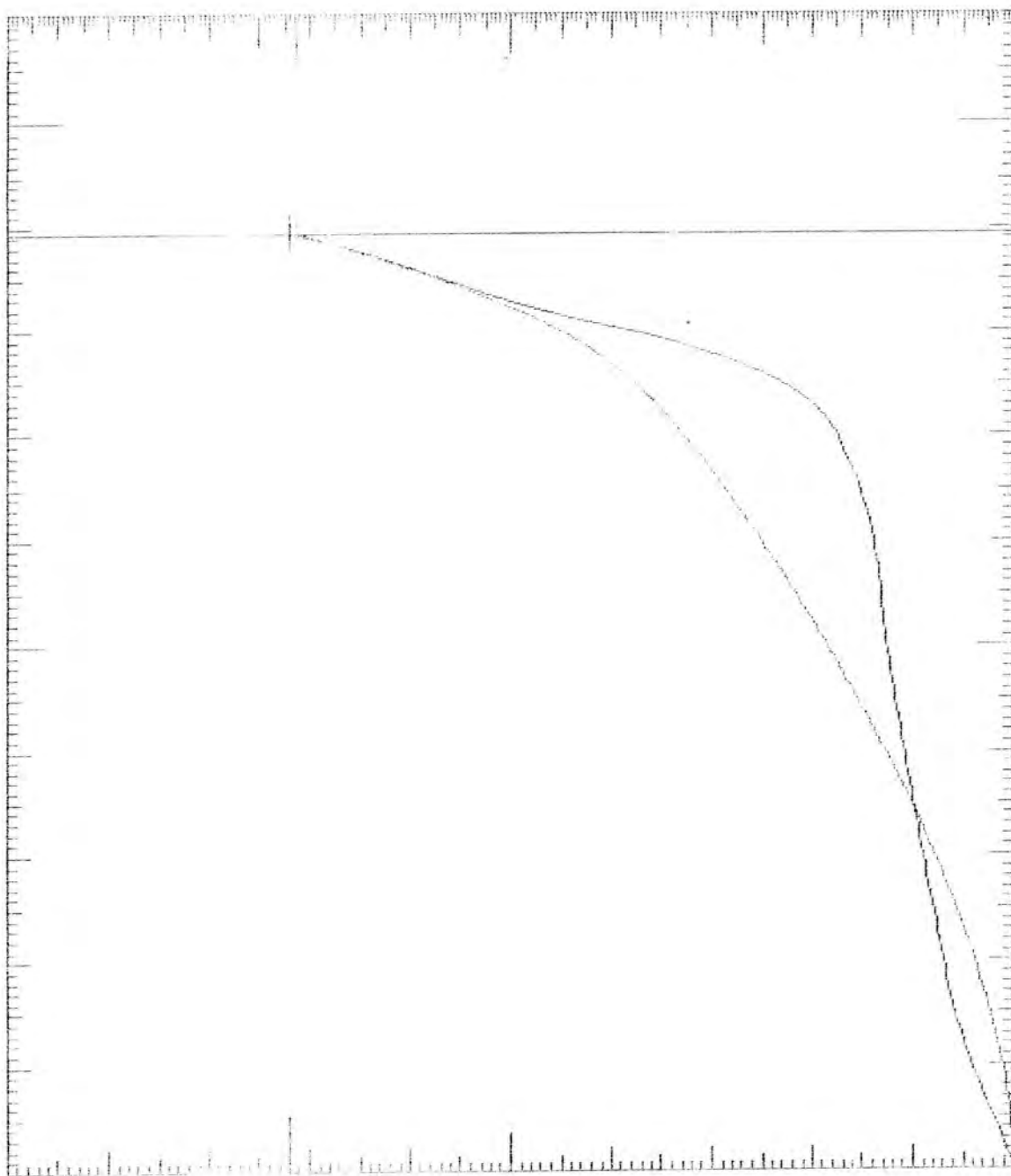
Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .076
 Giri adimensionali residui n0 = .1877137
 Allungamento a rottura Lamr = 9.46
 Giri adimensionali a rottura nr = 13.68938
 Sigma a rottura (gr/cm^2) sigr = 66000
 Energia a rottura (m) enr = 1627.208

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9901	0.9705	0.9625	0.9863
0.9802	0.9446	0.9261	0.9726
0.9702	0.9212	0.8905	0.9590
0.9603	0.8994	0.8559	0.9454
0.9504	0.8783	0.8221	0.9320
0.9405	0.8570	0.7890	0.9186
0.9306	0.8344	0.7569	0.9052
0.9206	0.8096	0.7256	0.8920
0.9107	0.7817	0.6953	0.8788
0.9008	0.7498	0.6661	0.8656
0.8909	0.7128	0.6383	0.8526
0.8810	0.6699	0.6120	0.8396
0.8710	0.6201	0.5874	0.8267
0.8611	0.5624	0.5649	0.8138
0.8512	0.4951	0.5448	0.8010
0.8413	0.4400	0.5270	0.7883
0.8314	0.4087	0.5109	0.7757
0.8214	0.3904	0.4957	0.7631
0.8115	0.3737	0.4811	0.7506
0.8016	0.3502	0.4673	0.7381
0.7917	0.3261	0.4545	0.7258
0.7818	0.3068	0.4424	0.7135
0.7718	0.2932	0.4310	0.7013
0.7619	0.2834	0.4200	0.6891
0.7520	0.2753	0.4094	0.6771
0.7421	0.2670	0.3991	0.6651
0.7322	0.2598	0.3890	0.6532
0.7222	0.2540	0.3793	0.6413
0.7123	0.2493	0.3697	0.6296
0.7024	0.2452	0.3603	0.6179

$\Sigma(\lambda)_{\text{en}(\lambda)}$: Correzione ($\theta = \text{Non Corr.}$) ?



***** MATA 24/12/95 ***** 16:18:02 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA26: TAN2 1/B 8/96 PROVA2 28/12/96 co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.076	0	0.076	0	6.770	16400	6.770	16400
1.170	4730	1.170	4730	7.320	20300	7.320	20300
2.600	8100	2.600	8100	7.740	28900	7.740	28900
3.960	10700	3.960	10700	7.930	35300	7.930	35300
5.200	12800	5.200	12800	8.130	44300	8.130	44300
6.020	13900	6.020	13900	8.940	72100	8.940	72100

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .076

Giri adimensionali residui n0 = .1877137

Allungamento a rottura Lamr = 8.94

Giri adimensionali a rottura nr = 12.65876

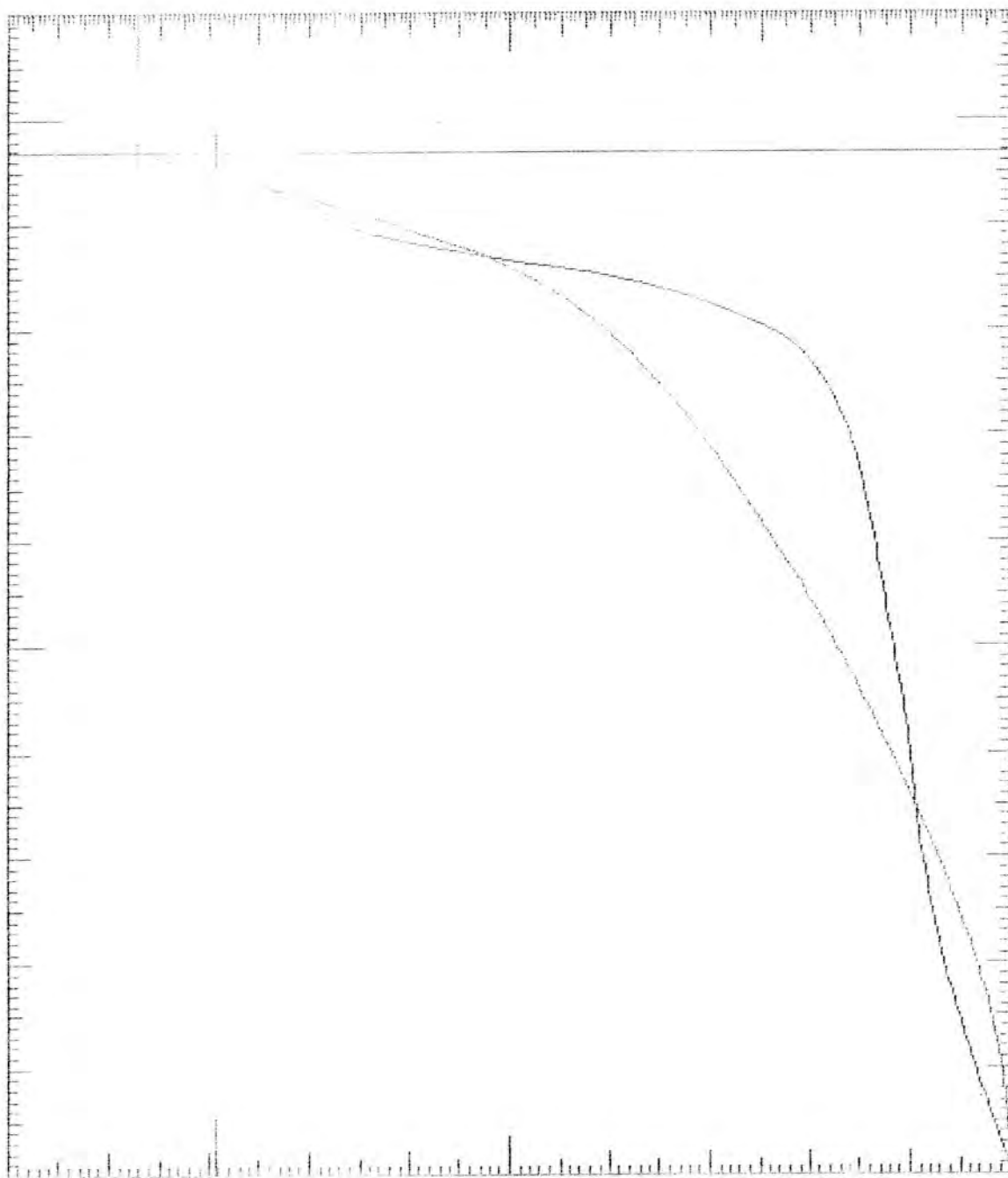
Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 72100

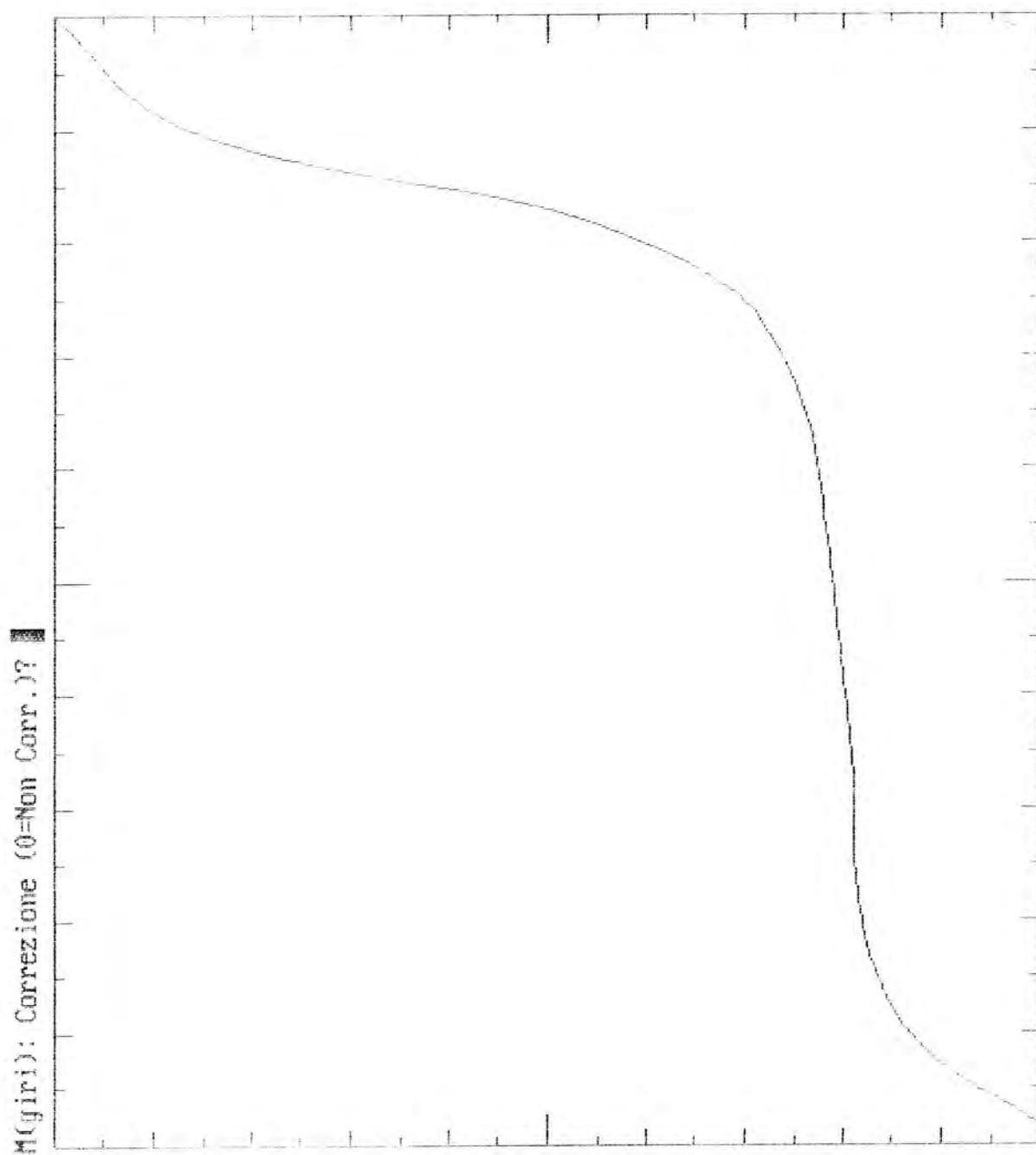
Energia a rottura (m) enr = 1425.763

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9901	0.9463	0.9564	0.9863
0.9802	0.8999	0.9150	0.9728
0.9703	0.8590	0.8756	0.9592
0.9603	0.8216	0.8379	0.9458
0.9504	0.7858	0.8019	0.9324
0.9405	0.7499	0.7675	0.9190
0.9306	0.7118	0.7347	0.9058
0.9207	0.6697	0.7038	0.8926
0.9108	0.6216	0.6748	0.8795
0.9009	0.5661	0.6482	0.8664
0.8909	0.5096	0.6241	0.8534
0.8810	0.4618	0.6023	0.8405
0.8711	0.4209	0.5825	0.8276
0.8612	0.3847	0.5645	0.8148
0.8513	0.3540	0.5479	0.8021
0.8414	0.3281	0.5326	0.7895
0.8314	0.3060	0.5184	0.7769
0.8215	0.2866	0.5051	0.7644
0.8116	0.2698	0.4927	0.7520
0.8017	0.2575	0.4808	0.7396
0.7918	0.2485	0.4695	0.7273
0.7819	0.2418	0.4585	0.7151
0.7720	0.2362	0.4478	0.7029
0.7620	0.2305	0.4373	0.6908
0.7521	0.2241	0.4272	0.6788
0.7422	0.2183	0.4172	0.6669
0.7323	0.2132	0.4076	0.6550
0.7224	0.2088	0.3981	0.6433
0.7125	0.2050	0.3888	0.6315
0.7026	0.2016	0.3797	0.6199

Sigma(Lambda): en(Lambda): Correzione (0=Non Corr.)?





***** MATA 24/12/95 ***** 17:37:09 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA28; TAN2 3/16 8/96 PROVA 4/01/97 T=15° co(i) = 1

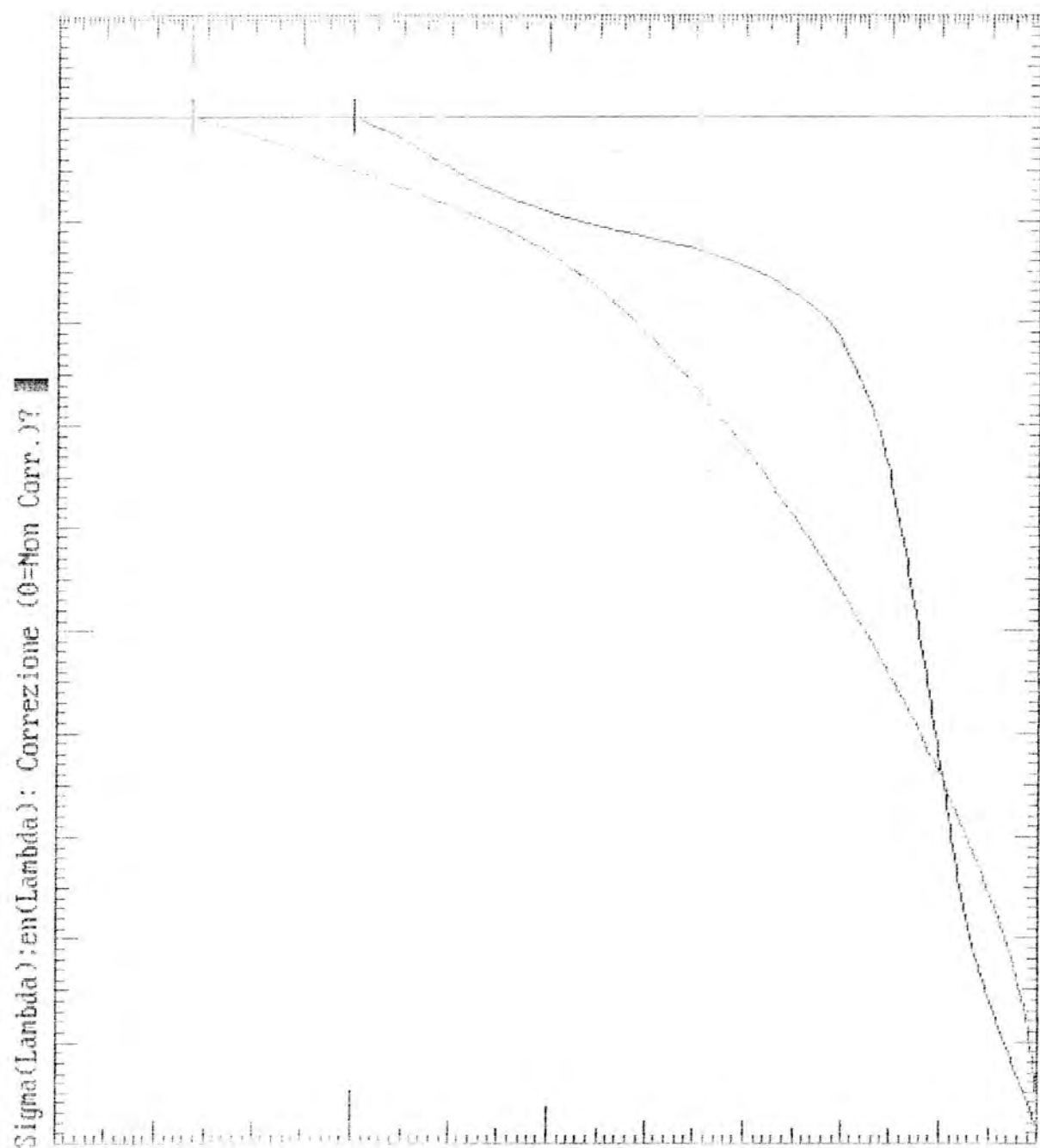
Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.110	0	0.110	0	7.060	16300	7.060	16300
1.650	5600	1.650	5600	7.540	18900	7.540	18900
3.150	8980	3.150	8980	7.900	22400	7.900	22400
4.280	10400	4.280	10400	8.220	29600	8.220	29600
5.500	12600	5.500	12600	8.510	40200	8.510	40200
6.360	14300	6.360	14300	8.710	54100	8.710	54100
				9.680	79400	9.680	79400

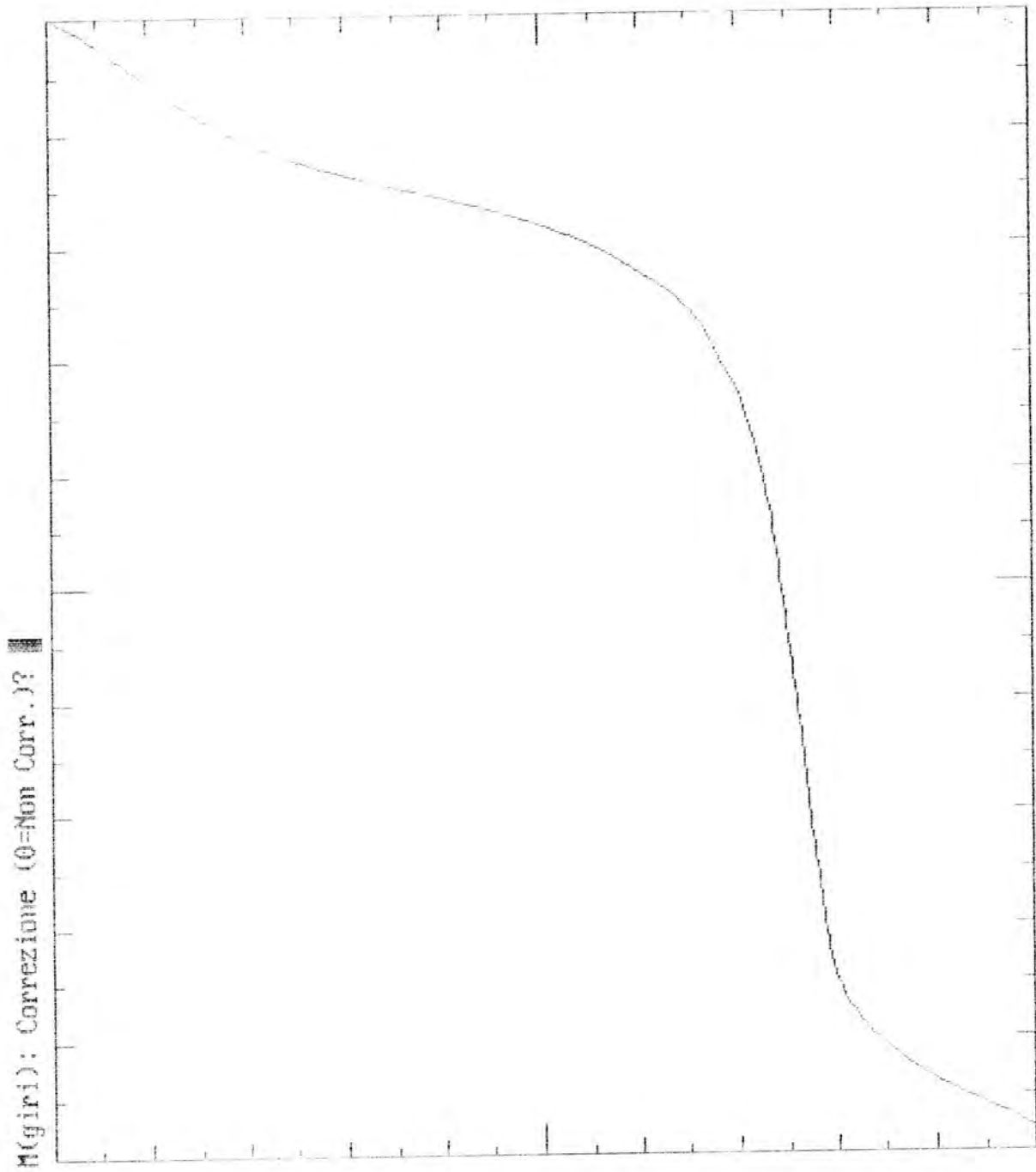
Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo	Lam0 = .11
Giri adimensionali residui	n0 = .2297146
Allungamento a rottura	Lamr = 9.68
Giri adimensionali a rottura	nr = 14.13378
Sigma a rottura (gr/cm ²)	sigr = 79400
Energia a rottura (m)	enr = 1740.949

