
Analisi della vita di funi portanti di una teleferica a moto continuo di trasporto materiale.

Settore della memoria:
Tecnologia e sicurezza.



Autore: Dott. Ing. Pier Giorgio Graziano

1 PREMESSA

Oggetto di questa memoria è un'analisi delle differenti durate in esercizio delle diverse tratte di fune della teleferica "Rio Branco", messa in relazione alle diverse caratteristiche di ogni tratta, analizzando le caratteristiche di linea dei punti di linea dove si sono verificate con maggiore frequenza difetti nelle funi tali da portare alla loro sostituzione.

Il fatto principale, che attira subito l'attenzione esaminando i dati successivamente riportati, è il fatto che la vita utile media delle funi portanti nei vari tratti varia considerevolmente da tratta a tratta.

In alcune tratte la fune portante è ancora quella originale ed appare in buone condizioni dopo quasi 30 anni di esercizio continuo, mentre in alcune tratte è stata cambiata varie volte !

Inoltre nelle tratte critiche, caratterizzate da una vita media più breve delle funi, la fune è quasi sempre stata cambiata per difetti emersi nello stesso punto della linea.

Lo scopo della presente relazione è mettere in relazione i diversi parametri dei vari punti della linea con i sostegni "critici", ovvero quelli in corrispondenza ai quali si manifestano nel tempo con più frequenza difettosità delle funi portanti che inducono a programmarne la sostituzione.

L'autore della presente relazione ha avuto l'occasione di partecipare alla progettazione, alla costruzione, alle prove di collaudo e alla messa in esercizio di detto impianto, vivendo per l'occasione quattro anni in Brasile. Inoltre ha recentemente effettuato una visita sull'installazione raccogliendo dati completi e dettagliati sul comportamento delle varie funi portanti di tale impianto in ogni singola tratta, grazie anche alla completa e proficua collaborazione del personale dell'esercente addetto alla cura dell'impianto, che ha raccolto con cura nel tempo tali dati che coprono con cura gli elementi raccolti in circa 30 anni di esercizio.

La teleferica bifune di Rio Branco ha le seguenti caratteristiche principali:

- esercente: gruppo Votorantim
- materiale trasportato: calcare
- località: circa 30 km da Curitiba (Paraná, Brasile)
- lunghezza: circa 13 km
- numero di anelli di fune traente: tre
- num. di sezioni di fune portante: 7 lato carichi + 7 lato vuoti
- capacità di trasporto: 600 t/h
- massa della benna vuota: 1.000 kg
- massa della benna carica: 3.000 kg
- velocità della fune traente: 5 m/s
- dia. fune portante (l. carichi) 63 mm
- dia. fune portante (l. vuoti) 45 mm
- diametro fune traente: 32 mm
- entrata in esercizio: in esercizio con continuità dal 1982

Il calcolo di linea è stato eseguito con il programma automatico "Software Impianti a Fune (S.I.F), modulo teleferiche unidirezionali 2S", elaborato dall'ing. Vitali (www.winsif.com), cui va il mio sentito ringraziamento, anche per la collaborazione datami nell'adattare il programma, inizialmente nato per linee più corte, alle caratteristiche della complessa linea di Rio Branco.



2 DATI DERIVATI DALL'ESERCIZIO

Grazie ai dati ricevuti dalla società esercente, principalmente del sig. Luiz Carlos de Lara, facente, tra altri compiti, le funzioni di capo servizio dell'impianto, e del dott. Shigueru Hassumi direttore delle operazioni di cava, sotto cui rientra anche l'esercizio della teleferica, è stato possibile ricavare la tabella a seguire riportata.

A loro e a tutto il gruppo Votorantim, di cui fanno parte, un grande ringraziamento. Senza i loro dati la preparazione della presente relazione non sarebbe stata possibile.

| Fune | Diam. (mm) | Lunghezza (m) Bobina | Opinione cliente (*) | Numero sostituzioni | Punti critici sostegno |
|--------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|
| Portante - 1° Tronco L.V | 45 | 2.300 | 0 | 0 | |
| Portante - 1° Tronco L.C | 63 | 2.300 | 1 | 2 | 4,9 |
| Portante - 2° Tronco L.V | 45 | 2.500 | 0 | 0 | |
| Portante - 2° Tronco L.C | 63 | 2.500 | 1 | 2 | 17 |
| Portante - 3° Tronco L.V | 45 | 2.100 | 1 | 1 | |
| Portante - 3° Tronco L.C | 63 | 2.100 | 2 | 3 | 24,29,30 |
| Portante - 4° Tronco L.V | 45 | 1.800 | 3 | 3 | 31,32,34 |
| Portante - 4° Tronco L.C | 63 | 1.850 | 3 | 3 | 32,34 |
| Portante - 5° Tronco L.V | 45 | 1.800 | 1 | 1 | 45 |
| Portante - 5° Tronco L.C | 63 | 1.800 | 3 | 3 | 45,46 |
| Portante - 6° Tronco L.V | 45 | 2.500 | 3 | 1 | 49 |
| Portante - 6° Tronco L.C | 63 | 2.500 | 3 | 3 | 47,49,51 |
| Portante - 7° Tronco L.V | 45 | 2.000 | 1 | 1 | 57,58 |
| Portante - 7° Tronco L.C | 63 | 2.000 | 2 | 2 | 59 |

(*) Opinione cliente:

0 Ottimo

1 Buono

2 Medio

3 Scarso

Dati aggiornati a Dicembre 2010

Ore di lavoro globali: 79.201 h

Tonnellate trasportate: 27.049.949 t

I difetti che portano alla sostituzione delle funi si manifestano sempre in corrispondenza all'ingresso o all'uscita della fune portante sulle scarpe o, in alcuni casi, sulla scarpa stessa.

3 SCARPE FISSE, RULLIERE ALTE E BASSE

Ricordiamo che i sostegni della teleferica sono caratterizzati da sostegni dotati di scarpe fisse, e non oscillanti e di rulliere di sostegno in parte di tipo “alto” ed in parte di tipo “basso”.



Sostegno di Rio Branco con scarpa fissa e rulliera di tipo “alto”



Sostegno di Rio Branco con rulli “bassi”



Sostegno di una teleferica con tradizionali scarpe oscillanti

4 CALCOLO DI LINEA

Il calcolo di linea è stato effettuato separatamente per i tre tronchi (tre anelli di fune traente) che compongono l'impianto).

Per informazione i primi due tronchi sono in salita.

Il primo parte dalla stazione di carico e raggiunge la prima stazione Intermedia.

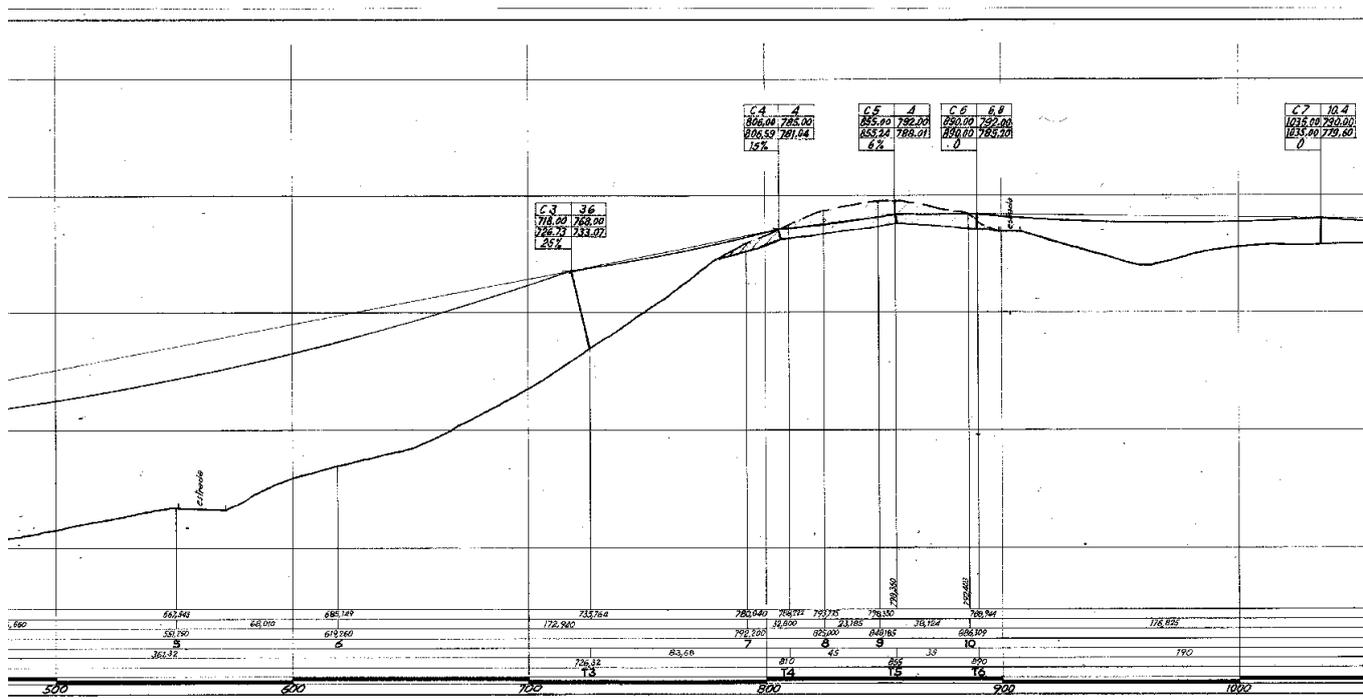
Il secondo collega la prima con la seconda stazione intermedia.

Entrambi sono relativamente brevi (poco più di due chilometri) e non richiedono quindi dispositivi intermedi di interruzione delle funi portanti.

Entrambi hanno **la stazione motrice** a monte e la tensionatura della fune traente a valle.

Il terzo tronco è invece in leggera discesa, ed è molto più lungo, richiedendo la presenza di quattro dispositivi intermedi di interruzione della fune portante.

La **stazione motrice** di questo terzo tronco è a valle, come pure il contrappeso, posizionato in corrispondenza al lato della fune traente dei vagoncini vuoti.



Esempio di un tratto di profilo del primo tronco di Rio Branco

4.1 PRIMO TRONCO

I dati di ingresso al calcolo di linea del primo tronco sono i seguenti:

| DESCRIZIONE | |
|---|---|
| Descrizione Impianto | Teleferica Rio Branco |
| Località | Tronco n.1 Stazione di Carico - Intermediaria I |
| Comune | Rio Branco |
| Provincia | Paraná |
| Note 1 | Calcolo funi portanti contrappesate |
| Note 2 | |
| FUNE PORTANTE | 45 <input type="button" value="Setip_1"/> <input type="button" value="Setip_2"/> 1770 N/mm ² 1950 N/mm ² 2100 N/mm ² |
| Descrizione | FUNE CHIUSA FLESSIBILE \ Flexible locked coil wire rope |
| Diametro (mm) | 63 45 |
| Peso unitario (N/m) | 209,54 112,32 |
| Sezione (mm ²) | 2537 1360 |
| Modulo di elasticità (N/mm ²) | 155000 155000 |
| Carico somma (KN) | 4237 2271 |
| Carico di rottura (KN) | 3814 2044 |
| Coefficiente di attrito fune-scarpa (n) | 0,10 0,10 |
| Coefficiente di dilatazione lineare (n) | 0,000012 0,000012 |
| Tiro di posa della fune (a valle)/contrappeso (N) | 941760 461070 |
| FUNE TRAENTE | 32 <input type="button" value="Setip"/> 1770 N/mm ² 1950 N/mm ² 2100 N/mm ² |
| Descrizione | FUNE SEALE 114 |
| Diametro (mm) | 32,00 |
| Peso unitario (N/m) | 36,00 |
| Sezione (mm ²) | 404,50 |
| Modulo di elasticità (N/mm ²) | 125.000 |
| Attrito % rulli-fune traente (n) | 2,00 |
| Carico somma/rottura (KN) | 793 682 |
| Valore tensione traente (per ramo) (N) | 53.955 |
| VEETTURA | |
| Peso del veicolo carico (N) | 29.430 |
| Peso del veicolo vuoto (N) | 9.810 |
| Equidistanza veicoli (m) | 60 |
| Attrito % rulli-fune portante (n) | 0,50 |
| | (N) |
| ARGANO MOTORE | |
| Velocità di trasferimento in linea a regime (m/s) | 5,00 |
| Rendimento argano motore (n) | 0,80 |
| Tipo Argano motore (Fisso / Mobile) | |
| ATTRITI STAZIONI | |
| Pressa di forza in stazione (N) | 0,01 |
| Deviazione traente stazione di valle (rad) | 0,01 |
| Deviazione traente stazione di monte (rad) | 0,01 |

Le coordinate, rispettivamente assolute e relative delle sommità dei sostegni, inserite nel programma, sono le seguenti:

| RAMO SALITA | | | |
|--------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Sostegno N° | Codice Sostegno | Progressiva Fune (m) | Quota Fune (m) |
| 1 | S.V. | 48,00 | 641,73 |
| 2 | C1 | 255,00 | 680,00 |
| 3 | C2 | 360,00 | 699,00 |
| 4 | C3 | 718,00 | 768,00 |
| 5 | C4 | 806,00 | 785,00 |
| 6 | C5 | 855,00 | 792,00 |
| 7 | C6 | 890,00 | 792,00 |
| 8 | C7 | 1.035,00 | 790,00 |
| 9 | C8 | 1.130,00 | 789,00 |
| 10 | C9 | 1.510,00 | 799,00 |
| 11 | C10 | 1.640,00 | 808,00 |
| 12 | C11 | 1.895,00 | 826,00 |
| 13 | C12 | 2.090,00 | 841,00 |
| 14 | I1V | 2.125,80 | 841,00 |

| RAMO SALITA / DISCESA | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Campata N° | Codice Campata valle-monte | Campata | |
| | | Distanza orizzontale (m) | Dislivello verticale (m) |
| 1 | S.V.-C1 | 207,00 | 38,27 |
| 2 | C1-C2 | 105,00 | 19,00 |
| 3 | C2-C3 | 358,00 | 69,00 |
| 4 | C3-C4 | 88,00 | 17,00 |
| 5 | C4-C5 | 49,00 | 7,00 |
| 6 | C5-C6 | 35,00 | 0,00 |
| 7 | C6-C7 | 145,00 | -2,00 |
| 8 | C7-C8 | 95,00 | -1,00 |
| 9 | C8-C9 | 380,00 | 10,00 |
| 10 | C9-C10 | 130,00 | 9,00 |
| 11 | C10-C11 | 255,00 | 18,00 |
| 12 | C11-C12 | 195,00 | 15,00 |
| 13 | C12-I1V | 35,80 | 0,00 |

Il risultato del calcolo di linea in condizioni di regime è il seguente, riportato nel quadro "valori massimi e minimi", del tabulato di uscita del programma di calcolo:

VALORI MASSIMI E MINIMI DELLE TENSIONI, FRECCIE, ANGOLI DI IMBOCCO E PRESSIONI SUI SOSTEGNI

| RAMO SALITA | | FUNI PORTANTE | | | | | FUNI TRAENTE-ZAVORRA | | | | |
|-------------|-----|--------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Campata | | Tensione Campata | Freccia Campata | Angolo valle | Angolo monte | Pressione Sostegno | Tensione Campata | Freccia Campata | Angolo valle | Angolo monte | Pressione Sostegno |
| Sostegno | | Max Min (N) | Max Min (m) | Max Min (gradi) | Max Min (gradi) | Max Min (N) | Max Min (N) | Max Min (m) | Max Min (gradi) | Max Min (gradi) | Max Min (N) |
| S.V. | C1 | 908.024 900.005 | 4,41 1,41 | 6,75 4,88 | 15,86 14,18 | | 78.715 53.955 | 4,41 4,06 | 6,01 4,88 | 15,86 14,63 | |
| | C1 | | | | | 113.545 107.761 | | | | | 10.222 9.250 |
| C1 | C2 | 912.005 908.024 | 1,15 0,36 | 8,79 7,01 | 13,48 11,71 | | 90.181 71.238 | 1,15 0,95 | 8,42 6,99 | 13,49 12,05 | |
| | C2 | | | | | 152.569 145.987 | | | | | 15.242 13.625 |
| C2 | C3 | 926.463 912.005 | 12,41 4,16 | 4,07 2,11 | 19,21 17,54 | | 130.259 81.942 | 12,41 12,20 | 3,79 2,11 | 19,21 17,67 | |
| | C3 | | | | | 152.968 144.650 | | | | | 20.959 18.966 |
| C3 | C4 | 930.026 926.463 | 0,85 0,25 | 9,83 8,07 | 13,83 12,06 | | 137.086 116.653 | 0,85 0,57 | 9,73 8,06 | 13,83 12,15 | |
| | C4 | | | | | 97.601 86.891 | | | | | 14.204 12.307 |
| C4 | C5 | 931.492 930.026 | 0,41 0,08 | 7,81 6,09 | 10,19 8,45 | | 142.014 127.877 | 0,41 0,04 | 7,75 6,09 | 10,19 8,51 | |
| | C5 | | | | | 169.926 153.420 | | | | | 24.812 22.669 |
| C5 | C6 | 931.492 931.492 | 0,28 0,04 | -0,23 -2,02 | 2,02 0,23 | | 142.916 131.523 | 0,28 0,01 | -0,25 -2,02 | 2,02 0,25 | |
| | C6 | | | | | 83.440 64.636 | | | | | 12.824 9.510 |
| C6 | C7 | 931.492 931.073 | 1,99 0,65 | -2,99 -4,91 | 3,30 1,39 | | 143.169 130.462 | 1,99 1,74 | -3,04 -4,91 | 3,30 1,48 | |
| | C7 | | | | | 83.104 70.764 | | | | | 12.373 10.671 |
| C7 | C8 | 931.073 930.864 | 0,91 0,28 | -1,82 -3,69 | 2,48 0,59 | | 144.045 129.423 | 0,91 0,65 | -1,88 -3,69 | 2,48 0,65 | |
| | C8 | | | | | 134.800 121.819 | | | | | 20.515 17.234 |
| C8 | C9 | 932.959 930.864 | 13,32 4,46 | -5,53 -7,71 | 10,62 8,59 | | 152.524 129.768 | 13,32 13,11 | -5,57 -7,71 | 10,62 8,64 | |
| | C9 | | | | | 138.381 127.886 | | | | | 21.483 18.790 |
| C9 | C10 | 934.845 932.959 | 1,56 0,52 | 2,11 0,25 | 7,64 5,79 | | 157.766 134.009 | 1,56 1,37 | 2,07 0,25 | 7,64 5,84 | |
| | C10 | | | | | 133.198 123.440 | | | | | 20.932 18.966 |
| C10 | C11 | 938.617 934.845 | 5,90 2,00 | -0,38 -2,38 | 10,37 8,41 | | 166.944 141.108 | 5,90 5,68 | -0,42 -2,38 | 10,37 8,41 | |
| | C11 | | | | | 148.294 139.337 | | | | | 25.690 22.705 |
| C11 | C12 | 941.760 938.617 | 3,56 1,17 | 1,32 -0,65 | 9,40 7,49 | | 178.347 152.322 | 3,56 3,05 | 1,32 -0,65 | 9,40 7,49 | |
| | C12 | | | | | 158.097 140.458 | | | | | 29.806 24.224 |
| C12 | I1V | 941.760 941.760 | 0,27 0,04 | -0,23 -2,00 | 2,02 0,23 | | 178.682 160.727 | 0,27 0,00 | -0,21 -2,00 | 2,02 0,21 | |

Per brevità non riporteremo in questo capitolo lo stesso tabulato dei valori massimi e minimi, come esce dal programma di calcolo per il ramo in discesa di questo tronco e per gli altri due tronchi, in quanto gli stessi valori sono successivamente riportati nel capitolo successivo, solo con una diversa disposizione, più adatta alle valutazioni che ci proponiamo di effettuare.

4.2 SECONDO TRONCO

I dati di ingresso al calcolo di linea del secondo tronco sono i seguenti:

| DESCRIZIONE | |
|---|---|
| Descrizione Impianto | TELEFERICA Rio Branco |
| Località | Tronco n.3 Stazione intermediaia II - Stazione di scarico |
| Comune | Rio Branco |
| Provincia | Paraná |
| Note 1 | Calcolo funi portanti contrappesate |
| Note 2 | |
| FUNE PORTANTE | 44 <input type="button" value="Set tip_1"/> <input type="button" value="Set tip_2"/> 1770 N/mm ² 1900 N/mm ² 2100 N/mm ² |
| Descrizione | FUNI ORIGINALI |
| Diametro (mm) | 63 45 |
| Peso unitario (N/m) | 209,54 112,32 |
| Sezione (mm ²) | 2537 1360 |
| Modulo di elasticità (N/mm ²) | 155000 155000 |
| Carico somma (KN) | 4237 2271 |
| Carico di rottura (KN) | 3814 2044 |
| Coefficiente di attrito fune-scarpa (n) | 0,10 0,10 |
| Coefficiente di dilatazione lineare (n) | 0,000012 0,000012 |
| Tiro di posa della fune (a valle)/contrappeso (N) | 902520 441450 |
| FUNE TRAEUTE | 36 <input type="button" value="Set tip"/> 1770 N/mm ² 1900 N/mm ² 2100 N/mm ² |
| Descrizione | FUNE SEALE 114 |
| Diametro (mm) | 32,00 |
| Peso unitario (N/m) | 36,00 |
| Sezione (mm ²) | 404,50 |
| Modulo di elasticità (N/mm ²) | 125.000 |
| Attrito % rulli-fune traente (n) | 2,00 |
| Carico somma/rottura (KN) | 793 863 |
| Valore tensione traente (per ramo) (N) | 53.955 |
| VEETTURA | |
| Peso del veicolo carico (N) | 29.430 |
| Peso del veicolo vuoto (N) | 9.810 |
| Equidistanza veicoli (m) | 60 |
| Attrito % rulli-fune portante (n) | 0,50 |
| | (N) |
| ARGANO MOTORE | |
| Velocità di trasferimento in linea a regime (m/s) | 5,00 |
| Rendimento argano motore (n) | 0,80 |
| Tipo Argano motore (Fisso / Mobile) | |
| ATTRITI STAZIONI | |
| Presa di forza in stazione (N) | 0,01 |
| Deviazione traente stazione di valle (rad) | 0,01 |
| Deviazione traente stazione di monte (rad) | 0,01 |

Le coordinate assolute e relative delle testate dei sostegni sono le seguenti:

| RAMO SALITA | | | |
|--------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Sostegno N° | Codice Sostegno | Progressiva Fune (m) | Quota Fune (m) |
| 1 | I1M | 2.189,20 | 840,70 |
| 2 | C13 | 2.250,00 | 840,70 |
| 3 | C14 | 2.503,00 | 841,00 |
| 4 | C15 | 2.764,00 | 851,00 |
| 5 | C16 | 3.102,00 | 869,00 |
| 6 | C17 | 3.257,00 | 883,00 |
| 7 | C18 | 3.497,00 | 913,00 |
| 8 | C19 | 3.720,00 | 946,00 |
| 9 | C20 | 3.831,00 | 959,00 |
| 10 | C21 | 4.030,00 | 985,00 |
| 11 | C22 | 4.294,00 | 1.024,00 |
| 12 | C23 | 4.450,00 | 1.047,00 |
| 13 | I2V | 4.485,80 | 1.047,00 |

| RAMO SALITA / DISCESA | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Campata N° | Codice Campata valle-monte | Campata | |
| | | Distanza orizzontale (m) | Dislivello verticale (m) |
| 1 | I1M-C13 | 60,80 | 0,00 |
| 2 | C13-C14 | 253,00 | 0,30 |
| 3 | C14-C15 | 261,00 | 10,00 |
| 4 | C15-C16 | 338,00 | 18,00 |
| 5 | C16-C17 | 155,00 | 14,00 |
| 6 | C17-C18 | 240,00 | 30,00 |
| 7 | C18-C19 | 223,00 | 33,00 |
| 8 | C19-C20 | 111,00 | 13,00 |
| 9 | C20-C21 | 199,00 | 26,00 |
| 10 | C21-C22 | 264,00 | 39,00 |
| 11 | C22-C23 | 156,00 | 23,00 |
| 12 | C23-I2V | 35,80 | 0,00 |

4.3 TERZO TRONCO

I dati di ingresso del terzo tronco sono i seguenti:

| DESCRIZIONE | | TELEFERICA Rio Branco | | | | | |
|---|---|------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Località | Tronco n.3 Stazione intermedia II - Stazione di scarico | | | | | | |
| Comune | Rio Branco | | | | | | |
| Provincia | Paraná | | | | | | |
| Note 1 | Calcolo funi portanti contrappesate | | | | | | |
| Note 2 | | | | | | | |
| FUNE PORTANTI | 44 | Se Imp_1 | Se Imp_2 | | | | |
| | | 1770 N/mm ² | 1900 N/mm ² 2100 N/mm ² | | | | |
| Descrizione | FUNI ORIGINALI | | | | | | |
| Diametro | (mm) | 63 | 45 | | | | |
| Peso unitario | (N/m) | 209,54 | 112,32 | | | | |
| Sezione | (mm ²) | 2537 | 1360 | | | | |
| Modulo di elasticità | (N/mm ²) | 155000 | 155000 | | | | |
| Carico somma | (KN) | 4237 | 2271 | | | | |
| Carico di rottura | (KN) | 3814 | 2044 | | | | |
| Coefficiente di attrito fune-scarpa | (n) | 0,10 | 0,10 | | | | |
| Coefficiente di dilatazione lineare | (n) | 0,000012 | 0,000012 | | | | |
| Tiro di posa della fune (a valle)/contrapp. | (N) | 785000 | 430000 | | | | |
| FUNE TRAEENTE | 36 | Se Imp | 1770 N/mm ² 1900 N/mm ² 2100 N/mm ² | | | | |
| Descrizione | FUNI SEALE H14 | | | | | | |
| Diametro | (mm) | 32,00 | | | | | |
| Peso unitario | (N/m) | 36,00 | | | | | |
| Sezione | (mm ²) | 404,50 | | | | | |
| Modulo di elasticità | (N/mm ²) | 125.000 | | | | | |
| Attrito % rulli-fune traente | (n) | 2,00 | | | | | |
| Carico somma/rottura | (KN) | 793 | 863 | | | | |
| Valore tensione traente (per ramo) | (N) | 843.660 | | | | | |
| VEETTURA | | | | | | | |
| Peso del veicolo carico | (N) | 29.430 | | | | | |
| Peso del veicolo vuoto | (N) | 9.810 | | | | | |
| Equidistanza veicoli | (m) | 60 | | | | | |
| Attrito % rulli-fune portante | (n) | 0,50 | | | | | |
| ARGANO MOTORE | | | | | | | |
| Velocità di trasferimento in linea a regime | (m/s) | 5,00 | | | | | |
| Rendimento argano motore | (n) | 0,80 | | | | | |
| Tipo Argano motore (Fisso / Mobile) | | | | | | | |
| TIRATI STAZIONE | | | | | | | |
| Presa di forza in stazione | (N) | 0,01 | | | | | |
| Deviazione traente stazione di valle | (rad) | 0,01 | | | | | |
| Deviazione traente stazione di monte | (rad) | 0,01 | | | | | |
| DEFINIZIONE DEI TRATTI NON INTERCONNESSI DI FUNE PORTANTE (linea con fune portante a tratti e tes) | | | | | | | |
| Num. | Attivo | Inizio: "Sost. Valle" | Fine: "Sost. Monte" | Misura tiro di posa a valle | Tipo tensione fune Contrapp. | Valore tiro posa salita (N) | Valore tiro posa discesa (N) |
| 1 | XXX | D1AM | SM | XXX | XXX | 922140 | 451126 |
| 2 | XXX | I2M | D1AV | XXX | XXX | 922140 | 451126 |
| 3 | XXX | D2CM | D3AV | XXX | XXX | 922140 | 451126 |
| 4 | XXX | D3AM | D4AV | XXX | XXX | 919197 | 449298 |
| 5 | XXX | D4AM | SM | XXX | XXX | 931950 | 456165 |

Le coordinate assolute e relative delle testate dei sostegni sono:

| RAMO SALITA | | | | RAMO SALITA / DISCESA | | | |
|-------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Sostegno N° | Codice Sostegno | Progressiva Fune (m) | Quota Fune (m) | Campata N° | Codice Campata valle-monte | Campata | |
| | | | | | | Distanza orizzontale (m) | Dislivello verticale (m) |
| 1 | I2M | 4.549,20 | 1.047,00 | 1 | I2M-C24 | 35,80 | 0,00 |
| 2 | C24 | 4.585,00 | 1.047,00 | 2 | C24-C25 | 215,00 | -45,00 |
| 3 | C25 | 4.800,00 | 1.002,00 | 3 | C25-C26 | 232,00 | -38,00 |
| 4 | C26 | 5.032,00 | 964,00 | 4 | C26-C27 | 458,00 | -44,00 |
| 5 | C27 | 5.490,00 | 920,00 | 5 | C27-C28 | 160,00 | -8,00 |
| 6 | C28 | 5.650,00 | 912,00 | 6 | C28-C29 | 350,00 | 0,00 |
| 7 | C29 | 6.000,00 | 912,00 | 7 | C29-C30 | 212,00 | 12,00 |
| 8 | C30 | 6.212,00 | 924,00 | 8 | C30-D1AV | 249,00 | 23,00 |
| 9 | D1AV | 6.461,00 | 947,00 | 9 | D1AV-DIAM | 16,29 | 1,88 |
| 10 | DIAM | 6.477,29 | 948,88 | 10 | DIAM-C31 | 158,71 | 20,12 |
| 11 | C31 | 6.636,00 | 969,00 | 11 | C31-C32 | 62,00 | 7,00 |
| 12 | C32 | 6.698,00 | 976,00 | 12 | C32-C33 | 140,00 | 6,00 |
| 13 | C33 | 6.838,00 | 982,00 | 13 | C33-C34 | 42,00 | 0,00 |
| 14 | C34 | 6.880,00 | 982,00 | 14 | C34-C35 | 44,00 | -5,00 |
| 15 | C35 | 6.924,00 | 977,00 | 15 | C35-C36 | 75,00 | -11,00 |
| 16 | C36 | 6.999,00 | 966,00 | 16 | C36-C37 | 288,00 | -36,00 |
| 17 | C37 | 7.287,00 | 930,00 | 17 | C37-C38 | 223,00 | -18,00 |
| 18 | C38 | 7.510,00 | 912,00 | 18 | C38-C39 | 390,00 | -10,00 |
| 19 | C39 | 7.900,00 | 902,00 | 19 | C39-C40 | 50,00 | 0,00 |
| 20 | C40 | 7.950,00 | 902,00 | 20 | C40-D2CV | 161,00 | -1,88 |
| 21 | D2CV | 8.111,00 | 900,12 | 21 | D2CV-D2CM | 17,00 | -0,12 |
| 22 | D2CM | 8.128,00 | 900,00 | 22 | D2CM-C41 | 149,00 | -0,50 |
| 23 | C41 | 8.277,00 | 899,50 | 23 | C41-C42 | 268,00 | 8,50 |
| 24 | C42 | 8.545,00 | 908,00 | 24 | C42-C43 | 371,00 | 35,00 |
| 25 | C43 | 8.916,00 | 943,00 | 25 | C43-C44 | 44,00 | 0,00 |
| 26 | C44 | 8.960,00 | 943,00 | 26 | C44-C45 | 162,00 | -12,00 |
| 27 | C45 | 9.122,00 | 931,00 | 27 | C45-C46 | 397,00 | -10,00 |
| 28 | C46 | 9.519,00 | 921,00 | 28 | C46-D3AV | 192,00 | 6,00 |
| 29 | D3AV | 9.711,00 | 927,00 | 29 | D3AV-D3AM | 17,00 | 0,17 |
| 30 | D3AM | 9.728,00 | 927,17 | 30 | D3AM-C47 | 206,00 | -2,17 |
| 31 | C47 | 9.934,00 | 925,00 | 31 | C47-C48 | 412,00 | 11,00 |
| 32 | C48 | 10.346,00 | 936,00 | 32 | C48-C49 | 49,00 | 0,00 |
| 33 | C49 | 10.395,00 | 936,00 | 33 | C49-C50 | 342,00 | -11,00 |
| 34 | C50 | 10.737,00 | 925,00 | 34 | C50-C51 | 36,00 | -1,00 |
| 35 | C51 | 10.773,00 | 924,00 | 35 | C51-C52 | 387,00 | -29,00 |
| 36 | C52 | 11.160,00 | 895,00 | 36 | C52-C53 | 90,00 | -3,00 |
| 37 | C53 | 11.250,00 | 892,00 | 37 | C53-C54 | 244,00 | -6,00 |
| 38 | C54 | 11.494,00 | 886,00 | 38 | C54-C55 | 395,00 | 15,70 |
| 39 | C55 | 11.889,00 | 901,70 | 39 | C55-D4AV | 175,00 | 14,40 |
| 40 | D4AV | 12.064,00 | 916,10 | 40 | D4AV-D4AM | 18,00 | 1,80 |
| 41 | D4AM | 12.082,00 | 917,90 | 41 | D4AM-C56 | 98,00 | 10,10 |
| 42 | C56 | 12.180,00 | 928,00 | 42 | C56-C57 | 110,00 | 9,00 |
| 43 | C57 | 12.290,00 | 937,00 | 43 | C57-C58 | 97,00 | 2,00 |
| 44 | C58 | 12.387,00 | 939,00 | 44 | C58-C59 | 167,00 | -1,00 |
| 45 | C59 | 12.554,00 | 938,00 | 45 | C59-C60 | 196,00 | 0,00 |
| 46 | C60 | 12.750,00 | 938,00 | 46 | C60-C61 | 410,00 | 20,00 |
| 47 | C61 | 13.160,00 | 958,00 | 47 | C61-C62 | 50,00 | 2,40 |
| 48 | C62 | 13.210,00 | 960,40 | 48 | C62-C63 | 398,42 | 0,60 |
| 49 | C63 | 13.608,42 | 961,00 | 49 | C63-C64 | 211,58 | 2,00 |
| 50 | C64 | 13.820,00 | 963,00 | 50 | C64-SM | 26,85 | -0,01 |
| 51 | SM | 13.846,85 | 962,99 | | | | |

5 RIELABORAZIONE DEI DATI DI USCITA DEL PROGRAMMA DI CALCOLO DI LINEA

5.1 PRIMA TRATTA DI FUNI PORTANTI - PRIMO TRONCO

Riportiamo i dati principali, ai fini di quanto ci interessa, a regime, del tronco in salita e di quello in discesa:

| | | LATO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------------|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|---------------|
| Campata | Sost. | PORTANTE | | | | | | | TRAENTE | | Camp. valle | Camp. monte | N° VAG. VALLE | N° VAG. MONTE | Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera, se alta | Carico su carrello su scarpa | Pressione su scarpa dovuto a raggio scarpa | Sost. Critic. |
| | | Tensione campata | Freccia campata | Angolo valle campata | Angolo monte campata | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione traente | Pressione traente su sostegno | | | | | | | | | |
| S.V. C1 | | 908.024 900.005 | 4,41 1,41 | 6,75 4,88 | 15,86 14,18 | | | | 78.715 53.955 | | | | | | | | | | |
| | C1 | | | | | 1,68 | 1,78 | 113.545 107.761 | 10.222 9.250 | 211 | 107 | 3 4 | 1 2 | B | 20 | 39.652 | 45.401 | | |
| C1 C2 | | 912.005 908.024 | 1,15 0,36 | 8,79 7,01 | 13,48 11,71 | | | | 90.181 71.238 | | | | | | | | | | |
| | C2 | | | | | 1,77 | 1,96 | 152.569 145.987 | 15.242 13.625 | 107 | 365 | 1 2 | 5 6 | B | 20 | 44.672 | 45.600 | | |
| C2 C3 | | 926.463 912.005 | 12,41 4,16 | 4,07 2,11 | 19,21 17,54 | | | | 130.259 81.942 | | | | | | | | | | |
| | C3 | | | | | 1,67 | 1,76 | 152.968 144.650 | 20.959 18.966 | 365 | 90 | 5 6 | 0 1 | A | 30 | 35.237 | 30.882 | | |
| C3 C4 | | 930.026 926.463 | 0,85 0,25 | 9,83 8,07 | 13,83 12,06 | | | | 137.086 116.653 | | | | | | | | | | |
| | C4 | | | | | 1,77 | 1,72 | 97.601 86.891 | 14.204 12.307 | 90 | 49 | 0 1 | 0 1 | B | 20 | 43.634 | 46.501 | | |
| C4 C5 | | 931.492 930.026 | 0,41 0,08 | 7,81 6,09 | 10,19 8,45 | | | | 142.014 127.877 | | | | | | | | | | |
| | C5 | | | | | 1,74 | 1,79 | 169.926 153.420 | 24.812 22.669 | 49 | 35 | 0 1 | 0 1 | A | 40 | 38.508 | 23.287 | | |
| C5 C6 | | 931.492 931.492 | 0,28 0,04 | -0,23 -2,02 | 2,02 0,23 | | | | 142.916 131.523 | | | | | | | | | | |
| | C6 | | | | | 1,79 | 1,92 | 83.440 64.636 | 12.824 9.510 | 35 | 145 | 0 1 | 1 2 | B | 20 | 42.254 | 46.575 | | |
| C6 C7 | | 931.492 931.073 | 1,99 0,65 | -2,99 -4,91 | 3,3 1,39 | | | | 143.169 130.462 | | | | | | | | | | |
| | C7 | | | | | 1,91 | 1,87 | 83.104 70.764 | 12.373 10.671 | 145 | 95 | 1 2 | 1 2 | B | 20 | 41.803 | 46.575 | | |
| C7 C8 | | 931.073 930.864 | 0,91 0,28 | -1,82 -3,69 | 2,48 0,59 | | | | 144.045 129.423 | | | | | | | | | | |
| | C8 | | | | | 1,89 | 2,18 | 134.800 121.819 | 20.515 17.234 | 95 | 380 | 1 2 | 5 6 | B | 20 | 49.945 | 46.554 | | |
| C8 C9 | | 932.959 930.864 | 13,32 4,46 | -5,53 -7,71 | 10,62 8,59 | | | | 152.524 129.768 | | | | | | | | | | |
| | C9 | | | | | 2,03 | 1,86 | 138.381 127.886 | 21.483 18.790 | 380 | 130 | 5 6 | 1 2 | B | 20 | 50.913 | 46.648 | | |
| C9 C10 | | 934.845 932.959 | 1,56 0,52 | 2,11 0,25 | 7,64 5,79 | | | | 157.766 134.009 | | | | | | | | | | |
| | C10 | | | | | 1,85 | 2,00 | 133.198 123.440 | 20.932 18.966 | 130 | 256 | 1 2 | 3 4 | A | 40 | 39.515 | 23.371 | | |
| C10 C11 | | 938.617 934.845 | 5,9 2 | -0,38 -2,38 | 10,37 8,41 | | | | 166.944 141.108 | | | | | | | | | | |
| | C11 | | | | | 1,96 | 1,97 | 148.294 139.337 | 25.690 22.705 | 256 | 196 | 3 4 | 2 3 | A | 40 | 40.102 | 23.465 | | |
| C11 C12 | | 941.760 938.617 | 3,56 1,17 | 1,32 -0,65 | 9,4 7,49 | | | | 178.347 152.322 | | | | | | | | | | |
| | C12 | | | | | 1,91 | 1,77 | 158.097 140.458 | 29.806 24.224 | 196 | 36 | 2 3 | 0 1 | A | 50 | 39.631 | 18.835 | | |
| C12 IV | | 941.760 941.760 | 0,27 0,04 | -0,23 -2 | 2,02 0,23 | | | | 178.682 160.727 | | | | | | | | | | |
| Val.max | | 941.760 | 13,32 | 9,83 | 19,21 | 2,03 | 2,18 | 169.926 | 178.682 | 380 | 380 | 6 | 6 | | 50 | 50.913 | 46.648 | | |
| Val.min | | 900.005 | 0,04 | -7,71 | 0,23 | 1,67 | 1,72 | 64.636 | 53.955 | 35 | 35 | 0 | 0 | | 20 | 35.237 | 18.835 | | |
| Val. medi | | 929.319 | 2,32 | 1,11 | 8,05 | 1,83 | 1,88 | 124.707 | 132.998 | 171 | 157 | 2 | 2 | | 28 | 42.155 | 36.975 | | |

Molti dei dati riportati sono sufficientemente definiti dal titolo stesso della colonna, mentre alcuni richiedono una spiegazione più accurata. In particolare sono stati riportati, nell'ordine da sinistra a destra;

- La denominazione della campata considerata,
- La denominazione del sostegno considerato,
- La tensione max e min. della fune portante nella campata considerata,
- La freccia max e min. della fune portante nella mezzeria della campata interessata,
- L'angolo formato dalla tangente alla fune portante con l'orizzontale in corrispondenza alle estremità di valle e di monte di ogni campata,
- La variazione dell'angolo sopraindicato a valle e a monte di ogni sostegno (al variare della posizione dei carichi in linea),
- La risultante della pressione esercitata dalla fune portante su ogni sostegno,
- La tensione della fune traente in ogni campata,
- La pressione esercitata dalla fune traente sul sostegno interessato (*),
- La lunghezza sviluppata della campata a valle ed a monte di ogni sostegno,
- Il numero di vagonetti (max e min,) presenti nella campata a valle e a monte del sostegno interessato,
- Il tipo di rulliera del sostegno interessato (Alta o Bassa) evidenziando con un rettangolino verde quelle basse,
- Il raggio della scarpa del sostegno interessato (nel caso di rulliere di tipo alto è anche il raggio della rulliera),
- Il carico esercitato sul carrello al passaggio del sostegno interessato (**),
- La pressione esercitata dalla sola fune portante sulla scarpa interessata,
- I sostegni valutati critici dall'esercente, contrassegnati con un rettangolino nero (***)

(*) Il programma di calcolo utilizzato considera tutte le rulliere come se fossero di tipo alto.

Di conseguenza il valore di questa colonna corrisponde all'effettivo carico trasmesso alle rulliere quando di tipo alto.

Nel caso di rulliere di tipo basso invece, quando il carrello è in linea, la fune traente è libera di abbassarsi, mentre il carico indicato in questa colonna è sopportato dalla morsa del carrello del vagonetto, al passare del vagonetto sul sostegno, in quanto la morsa "solleva" la fune traente, portandola ad una posizione appena superiore a quella che avrebbe se fosse appoggiata su rulliere di tipo alto.

Per semplicità tutti i carichi indicati sui sostegni sono considerati verticali.

(**) Questa colonna indica il carico totale gravante sul carrello al passaggio del sostegno. Questo valore è pari a:

- per i sostegni con rulliere basse, al peso del vagonetto più la risultante della traente sul sostegno.
- Per i sostegni con rulliere alte, al peso del vagonetto più la componente dovuta al fatto che la morsa, al passaggio sulla scarpa, solleva di 82 mm la fune traente dalla

posizione di appoggio sui rulli alti. Questa componente è facilmente calcolabile in funzione della tensione fune traente, degli 82 mm di sollevamento della fune e del raggio della scarpa e della rulliera, considerando che la fune sollevata sarà praticamente tangente alla rulliera.

(***) I sostegni indicati come critici, sono quelli in prossimità, o sopra i quali la fune portante subisce nel tempo danni tali da suggerire di programmare la sostituzione della tratta di fune.

In fondo alla tabella sono indicati i valori massimi, minimi e medi assunti dai parametri presi in considerazione in questo tronco.

| | | LATO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|---------------|
| Campata | Sost. | PORTANTE | | | | | | | TRAENTE | | Camp. valle | Camp. monte | N° VAG. VALLE | N° VAG. MONTE | Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera, se alta | Carico su carrello su scarpa | Pressione su scarpa dovuto a raggio scarpa | Sost. Critic. |
| | | Tensione campata | Freccia campata | Angolo valle campata | Angolo monte campata | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione traente | Pressione traente su sostegno | | | | | | | | | |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | Max Min (°) | Max Min (°) | (°) | (°) | Max Min (N) | Max Min (N) | Max Min (N) | | | | | | | | | |
| S.V. | C1 | 442.986 438.687 | 3,57 1,41 | 7,33 6,08 | 14,73 13,6 | | | | 62.996 53.955 | | | | | | | | | | |
| | C1 | | | | | 1,13 | 1,21 | 45.195 43.347 | | 6.934 6.595 | 211 | 107 | 3 4 | 1 2 | B | 20 | 16.744 | 22.149 | |
| C1 | C2 | 445.120 442.986 | 0,93 0,36 | 8,96 7,75 | 12,75 11,55 | | | | 67.075 60.467 | | | | | | | | | | |
| | C2 | | | | | 1,20 | 1,28 | 59.049 57.168 | | 9.361 8.858 | 107 | 365 | 1 2 | 5 6 | B | 20 | 19.171 | 22.256 | |
| C2 | C3 | 452.870 445.120 | 10,1 4,16 | 5,22 3,94 | 17,56 16,45 | | | | 81.634 64.293 | | | | | | | | | | |
| | C3 | | | | | 1,11 | 1,19 | 60.879 58.288 | | 11.196 10.607 | 365 | 90 | 5 6 | 0 1 | A | 30 | 13.144 | 15.096 | |
| C3 | C4 | 454.780 452.870 | 0,68 0,25 | 9,93 8,74 | 13,15 11,94 | | | | 83.977 77.352 | | | | | | | | | | |
| | C4 | | | | | 1,21 | 1,17 | 42.569 39.070 | | 8.157 7.507 | 90 | 49 | 0 1 | 0 1 | B | 20 | 17.967 | 22.739 | |
| C4 | C5 | 455.566 454.780 | 0,31 0,08 | 7,78 6,61 | 9,66 8,48 | | | | 85.512 80.965 | | | | | | | | | | |
| | C5 | | | | | 1,18 | 1,22 | 78.990 73.485 | | 14.759 14.034 | 49 | 35 | 0 1 | 0 1 | A | 40 | 15.276 | 11.389 | |
| C5 | C6 | 455.566 455.566 | 0,2 0,04 | -0,25 -1,47 | 1,47 0,25 | | | | 85.374 82.048 | | | | | | | | | | |
| | C6 | | | | | 1,22 | 1,28 | 33.634 27.660 | | 6.660 5.503 | 35 | 145 | 0 1 | 1 2 | B | 20 | 16.470 | 22.778 | |
| C6 | C7 | 455.566 455.341 | 1,63 0,65 | -2,7 -3,98 | 2,38 1,11 | | | | 85.241 81.503 | | | | | | | | | | |
| | C7 | | | | | 1,27 | 1,26 | 32.424 28.694 | | 6.403 5.760 | 145 | 95 | 1 2 | 1 2 | B | 20 | 16.213 | 22.778 | |
| C7 | C8 | 455.341 455.229 | 0,74 0,28 | -1,7 -2,96 | 1,75 0,48 | | | | 85.148 80.971 | | | | | | | | | | |
| | C8 | | | | | 1,27 | 1,40 | 49.746 46.019 | | 9.652 8.684 | 95 | 380 | 1 2 | 5 6 | B | 20 | 19.462 | 22.767 | |
| C8 | C9 | 456.352 455.229 | 10,87 4,46 | -4,38 -5,78 | 8,73 7,41 | | | | 87.785 80.885 | | | | | | | | | | |
| | C9 | | | | | 1,32 | 1,24 | 51.007 48.204 | | 10.003 9.255 | 380 | 130 | 5 6 | 1 2 | B | 20 | 19.813 | 22.818 | |
| C9 | C10 | 457.363 456.352 | 1,27 0,52 | 2,33 1,09 | 6,81 5,58 | | | | 89.411 82.368 | | | | | | | | | | |
| | C10 | | | | | 1,23 | 1,31 | 52.571 49.854 | | 10.184 9.778 | 130 | 256 | 1 2 | 3 4 | A | 40 | 15.525 | 11.434 | |
| C10 | C11 | 459.385 457.363 | 4,83 2 | 0,3 -1,01 | 9,03 7,75 | | | | 92.605 84.475 | | | | | | | | | | |
| | C11 | | | | | 1,28 | 1,29 | 58.529 56.071 | | 12.065 11.247 | 256 | 196 | 3 4 | 2 3 | A | 40 | 15.730 | 11.485 | |
| C11 | C12 | 461.070 459.385 | 2,9 1,17 | 1,73 0,44 | 8,32 7,07 | | | | 96.277 88.340 | | | | | | | | | | |
| | C12 | | | | | 1,25 | 1,21 | 68.939 63.495 | | 14.588 13.034 | 196 | 36 | 2 3 | 0 1 | A | 50 | 15.317 | 9.221 | |
| C12 | 11V | 461.070 461.070 | 0,2 0,04 | -0,25 -1,46 | 1,47 0,25 | | | | 95.985 91.104 | | | | | | | | | | |
| Val.max | | 461.070 | 10,87 | 9,93 | 17,56 | 1,32 | 1,40 | 78.990 | 96.277 | 14.759 | 380 | 380 | 6 | 6 | | 50 | 19.813 | 22.818 | |
| Val.min | | 438.687 | 0,04 | -5,78 | 0,25 | 1,11 | 1,17 | 27.660 | 53.955 | 5.503 | 35 | 35 | 0 | 0 | | 20 | 13.144 | 9.221 | |
| Val. medi | | 454.401 | 2,00 | 1,80 | 7,40 | 1,22 | 1,26 | 51.037 | 81.790 | 9.618 | 171 | 157 | 2 | 2 | | 28 | 16.736 | 18.076 | |

5.2 SECONDA TRATTA DI FUNI PORTANTI – SECONDO TRONCO

Riportiamo i dati principali a regime del tronco in salita e di quello in discesa:

| | | RAMO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|---------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Campata | Sost. | FUNI PORTANTE | | | | | | NE TRAENTE-ZAVOR | | | | | Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera, se alta | Carico su carrello su scarpa | Pressione su scarpa dovuta portante | Sost. Critic. | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata | Angolo valle sost. | Angolo monte sost. | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | Camp. valle | Camp. monte | | | | | | N° VAG. VALLE |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | (°) | (°) | (°) | (°) | Max Min (N) | Max Min (N) | Max Min (N) | [m] | [m] | | | [m] | [N] | [N/m] | |
| I1M | C13 | 902.520 902.520 | 0,59 0,12 | | | | | 54.833 53.471 | | | | | | | | | | |
| | C13 | | | 2,22 0,47 | -4,69 -6,52 | 1,75 | 1,83 | 109.984 107.189 | 7.307 7.096 | 61 | 253 | 0 1 | 3 4 | A | 20 | 34.380 | 45.126 | |
| C13 | C14 | 902.583 902.520 | 6,31 2,04 | | | | | 57.635 52.730 | | | | | | | | | | |
| | C14 | | | 6,69 4,84 | -2,70 -4,56 | 1,85 | 1,86 | 147.894 144.282 | 9.888 9.301 | 253 | 261 | 4 5 | 4 5 | B | 20 | 39.318 | 45.129 | |
| C14 | C15 | 904.678 902.583 | 6,73 2,17 | | | | | 63.693 52.918 | | | | | | | | | | |
| | C15 | | | 8,93 7,10 | -3,53 -5,44 | 1,82 | 1,92 | 197.638 192.127 | 14.326 13.178 | 261 | 338 | 4 5 | 6 7 | B | 20 | 43.756 | 45.234 | |
| C15 | C16 | 908.450 904.678 | 11,17 3,63 | | | | | 76.763 58.750 | | | | | | | | | | |
| | C16 | | | 11,42 9,56 | 2,62 0,73 | 1,87 | 1,89 | 139.737 134.055 | 12.324 10.696 | 338 | 156 | 6 7 | 3 4 | B | 20 | 41.754 | 45.423 | |
| C16 | C17 | 911.384 908.450 | 2,47 0,76 | | | | | 83.512 67.189 | | | | | | | | | | |
| | C17 | | | 9,53 7,70 | 2,85 0,94 | 1,84 | 1,91 | 107.351 101.742 | 10.113 9.001 | 156 | 242 | 3 4 | 4 5 | B | 20 | 39.543 | 45.569 | |
| C17 | C18 | 917.670 911.384 | 5,57 1,83 | | | | | 101.395 75.065 | | | | | | | | | | |
| | C18 | | | 13,17 11,34 | 4,53 2,59 | 1,83 | 1,94 | 140.077 133.743 | 15.611 13.922 | 242 | 225 | 4 5 | 4 5 | B | 20 | 45.041 | 45.883 | |
| C18 | C19 | 924.585 917.670 | 4,77 1,58 | | | | | 121.734 91.137 | | | | | | | | | | |
| | C19 | | | 14,08 12,25 | 5,20 3,33 | 1,83 | 1,87 | 143.844 137.074 | 19.021 16.841 | 225 | 112 | 4 5 | 2 3 | A | 20 | 40.419 | 46.229 | |
| C19 | C20 | 927.309 924.585 | 1,20 0,39 | | | | | 126.959 109.944 | | | | | | | | | | |
| | C20 | | | 9,98 8,18 | 4,13 2,25 | 1,80 | 1,89 | 95.925 88.454 | 13.107 11.536 | 112 | 201 | 2 3 | 3 4 | B | 20 | 42.537 | 46.365 | |
| C20 | C21 | 932.757 927.309 | 3,81 1,24 | | | | | 142.760 116.633 | | | | | | | | | | |
| | C21 | | | 12,53 10,70 | 3,75 1,78 | 1,83 | 1,98 | 145.133 135.103 | 21.647 19.417 | 201 | 267 | 3 4 | 4 5 | A | 40 | 38.556 | 23.319 | |
| C21 | C22 | 940.929 932.757 | 6,42 2,18 | | | | | 165.429 129.412 | | | | | | | | | | |
| | C22 | | | 14,81 12,92 | 6,00 4,10 | 1,89 | 1,90 | 144.709 133.764 | 24.730 21.724 | 267 | 158 | 4 5 | 3 4 | A | 40 | 40.005 | 23.523 | |
| C22 | C23 | 945.748 940.929 | 2,30 0,75 | | | | | 177.127 151.007 | | | | | | | | | | |
| | C23 | | | 12,58 10,73 | -0,23 -1,95 | 1,85 | 1,72 | 210.895 193.737 | 37.739 34.126 | 158 | 36 | 3 4 | 1 2 | A | 50 | 39.561 | 18.915 | |
| C23 | I2V | 945.748 945.748 | 0,27 0,04 | | | | | 177.528 164.523 | | | | | | | | | | |
| Val.max | | 945.748 | 11,17 | 14,81 | 6,00 | 1,89 | 1,98 | 210.895 | 177.528 | 338 | 338 | 7 | 7 | | | 45.041 | 46.365 | |
| Val.min | | 902.520 | 0,04 | 0,47 | -6,52 | 1,75 | 1,72 | 88.454 | 52.730 | 61 | 36 | 0 | 1 | | | 34.380 | 18.915 | |
| Val. medi | | 922.678 | 3,43 | 9,85 | 0,92 | 1,84 | 1,89 | 143.276 | 110.494 | 218 | 216 | 4 | 4 | | | 40.826 | 39.757 | |

| RAMO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| Campata | Sost. | FUNDE PORTANTE | | | | | | | NE TRAENTE-ZAVOR | | | | | | | | | | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Angolo valle sost. | Angolo monte sost. | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione su sostegno traente | Camp. valle | Camp. monte | N° VAG. VALLE | N° VAG. MONTE | Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera se alta | carico su carrello su scarpa | Pressione su scarpa dovuta portante | Sost. Critic. |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | (°) | (°) | (°) | (°) | Max Min (N) | Max Min (N) | Max Min (N) | [m] | [m] | | | | [m] | [N] | [N/m] | |
| I1M | C13 | 441.450 441.450 | 0,44 0,12 | | | | | | 54.069 53.663 | | | | | | | | | | |
| | C13 | | | 1,68 0,49 | -3,90 -5,12 | 1,19 | 1,22 | 43.148 42.262 | 5.924 5.813 | 61 | 253 | 0 1 | 3 4 | A | 20 | 14.691 | 22.073 | | |
| C13 | C14 | 441.484 441.450 | 5,10 2,04 | | | | | | 54.329 52.957 | | | | | | | | | | |
| | C14 | | | 5,28 4,04 | -1,89 -3,13 | 1,24 | 1,23 | 55.209 54.149 | 7.379 7.216 | 253 | 261 | 4 5 | 4 5 | B | 20 | 17.189 | 22.074 | | |
| C14 | C15 | 442.607 441.484 | 5,45 2,17 | | | | | | 55.952 52.884 | | | | | | | | | | |
| | C15 | | | 7,50 6,29 | -2,41 -3,66 | 1,22 | 1,25 | 76.729 75.288 | 10.272 9.954 | 261 | 338 | 4 5 | 6 7 | B | 20 | 20.082 | 22.130 | | |
| C15 | C16 | 444.629 442.607 | 9,04 3,63 | | | | | | 59.653 54.374 | | | | | | | | | | |
| | C16 | | | 9,69 8,46 | 2,98 1,72 | 1,23 | 1,26 | 52.209 50.568 | 7.593 7.190 | 338 | 156 | 6 7 | 3 4 | B | 20 | 17.403 | 22.231 | | |
| C16 | C17 | 446.201 444.629 | 2,90 0,76 | | | | | | 61.796 56.977 | | | | | | | | | | |
| | C17 | | | 8,57 7,34 | 3,52 2,27 | 1,23 | 1,25 | 39.463 37.941 | 6.040 5.720 | 156 | 242 | 3 4 | 4 5 | B | 20 | 15.850 | 22.310 | | |
| C17 | C18 | 449.571 446.201 | 4,53 1,83 | | | | | | 67.975 69.551 | | | | | | | | | | |
| | C18 | | | 11,90 10,69 | 5,13 3,85 | 1,21 | 1,27 | 53.640 52.069 | 8.569 8.194 | 242 | 225 | 4 5 | 4 5 | B | 20 | 18.379 | 22.479 | | |
| C18 | C19 | 453.278 449.571 | 3,89 1,58 | | | | | | 74.790 65.017 | | | | | | | | | | |
| | C19 | | | 12,88 11,67 | 5,35 4,10 | 1,21 | 1,25 | 59.836 57.967 | 10.298 9.750 | 225 | 112 | 4 5 | 2 3 | A | 20 | 16.561 | 22.664 | | |
| C19 | C20 | 454.738 453.278 | 0,98 0,39 | | | | | | 76.383 71.246 | | | | | | | | | | |
| | C20 | | | 9,22 8,02 | 4,61 3,38 | 1,20 | 1,23 | 36.795 34.687 | 6.656 6.187 | 112 | 201 | 2 3 | 3 4 | B | 20 | 16.466 | 22.737 | | |
| C20 | C21 | 457.658 454.738 | 3,11 1,24 | | | | | | 81.733 73.463 | | | | | | | | | | |
| | C21 | | | 11,44 10,24 | 4,48 3,21 | 1,20 | 1,28 | 56.127 53.535 | 10.310 9.732 | 201 | 267 | 3 4 | 4 5 | A | 40 | 15.035 | 11.441 | | |
| C21 | C22 | 462.039 457.658 | 5,29 2,18 | | | | | | 89.347 77.845 | | | | | | | | | | |
| | C22 | | | 13,46 12,24 | 6,32 5,07 | 1,23 | 1,25 | 57.751 54.747 | 11.398 10.623 | 267 | 158 | 4 5 | 3 4 | A | 40 | 15.521 | 11.551 | | |
| C22 | C23 | 464.623 462.039 | 1,90 0,75 | | | | | | 93.243 85.184 | | | | | | | | | | |
| | C23 | | | 11,65 10,43 | -0,25 -1,42 | 1,22 | 1,17 | 96.273 91.018 | 19.129 18.154 | 158 | 36 | 3 4 | 1 2 | A | 50 | 15.143 | 9.292 | | |
| C23 | I2V | 464.623 464.623 | 0,20 0,04 | | | | | | 92.868 89.240 | | | | | | | | | | |
| Val.max | | 464.623 | 9,04 | 13,46 | 6,32 | 1,24 | 1,28 | 96.273 | 93.243 | 19.129 | 338 | 338 | 7 | 7 | | 20.082 | 22.737 | | |
| Val.min | | 441.450 | 0,04 | 0,49 | -5,12 | 1,19 | 1,17 | 34.687 | 52.884 | 5.720 | 61 | 36 | 0 | 1 | | 14.691 | 9.292 | | |
| Val. medi | | 452.363 | 2,92 | 8,98 | 1,76 | 1,22 | 1,24 | 57.725 | 71.307 | 9.619 | 218 | 216 | 4 | 4 | | 16.867 | 19.477 | | |

5.3 TERZA TRATTA DI FUNI PORTANTI – TERZO TRONCO TRATTO STAZIONE INTERMEDIA II – DISPOSITIVO I

Riportiamo i dati principali a regime della tratta in salita e di quella in discesa:

| RAMO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|-----------------|
| Campata | Sost. | FUNI PORTANTE | | | | | TRAENTE | | | lung. camp. valle sos. [m] | lung. camp. monte sos. [m] | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpata e rulliera [m] | carico su carrello su [N] | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpata [N/m] | Sosteg. Critico |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | | | | | | | | | | |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | [°] | [°] | Max Min (N) | Max Min (N) | Max Min (N) | | | | | | | | | | |
| I2M | C24 | 922.140 922.140 | 0,30 0,04 | | | | 108.479 106.724 | | | | | | | | | | | |
| | C24 | | | 1,81 | 1,91 | 284.212 248.781 | | 36.819 | 36 | 220 | 1 0 | 4 3 | A | 40 | 36.364 | 23.054 | | |
| | C25 | 922.140 912.711 | 4,71 1,51 | | | | 108.607 75.011 | | | | | | | | | | | |
| | C25 | | | 1,96 | 1,83 | 103.932 63.390 | | 17.636 | 220 | 235 | 4 3 | 4 3 | B | 20 | 47.066 | 46.107 | | |
| | C26 | 912.711 904.748 | 5,47 1,75 | | | | 85.661 50.164 | | | | | | | | | | | |
| | C26 | | | 1,98 | 1,97 | 168.360 116.306 | | 20.413 | 235 | 460 | 4 3 | 8 7 | A | 30 | 35.750 | 30.424 | | |
| | C27 | 904.748 895.528 | 21,57 6,78 | | | | 66.463 26.322 | | | | | | | | | | | |
| | C27 | | | 1,80 | 1,80 | 155.250 120.805 | | 11.861 | 460 | 160 | 8 7 | 3 2 | B | 20 | 41.291 | 45.237 | | |
| | C28 | 895.528 893.852 | 2,79 0,83 | | | | 44.940 26.077 | | | | | | | | | | | |
| | C28 | | | 1,87 | 1,87 | 123.838 81.210 | | 8.339 | 160 | 350 | 3 2 | 6 5 | B | 20 | 37.769 | 44.776 | | |
| | C29 | 893.852 893.852 | 12,45 3,95 | | | | 41.300 22.227 | | | | | | | | | | | |
| | C29 | | | 1,84 | 1,81 | 131.526 85.383 | | 8.140 | 350 | 212 | 6 5 | 4 3 | B | 20 | 37.570 | 44.693 | | |
| | C30 | 896.366 893.852 | 4,64 1,45 | | | | 42.595 18.904 | | | | | | | | | | | |
| | C30 | | | 1,81 | 1,82 | 114.361 75.779 | | 7.548 | 212 | 250 | 4 3 | 5 4 | B | 20 | 36.978 | 44.818 | | |
| | D1AV | 901.186 896.366 | 6,24 2,00 | | | | 49.717 24.967 | | | | | | | | | | | |

| RAMO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------------|
| Campata | Sost. | FUNDE PORTANTE | | | | | | | | | TRAENTE | | | | | | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | lungh. camp. valle sos. | lungh. camp. monte sos. | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera | Carico su carrello su | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa | Sostegno Critico |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | | | | | | | Max Min (N) | [N] | Max Min (N) | | [m] | [N] | [N/m] | |
| I2M | C24 | 451.126 451.126 | 0,21 0,04 | | | | | | | | 108.479 107.812 | | | | | | |
| | C24 | | | 1,24 | 1,34 | 36 | 220 | 1 0 | 4 3 | 129.680 112.972 | | 33.493 | A | 40 | 16.744 | 11.278 | |
| C24 | C25 | 451.126 446.071 | 3,73 1,51 | | | | | | | | 108.430 95.437 | | | | | | |
| | C25 | | | 1,38 | 1,29 | 220 | 235 | 4 3 | 4 3 | 34.446 14.120 | | 12.788 | B | 20 | 22.598 | 22.556 | |
| C25 | C26 | 446.071 441.803 | 4,32 1,75 | | | | | | | | 99.071 85.478 | | | | | | |
| | C26 | | | 1,40 | 1,43 | 235 | 460 | 4 3 | 8 7 | 57.770 30.656 | | 17.360 | A | 30 | 17.119 | 14.869 | |
| C26 | C27 | 441.803 436.861 | 17,03 6,78 | | | | | | | | 91.105 75.803 | | | | | | |
| | C27 | | | 1,11 | 1,27 | 460 | 160 | 8 7 | 3 2 | 53.004 35.092 | | 10.814 | B | 20 | 20.624 | 22.090 | |
| C27 | C28 | 436.861 435.962 | 2,17 0,83 | | | | | | | | 81.619 76.086 | | | | | | |
| | C28 | | | 1,32 | 1,35 | 160 | 350 | 3 2 | 6 5 | 42.485 20.149 | | 11.105 | B | 20 | 20.915 | 21.843 | |
| C28 | C29 | 435.962 435.962 | 9,83 3,95 | | | | | | | | 79.785 74.721 | | | | | | |
| | C29 | | | 1,29 | 1,28 | 350 | 212 | 6 5 | 4 3 | 44.577 20.069 | | 11.532 | B | 20 | 21.342 | 21.798 | |
| C29 | C30 | 437.310 435.962 | 3,66 1,45 | | | | | | | | 79.284 72.330 | | | | | | |
| | C30 | | | 1,26 | 1,29 | 212 | 250 | 4 3 | 5 4 | 39.470 19.226 | | 10.499 | B | 20 | 20.309 | 21.866 | |
| C30 | D1AV | 439.894 437.310 | 4,94 2,00 | | | | | | | | 81.403 72.468 | | | | | | |

5.4 QUARTA TRATTA DI FUNI PORTANTI, DISPOSITIVO I – DISPOSITIVO II

| RAMO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|-----------------|-----------------------|
| Campata | Sost. | FUNI PORTANTE | | | | | TRAENTE | | | | | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpata e rulliera [m] | carico su carrello su [N] | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpata [N/m] | Sosteg. Critico | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | lung. camp. valle sos. [m] | lung. camp. monte sos. [m] | N° veicoli valle sos. | | | | | | N° veicoli monte sos. |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | [°] | [°] | Max Min (N) | Max Min [N] | Max Min (N) | | | | | | | | | |
| DIAM | C31 | 936.573 932.357 | 2,61 0,79 | | | | 63.834 39.513 | | | | | | | | | | |
| | C31 | | | 1,69 | 1,74 | 89.688 59.974 | | 8.091 | 160 | 62 | 3 2 | 2 1 | B | 20 | 37.521 | 46.829 | |
| C31 | C32 | 938.040 936.573 | 0,58 0,12 | | | | 75.047 57.850 | | | | | | | | | | |
| | C32 | | | 1,74 | 1,78 | 137.002 107.125 | | 13.240 | 62 | 140 | 2 1 | 3 2 | B | 20 | 42.670 | 46.902 | |
| C32 | C33 | 939.297 938.040 | 1,95 0,61 | | | | 78.980 62.465 | | | | | | | | | | |
| | C33 | | | 1,75 | 1,74 | 109.246 77.551 | | 11.539 | 140 | 42 | 3 2 | 1 0 | B | 20 | 40.969 | 46.965 | |
| C33 | C34 | 939.297 939.297 | 0,36 0,05 | | | | 82.659 68.484 | | | | | | | | | | |
| | C34 | | | 1,79 | 1,78 | 144.466 123.168 | | 15.203 | 42 | 44 | 1 0 | 1 0 | A | 30 | 35.528 | 31.310 | |
| C34 | C35 | 939.297 938.250 | 0,39 0,06 | | | | 82.816 64.857 | | | | | | | | | | |
| | C35 | | | 1,79 | 1,61 | 74.734 52.553 | | 7.883 | 44 | 76 | 1 0 | 2 1 | B | 20 | 37.313 | 46.965 | |
| C35 | C36 | 938.250 935.945 | 0,74 0,18 | | | | 80.344 59.017 | | | | | | | | | | |
| | C36 | | | 1,81 | 1,83 | 107.487 66.427 | | 12.013 | 76 | 290 | 2 1 | 5 4 | B | 20 | 41.443 | 46.912 | |
| C36 | C37 | 935.945 928.401 | 8,27 2,62 | | | | 72.849 35.976 | | | | | | | | | | |
| | C37 | | | 1,87 | 1,76 | 125.928 81.412 | | 13.371 | 290 | 224 | 5 4 | 4 3 | B | 20 | 42.801 | 46.797 | |
| C37 | C38 | 928.401 924.629 | 4,92 1,57 | | | | 56.878 24.968 | | | | | | | | | | |
| | C38 | | | 1,78 | 1,76 | 150.009 103.235 | | 12.033 | 224 | 390 | 4 3 | 7 6 | B | 20 | 41.463 | 46.420 | |
| C38 | C39 | 924.629 922.534 | 15,04 4,79 | | | | 48.206 20.338 | | | | | | | | | | |
| | C39 | | | 1,78 | 1,82 | 135.692 86.652 | | 8.578 | 390 | 50 | 7 6 | 1 0 | B | 20 | 38.008 | 46.231 | |
| C39 | C40 | 922.534 922.534 | 0,47 0,08 | | | | 44.371 20.994 | | | | | | | | | | |
| | C40 | | | 1,82 | 1,76 | 87.626 55.821 | | 5.606 | 50 | 161 | 1 0 | 3 2 | B | 20 | 35.036 | 46.127 | |

| RAMO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------------|
| Campata | Sost. | FUNDE PORTANTE | | | | | | | | | TRAENTE | | | | | | Sostegno Critico |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | lung. camp. valle sos. | lung. camp. monte sos. | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera | Carico su carrello su | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa | |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | | | | | | | Max Min (N) | Max Min (N) | | [m] | [N] | [N/m] | | |
| DIAM | C31 | 458.863 456.603 | 2,04 0,79 | | | | | | | | 86.024 77.494 | | | | | | |
| | C31 | | | 1,18 | 1,19 | 160 | 62 | 3 2 | 2 1 | 36.482 20.767 | | 8.682 | B | 20 | 18.492 | 22.943 | |
| C31 | C32 | 459.649 458.863 | 0,42 0,12 | | | | | | | | 89.850 84.741 | | | | | | |
| | C32 | | | 1,19 | 1,23 | 62 | 140 | 2 1 | 3 2 | 60.031 45.160 | | 13.624 | B | 20 | 23.434 | 22.982 | |
| C32 | C33 | 460.323 459.649 | 1,53 0,61 | | | | | | | | 91.164 86.453 | | | | | | |
| | C33 | | | 1,22 | 1,18 | 140 | 42 | 3 2 | 1 0 | 46.605 31.665 | | 11.076 | B | 20 | 20.886 | 23.016 | |
| C33 | C34 | 460.323 460.323 | 0,25 0,05 | | | | | | | | 92.175 88.288 | | | | | | |
| | C34 | | | 1,22 | 1,21 | 42 | 44 | 1 0 | 1 0 | 66.632 58.041 | | 15.228 | A | 30 | 16.610 | 15.344 | |
| C34 | C35 | 460.323 459.762 | 0,27 0,06 | | | | | | | | 92.116 86.676 | | | | | | |
| | C35 | | | 1,22 | 1,06 | 44 | 76 | 1 0 | 2 1 | 31.581 22.450 | | 6.886 | B | 20 | 16.696 | 23.016 | |
| C35 | C36 | 459.762 458.526 | 0,55 0,18 | | | | | | | | 91.047 83.788 | | | | | | |
| | C36 | | | 1,24 | 1,27 | 76 | 290 | 2 1 | 5 4 | 39.819 19.427 | | 10.185 | B | 20 | 19.995 | 22.988 | |
| C36 | C37 | 458.526 454.482 | 6,55 2,62 | | | | | | | | 88.731 74.966 | | | | | | |
| | C37 | | | 1,30 | 1,22 | 290 | 224 | 5 4 | 4 3 | 43.110 20.487 | | 11.970 | B | 20 | 21.780 | 22.926 | |
| C37 | C38 | 454.482 452.460 | 3,89 1,57 | | | | | | | | 81.089 70.672 | | | | | | |
| | C38 | | | 1,24 | 1,24 | 224 | 390 | 4 3 | 7 6 | 51.586 27.390 | | 12.621 | B | 20 | 22.431 | 22.724 | |
| C38 | C39 | 452.460 451.337 | 11,92 4,79 | | | | | | | | 77.156 68.202 | | | | | | |
| | C39 | | | 1,25 | 1,24 | 390 | 50 | 7 6 | 1 0 | 50.874 25.755 | | 10.334 | B | 20 | 20.144 | 22.623 | |
| C39 | C40 | 451.337 451.337 | 0,33 0,08 | | | | | | | | 74.595 68.804 | | | | | | |
| | C40 | | | 1,24 | 1,21 | 50 | 161 | 1 0 | 3 2 | 35.366 19.549 | | 7.440 | B | 20 | 17.250 | 22.567 | |
| C40 | D2CV | 451.337 451.126 | 2,14 0,82 | | | | | | | | 74.527 67.800 | | | | | | |

5.5 QUINTA TRATTA DI FUNI PORTANTI, DISPOSITIVO II – DISPOSITIVO III

| RAMO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---|--|---------------------------------|---------------------------------|--|--|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|-----------------|-----------------------|
| Campata | Sost. | FUNI PORTANTE | | | | | TRAENTE | | | | | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpata e rulliera [m] | Carico su carrello su [N] | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa [N/m] | Sosteg. Critico | |
| | | Tensione campata portante Max Min (N) | Freccia campata portante Max Min (m) | Delta angolo valle sost. [°] | Delta angolo monte sost. [°] | Pressione portante su sostegno Max Min (N) | Tensione campata traente Max Min [N] | Pressione traente su sostegno Max Min (N) | lung. camp. valle sos. [m] | lung. camp. monte sos. [m] | N° veicoli valle sos. | | | | | | N° veicoli monte sos. |
| D2CM | C41 | 922.140 922.035 | 2,35 0,69 | | | | 44.155 19.300 | | | | | | | | | | |
| | C41 | | | 1,76 | 1,76 | 104.160 66.776 | | 6.937 | 149 | 268 | 3 2 | 5 4 | B | 20 | 36.367 | 46.107 | |
| | C42 | 923.816 922.035 | 7,15 2,24 | | | | 44.439 16.162 | | | | | | | | | | |
| | C42 | | | 1,74 | 1,81 | 148.418 100.500 | | 9.423 | 268 | 373 | 5 4 | 7 6 | B | 20 | 38.853 | 46.191 | |
| | C43 | 931.150 923.816 | 13,40 4,30 | | | | 49.913 15.755 | | | | | | | | | | |
| | C43 | | | 1,64 | 1,77 | 233.542 188.833 | | 13.900 | 373 | 44 | 7 6 | 1 0 | A | 30 | 33.112 | 31.038 | |
| | C44 | 931.150 931.150 | 0,39 0,06 | | | | 69.779 40.064 | | | | | | | | | | |
| | C44 | | | 1,74 | 1,78 | 145.743 112.507 | | 12.956 | 44 | 162 | 1 0 | 3 2 | B | 20 | 42.386 | 46.558 | |
| | C45 | 931.150 928.636 | 2,74 0,81 | | | | 69.935 32.707 | | | | | | | | | | |
| | C45 | | | 1,78 | 1,81 | 140.630 94.889 | | 13.675 | 162 | 397 | 3 2 | 7 6 | B | 20 | 43.105 | 46.558 | |
| | C46 | 928.636 926.540 | 15,41 4,88 | | | | 64.206 26.446 | | | | | | | | | | |
| | C46 | | | 1,80 | 1,77 | 140.792 91.884 | | 12.858 | 397 | 192 | 7 6 | 4 3 | B | 20 | 42.288 | 46.432 | |
| C46 | D3AV | 927.798 926.540 | 3,72 1,14 | | | | 60.390 25.490 | | | | | | | | | | |

| RAMO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---|--|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|--|--|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|------------------|---|
| Campata | Sost. | FUNI PORTANTE | | | | | TRAENTE | | | | | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpata e rulliera [m] | Carico su carrello su [N] | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa [N/m] | Sostegno Critico | |
| | | Tensione campata portante Max Min (N) | Freccia campata portante Max Min (m) | Delta angolo valle sost. [°] | