

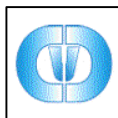
REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI VERCELLI



COMUNITA' MONTANA
VALSESIA



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA E ARTIGIANATO
E AGRICOLTURA



COMUNE DI ALAGNA
VALSESIA



COMUNE DI SCOPELLO



MONTEROSA 2000 S.p.A.

COMPLETAMENTO DEL SISTEMA SCIISTICO DELLA VALSESIA

AGGIORNAMENTO DELL'ACCORDO DI PROGRAMMA
SIGLATO IL 14 NOVEMBRE 2006

TITOLO ELABORATO

Adeguamento e potenziamento del sistema di impianti a fune "Cimalegna-Passo dei Salati"
Seggiovia quadriposto ad ammortamento automatico "Cimalegna"
Progetto definitivo-esecutivo

ESITO DELLE PROVE ESEGUITO SULL'IMPIANTO TEST DOPPELMAYR

ELABORATO n°	SCALA	DATA	REDATTO		Z. Reggiani
D.2_3.y.3	-	APRILE 2017	CONTROLLATO		S. Ladurner
			APPROVATO		C. Francione
NOME FILE					
REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI			

PROGETTISTA



DOPPELMAYR ITALIA srl
Zona Industriale 14
I-39011 Lana (BZ)

Dott. ing. Siegfried LADURNER

IN COLLABORAZIONE CON:

Dott. for. Lorenzo POZZO
Fraz. Ferrero 4 - Trivero (BI)

studio associato



TRIVERO (13835) BI - Centro Zegna - via G. Marconi 32/a, tel. e fax 015/75024
www.terriorium.it studio@terriorium.it

Dott. geol. Barbara LOI
Piazza Mazzini 23 - Borriana (BI)

**Provincia Autonoma di Bolzano
Ufficio Trasporti Funiviari**

**Provincia Autonoma di Trento
Servizio Impianti a Fune**

**Relazione in esito a prove con fune portante traente
scarrucolata e transito sulle scarpe raccoglifune,
effettuate su impianto test presso la ditta Doppelmayr
Misura della torsione del sostegno**

**Wolfurt, giugno 1998
Trento/Bolzano, settembre 2000**

Premessa

In data 08 e 09 giugno 1998 i sottoscritti dott.ing. Markus Pitscheider e dott.ing. Fabio Degasperi hanno assistito, presso la ditta Doppelmayr di Wolfurt, ad una serie di prove su sostegno di seggiovia quadriposto ad ammortamento automatico (impianto test della ditta - vedi foto n.2)), finalizzata alla verifica del comportamento a torsione della testata del sostegno stesso, come richiesto dall' art. 3.17.1 delle PTS per funivie monofuni a collegamento temporaneo (AMMAUT) emesse con D.M. 8 marzo 1999,n.58..

Su incarico della ditta AGAMATIC, l' ing. Alois Mitterer ha diretto le prove, presentando all'Ufficio Trasporti Funiviari di Bolzano specifica relazione sui risultati.

Nella presente relazione si considerano:

- 1) i presupposti delle prove (scelta del tipo di morsa, forma delle scarpe raccoglifune, rigidità torsionale del sostegno, carichi applicati, etc.), al fine di poter estendere la validità dei risultati, alla produzione adottata e da adottarsi in Italia;
- 2) la validità delle procedure delle prove;
- 3) i risultati delle prove;
- 4) la relazione presentata dal costruttore italiano, ai fini della ammissibilità della produzione.

1) Presupposti delle prove

Per poter prendere in considerazione i risultati, ai fini di una verifica di ammissibilità, è necessario valutare i presupposti delle prove:

- tipo di morsa: è stata utilizzata una morsa modello DT4, della ditta Doppelmayr Austria, caratterizzata dall' utilizzo delle barre di torsione, non commercializzata in Italia (vedi foto n.1). Ai fini della prova, deve presentarsi corrispondenza della sagoma inferiore delle ganasce tra il modello austriaco ed italiano. E' stato presentato disegno in merito.
- forma scarpe raccoglifune: sono state montate scarpe raccoglifune corrispondenti a quelle utilizzate in Italia.
- rigidità torsionale del sostegno: gli ultimi due commi dell' art. 3.17.1 del DM 08 marzo 1999 n.58 (AMMAUT) richiedono

3.17 Costruzione dei sostegni dell'impianto

3.17.1 I sostegni in struttura metallica devono presentare una rigidità rispetto alla torsione tale che sotto l'azione della coppia torcente, rispetto all'asse del sostegno, esercitata dalla fune in movimento sui rulli in un piano perpendicolare all'asse del sostegno nelle condizioni di carico a tali effetti più sfavorevoli, la rotazione massima della testata non superi l'angolo di 0,003 rad. I sostegni devono altresì presentare una sufficiente rigidità alla flessione, in maniera che, al passaggio dei veicoli carichi in corrispondenza di essi, non abbiano a manifestarsi deformazioni elastiche eccessive o vibrazioni disturbanti. Inoltre la rotazione determinatasi sotto l'effetto della fune fuoriuscita dalla propria sede, su uno dei due rami, anche al passaggio delle morse sulle scarpette raccoglifune, dovrà essere contenuta entro valori tali da impedire alla fune medesima la fuoriuscita dalla scarpetta stessa. Quest'ultima condizione di lavoro, prevista nei singoli progetti, deve essere giustificata sulla base di preventive prove sperimentali da effettuare su ogni tipo di sostegno, per condizioni limite di impiego prefissate, avuto riguardo al tipo di rulliera ed al tipo di morsa impiegata.

Per quanto concerne la regolarità di passaggio della morsa nella scarapa, si fa riferimento all'art. 3.18.10, che riporta:

3.18.10 I dispositivi raccoglifune previsti all'articolo 3.18.8 devono avere i seguenti requisiti:

- .1 essere posizionati in modo tale che il loro profilo esterno intersechi la retta passante per il centro della fune, posta nella gola nuova del rullo, inclinata non meno di 30° rispetto alla verticale;
- .2 essere realizzati in modo da contenere efficacemente la fune eventualmente scarrucolata, lungo tutto l'arco della rulliera;
- .3 essere realizzati in modo da permettere, senza gravi conseguenze, il passaggio della morsa sugli stessi a velocità nominale e per tutto lo spazio dell'arresto automatico conseguente alle condizioni di carico più sfavorevoli; la rispondenza alle sopraindicate prescrizioni deve essere preventivamente dimostrata con prove sperimentali su un prototipo di rulliera.

2) Validità delle procedure di prova

Misura della forza di attrito: sono stati applicati estensimetri elettrici sulle lamiere di fiancata della testata del sostegno sollecitate a flessione dalla forza di attrito fune/scarpa (vedi foto n.6). Si è proceduto ad una calibrazione di questo sistema di misura, tramite confronto con una cella di riferimento applicata tra sostegno e ancoraggio fisso, a carichi crescenti (vedi grafico pag. 14 relazione allegata).

Misura dello spostamento: è stato posizionato un trasduttore di spostamento, su supporto fisso a terra, per misurare lo spostamento trasversale dell'estremità della pedana relativa alla rulliera in prova (vedi schema a pag.13 relazione allegata e foto n.3,4,5). In tal modo non vengono misurate le oscillazioni longitudinali del sostegno.

I due segnali analogici vengono registrati su scrivente a due canali (vedi foto n.7 e 8).

Si ritengono adeguati predisposizione e sistemi di misura.

3) Esame dei risultati delle prove

Sono state effettuate numerose prove di passaggio nelle scarpe raccoglifune, a fune nuda, con seggiola vuota e carica, avanti e indietro, alla velocità di 1,0 e 5,0 m/sec.

I diagrammi di sforzo e spostamento risultano chiari e leggibili.

Si è riscontrato passaggio regolare, senza urti della morsa contro le scarpe: si considera rispettato quanto richiesto dall'art. 3.18.10 punto 3 delle PTS.

Solo dopo ripetute prove, con l'incremento del consumo si ha contatto dei bordi inferiori delle ganasce con la scarpa: anche in tali condizioni il passaggio è regolare. E' da considerare che in caso di reale scarrucolamento in esercizio si avrà scorrimento solo pari allo spazio di arresto per intervento dei dispositivi antiscarrucolanti elettrici, ben inferiore a quello delle prove in oggetto.

Il consumo della scarpa è rappresentato nelle foto 10 e 11. Il solco è centrato nella scarpa.

4) Esame della relazione redatta dall'ing. Mitterer:

Il relatore ha impostato il seguente ragionamento:

- a) valutazione teorica della rotazione della testata su sostegno in generale, con:
 - adozione di carico massimo per rullo, quindi carico complessivo sulla rulliera
 - adozione di coefficiente di attrito fune/scarpa pari a 0,2, risultante dalla media delle prove;
 - definizione della forza longitudinale dovuta all'attrito
 - adozione dell'intervista ed eccentricità della scarpa come da produzione in esame
 - definizione del momento torcente corrispondente alla forza di attrito
 - definizione della relazione tra angolo di rotazione del sostegno, momento torcente e caratteristiche del sostegno stesso, in via generale.

- b) applicazione del punto a) al sostegno installato sull'impianto test oggetto delle prove (vedi punto 3 della relazione), dove il carico effettivo sulla rulliera viene calcolato, nota la tensione nella fune data dal dispositivo idraulico, tramite la misura degli angoli assunti dalla fune sui due rami adiacenti la rulliera. Da notare che i valori di pressione/rullo misurati sono superiori al limite di carico/rullo di progetto.
- c) Viene calcolata la rotazione del fusto e la deformazione della testata per effetto della flessione indotta dalla forza di attrito, giungendo al valore teorico dello spostamento in corrispondenza del trasduttore di misura (vedi pag.4 relazione).
- d) Confronto tra i valori effettivamente misurati di forza e spostamento e quelli teorici. I valori sono ricavati dai diagrammi; poiché vi sono registrazioni consecutive a marcia avanti ed indietro con identiche condizioni di carico, viene assunta la media degli sforzi di attrito e degli spostamenti. Il valore misurato è superiore al teorico: il progettista lo giustifica con la deformazione elastica della fondazione (zavorra, non blocco in cls).
- e) Al punto 4.5 si riportano i risultati di prova di passaggio in scarpa con rulliera convergente rispetto alla linea, con angolo impostato pari a 1,1 gradi (prove alle quali non si è assistito). Tale valore (1,1 gradi = 0,0192 radianti) risulterebbe superiore a quello calcolato per il sostegno più alto e più carico (vedi tabella pag9: rullo 500 - carico/rullo 10kN - 12 rulli - h24m - rotazione 0,01245 rad). In tal modo la prova coprirebbe la situazione più gravosa. Sono allegate tabelle che rappresentano le curve limite di utilizzo del sostegno

5) Conclusioni

Le prove appaiono condotte in maniera corretta e portano a risultati ammissibili.

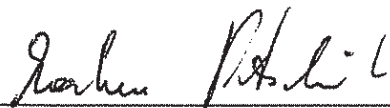
Riguardo alla relazione, non si hanno osservazioni.

Unica osservazione riguarda il totale rispetto dell'articolo 3.17.1, che riporta:

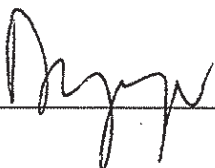
..... Quest'ultima condizione di lavoro, prevista nei singoli progetti, deve essere giustificata sulla base di preventive prove sperimentali da effettuare su ogni tipo di sostegno, per condizioni limite di impiego prefissate, avuto riguardo al tipo di rulliera ed al tipo di morsa impiegata.

Si ritiene che le prove effettuate siano esaurienti e che le conclusioni possano essere estese alla produzione delle rulliere (per quanto riguarda forma e posizione delle scarpe) e dei sostegni di appoggio, senza procedere ad altre prove. Mancherebbero le prove di passaggio sulle scarpe dei sostegni di ritenuta.

Dott.ing. Markus Pitscheider



Dott.ing. Fabio Degasperi



Allegati: - documentazione fotografica
- copia relazione ing. Mitterer

Foto n.1 - Modello di morsa
quadriposto a barre di torsione

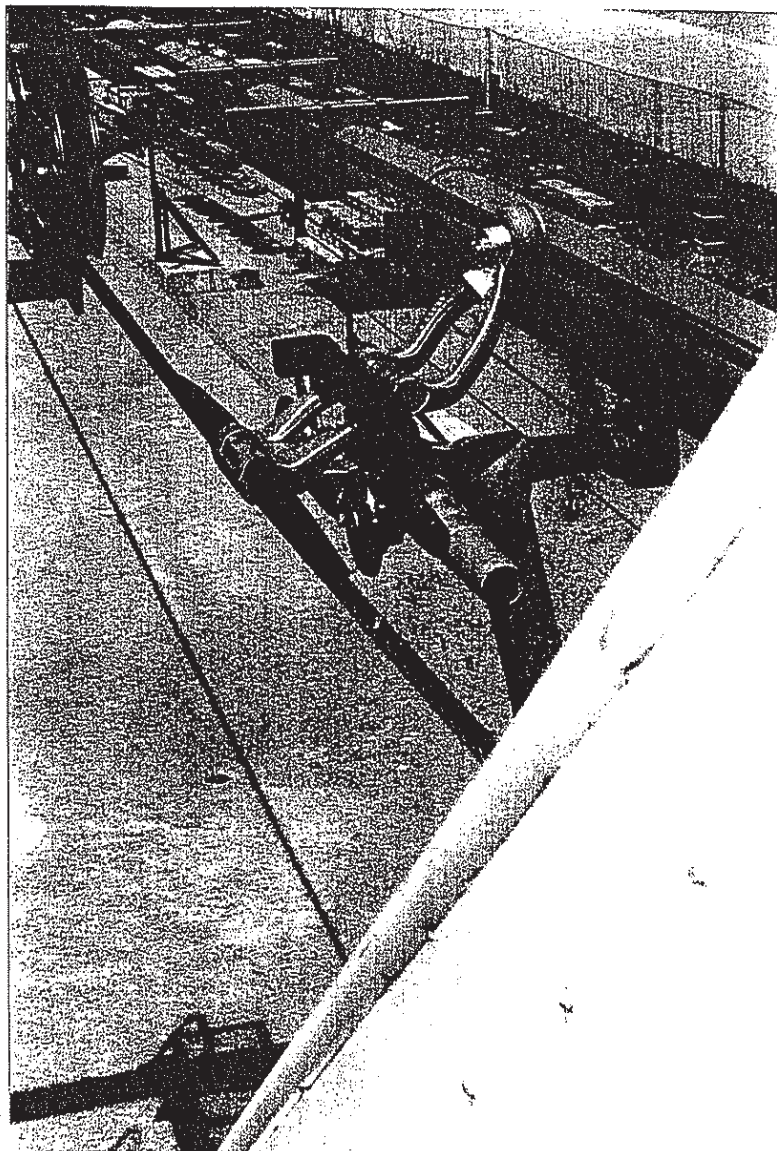


Foto n.2: Impianto test, con seggiole
quadriposto: stazione motrice e
sostegno oggetto di prova

