

UN BANCO PER LE PROVE DELLA GOMMA.

A BENCH FOR RUBBER TESTING.

Giorgio Callegari – NIKE - Milano

Questo banco è stato realizzato per eseguire prove di trazione su piccoli campioni di filo di gomma, rilevando i valori di forza/allungamento da zero a rottura, con il miglior grado di precisione e affidabilità, necessari per tracciarne un corretto diagramma in tiro e in rilascio e di conseguenza calcolare con precisione l'energia ed i giri di carica di una matassa da essa costituita. La soluzione scelta è il risultato delle considerazioni con l'amico Filippo Surace, sulla necessità di eliminare gli inevitabili errori dovuti al rilassamento sotto carico del nodo dell'anello in prova.

Il banco è costituito da un telaio realizzato con due profilati di alluminio a sezione quadra, lunghi 2 m (Figg. 1 e 2): ad una estremità è fissato il supporto di una leva a due bracci ad L, uno dei quali porta il perno di aggancio del campione in prova, l'altro, di lunghezza doppia, trasferisce la forza di trazione ad una bilancia a cella di carico: il valore letto corrisponde alla forza di un singolo filo. All'altra estremità è montato un verricello, munito di cricchetto, che applica la trazione al campione di gomma in prova, con possibilità di blocco nella posizione voluta, per consentire una corretta lettura dei valori di lunghezza e di forza di trazione corrispondente.

L'esigenza di evitare i suddetti problemi del nodo tra le estremità dell'anello di gomma, ha reso necessario ricorrere ad una soluzione alternativa. L'anello è stato sostituito da un filo con un nodo alle due estremità, ciascuna delle quali viene avvolta per un certo angolo sulla superficie cilindrica di una bobina, con i nodi bloccati da due pioli; l'attrito tra gomma e superficie del cilindro consente di ridurre il tiro sui nodi stessi. La formula (2), riportata a pagina 3, consente di calcolare il rapporto fra la trazione della gomma ed il tiro sul nodo.

Nella figura 3 sono illustrati: la bobina, il posizionamento del campione in prova, la trazione della bobina a mezzo verricello; risultano evidenti: l'avvolgimento delle due estremità del filo, i due pioli di ritenuta dei nodi, i due fili del campione di gomma in prova, la lunghezza del medesimo, misurabile tra l'ancoraggio al perno del braccio da un lato e la marcatura sui due fili dall'altro.

Per ciascuno dei campioni di gomma viene definita con precisione la sezione del filo mediante misura del peso con bilancia di precisione e della densità per immersione in soluzione acqua/alcool in percentuale da equilibrarne il valore; questa operazione è importante per definire con precisione i valori di sigma e dell'energia: a pagina 6 è riportato un esempio di diagramma ricavato dai dati rilevati.

La metodologia di prova adottata è la seguente:

- il filo in prova, con i nodi ai due estremi, viene avvolto sulla bobina, i nodi fissati sui pioli, e agganciato al perno di 3mm del braccio ad L; la bobina viene collegata al verricello,
- si procede allo snervamento del campione, tirandolo ad una lunghezza pari a 7 volte quella iniziale, mantenendolo in posizione per 5-10 minuti,

- al rilascio, si misura la lunghezza dopo snervamento e si trazione il campione fino a rottura, misurando forza e allungamento,
- un secondo campione, dopo lo snervamento, si mette in trazione, con una forza pari al 90% del valore di rottura,
- si rilascia il campione, misurandone forza e allungamento ad intervalli regolari.

L'elaborazione finale, secondo la "TEORIA DELLA MATASSA ELASTICA (03/2014)" di Surace, consente di calcolare energia e giri rapportati ai rispettivi valori a rottura ed il numero di "giri adimensionali a rottura", necessario per il calcolo dei giri di carica di una matassa di lunghezza e peso dati (ved. pagina 7), per mezzo della formula (1) riportata a pag. 3.

This bench was conceived for the measure of the energetic characteristics on small samples of rubber strips with a good grade of precision, in order to obtain a correct diagram force/stretch, during both stretching and release phases, on the complete range from the original to the maximum length (breakage); this diagram will give the necessary informations to calculate the value of energy and maximum turns for a given skein obtained from the same batch of rubber of the test.

A lot of discussions were made with the friend Filippo Surace about the necessity to avoid the problem of the slakenings of the knot between the the extremities of the rubber loop, as a cause of incorrect results: an alternative solution was chosen, to overcome this problem.