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9901	0.9773	0.9568	0.9863
0.9802	0.9586	0.9146	0.9726
0.9703	0.9417	0.8731	0.9590
0.9605	0.9245	0.8324	0.9455
0.9506	0.9047	0.7925	0.9321
0.9407	0.8802	0.7535	0.9187
0.9308	0.8488	0.7158	0.9054
0.9209	0.8084	0.6796	0.8921
0.9110	0.7566	0.6455	0.8789
0.9011	0.6914	0.6139	0.8658
0.8913	0.6082	0.5855	0.8528
0.8814	0.5225	0.5609	0.8398
0.8715	0.4609	0.5394	0.8269
0.8616	0.4175	0.5202	0.8140
0.8517	0.3819	0.5028	0.8013
0.8418	0.3477	0.4869	0.7885
0.8319	0.3188	0.4723	0.7759
0.8220	0.2947	0.4589	0.7634
0.8122	0.2747	0.4465	0.7509
0.8023	0.2605	0.4348	0.7385
0.7924	0.2502	0.4237	0.7261
0.7825	0.2414	0.4129	0.7138
0.7726	0.2323	0.4026	0.7016
0.7627	0.2247	0.3926	0.6895
0.7528	0.2182	0.3830	0.6775
0.7430	0.2126	0.3736	0.6655
0.7331	0.2073	0.3644	0.6536
0.7232	0.2022	0.3555	0.6417
0.7133	0.1978	0.3467	0.6300
0.7034	0.1940	0.3382	0.6183





***** MATA 24/12/95 ***** 18:47:42 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA23 TAN2 mis.3/1b 8/96; Prova 5 22/10/96 co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.160	0	0.160	0	6.910	16200	6.910	16200
1.890	6500	1.890	6500	7.580	18900	7.580	18900
3.560	9700	3.560	9700	8.200	23800	8.200	23800
5.080	13000	5.080	12300	8.690	34100	8.690	34100
5.900	14100	5.900	13900	8.980	46500	8.980	46500
				10.300	70000	10.000	70000

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .16

Giri adimensionali residui n0 = .2839799

Allungamento a rottura Lamr = 10

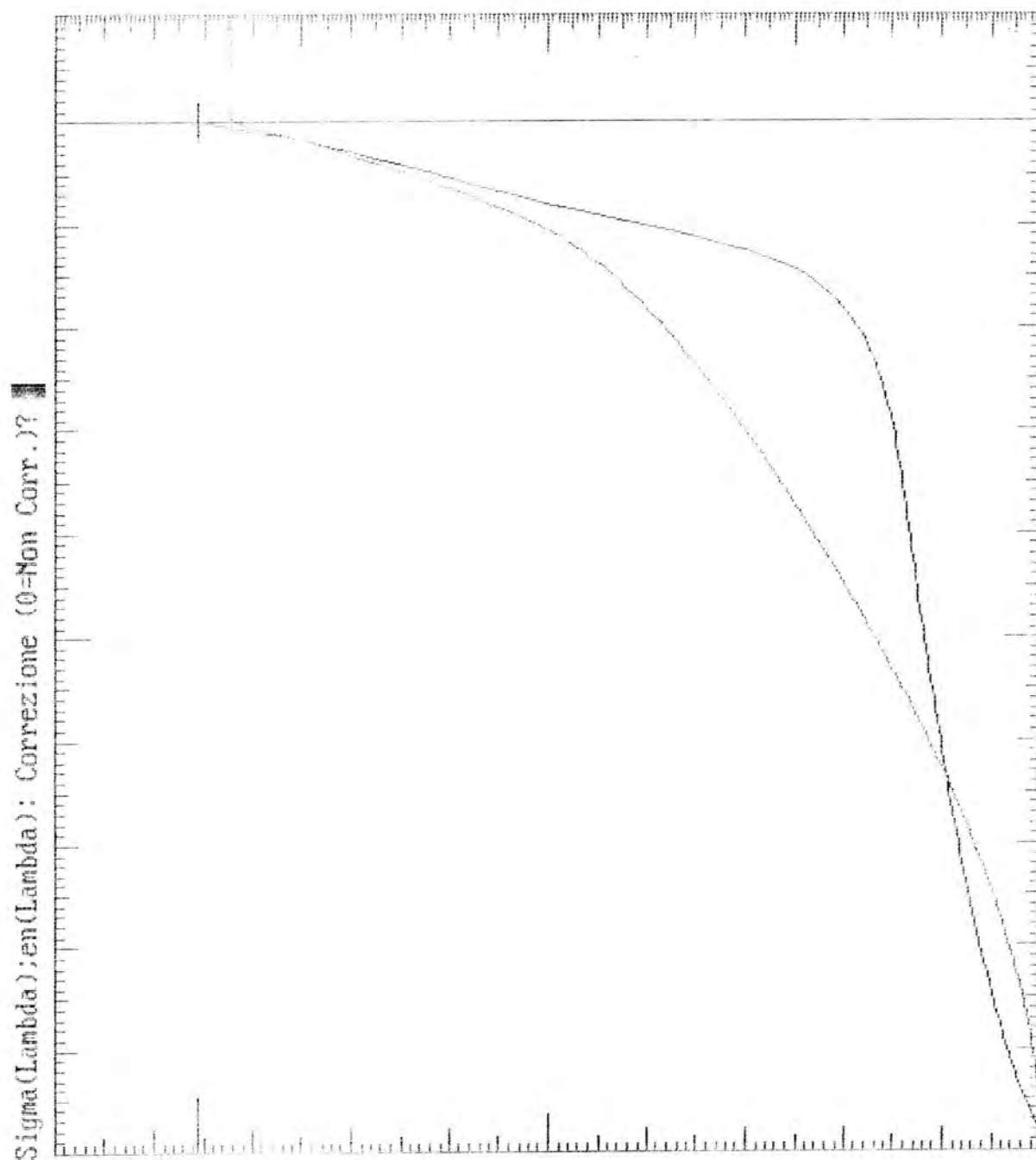
Giri adimensionali a rottura nr = 14.78891

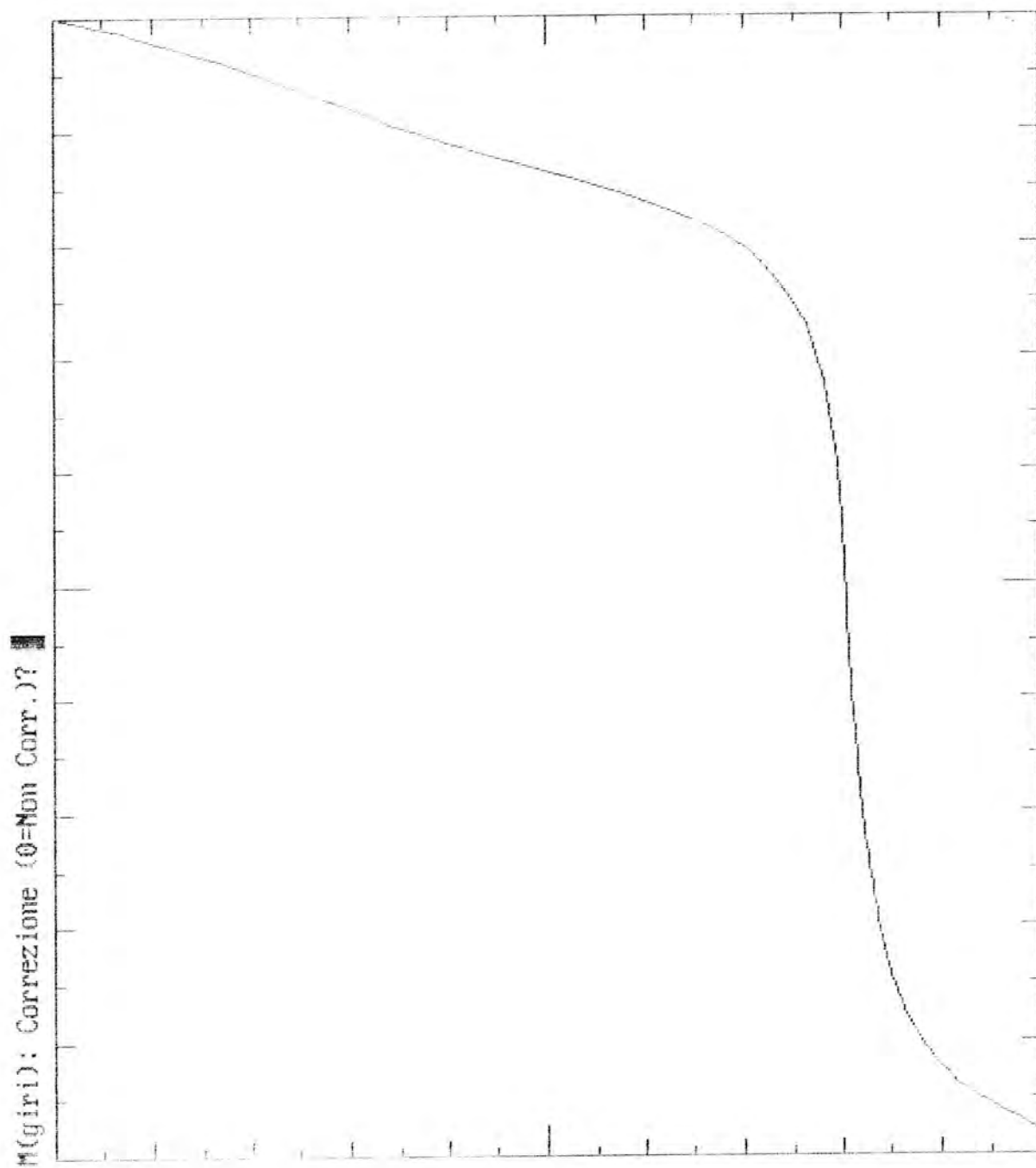
Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 70000

Energia a rottura (m) enr = 1726.68

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9902	0.9651	0.9608	0.9863
0.9803	0.9349	0.9229	0.9727
0.9705	0.9080	0.8862	0.9591
0.9606	0.8828	0.8504	0.9456
0.9508	0.8578	0.8157	0.9322
0.9410	0.8315	0.7820	0.9188
0.9311	0.8024	0.7494	0.9055
0.9213	0.7691	0.7181	0.8923
0.9114	0.7299	0.6882	0.8791
0.9016	0.6834	0.6600	0.8660
0.8918	0.6273	0.6339	0.8530
0.8819	0.5635	0.6101	0.8400
0.8721	0.5033	0.5888	0.8272
0.8622	0.4564	0.5697	0.8143
0.8524	0.4201	0.5522	0.8016
0.8426	0.3914	0.5360	0.7889
0.8327	0.3677	0.5209	0.7763
0.8229	0.3462	0.5066	0.7638
0.8130	0.3262	0.4932	0.7513
0.8032	0.3108	0.4805	0.7389
0.7934	0.2991	0.4684	0.7266
0.7835	0.2900	0.4566	0.7143
0.7737	0.2823	0.4452	0.7021
0.7638	0.2748	0.4341	0.6900
0.7540	0.2667	0.4233	0.6780
0.7442	0.2593	0.4128	0.6660
0.7343	0.2530	0.4026	0.6541
0.7245	0.2475	0.3926	0.6423
0.7146	0.2425	0.3828	0.6306
0.7048	0.2379	0.3732	0.6189





***** MATA 24/12/95 ***** 16:32:36 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA24: TAN2 3/16 8/96 Seconda Carica PROVA 2 28/12/96 $\epsilon_0(i) = .5$

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.167	0	0.170	0	6.220	13500	6.221	13500
0.581	2100	0.584	2100	7.250	15300	7.251	15300
1.750	5470	1.753	5470	8.000	18400	8.001	18400
3.360	8950	3.362	8950	8.620	27400	8.620	27400
4.860	11400	4.862	11400	9.100	47900	9.100	47900
				10.000	85500	10.000	85500

i = 2 MATA25: TAN2 3/16 8/96 Seconda Carica PROVA1 28/12/96 $\epsilon_0(i) = .5$

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.174	0	0.170	0	7.570	16800	7.569	16800
1.760	5470	1.757	5470	8.240	20700	8.239	20700
3.760	9680	3.758	9680	8.640	26300	8.640	26300
5.460	12600	5.458	12600	8.950	35800	8.950	35800
6.690	14400	6.689	14400	9.190	47400	9.190	47400
				10.000	85500	10.000	85500

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo $Lam0 = .1705$

Siri adimensionali residui $n0 = .2946601$

Allungamento a rottura $Lamr = 10$

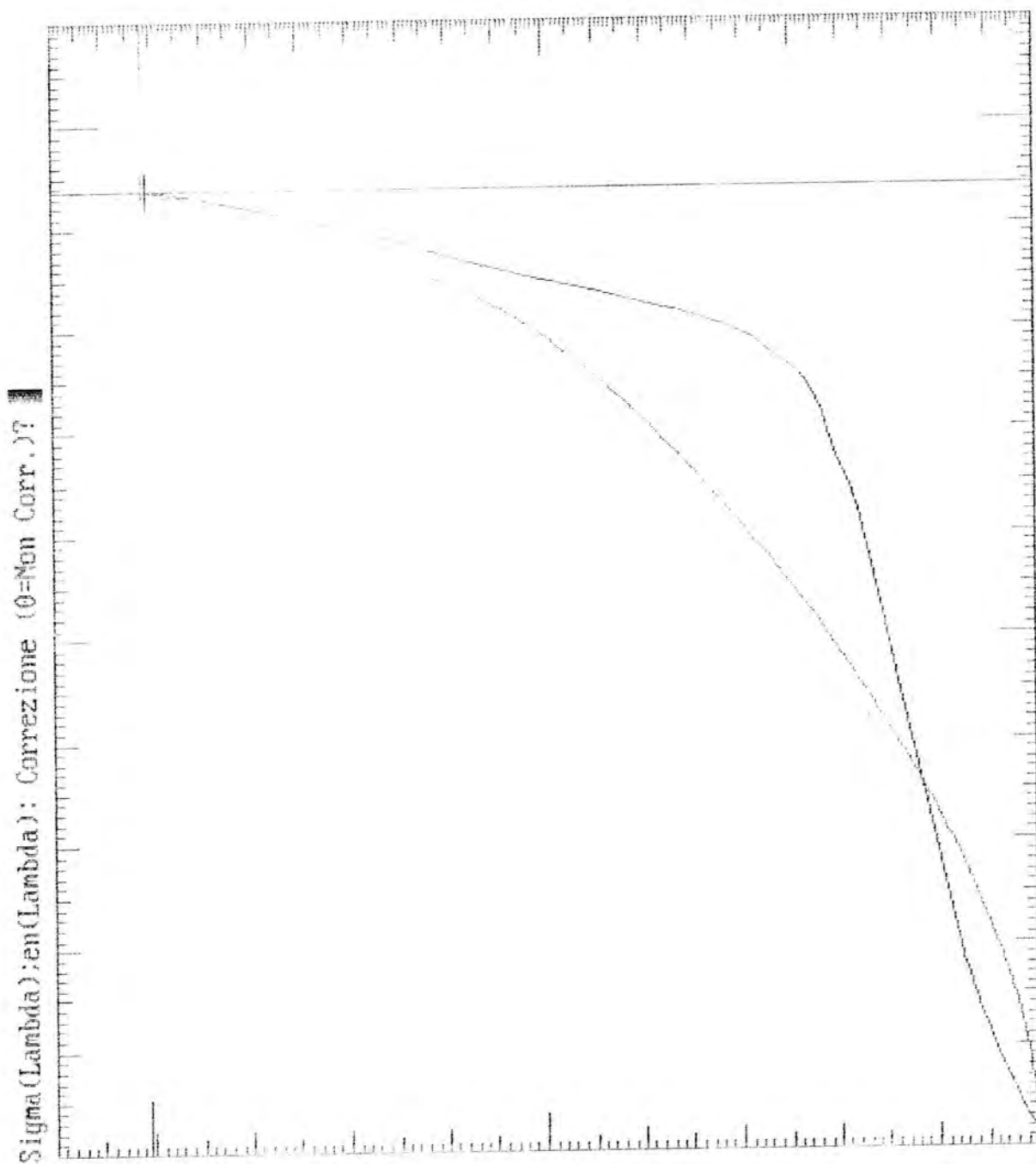
Siri adimensionali a rottura $nr = 14.78891$

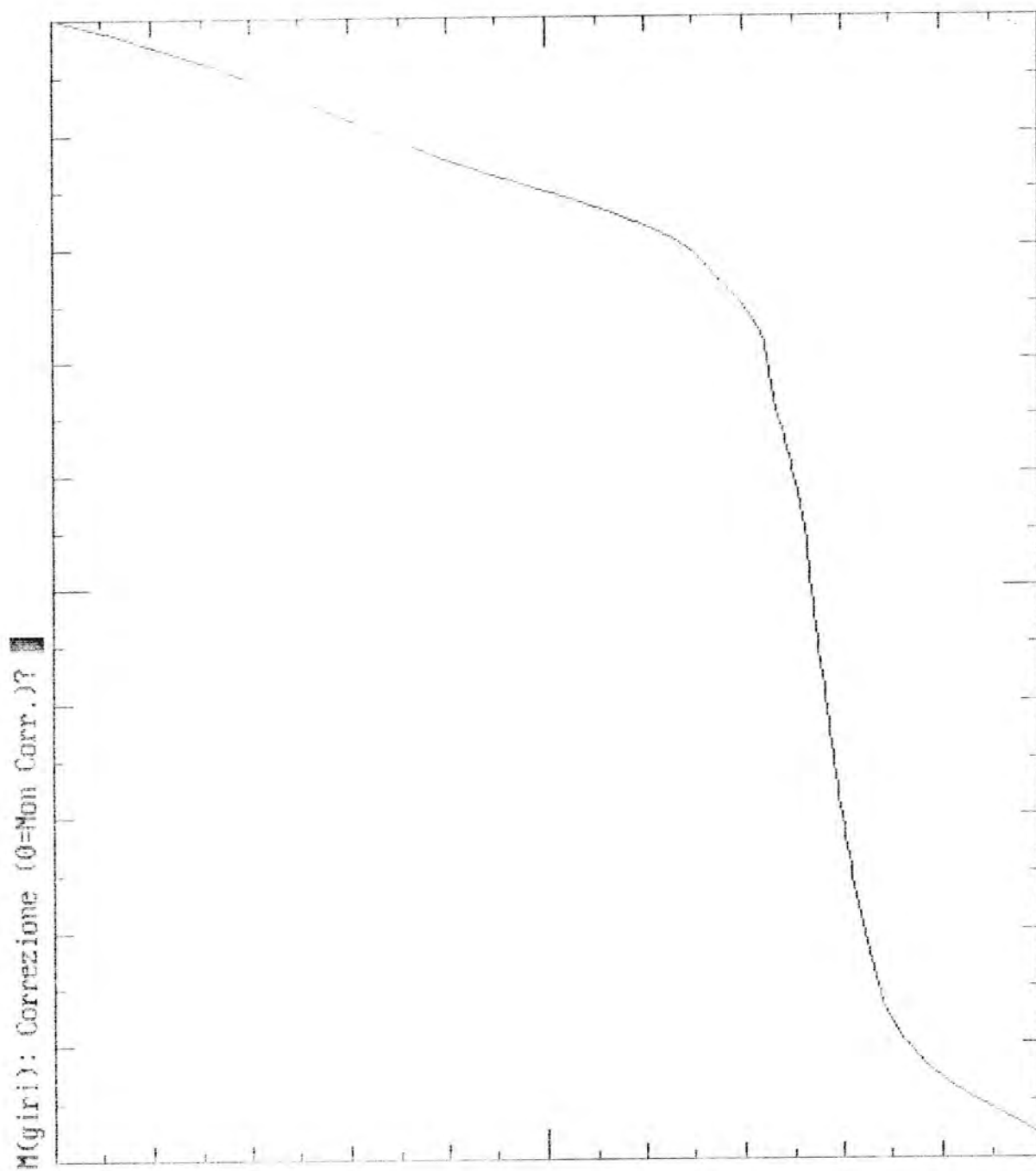
Sigma a rottura (gr/cm^2) $sigr = 85500$

Energia a rottura (m) $enr = 1644.86$

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9902	0.9294	0.9507	0.9863
0.9803	0.8686	0.9048	0.9727
0.9705	0.8154	0.8618	0.9592
0.9607	0.7677	0.8213	0.9457
0.9509	0.7234	0.7832	0.9323
0.9410	0.6805	0.7474	0.9189
0.9312	0.6369	0.7137	0.9056
0.9214	0.5904	0.6823	0.8924
0.9115	0.5393	0.6535	0.8793
0.9017	0.4854	0.6273	0.8662
0.8919	0.4341	0.6038	0.8532
0.8820	0.3877	0.5828	0.8402
0.8722	0.3469	0.5640	0.8273
0.8624	0.3126	0.5472	0.8145
0.8526	0.2864	0.5319	0.8018
0.8427	0.2671	0.5178	0.7891
0.8329	0.2524	0.5045	0.7765
0.8231	0.2401	0.4919	0.7640
0.8132	0.2295	0.4799	0.7515
0.8034	0.2202	0.4684	0.7392
0.7936	0.2116	0.4574	0.7268
0.7838	0.2049	0.4467	0.7146
0.7739	0.1996	0.4364	0.7024
0.7641	0.1952	0.4263	0.6903
0.7543	0.1911	0.4165	0.6783
0.7444	0.1876	0.4068	0.6664
0.7346	0.1843	0.3973	0.6545
0.7248	0.1810	0.3880	0.6427





***** MATA 24/12/95 ***** 19:04:45 ***** 01-08-1997 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA7 TAN2 11/94 Prova 2 18/12/95 mod. Sanavio 17/12/95 co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.139	0	0.139	0	5.452	16096	5.452	16096
0.875	3751	0.875	3751	6.216	18061	6.216	18061
1.658	6795	1.658	6795	6.831	20566	6.831	20566
2.495	8941	2.495	8941	7.623	25048	7.623	25048
3.289	10906	3.289	10906	8.105	33989	8.105	33989
4.739	14310	4.739	14310	8.453	49186	8.453	49186
				9.366	90342	9.366	90342

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .139

Giri adimensionali residui n0 = .2619679

Allungamento a rottura Lamr = 9.3655

Giri adimensionali a rottura nr = 13.50001

Sigma a rottura (gr/cm²) sigr = 90342.01

Energia a rottura (m) enr = 1819.357

Energia restituita per allungamenti massimi prossimi a quello di rottura:

Lam/Lamr	sig/sigr	en/enr	n/nr
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9901	0.9348	0.9557	0.9864
0.9803	0.8775	0.9142	0.9728
0.9704	0.8268	0.8751	0.9593
0.9606	0.7813	0.8383	0.9459
0.9507	0.7396	0.8034	0.9325
0.9409	0.7002	0.7705	0.9192
0.9310	0.6619	0.7393	0.9060
0.9212	0.6233	0.7098	0.8928
0.9113	0.5829	0.6822	0.8797
0.9015	0.5395	0.6565	0.8667
0.8916	0.4922	0.6328	0.8537
0.8818	0.4446	0.6114	0.8408
0.8719	0.4009	0.5920	0.8280
0.8621	0.3653	0.5745	0.8152
0.8522	0.3386	0.5583	0.8025
0.8424	0.3184	0.5433	0.7899
0.8325	0.3027	0.5291	0.7773
0.8227	0.2891	0.5155	0.7648
0.8128	0.2757	0.5026	0.7524
0.8030	0.2638	0.4902	0.7401
0.7931	0.2549	0.4783	0.7278
0.7833	0.2483	0.4668	0.7156
0.7734	0.2434	0.4555	0.7035
0.7636	0.2397	0.4445	0.6914
0.7537	0.2366	0.4336	0.6794
0.7439	0.2335	0.4228	0.6675
0.7340	0.2298	0.4122	0.6557
0.7242	0.2251	0.4017	0.6439
0.7143	0.2205	0.3915	0.6322
0.7045	0.2160	0.3815	0.6206