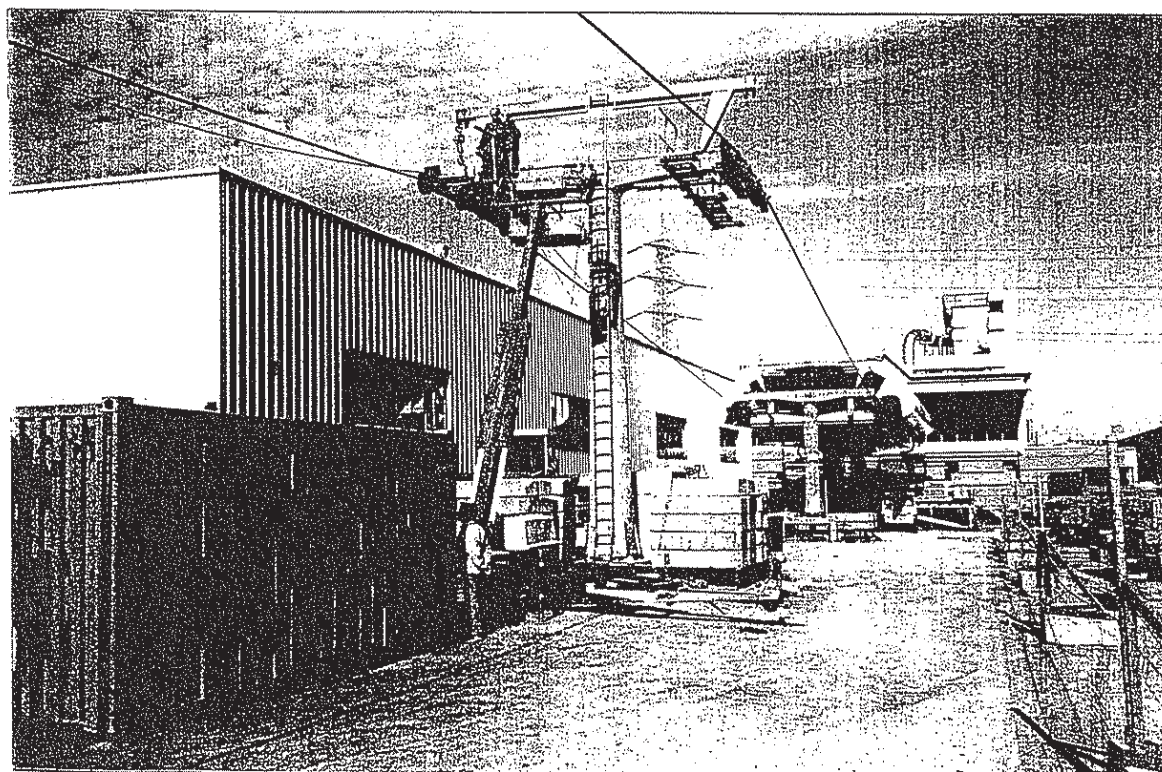


Foto n.3: Sostegno in prova attrezzato con ponteggio fisso a terra, per sensore spostamento trasversa



Foto n.4: Particolare disposizione del potenziometro rilevazione rotazione testata

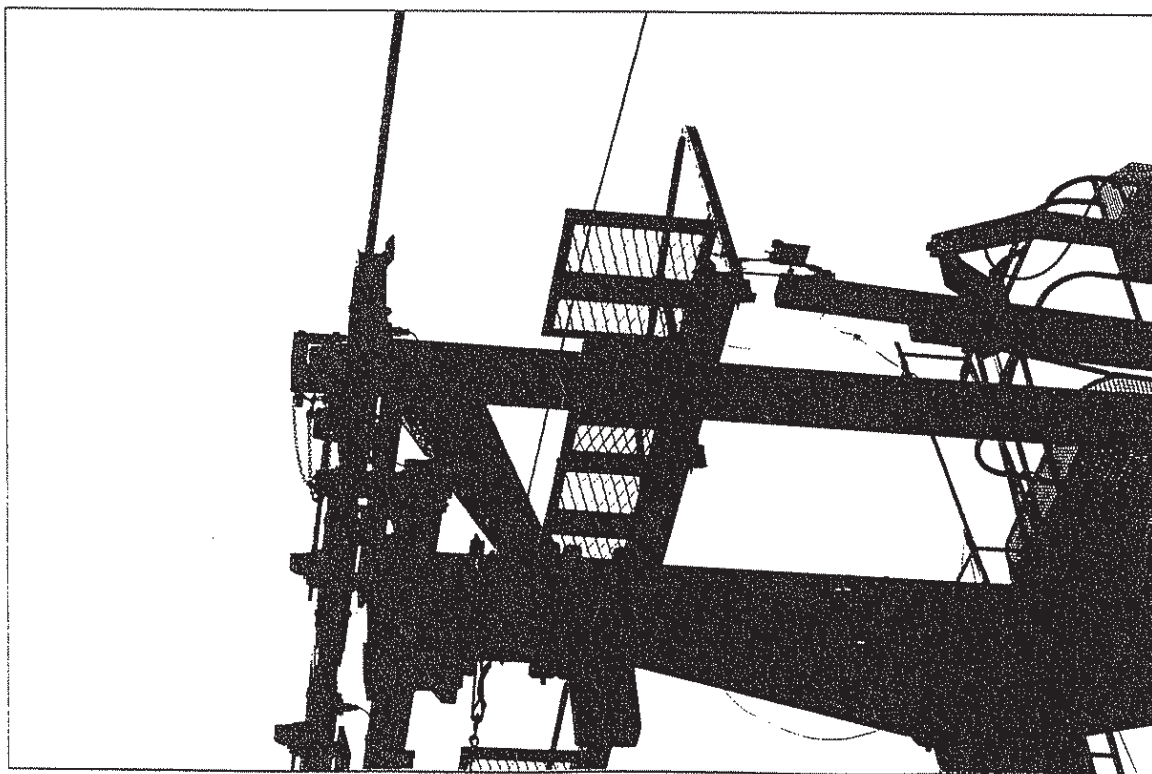


Foto n. 5: Posizionamento del potenziometro lineare per la misura dello spostamento della traversa

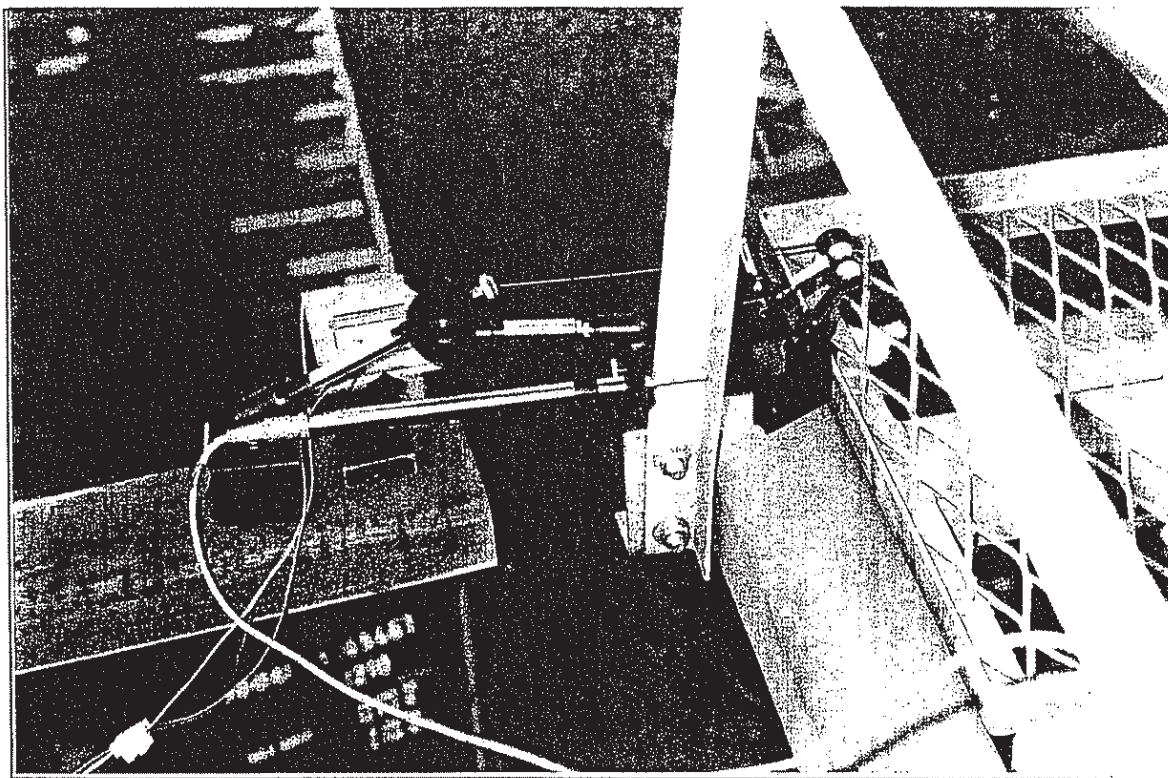


Foto n. 6: Applicazione degli estensimetri sulle fiancate della traversa

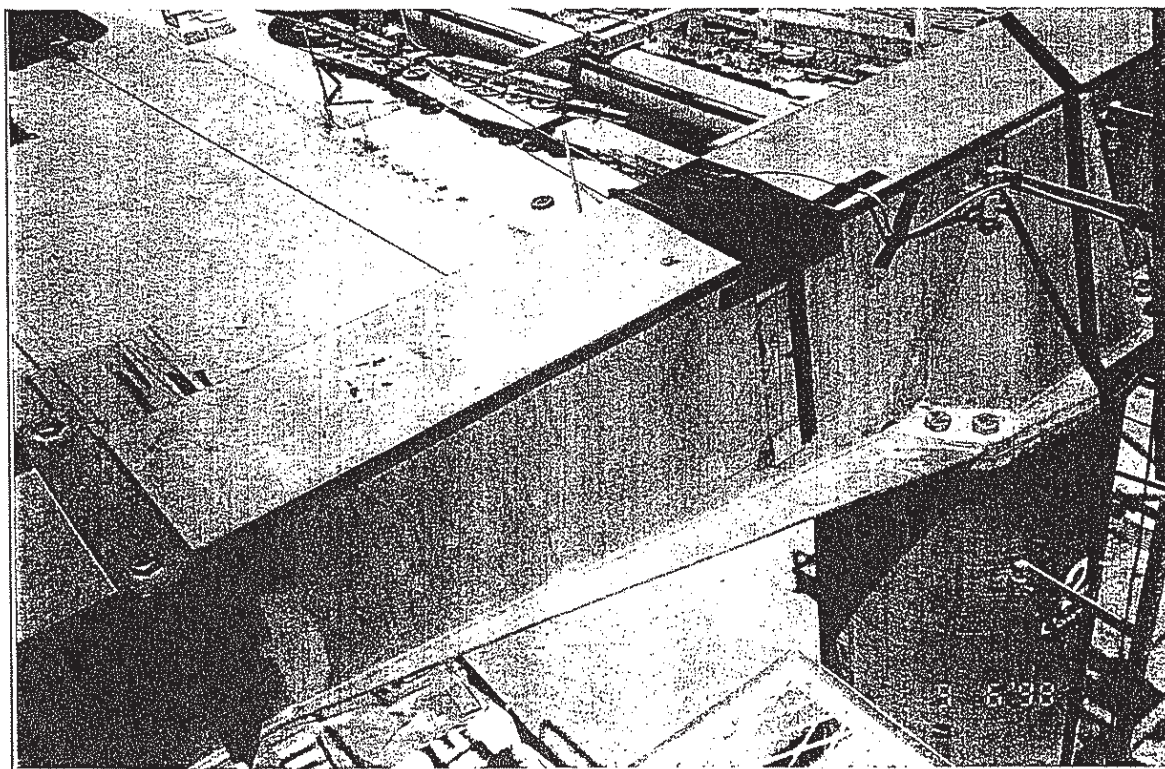


Foto n. 7: Apparecchiatura di misura

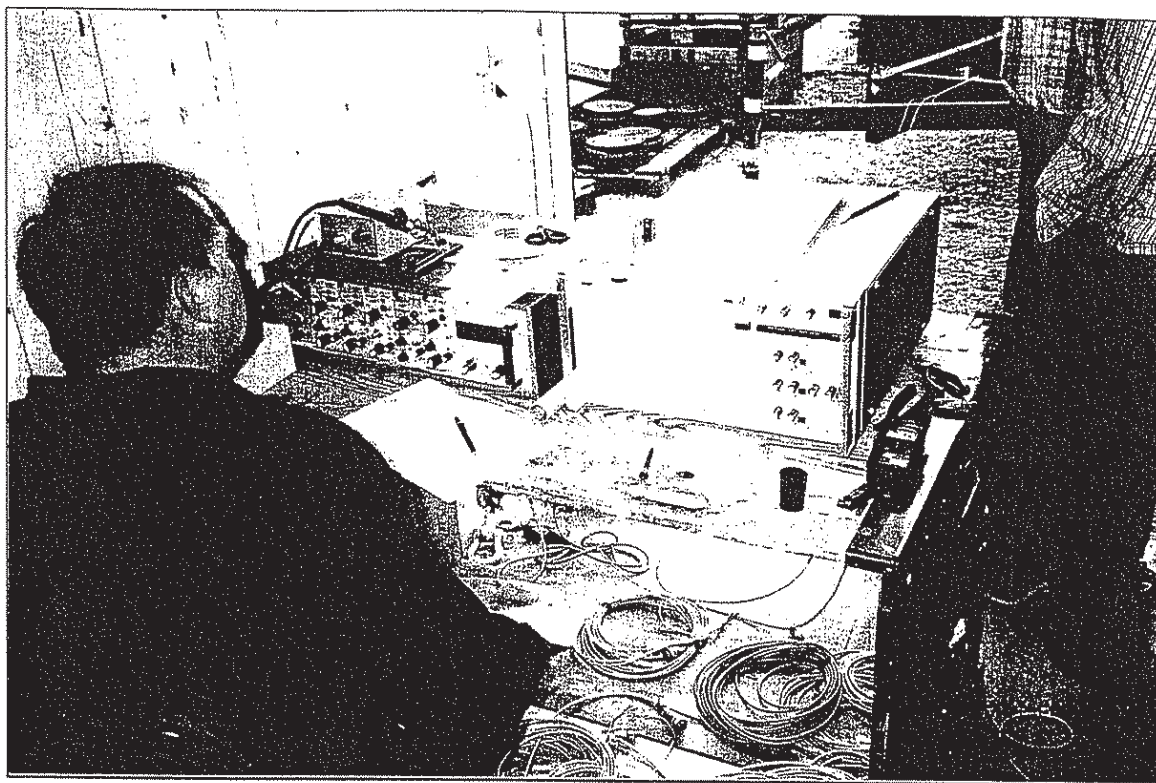


Foto n. 8: Diagrammi sollecitazione/tempo e spostamento traversa/tempo

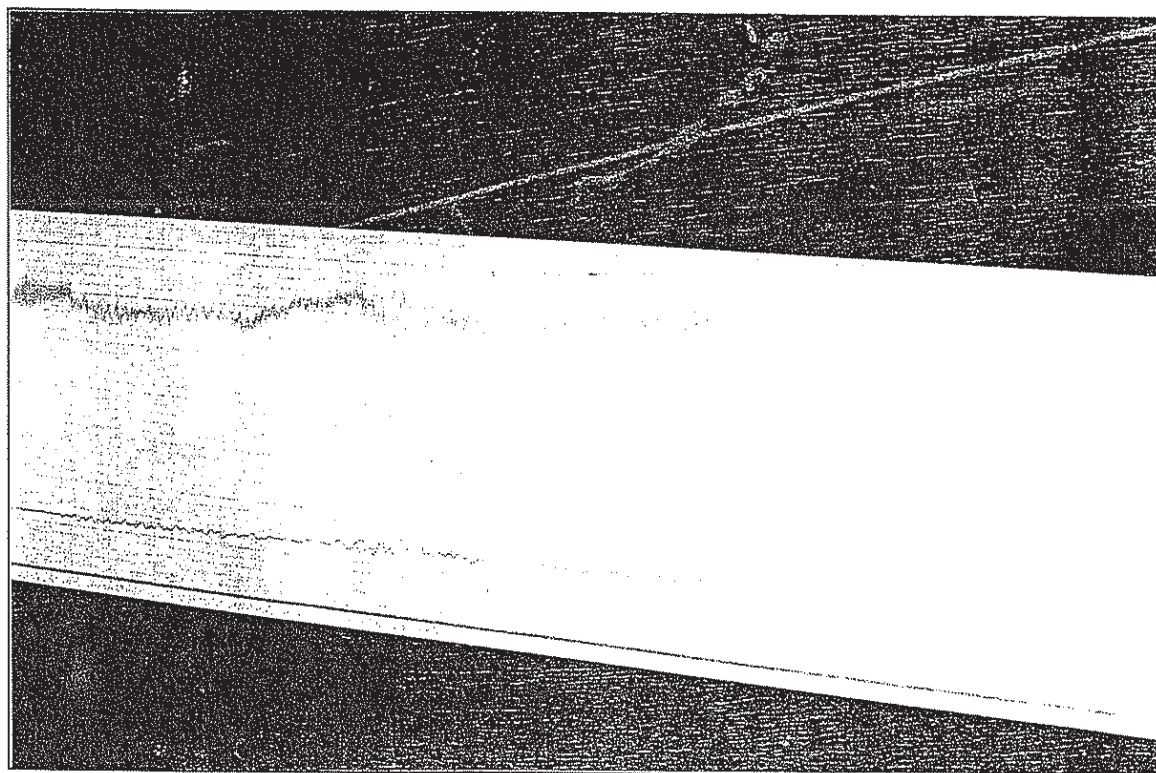


Foto n. 9: Fune scarrucolata sulla scarpa raccoglifune della coppia di rulli

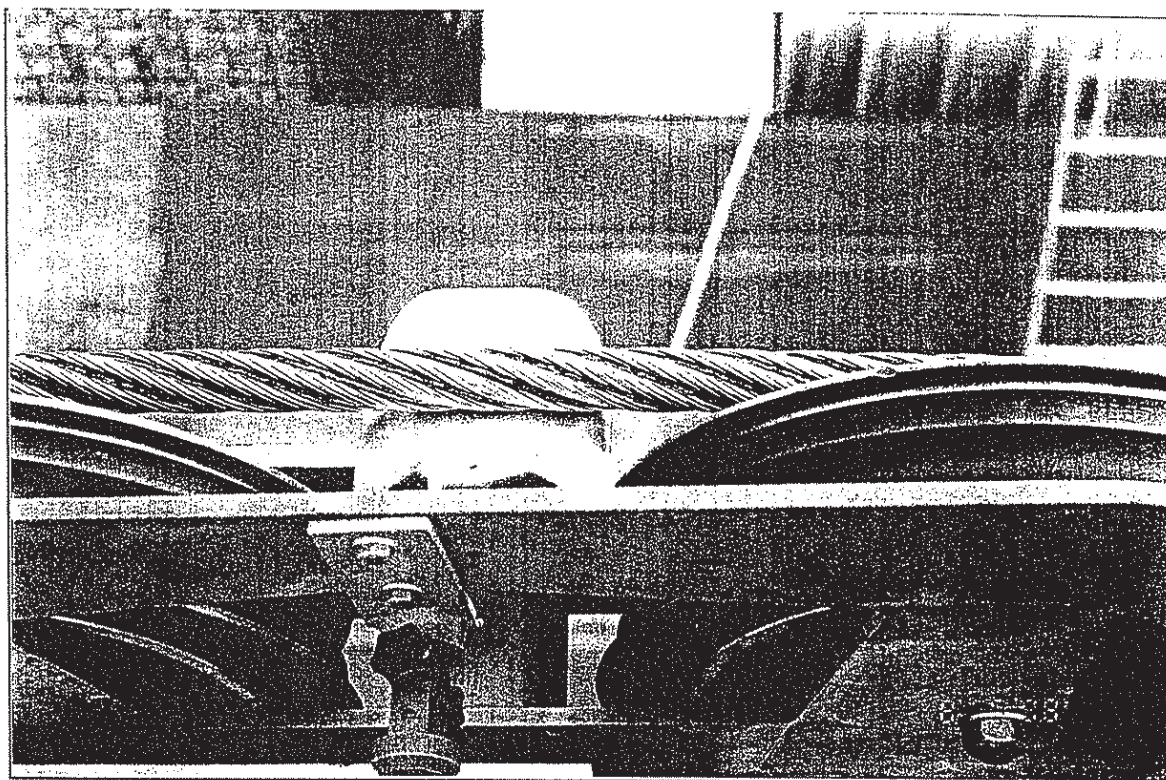


Foto n. 10: Solco nella scarpa raccoglifune dopo ripetuti passaggi

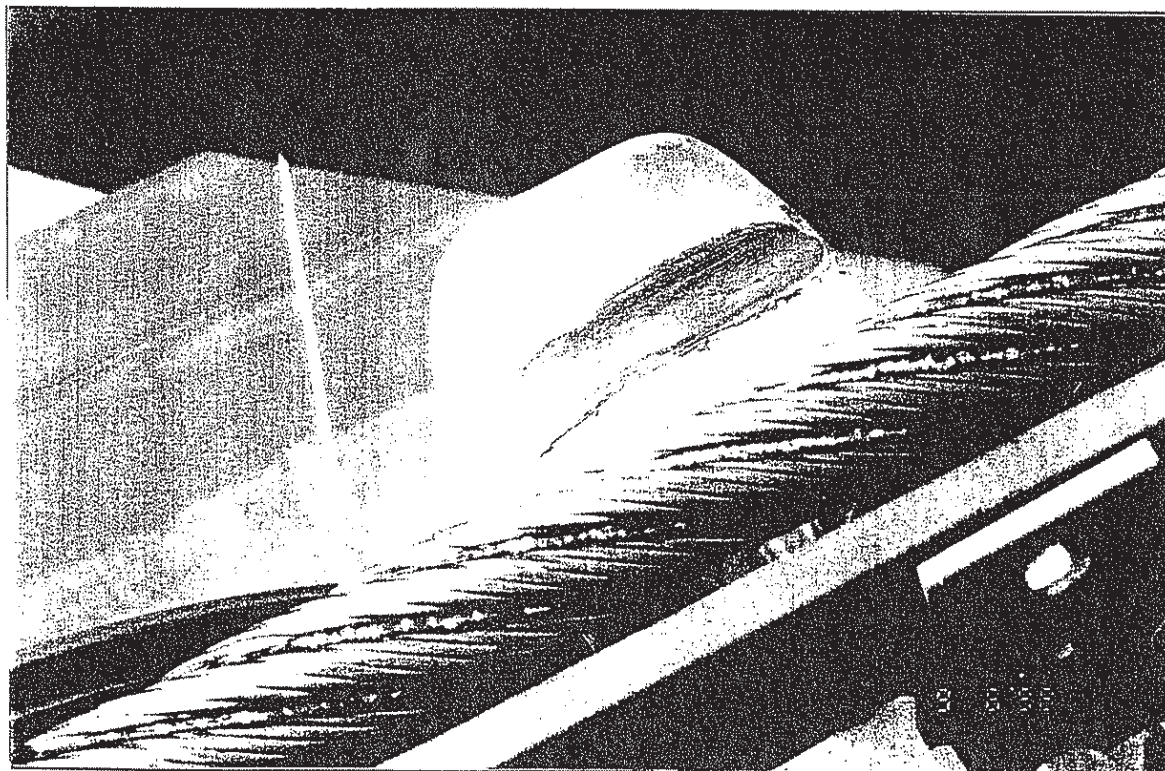


Foto n. 11: Segni del bordo inferiore delle ganasce della morsa a fianco del solco

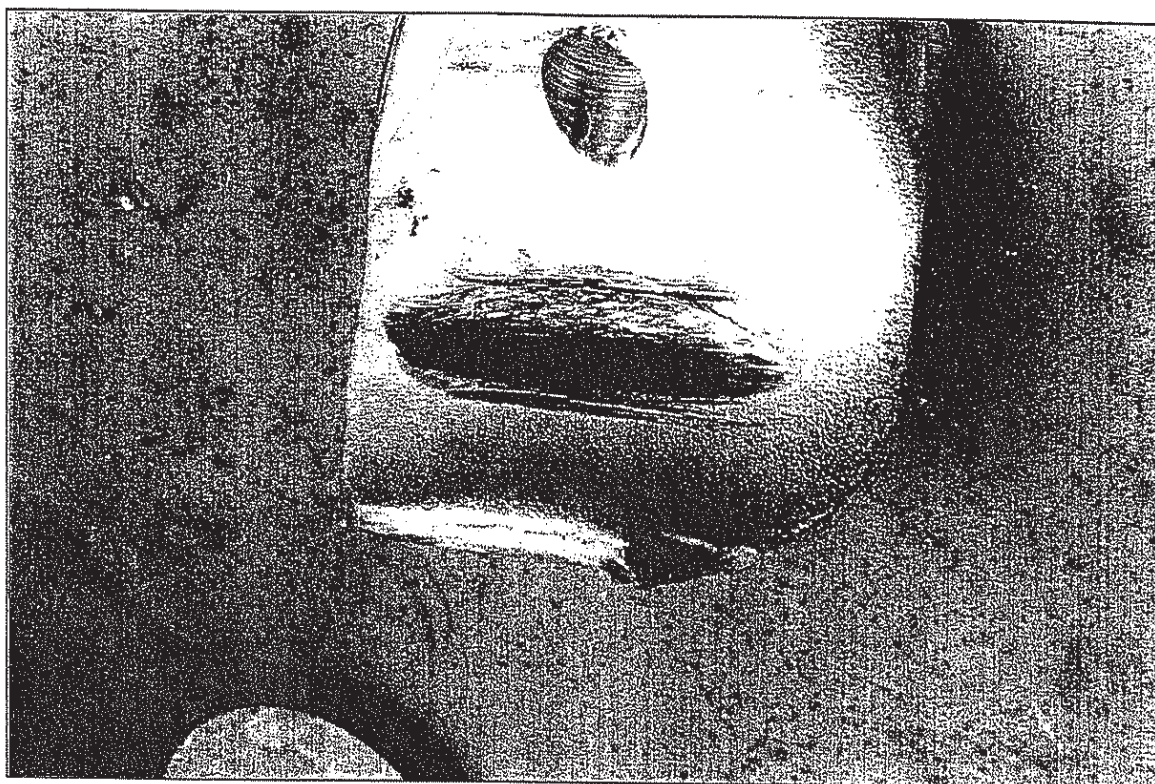
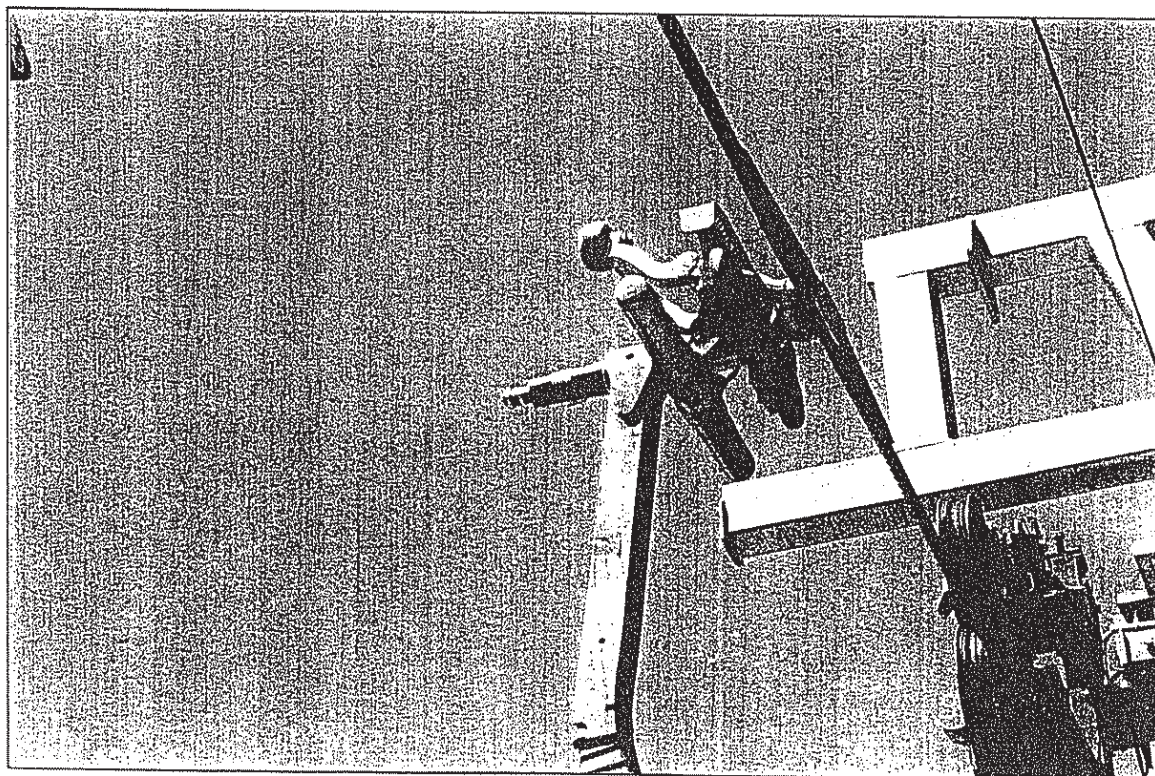
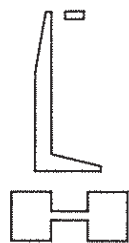


Foto n. 12: Vista inferiore del modello di morsa impiegata per le prove





Hözl Costruzione Funivie Srl



p.c.:

- Provincia Autonoma di Trento
Servizio LATIF
c.a. Ing. Degasperi
Via Provina, 34
38040 RAVINA (TN)

PROVINCIA AUTONOMA BOLZANO-
ALTO ADIGE

c.a. Ing. Pitscheider

Via C. Battisti, 23

39100 B O L Z A N O

- Agamatic Srl.
c.a. Ing. Ladurner
Via Zona Industriale, 14
39011 LANA (BZ)

Vs. Sigla

Vs. del

Ns. Sigla

Lana,

MI/af

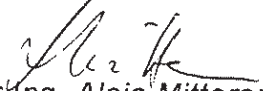
18.04.00

OGGETTO: **Torsione dei sostegni**

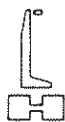
Come convenuto invio la relazione modificata riguardante la "Torsione dei sostegni con fune p.t. scarrucolata".

Distinti saluti

Hözl Costruzione Funivie Srl.


Dr. Ing. Alois Mitterer

Allegati: come sopra



TORSIONE DEI SOSTEGNI CON FUNE P.T. SCARRUCOLATA

1 PREMESSA

Con la presente relazione si esegue il calcolo della torsione di un sostegno di linea, nella condizione di fune portante-traente scarrucolata e cioè strisciante nelle scarpette raccoglifune. Contemporaneamente si eseguono delle prove sperimentali su un determinato sostegno, al fine di poter estrapolare l'angolo di rotazione per altri sostegni di qualsiasi altezza e pressione. Tale procedura era stata approvata espressamente nella riunione del 02.03.98 presso il SIF di Trento.

Le prove pratiche sono state eseguite sull'impianto Test della ditta Doppelmayr a Wolfurt, effettuate dal signor Ganthaler Christof dell'Agamatic e dal sottoscritto nei giorni 4 e 5 giugno 1998 e nei giorni 8 e 9 giugno 1998 in presenza dei funzionari:

Ing. Markus Pitscheider

Ufficio Trasporti Bolzano

Ing. Fabio Degasperi

LATIF di Trento

p.i. Roberto Pinamonti

LATIF di Trento

I valori delle forze e degli spostamenti sono stati rilevati da un tecnico del laboratorio della HTL di Bregenz (equiparabile agli istituti tecnici italiani).

Negli schizzi allegati sono rappresentati la linea ed il sostegno dell'impianto.

Alle pagine 20 e 22 sono riportati i grafici, mediante i quali è possibile ricavare direttamente la rotazione in funzione dell'altezza nominale del sostegno e della pressione sulla rulliera (= numero dei rulli).

2 CALCOLO DELLA TORSIONE CON FUNE SCARRUCOLATA

Nel caso di fune scarrucolata dai rulli, essa scorre nelle scarpette raccoglifune. Come risulta dallo schizzo a pagina 12^a finchè la fune rimane nel fondogola della scarpetta non vi sono interferenze tra la sagoma della morsa e quella della scarpetta. Perciò la forza longitudinale è dovuta all'attrito della fune sulle scarpette.

Il numero delle scarpette raccoglifune è uguale alla metà del numero n di rulli della rulliera.


ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI BOLZANO
Dr. Ing. MITTERER ALOIS
Nr. 483
INGENIEURKAMMER
DER PROVINZ BOZEN



Il carico massimo del rullo è:

$$Pr = 10.00 \text{ kN} \quad \text{rullo } \varnothing 500$$

$$Pr = 5.00 \text{ kN} \quad \text{rullo } \varnothing 400$$

La pressione totale sul sostegno e quella gravante su una scarpetta sono:

$$Pt = n * Pr$$

$$Ps = 2 * Pr$$

Assumendo un coefficiente d'attrito medio della fune sulle scarpette $\mu = 0.20$ (vedi pag. 6) la forza longitudinale ed il momento torcente agenti sul sostegno in caso di fune scarrucolata sono:

$$Pl = \mu * Pt = \mu * n * Pr$$

$$Mt = Pl * (i / 2 + e) = \mu * n * Pr (i / 2 + e)$$

$$\text{con: } i = 5500 \text{ mm} \quad \text{intervia sul sostegno}$$

$$e = 145 \text{ mm} \quad \text{eccentricità della scarpetta}$$

$$Mt = 0.20 * 10.00 * n (550.0 / 2 + 14.5) = 579.00 * n \text{ kN.cm}$$

La rotazione del sostegno con fusto di forma tronco-conica con sezione circolare si calcola come segue indicando con:

α l'angolo di rotazione in radianti

H altezza del fusto

J_t modulo d'inerzia torsionale

r_o raggio del fusto in cima

r_1 raggio del fusto alla base

s spessore della lamiera del fusto

$$c = (r_1 - r_o) / H \quad \text{apertura del cono}$$

$$G = 7840 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{modulo di elasticità tangenziale}$$

$$r = r_o + c * x$$

$$J_t = 2 * \pi * s * r^3$$

$$\alpha = Mt / G \int dx / J_t = Mt / 2 * G * \pi * s \int [1 / (r_o + c * x)] dx$$

Risolvendo l'integrale con i limiti $x = 0$ e $x = H$ si ha infine:

$$\alpha = Mt * H * (r_o + r_1) / 4 * G * \pi * s * r_o^2 * r_1^2$$

Qualora nelle verifiche dei vari sostegni risulta già calcolata la rotazione del sostegno (α_e) in base al Momento torcente agente in esercizio (M_{te}), la rotazione dovuta alla fune scarrucolata si calcola semplicemente tramite il rapporto fra i momenti M_t ed M_{te} .

$$\alpha = \alpha_e * M_t / M_{te} = 579.00 * n * \alpha_e / M_{te} \text{ rad}$$



3 TORSIONE DEL SOSTEGNO DELL'IMPIANTO TEST

Si calcola di seguito la rotazione del sostegno dell'impianto Test per poter confrontare la stessa con i valori rilevati.

Il fusto ha forma tronco-conica con sezione circolare e con le dimensioni seguenti:

H	=	6.85 m	altezza del fusto
ro	=	304.5 mm	raggio in cima
ri	=	425 mm	raggio alla base
s	=	6 mm	spessore della lamiera
i	=	5.5 m	intervall
n	=	8	numero di rulli della rulliera

Con i tiri nella fune portante / traente pari a $T = 158 \text{ kN}$ e $T_{\max} = 210 \text{ kN}$ e la deviazione totale sul sostegno $\alpha = 5.9 + 6.0 = 11.9^\circ$ le pressioni sul sostegno sono:

- pressione totale

$$P_t = 2 * T * \sin(\alpha / 2) = 2 * 158.00 * 0.1037 = 32.76 \text{ kN}$$

$$P_{t_{\max}} = 2 * T_{\max} * \sin(\alpha / 2) = 2 * 210.00 * 0.1037 = 43.55 \text{ kN}$$

- pressione sul rullo

$$P_r = P_t / n = 32.76 / 8 = 4.09 \text{ kN}$$

$$P_{r_{\max}} = P_{t_{\max}} / n = 43.55 / 8 = 5.44 \text{ kN}$$

La pressione massima risulta di 8.8% maggiore di quello ammissibile per il rullo $\varnothing 400 \text{ mm}$

- pressione sulla scarpetta raccoglifune

$$P_s = P_t / 4 = 32.76 / 4 = 8.19 \text{ kN}$$

$$P_{s_{\max}} = P_{t_{\max}} / 4 = 43.55 / 4 = 10.89 \text{ kN}$$

Con il coefficiente d'attrito $\mu = 0.20$ risultano:

- la forza longitudinale

$$P_l = \mu * P_t = 0.20 * 32.76 = 6.55 \text{ kN}$$

$$P_{l_{\max}} = \mu * P_{t_{\max}} = 0.20 * 43.55 = 8.71 \text{ kN}$$

- il momento torcente

$$M_t = P_l * (i / 2 + e) = 6.55 * (550 / 2 + 14.5) = 1896.80 \text{ kN.cm}$$

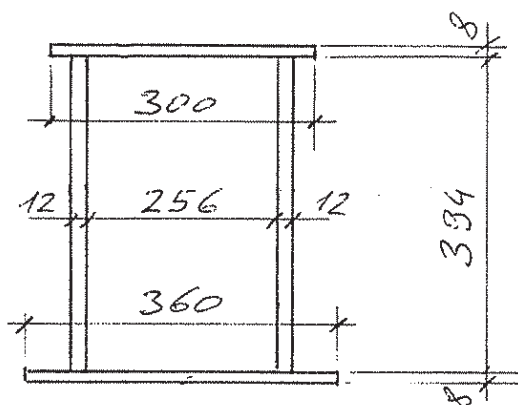
$$M_{t_{\max}} = P_{l_{\max}} * (i / 2 + e) = 8.71 * (550 / 2 + 14.5) = 2521.78 \text{ kN.cm}$$

- l'angolo di rotazione del fusto dovuto al momento massimo è:

$$\begin{aligned} \alpha &= 2521.78 * 685 (30.45 + 42.5) / 4 * 7840 * 3.14 * 0.6 * 30.45^2 * 42.5^2 \\ &= 0.001273 \text{ rad} = 0.0729^\circ \end{aligned}$$



Si valuta inoltre la deformazione della trave trasversale della testata, dovuta alla flessione a causa del tiro longitudinale. La trave è di tipo scatolato con sezione variabile. Per semplicità di calcolo si considera una sezione media costante.



$$I = (0.8 \cdot 30.0^3 + 0.8 \cdot 36.0^3) / 12 + 39.4 (28.0^3 + 25.6^3) / 12 = 21901 \text{ cm}^4$$

Il punto di misura degli spostamenti si trova alla distanza trasversale dall'asse fusto di $l = 1670 \text{ mm}$. L'angolo di deformazione in questo punto è:

$$\text{tg}\beta = \frac{Pl_{\max}}{E \cdot I} = 8.71 \cdot 167^2 / 20600 \cdot 21901 = 0.000538$$

$$\beta = 0.0308^\circ$$

Il punto di misura è applicato inoltre alla distanza longitudinale di $a = 2370 \text{ mm}$ e perciò lo spostamento trasversale teorico risulta pari a:

$$s = a (\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta) = 2370 (0.001273 + 0.000538) = 4.3 \text{ mm}$$

Dal diagramma della prova a pag. 16 risulta per un'incremento di forza di 16.0 kN uno spostamento di 13 mm . Lo spostamento per la forza $Pl_{\max} = 8.71 \text{ kN}$ invece è:

$$s = 13 \cdot 8.71 / 16.0 = 7.1 \text{ mm}$$

Si nota, che lo spostamento rilevato mediante prova 7.1 mm a parità della forza longitudinale 8.71 kN è maggiore di quello teorico calcolato 4.3 mm . La differenza è imputabile al sistema di attacco del fusto alla fondazione, realizzato sull'impianto test in modo indiretto mediante interposizione di travi in acciaio aventi una certa elasticità (non controllata durante le prove).

Il rapporto fra spostamento e carico è:

$$f = 16.0 / 13 = 1.23 \text{ kN/mm}$$



4 ANALISI DELLE PROVE

Sull'impianto Test della ditta Doppelmayr a Wolfurt sono stati eseguiti rilievi e prove come descritto di seguito:

4.1 Controllo della rigidezza torsionale

È stato creato un punto fisso indipendente dal sostegno. Mediante un rilevatore a potenziometro ed in parallelo un rilevatore telescopico induttivo è stato misurato lo spostamento trasversale, portando su scrivente il corrispondente segnale analogico.

Inoltre sulla trave trasversale della testata sono stati applicati degli estensimetri per il rilievo delle forze longitudinali.

Mediante prove preliminari sono stati determinati i parametri di proporzionalità tra la forza longitudinale applicata alla testata, misurata mediante dinamometro, e quella riportata sulla scrivente (vedi diagramma pag. 14).

4.2 Scorrimento fune libera sulle scarpette

La fune scarrucolata e sospesa nelle quattro scarpette raccoglifune è stata mossa nelle due direzioni avanti ed indietro a velocità costante di 1 m/s. La prova evidenzia l'escursione di tipo „statico“.

Con il tiro nella fune $T1 = 158 \text{ kN}$ e $T2 = 210 \text{ kN}$ risultano:

$T1$	$=$	158 kN	$T2$	$=$	210 kN
$2 * s$	$=$	11 mm	$2 * s$	$=$	13 mm
s	$=$	5.5 mm	s	$=$	6.5 mm
$2 * P$	$=$	14.7 kN	$2 * P$	$=$	16.0 kN
P	$=$	7.35 kN	P	$=$	8.00 kN

I valori di calcolo con $\mu = 0.20$ e calcolati secondo le formule di cui alle pagine precedenti, sono:

PI	$=$	6.55 kN	PI_{max}	$=$	8.71 kN
s	$=$	3.2 mm	s	$=$	4.3 mm



Dal rapporto delle pressioni effettive e calcolate si risale ai valori di attrito riscontrati:

$$\mu_1 = 0.20 \cdot 7.35 / 6.55 = 0.22$$

$$\mu_2 = 0.20 \cdot 8.00 / 8.71 = 0.18$$

e perciò il valore medio è $\mu = 0.20$

4.3 Passaggio delle morse sulle scarpette

Sempre con fune nelle scarpette sono state effettuate delle corse con la velocità massima di $v = 5 \text{ m/s}$ facendo passare le morse sulle scarpette.

La seggiola n. 1 rimane vuota ($V_v = 3.65 \text{ kN}$), mentre la n. 2 è caricata con il carico equivalente a 4 persone ($V_c = 6.85 \text{ kN}$). Passata la seconda seggiola sul sostegno l'impianto veniva arrestato.

Il diagramma degli spostamenti evidenzia:

- alla partenza, lo spostamento di tipo „statico" dovuto alla torsione
- all'avvicinarsi delle seggiole, un progressivo spostamento laterale, dovuto al cedimento elastico del sostegno per l'aumento di carico
- al passaggio delle morse, un'escursione di tipo „dinamico" di ampiezza $a = 7 \text{ mm}$ pressochè uguali per la seggiola vuota e carica, indipendente dal tiro $T_1 = 158 \text{ kN}$ oppure $T_2 = 210 \text{ kN}$. Allo spostamento di 3.5 mm corrisponde una forza di $3.5 \cdot 1.23 = 4.31 \text{ kN}$. Dai diagrammi „forza" si ricavano valori di ca $2 \cdot P = 6.0 \text{ kN}$.

Si nota, che la periodicità dei picchi dell'escursione dinamica con $t_0 = 0.45 \text{ s}$ non corrisponde a quella proveniente dal passaggio sulle scarpette.

$$t_s = 3.28 / 3 \cdot 5.0 = 0.22 \text{ s}$$

e perciò i picchi rispecchiano la frequenza propria delle oscillazioni torsionali del sostegno.

4.4 Accoppiamento morsa scarpetta

Si precisa, che le scarpette raccoglifune montate sull'impianto Test sono identiche a quelle montate sugli impianti Agamatic. Anche la morsa Doppelmayr nella zona dell'ammorsamento sulla fune è in sezione uguale a quella dell'Agamatic.



La situazione del passaggio delle morse sulla scarpetta è rappresentata sullo schizzo a pagina 12a. Dallo schizzo risulta, che non vi sono interferenze fra la scarpetta e parti della morsa, a scarpetta nuova. Questo si è potuto constatare durante le prove. Perfino nella condizione con scarpette usurate, dove i lembi inferiori strisciano su di essa, la morsa sorpassa la scarpetta senza esercitare maggiori colpi rilevabili.

4.5 Stabilità della fune nelle scarpette (Prova del 23.06.98)

Per dimostrare che la fune portante-traente rimane nelle scarpette anche con rulliera o sostegno non allineato la rulliera con fune scarrucolata è stata disposta con rotazione iniziale di 1.1° , corrispondente ad un disassamento in ingresso ed uscita della rulliera di ± 40 mm.

In questa condizione si sono eseguiti passaggi della morsa con fune nelle scarpette raccoglifune alla velocità di 5 m/s, in ambedue le direzioni di marcia.

Dalle prove si è potuto constatare che la fune rimane sempre centrata nella gola delle scarpette ed il passaggio delle morse avviene regolarmente come alle prove 4.3, senza che si verifichino impuntamenti su altre parti della rulliera.

Anche con fune sui rulli, risulta possibile la marcia con 5 m/s, compreso il passaggio della morsa sulla rulliera, senza scarrucolamento dalla stessa.

5 CONCLUSIONI

Dalle prove eseguite si deduce che:

5.1 Il coefficiente d'attrito fra fune e scarpette è di 0.18 ± 0.22 . Si assume il valore medio $\mu = 0.20$.

5.2 La forza longitudinale con fune scarrucolata è composta di

- una quota parte „statica“, che dipende dalla pressione totale sul sostegno ovvero dalla pressione sul rullo e dal numero di rulli

$$P_s = \mu * n * P_r$$



- una quota parte „dinamica“, dovuta al passaggio della morsa; il valore risulta costante ed indipendente dal tiro nella fune e dal peso del veicolo:
 $P_d = 4.67 \text{ kN}$.

Si assume il valore arrotondato $P_s = 5.00 \text{ kN}$

5.3 Con rotazione della testata di 1.1° , si garantisce la permanenza della fune nelle scarpette. Tale valore in radianti è di:

$$1.1^\circ = 0.019 \text{ rad}$$

5.4 Il momento torcente massimo agente sui sostegni con scartamento 5.50 m, viene determinato quindi come segue:

- per rulli $\varnothing 500$, $P_r = 10.00 \text{ kN}$
 $M_t = (0.2 * 10.00 * n + 5.00) (550 / 2 + 14.5) = 579 * n + 1447.5 \text{ kN.cm}$
- per rulli $\varnothing 400$, $P_r = 5.00 \text{ kN}$
 $M_t = (0.2 * 5.00 * n + 5.00) (550 / 2 + 14.5) = 289.5 * n + 1447.5 \text{ kN.cm}$

Nelle tabelle alle pagine seguenti si riporta il calcolo della rotazione totale della rulliera secondo le formule di cui alle pagine 2 e 4, cioè comprensiva della deformazione della trave trasversale della testata, ed i risultati su i grafici.

Nel calcolo della rigidezza sono inseriti i dati geometrici dei sostegni standard dell'Agamatic a fusto dodecagonale aventi le dimensioni come riportati nelle righe 1, 2 e 3 del tabulato a pagina 19 e trave trasversale delle testata con modulo di inerzia $I = 21900 \text{ cm}^4$.

- per rulli $\varnothing 500$, $P_r = 10.00 \text{ kN}$
 $\text{tg}\beta = (0.2 * 10.00 * n + 5.00) (550 / 2 + 14.5)^2 / 20600 * 21900 =$
 $= 0.000372 * n + 0.000929$
- per rulli $\varnothing 400$, $P_r = 5.00 \text{ kN}$
 $\text{tg}\beta = (0.2 * 5.00 * n + 5.00) (550 / 2 + 14.5)^2 / 20600 * 21900 =$
 $= 0.000186 * n + 0.000929$

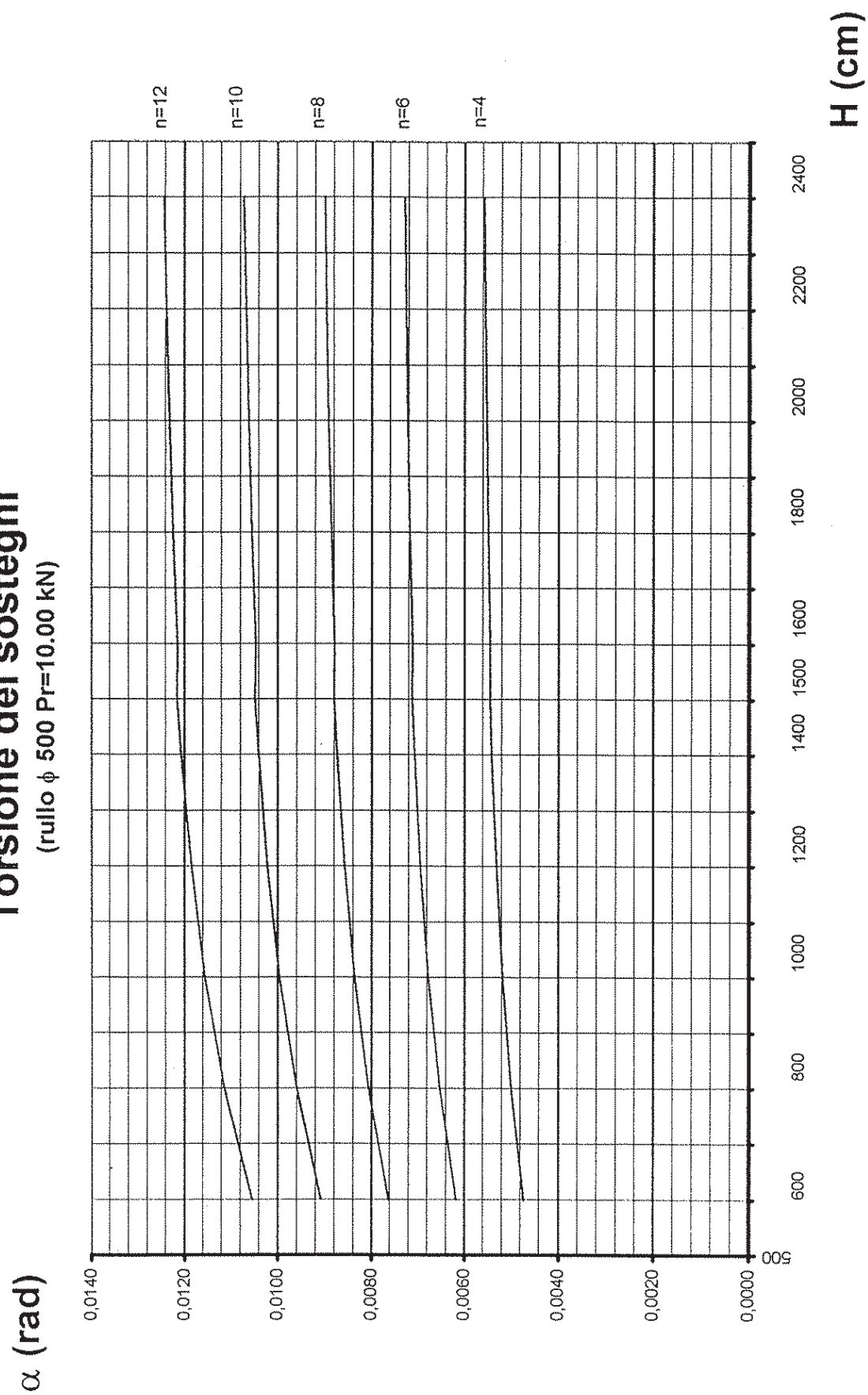
5.5 Risultano quindi ottemperate pienamente le prescrizioni di cui agli articoli 3.17.1 e 3.18.10 delle AMMAUT (vers. ottobre 97), riguardanti la stabilità della fune e la funzionalità delle scarpette raccogli-fune.

TORSIONE DEI SOSTEGNI

Rullo D = 500 mm, Pr = 10.00 kN

altezza H	600	800	1000	1200	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400
raggio ro	24,70	24,70	24,70	24,70	24,70	24,70	60,70	60,70	60,70	60,70	60,70
raggio r1	42,70	48,70	54,70	60,70	66,70	69,70	72,70	78,70	84,70	90,70	96,70
4*G*Pl	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35
spessore s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
prodotto C =	615,0E-9	686,5E-9	735,8E-9	771,2E-9	797,5E-9	808,2E-9	34,8E-9	46,5E-9	55,8E-9	63,4E-9	69,6E-9
mu*Pr*a =	579,00	579,00	579,00	579,00	579,00	579,00	579,00	579,00	579,00	579,00	579,00
rulli n=12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
alfa (rad)	0,01055	0,01115	0,01156	0,01186	0,01208	0,01217	0,01215	0,01225	0,01233	0,01239	0,01245
rilli n=10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
alfa (rad)	0,00910	0,00961	0,00997	0,01023	0,01042	0,01049	0,01048	0,01056	0,01063	0,01068	0,01073
rulli n=8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
alfa (rad)	0,00764	0,00807	0,00837	0,00859	0,00875	0,00881	0,00880	0,00887	0,00893	0,00897	0,00901
rulli n=6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
alfa (rad)	0,00618	0,00654	0,00678	0,00695	0,00708	0,00714	0,00712	0,00718	0,00723	0,00727	0,00730
rulli n=4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
alfa (rad)	0,00473	0,00500	0,00518	0,00532	0,00542	0,00546	0,00545	0,00549	0,00553	0,00556	0,00558

Torsione dei sostegni (rullo ϕ 500 Pr=10.00 kN)

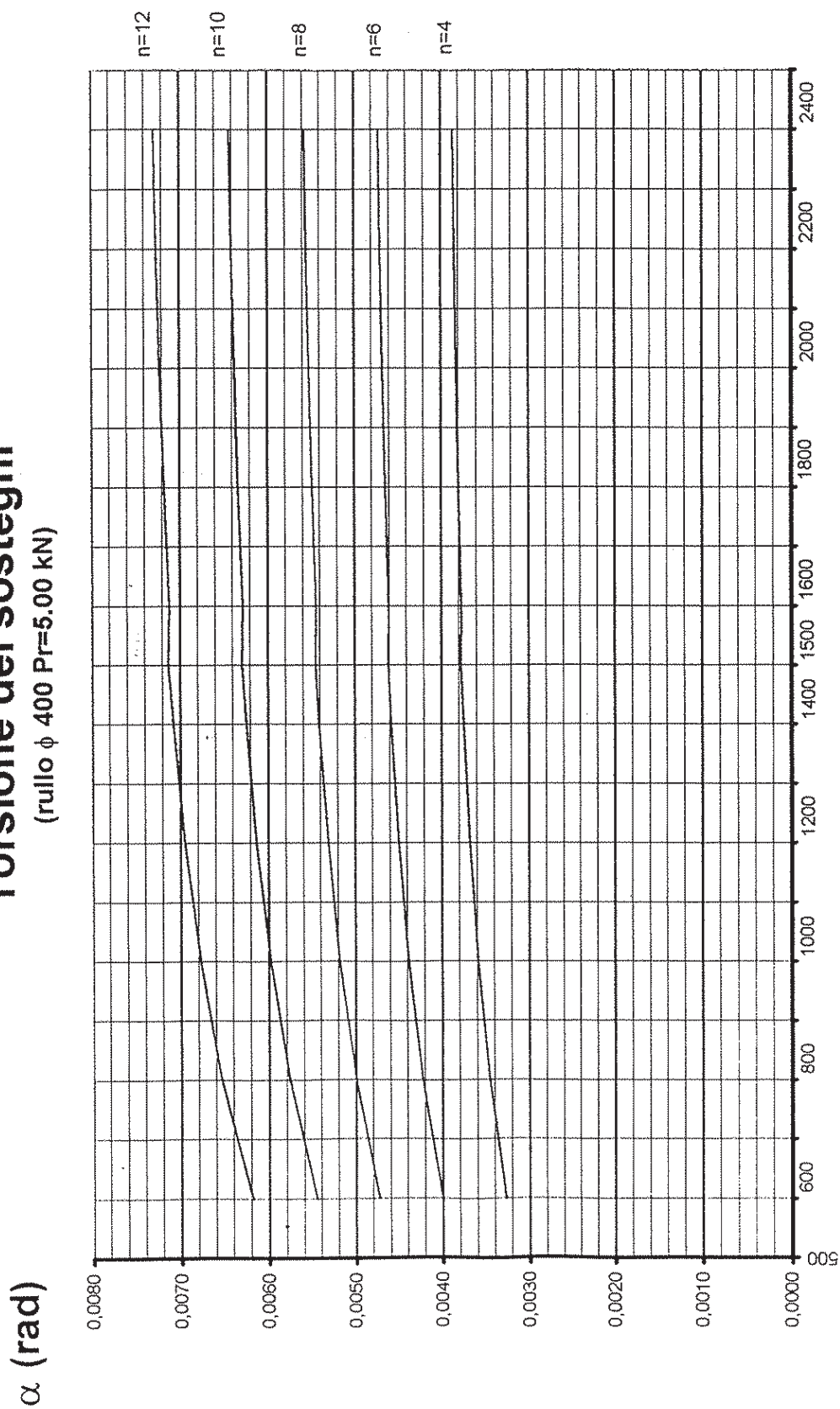


TORSIONE DEI SOSTEGNI

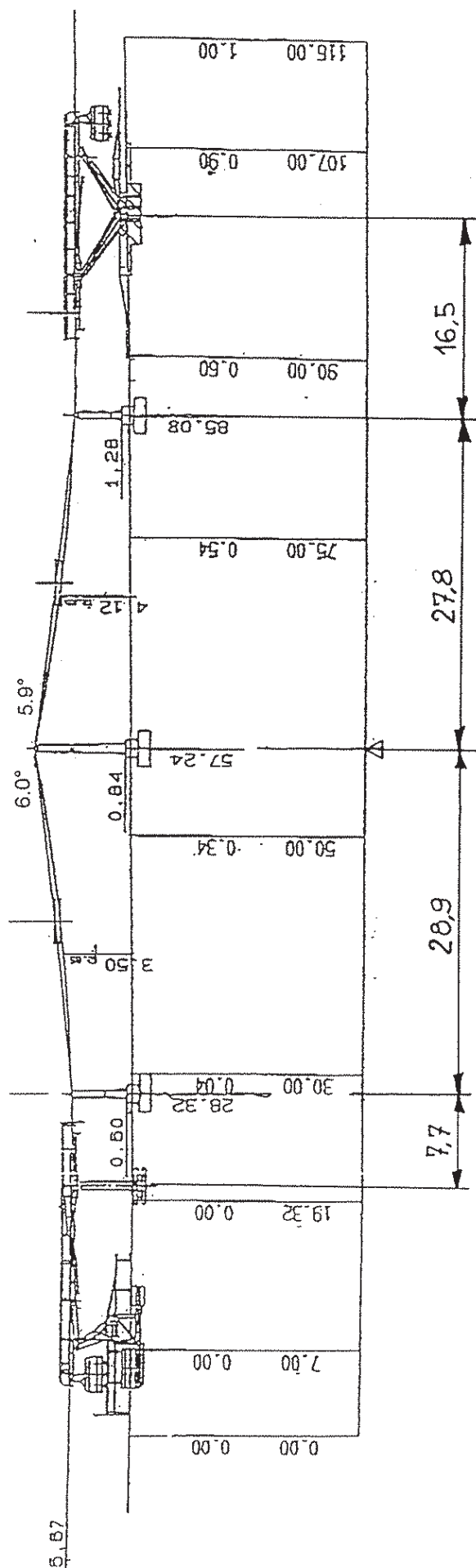
Rullo D = 400 mm, Pr = 5.00 kN

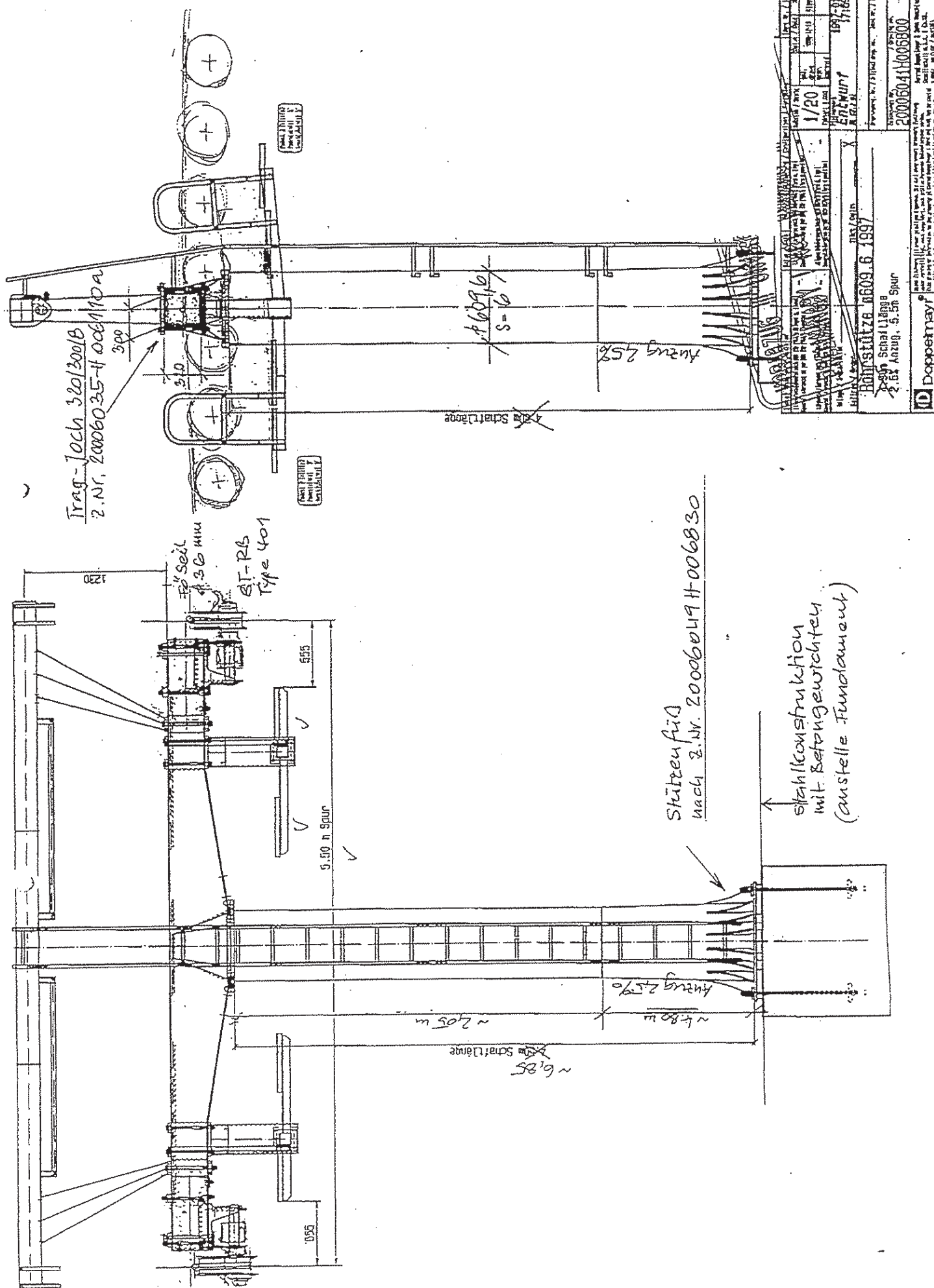
altezza H	600	800	1000	1200	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400
raggio ro	24,70	24,70	24,70	24,70	24,70	24,70	60,70	60,70	60,70	60,70	60,70
raggio r1	42,70	48,70	54,70	60,70	66,70	69,70	72,70	78,70	84,70	90,70	96,70
4°G*Pl	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35	98520,35
spessore s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
prodotto C =	615,0E-9	686,5E-9	735,8E-9	771,2E-9	797,5E-9	808,2E-9	34,8E-9	46,5E-9	55,8E-9	63,4E-9	69,6E-9
$\mu \cdot Pr \cdot a =$	289,50	289,50	289,50	289,50	289,50	289,50	289,50	289,50	289,50	289,50	289,50
rulli n=12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
alfa (rad)	0,00619	0,00654	0,00678	0,00696	0,00709	0,00714	0,00713	0,00719	0,00723	0,00727	0,00730
rilli n=10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
alfa (rad)	0,00546	0,00577	0,00598	0,00614	0,00625	0,00630	0,00629	0,00634	0,00638	0,00641	0,00644
rulli n=8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
alfa (rad)	0,00473	0,00500	0,00519	0,00532	0,00542	0,00546	0,00545	0,00549	0,00553	0,00556	0,00558
rulli n=6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
alfa (rad)	0,00400	0,00423	0,00439	0,00450	0,00458	0,00462	0,00461	0,00465	0,00468	0,00470	0,00472
rulli n=4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
alfa (rad)	0,00328	0,00346	0,00359	0,00368	0,00375	0,00378	0,00377	0,00380	0,00383	0,00385	0,00386

Torsione dei sostegni (rullo ϕ 400 $P_T=5.00$ kN)

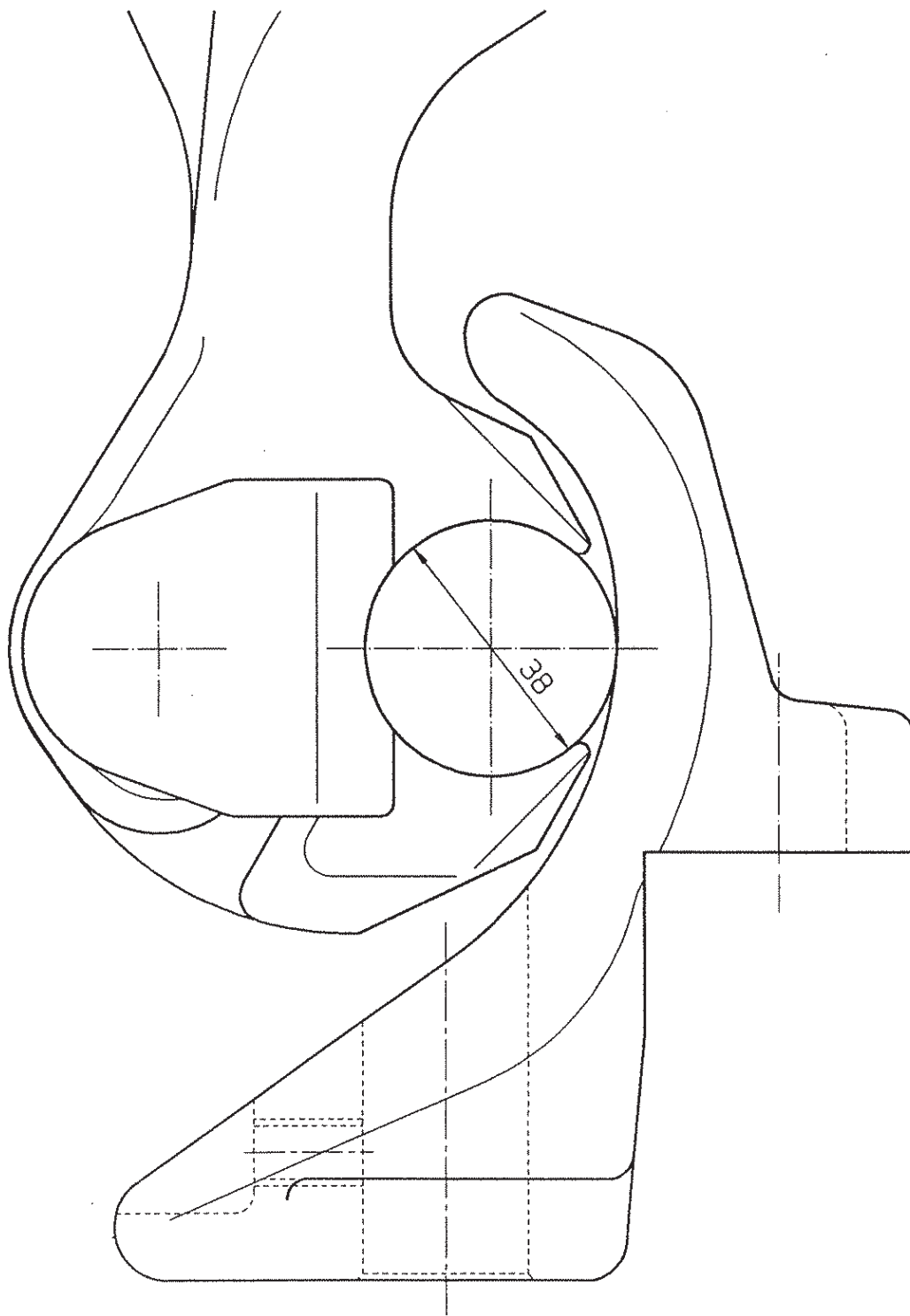


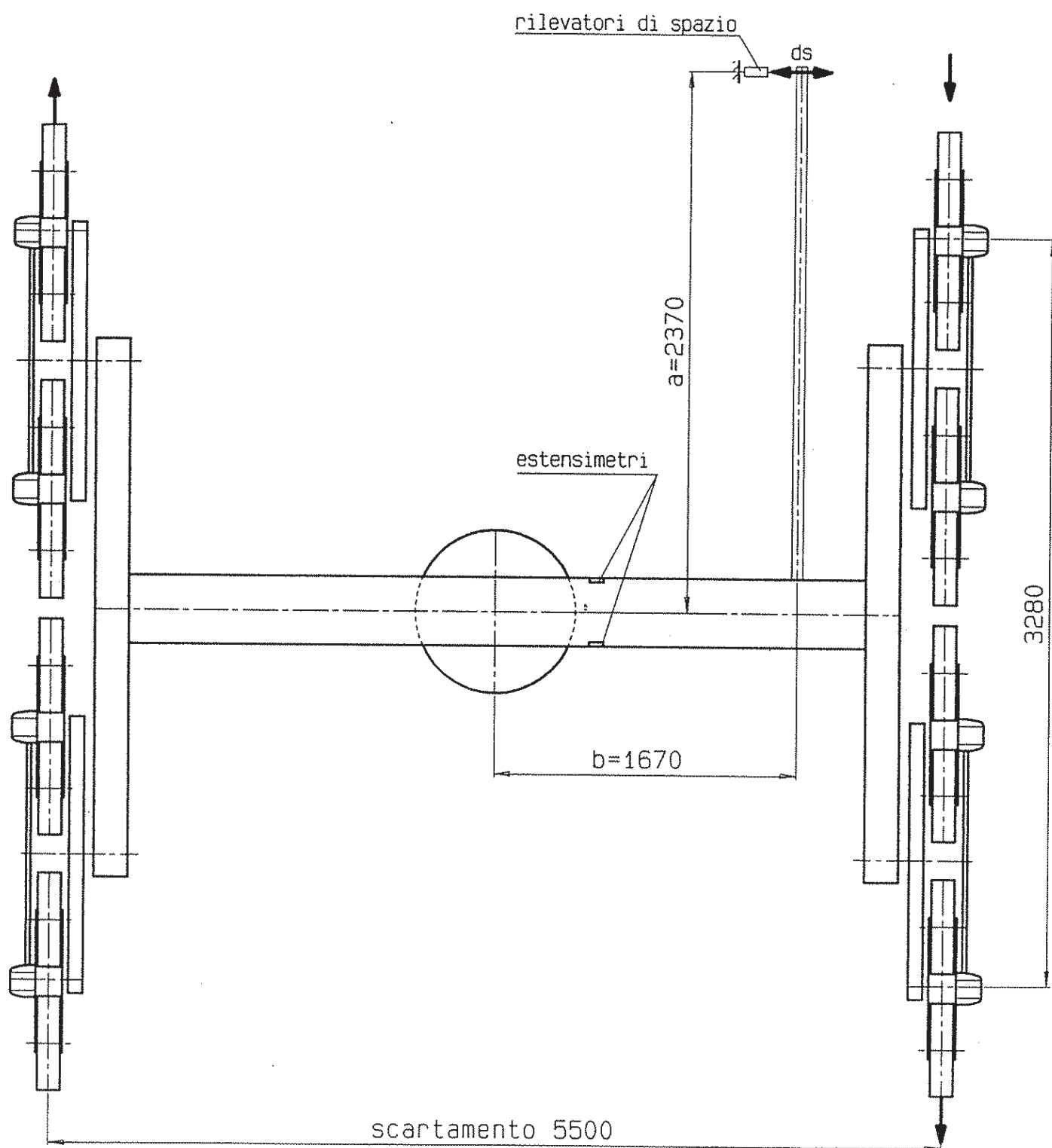
$T=210 \text{ kN}$
 $T=158 \text{ kN}$







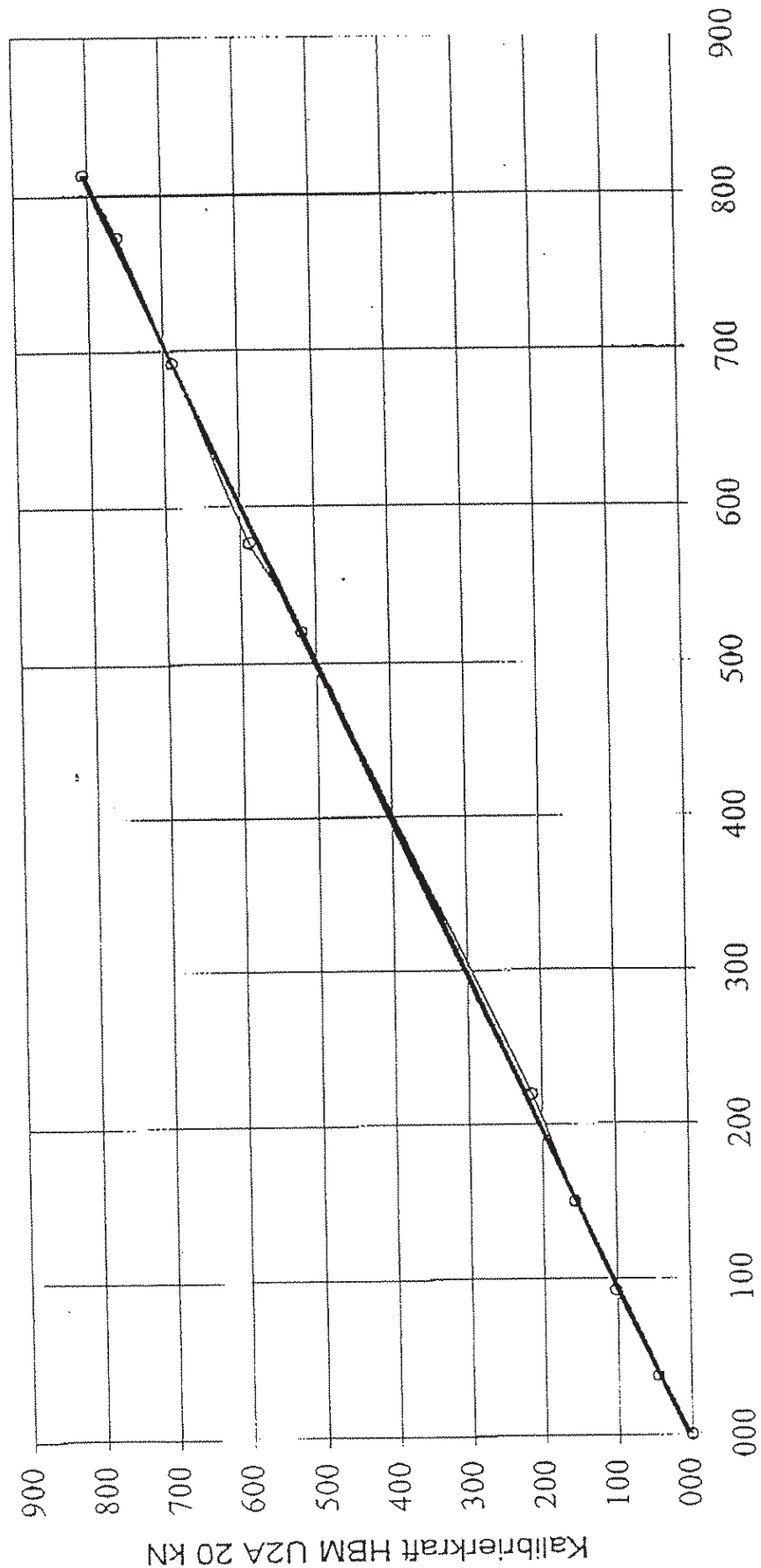




Darstellung mit polynomischer Trendlinie zweiter Ordnung

Kalibrierung Stütze 2

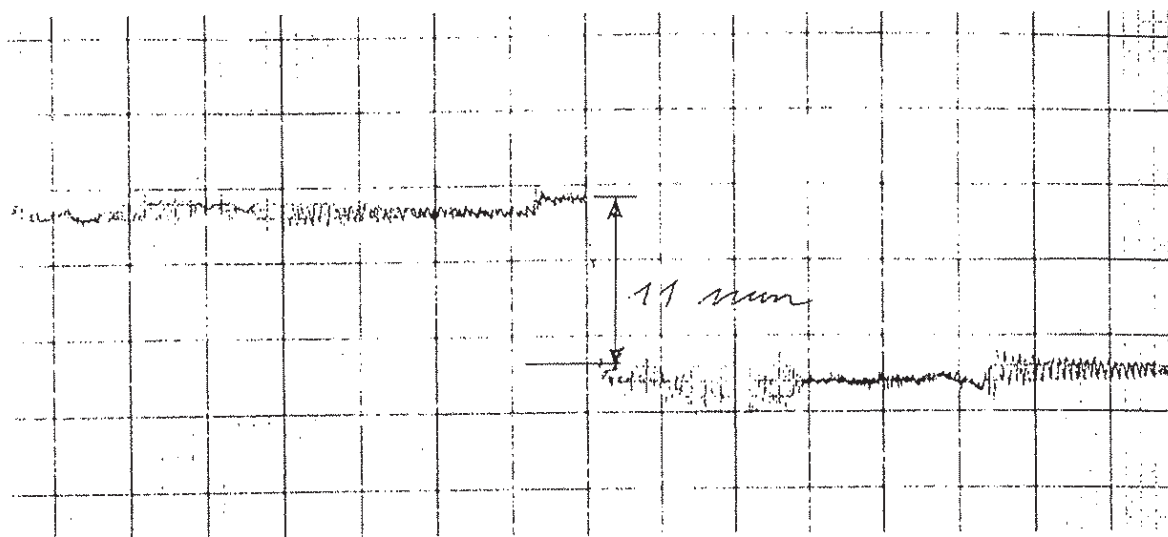
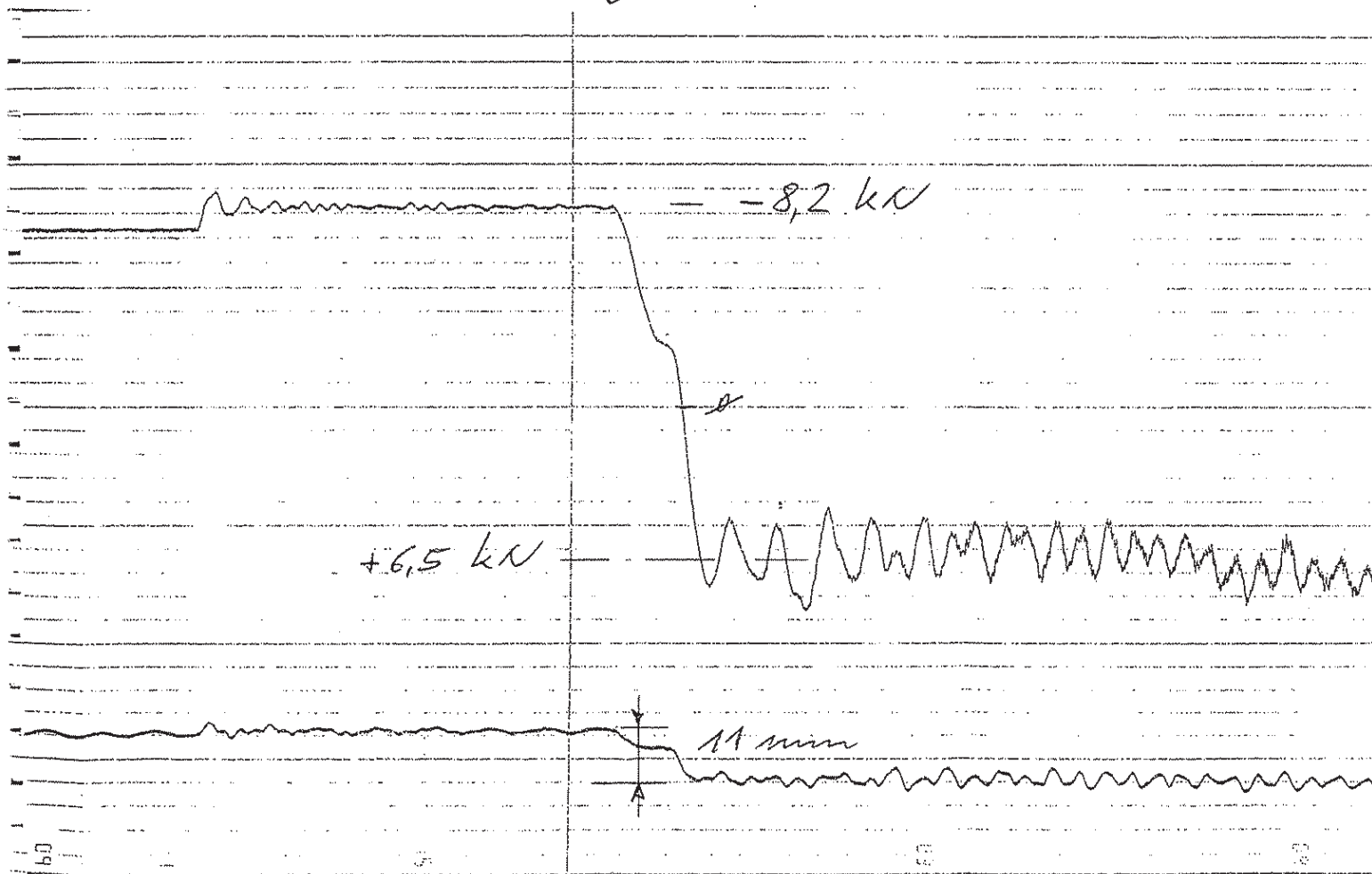
806



Kraftanzeige an der Stütze 2 $k_s = 9371$

scorrimento della fune nelle scarpette
 movimento avanti e indietro
 velocità 1.0 m/s

$$T_0 = 158 \text{ kN}$$



scorrimento della fune nelle scarpette
movimento avanti e indietro
velocità 1.0 m/s

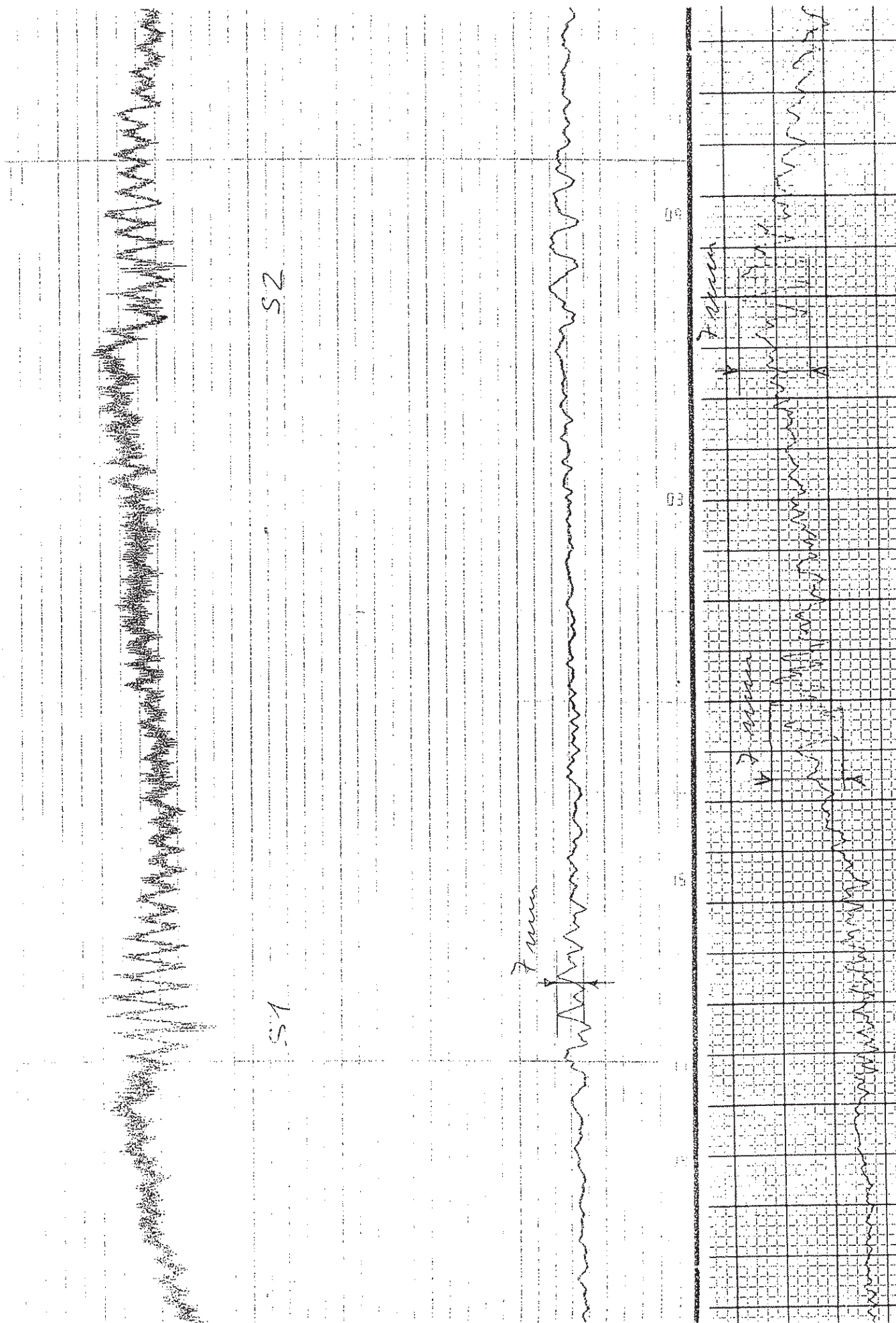
$$T_0 = 210 \text{ kN}$$

Verworks

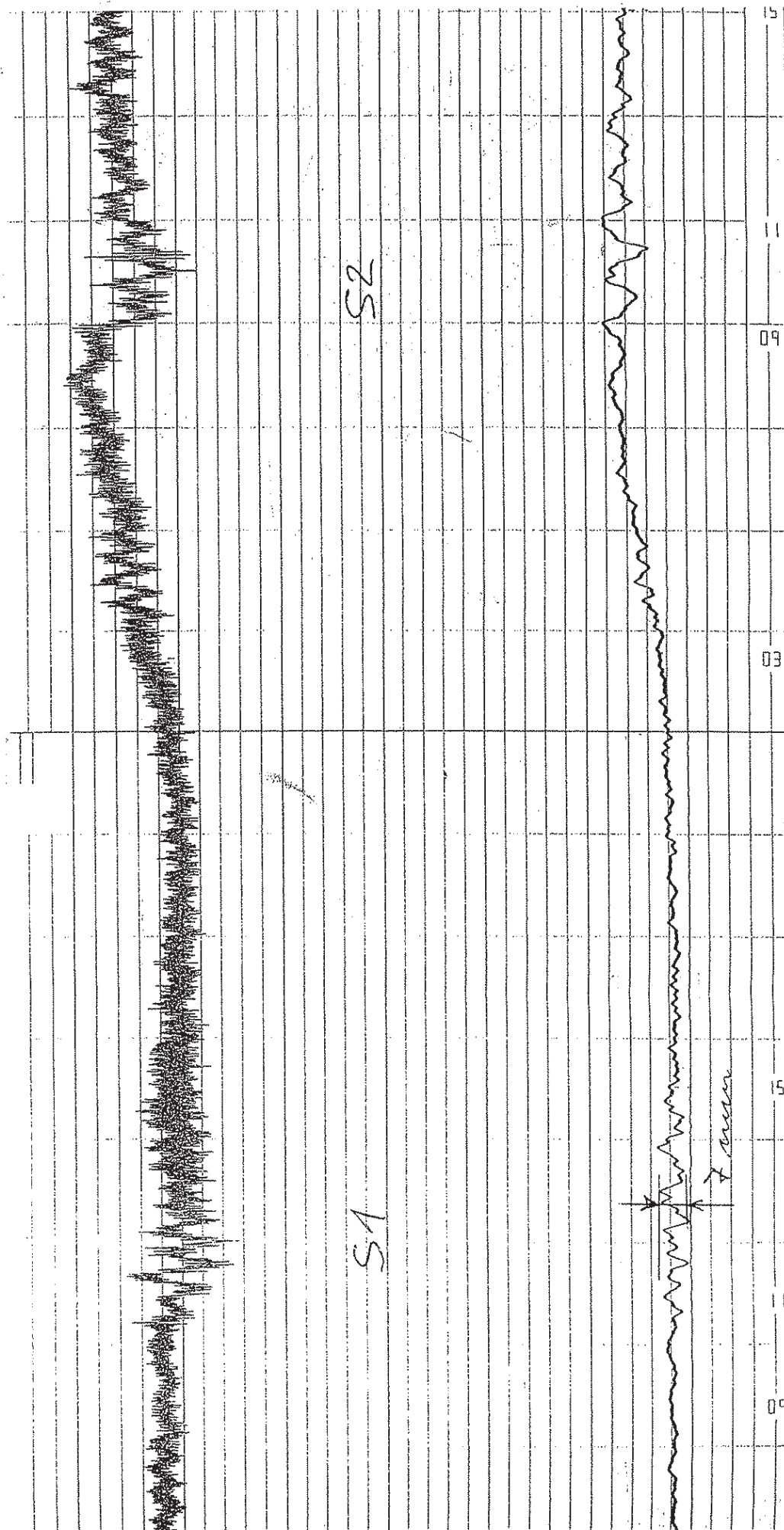
16 kN

13 mm

Seggiola 1 vuota e seggiola 2 carica con 320 kg alla tensione 158 kN



Seggiola 1 vuota e seggiola 2 carica con 320 kg alla tensione 210 kN



TORSIONE DEI SOSTEGNI UNI-G serie 2001

per rulliere a 4 - 12 rulli diametro 500 mm. Max lunghezza di un fusto singolo: 12 m.

Verifica della deformazione torsionale del sostegno considerando uno spessore min. di 5 mm per il fusto superiore e di 6 mm per quello inferiore.

Max. pressione fune per rullo Pr (kN):	10	520
Coeff. di attrito fune-scarpetta mu:	0,2	14,5
modulo di elasticità acciaio E (kN/cm ²):	20600	17300
modulo di elasticità tang. G (kN/cm ²):	7840	5
		0,02

Scartamento funi sul sostegno i (cm):	520
Distanza orizz. gola rullo - scarpetta e (cm):	14,5
Mod. inerzia orizz. media traversa I (cm ⁴):	17300
Forza din. per passaggio morsa Ps (kN):	5
Conicità del raggio del fusto:	0,02

Rotazione del fusto superiore, spess. 5 mm, inclusa la deformazione della traversa		700		800		1000		1200	
lunghezza fusto (cm)	600	800	1000	1200					
raggio ro (cm)	30,25	30,25	30,25	30,25					
raggio r1 (cm)	42,25	46,25	50,25	54,25					
spessore s (cm)	0,50	0,50	0,50	0,50					
braccio Mt (cm)	274,5	274,5	274,5	274,5					
numero rulli n	12	12	12	12					
forza torc. (kN)	29	29	29	29					
alfa (rad)	0,01044	0,01118	0,01176	0,01222					
numero rulli n	10	10	10	10					
forza torc. (kN)	25	25	25	25					
alfa (rad)	0,00900	0,00964	0,01014	0,01053					
numero rulli n	8	8	8	8					
forza torc. (kN)	21	21	21	21					
alfa (rad)	0,00756	0,00810	0,00852	0,00885					
numero rulli n	6	6	6	6					
forza torc. (kN)	17	17	17	17					
alfa (rad)	0,00612	0,00656	0,00689	0,00716					
numero rulli n	4	4	4	4					
forza torc. (kN)	13	13	13	13					
alfa (rad)	0,00468	0,00501	0,00527	0,00548					

Rotazione del fusto inferiore, spess. 6 mm, partendo da un fusto sup. lungo 12 m		700		800		1000		1200	
lunghezza fusto (cm)	54,25	54,25	54,25	54,25					
raggio ro (cm)	68,25	70,25	74,25	78,25					
spessore s (cm)	0,60	0,60	0,60	0,60					
braccio Mt (cm)	274,5	274,5	274,5	274,5					
numero rulli n	12	12	12	12					
forza torc. (kN)	29	29	29	29					
alfa (rad)	0,00084	0,00092	0,00107	0,00119					
numero rulli n	10	10	10	10					
forza torc. (kN)	25	25	25	25					
alfa (rad)	0,00073	0,00080	0,00092	0,00102					
numero rulli n	8	8	8	8					
forza torc. (kN)	21	21	21	21					
alfa (rad)	0,00061	0,00067	0,00077	0,00086					
numero rulli n	6	6	6	6					
forza torc. (kN)	17	17	17	17					
alfa (rad)	0,00049	0,00054	0,00063	0,00070					
numero rulli n	4	4	4	4					
forza torc. (kN)	13	13	13	13					
alfa (rad)	0,00038	0,00041	0,00048	0,00053					

Somma rotazione per un sostegno di altezza totale: H = 1200+1200 = 2400 cm		700		800		1000		1200	
lunghezza fusto (cm)	54,25	54,25	54,25	54,25					
raggio ro (cm)	68,25	70,25	74,25	78,25					
spessore s (cm)	0,60	0,60	0,60	0,60					
braccio Mt (cm)	274,5	274,5	274,5	274,5					
numero rulli n	12	12	12	12					
forza torc. (kN)	29	29	29	29					
alfa (rad)	0,01340	0,01340	0,01340	0,01340					
numero rulli n	10	10	10	10					
forza torc. (kN)	25	25	25	25					
alfa (rad)	0,01156	0,01156	0,01156	0,01156					
numero rulli n	8	8	8	8					
forza torc. (kN)	21	21	21	21					
alfa (rad)	0,00971	0,00971	0,00971	0,00971					
numero rulli n	6	6	6	6					
forza torc. (kN)	17	17	17	17					
alfa (rad)	0,00786	0,00786	0,00786	0,00786					
numero rulli n	4	4	4	4					
forza torc. (kN)	13	13	13	13					
alfa (rad)	0,00601	0,00601	0,00601	0,00601					

TORSIONE DEI SOSTEGNI UNI-G serie 2001

per rulliere a 4 - 12 rulli diametro 400 mm. Max lunghezza di un fusto singolo: 12 m.

Verifica della deformazione torsionale del sostegno considerando uno spessore min. di 5 mm per il fusto superiore e di 6 mm per quello inferiore.

Max. pressione fune per rullo Pr (kN):	5	520
Coeff. di attrito fune-scarpetta μ :	0,2	14,5
modulo di elasticità acciaio E (kN/cm ²):	20600	17300
modulo di elasticità tang. G (kN/cm ²):	7840	5
		0,02

Scartamento funi sul sostegno i (cm):	520
Distanza orizz. gola rullo - scarpetta e (cm):	14,5
Mod. inerzia orizz. media traversa I (cm ⁴):	17300
Forza din. per passaggio morsa Ps (kN):	5
Conicità del raggio del fusto:	0,02

	Rotazione del fusto superiore, spess. 5 mm, inclusa la deformazione della traversa			
lunghezza fusto (cm)	600	800	1000	1200
raggio ro (cm)	30,25	30,25	30,25	30,25
raggio r1 (cm)	42,25	46,25	50,25	54,25
spessore s (cm)	0,50	0,50	0,50	0,50
braccio Mt (cm)	274,5	274,5	274,5	274,5
numero rulli n	12	12	12	12
forza torc. (kN)	17	17	17	17
alfa (rad)	0,00612	0,00656	0,00689	0,00716
numero rulli n	10	10	10	10
forza torc. (kN)	15	15	15	15
alfa (rad)	0,00540	0,00578	0,00608	0,00632
numero rulli n	8	8	8	8
forza torc. (kN)	13	13	13	13
alfa (rad)	0,00468	0,00501	0,00527	0,00548
numero rulli n	6	6	6	6
forza torc. (kN)	11	11	11	11
alfa (rad)	0,00396	0,00424	0,00446	0,00463
numero rulli n	4	4	4	4
forza torc. (kN)	9	9	9	9
alfa (rad)	0,00324	0,00347	0,00365	0,00379

	Rotazione del fusto inferiore, spess. 6 mm, partendo da un fusto sup. lungo 12 m			
	700	800	1000	1200
	54,25	54,25	54,25	54,25
	68,25	70,25	74,25	78,25
	0,60	0,60	0,60	0,60
	274,5	274,5	274,5	274,5
	12	12	12	12
	17	17	17	17
	0,00049	0,00054	0,00063	0,00070
	10	10	10	10
	15	15	15	15
	0,00044	0,00048	0,00055	0,00061
	8	8	8	8
	13	13	13	13
	0,00038	0,00041	0,00048	0,00053
	6	6	6	6
	11	11	11	11
	0,00032	0,00035	0,00040	0,00045
	4	4	4	4
	9	9	9	9
	0,00026	0,00029	0,00033	0,00037

	Somma rotazione per un sostegno di altezza totale: H = 1200+1200 = 2400 cm			
	12	12	12	12
	17	17	17	17
	0,00786	0,00786	0,00786	0,00786
	10	10	10	10
	15	15	15	15
	0,00693	0,00693	0,00693	0,00693
	8	8	8	8
	13	13	13	13
	0,00601	0,00601	0,00601	0,00601
	6	6	6	6
	11	11	11	11
	0,00508	0,00508	0,00508	0,00508
	4	4	4	4
	9	9	9	9
	0,00416	0,00416	0,00416	0,00416

TORSIONE DEI SOSTEGNI UNI-G serie 2001

per rulliere a 4 - 12 rulli diametro 500 mm. Max lunghezza di un fusto singolo: 12 m.

Verifica della deformazione torsionale del sostegno considerando uno spessore min. di 5 mm per il fusto superiore e di 6 mm per quello inferiore.

Max. pressione fune per rullo Pr (kN):	10	Scartamento funi sul sostegno i (cm):	610
Coeff. di attrito fune-scarpetta mu:	0,2	Distanza orizz. gola rullo - scarpetta e (cm):	14,5
modulo di elasticità acciaio E (kN/cm ²):	20600	Mod. inerzia orizz. media traversa I (cm ⁴):	17300
modulo di elasticità tang. G (kN/cm ²):	7840	Forza din. per passaggio morsa Ps (kN):	5
		Conicità del raggio del fusto:	0,02

	Rotazione del fusto superiore, spess. 5 mm, inclusa la deformazione della traversa				Rotazione del fusto inferiore, spess. 6 mm, partendo da un fusto sup. lungo 12 m				Somma rotazione per un sostegno di altezza totale: H = 1200+1200 = 2400 cm
	600	800	1000	1200	700	800	1000	1200	
lungh. fusto (cm)	30,25	30,25	30,25	30,25	54,25	54,25	54,25	54,25	
raggio ro (cm)	42,25	46,25	50,25	54,25	68,25	70,25	74,25	78,25	
raggio r1 (cm)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	
spessore s (cm)	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5	319,5	
braccio Mt (cm)	12	12	12	12	12	12	12	12	
numero rulli n	29	29	29	29	29	29	29	29	
forza torc. (kN)	0,01332	0,01419	0,01486	0,01539	0,00098	0,00107	0,00124	0,00138	0,01677
alfa (rad)	0,01148	0,01223	0,01281	0,01327	0,00085	0,00093	0,00107	0,00119	< 0,019 rad
numero rulli n	8	8	8	8	10	10	10	10	
forza torc. (kN)	21	21	21	21	25	25	25	25	
alfa (rad)	0,00964	0,01027	0,01076	0,01114	0,00085	0,00093	0,00107	0,00119	0,01446
numero rulli n	6	6	6	6	8	8	8	8	
forza torc. (kN)	17	17	17	17	21	21	21	21	
alfa (rad)	0,00781	0,00832	0,00871	0,00902	0,00071	0,00078	0,00090	0,00100	0,01215
numero rulli n	6	6	6	6	6	6	6	6	
forza torc. (kN)	17	17	17	17	17	17	17	17	
alfa (rad)	0,00781	0,00832	0,00871	0,00902	0,00057	0,00063	0,00073	0,00081	0,00983
numero rulli n	4	4	4	4	4	4	4	4	
forza torc. (kN)	13	13	13	13	13	13	13	13	
alfa (rad)	0,00597	0,00636	0,00666	0,00690	0,00044	0,00048	0,00056	0,00062	0,00752

TORSIONE DEI SOSTEGNI UNI-G serie 2001

per rulliere a 4 - 12 rulli diam. 500 mm. Max lunghezza di un fusto singolo: 12 m. Scartamento funi 6.4 m, diam.fusto superiore 690 mm

Verifica della deformazione torsionale del sostegno considerando uno spessore min. di 5 mm per il fusto superiore e di 6 mm per quello inferiore.

Max. pressione fune per rullo Pr (kN): 10
 Coeff. di attrito fune-scarpetta μ : 0,2
 modulo di elasticità acciaio E (kN/cm²): 20600
 modulo di elasticità tang. G (kN/cm²): 7840

Scartamento funi sul sostegno i (cm): 640
 Distanza orizz. gola rullo - scarpetta e (cm): 14,5
 Mod. inerzia orizz. media traversa I (cm⁴): 17300
 Forza din. per passaggio morsa Ps (kN): 5
 Conicità del raggio del fusto: 0,02

		Rotazione del fusto superiore, spess. 5 mm, inclusa la deformazione della traversa			
lung. fusto (cm)		600	800	1000	1200
raggio ro (cm)		34,25	34,25	34,25	34,25
raggio r1 (cm)		46,25	50,25	54,25	58,25
spessore s (cm)		0,50	0,50	0,50	0,50
braccio Mt (cm)		334,5	334,5	334,5	334,5
numero rulli n		12	12	12	12
forza torc. (kN)		29	29	29	29
alfa (rad)		0,01290	0,01360	0,01415	0,01460
numero rulli n		10	10	10	10
forza torc. (kN)		25	25	25	25
alfa (rad)		0,01112	0,01172	0,01220	0,01258
numero rulli n		8	8	8	8
forza torc. (kN)		21	21	21	21
alfa (rad)		0,00934	0,00985	0,01025	0,01057
numero rulli n		6	6	6	6
forza torc. (kN)		17	17	17	17
alfa (rad)		0,00756	0,00797	0,00830	0,00856
numero rulli n		4	4	4	4
forza torc. (kN)		13	13	13	13
alfa (rad)		0,00578	0,00610	0,00634	0,00654

		Rotazione del fusto inferiore, spess. 6 mm, partendo da un fusto sup. lungo 12 m			
		700	800	1000	1200
		58,25	58,25	58,25	58,25
		72,25	74,25	78,25	82,25
		0,60	0,60	0,60	0,60
		334,5	334,5	334,5	334,5
		12	12	12	12
		29	29	29	29
		0,00085	0,00093	0,00108	0,00121
		10	10	10	10
		25	25	25	25
		0,00073	0,00080	0,00093	0,00104
		8	8	8	8
		21	21	21	21
		0,00061	0,00067	0,00078	0,00087
		6	6	6	6
		17	17	17	17
		0,00050	0,00055	0,00063	0,00071
		4	4	4	4
		13	13	13	13
		0,00038	0,00042	0,00048	0,00054

		Somma rotazione per un sostegno di altezza totale: H = 1200+1200 = 2400 cm	
		12	
		29	
		0,01580	< 0,019 rad
		10	
		25	
		0,01362	
		8	
		21	
		0,01144	
		6	
		17	
		0,00926	
		4	
		13	
		0,00708	

TORSIONE DEI SOSTEGNI a T inclinato per scivie serie 2013

per rulliere tipo AC a 4 - 12 rulli diametro 252 mm. Max lunghezza di un fusto singolo: 9 m.

Verifica della deformazione torsionale del sostegno a fusto quadrato, considerando uno spessore min. di 8 mm.

Max. pressione fune per rullo Pr (kN):	2,2	Scartamento funi sul sostegno i (cm):	250
Coeff. di attrito fune-scarpetta mu:	0,2	Distanza orizz. gola rullo - scarpetta e (cm):	7
modulo di elasticità acciaio E (kN/cm ²):	20600	Mod. inerzia orizz. media traversa I (cm ⁴):	889
modulo di elasticità tang. G (kN/cm ²):	7840	Forza din. per passaggio morsa Ps (kN):	5
Larghezza fusto a sezione quadrata (cm):	30	Conicità del raggio del fusto:	0

	Rotazione del fusto , spess. 8 mm, inclusa la deformazione della traversa				
lunghezza fusto (cm)	600	700	800	900	
raggio equival. ro (cm)	15,8264	15,8264	15,8264	15,8264	
raggio equival. r1 (cm)	15,8264	15,8264	15,8264	15,8264	
spessore s (cm)	0,80	0,80	0,80	0,80	
braccio medio per Mt (cm)	132	132	132	132	
braccio flessione traversa salita	40	40	40	40	
numero rulli n	12	12	12	12	
forza torc. (kN)	10,28	10,28	10,28	10,28	
alfa (rad)	0,00611	0,00698	0,00785	0,00872	< 0,019 rad
numero rulli n	10	10	10	10	
forza torc. (kN)	9,4	9,4	9,4	9,4	
alfa (rad)	0,00559	0,00638	0,00718	0,00797	
numero rulli n	8	8	8	8	
forza torc. (kN)	8,52	8,52	8,52	8,52	
alfa (rad)	0,00506	0,00578	0,00650	0,00722	
numero rulli n	6	6	6	6	
forza torc. (kN)	7,64	7,64	7,64	7,64	
alfa (rad)	0,00454	0,00519	0,00583	0,00648	
numero rulli n	4	4	4	4	
forza torc. (kN)	6,76	6,76	6,76	6,76	
alfa (rad)	0,00402	0,00459	0,00516	0,00573	