The bench has a main frame made with two aluminium beams of square section 2 mt long (see figg. 1-2). One end of the frame has a support for a two arms lever: one arm takes a 3mm diameter pin, the hook for the rubber sample, the second one (double length) transmits the tensile strength of the rubber sample to a load cell balance, the reading correspond to the force of a single strand. The second extremity takes a winch, with a locking device, to apply the force to the rubber sample and lock it in a desired position, to permit a correct reading of the corresponding values of force and stretch.

The necessity to overcome the above mentioned problem of the slakening of the knot on the rubber loop, has suggested an alternative solution: the loop was substituted by a single strip with a knot on the two extremities, these ones are wound on the cylindrical surface of a bobbin for a proper angle, with the knots taken in position by two pins: the friction between rubber and cylinder will help to reduce the stress on the knots. The expression (2), page 3, shows the relation between the force of the rubber sample (T) and the stress on the knot (T_0):

The bobbin is drawn by the winch and transmits the force to the rubber sample. The fig. 3 illustrates the detailed fitting of a rubber sample during the test, whose length is defined by the center of the 3mm pin and a mark on the two strands.

The exact strip section area of every sample is calculated by its weight, measured with a precision balance, and its density, obtained with immersion in a water/spirit solution of corresponding value; this operation is fundamental, to calculate the exact values of sigma and energy. An example of the resulting diagram can be seen at page 6.

The following testing methodology was adopted:

- the two extremities of the rubber strip of a proper length are wound around the bobbin, with the knots locked by the pins, as shown in fig. 2b; the other end of the sample is fastened on the 3 mm pin of the arm, the bobbin is connected to the winch,
- the preliminary breaking-in operation is obtained stretching the sample up to 7 times the original length and lock it in position for 5-10 minutes, then released, taking note of the new length,
- the sample is drawn to the max length (breakage), reading the force and the stretch,
- a second sample, after the stretching-in, is drawn to reach a force corresponding to 90% of the max. value at breakage obtained on the first test, then released slowly, reading the values of force and stretch at regular intervals up to zero.

The final elaboration with the Surace's "THEORY OF THE RUBBER MOTOR (03/2014)" gives a table of ratios of energy and turns to the corresponding values at breakage and the "adimensional number of turns to breakage", which permits to calculate the max n° of winding turns of a rubber motor of a given length and weight (see page 7), with the expression (1).

$$(1) \quad N = K \sqrt{L^3 \times D / P}$$

N = Numero max di giri di carica – max number of winding turns

K = Numero di giri adimensionali a rottura – adimensional number of turns at breakage

L = Lunghezza della matassa – motor length (cm)

D = Densità della gomma – rubber density (circa – approx. 0,95 gr/cm³)

P = Peso della matassa – motor weight (gr)

$$(2) \quad T_o = T \cdot e^{-\mu\phi}$$

T = Trazione della gomma – rubber sample strength

T_o = Forza sul nodo – force on the knot

Φ.l = angolo di avvolgimento – winding angle

μ = Coefficiente d'attrito gomma-bobina – friction coeff. rubber-bobbinφ

Ex. Per (for): μ = 0,2 α = 360° (2π) T_o / T = 0,285

FIG. 1

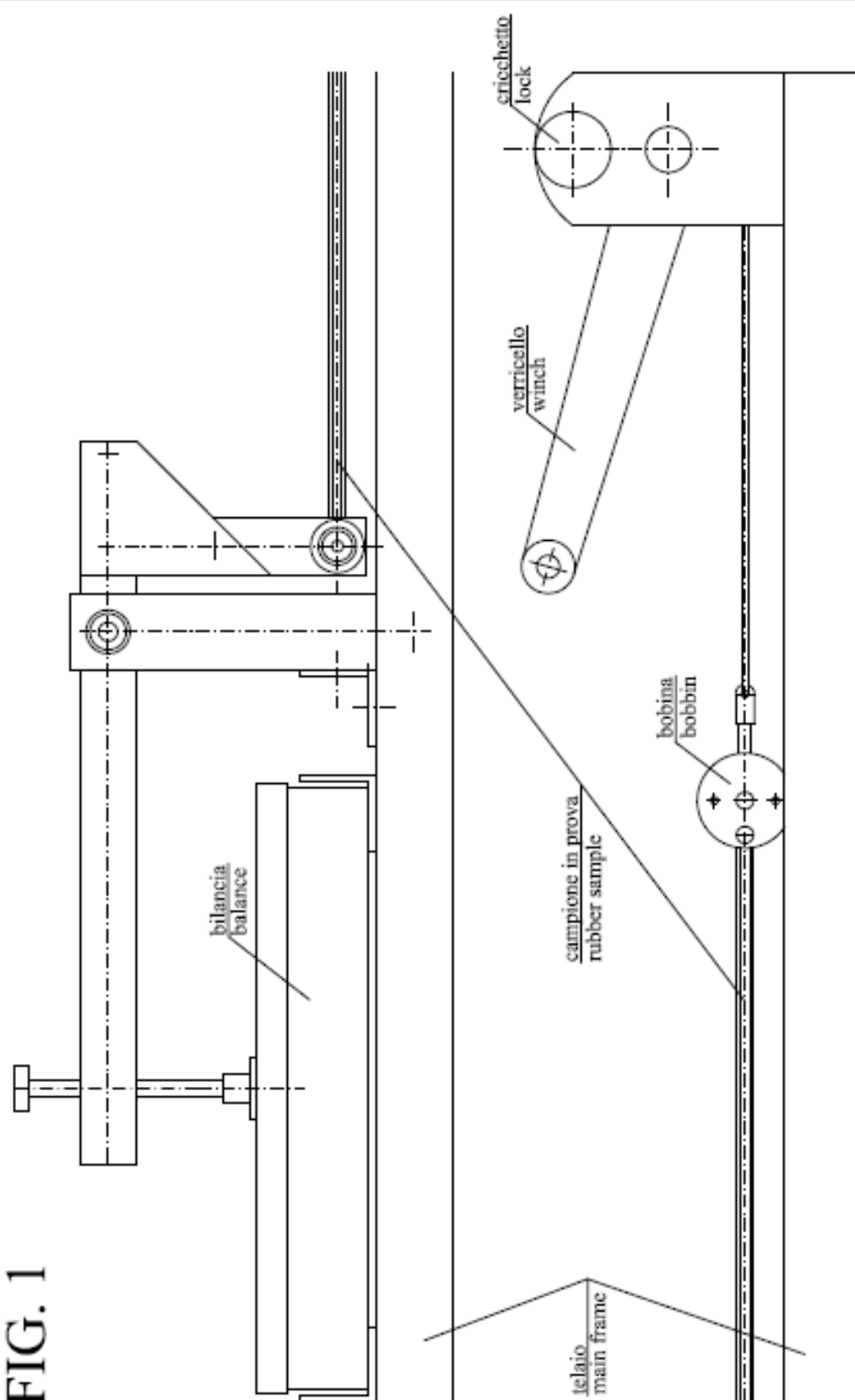


FIG. 2

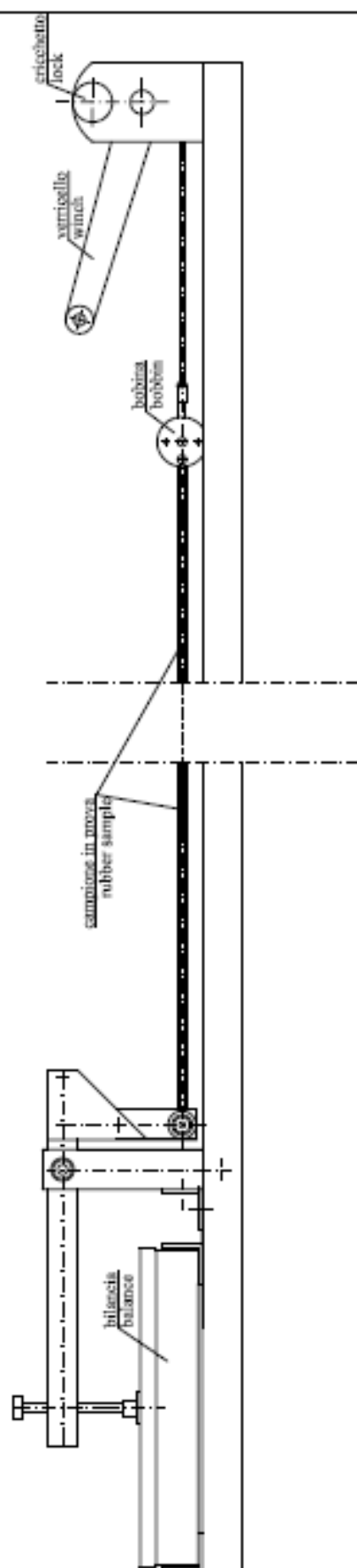
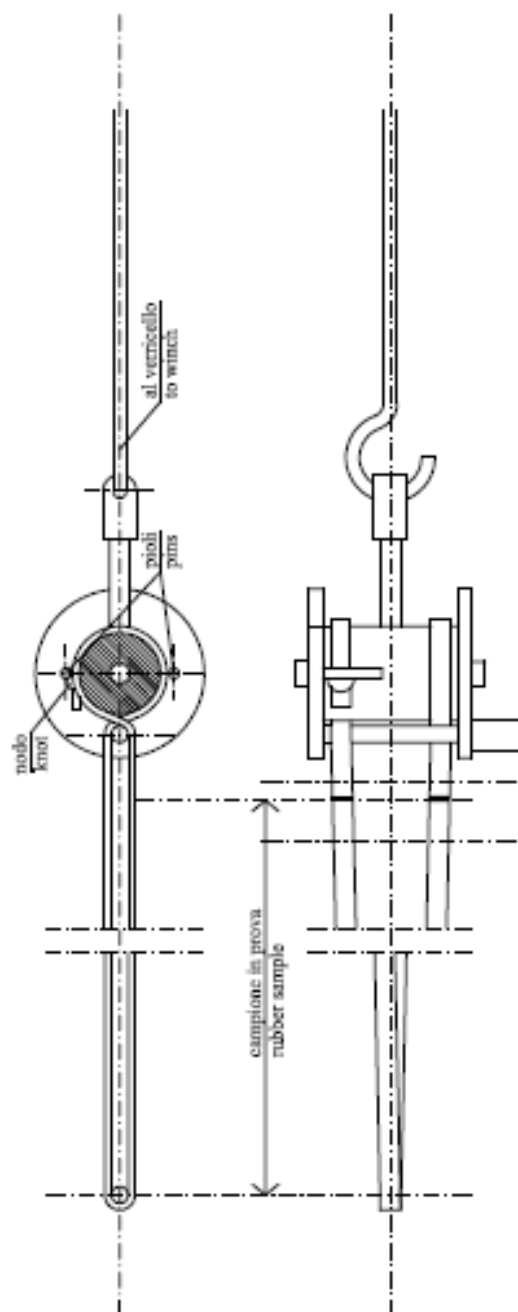
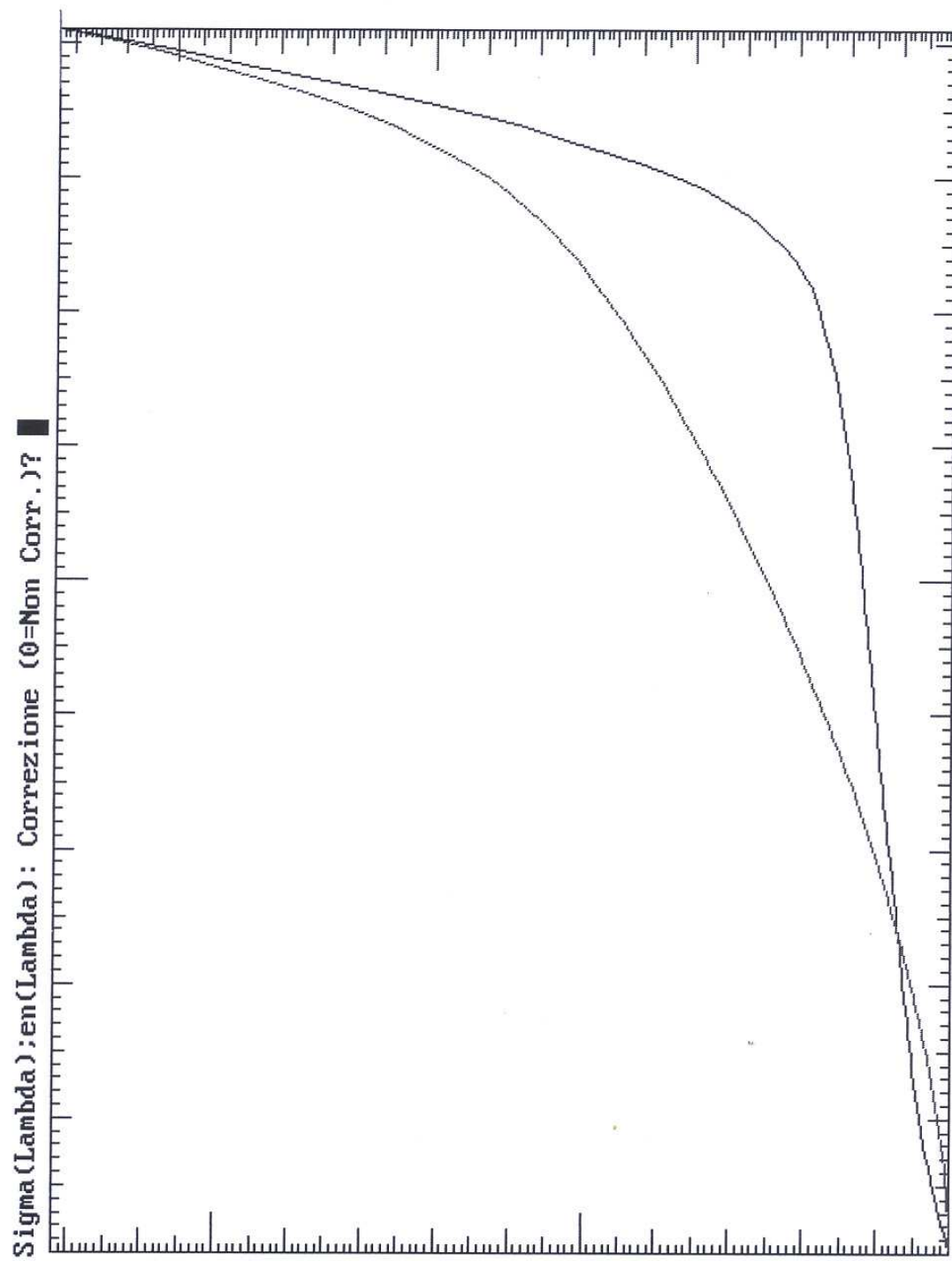


FIG. 3





***** MATA7214 17/04/14 A.13/05/14 ** 11:33:59 ** 05-13-2014 *****

Input dati sperimentali matassa:

i = 1 MATA40:S.SPORT 2005 G.franco ro.948 s3.0264 12/05/14 co(i) = 1

Lam0	sig0	Lam	sig	Lam0	sig0	Lam	sig
0.025	0	0.025	0	5.500	13052	5.500	13052
0.970	3965	0.970	3965	6.070	14539	6.070	14539
1.750	5815	1.750	5815	6.870	17380	6.870	17380
2.720	7732	2.720	7732	7.500	22403	7.500	22403
3.430	9219	3.430	9219	8.030	36082	8.030	36082
4.300	10805	4.300	10805	8.550	66250	8.550	66250
4.880	11895	4.880	11895	9.183	122753	9.183	122753

Risultati Complessivi di Calcolo:

Allungamento residuo Lam0 = .025
 Giri adimensionali residui n0 = .046
 Allungamento a rottura Lamr = 9.183
 Giri adimensionali a rottura nr = 11.46493
 Sigma a rottura (ro=1) (gr/cm^2) sigr = 122753
 Energia a rottura (m) enr = 1739.32
 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	0.9271	0.9377	0.9863
0.9801	0.8551	0.8801	0.9727
0.9701	0.7846	0.8271	0.9591
0.9601	0.7166	0.7786	0.9455
0.9501	0.6518	0.7344	0.9321
0.9402	0.5910	0.6942	0.9187
0.9302	0.5350	0.6579	0.9054
0.9202	0.4831	0.6250	0.8921
0.9102	0.4348	0.5953	0.8789
0.9003	0.3902	0.5686	0.8658
0.8903	0.3496	0.5447	0.8527
0.8803	0.3133	0.5233	0.8397
0.8704	0.2816	0.5041	0.8268
0.8604	0.2554	0.4867	0.8139
0.8504	0.2340	0.4709	0.8011
0.8404	0.2163	0.4564	0.7884
0.8305	0.2011	0.4429	0.7757
0.8205	0.1875	0.4303	0.7631
0.8105	0.1750	0.4186	0.7506
0.8005	0.1656	0.4076	0.7381
0.7906	0.1587	0.3971	0.7258
0.7806	0.1538	0.3870	0.7134
0.7706	0.1499	0.3772	0.7012
0.7607	0.1465	0.3676	0.6890
0.7507	0.1427	0.3583	0.6770
0.7407	0.1384	0.3492	0.6649
0.7307	0.1348	0.3403	0.6529
0.7208	0.1317	0.3317	0.6411
0.7108	0.1290	0.3233	0.6292
0.7008	0.1267	0.3150	0.6175

Generato file M23

Etichetta M23:MATA40 S.SPORT 2005 sner.lam6 13/05/14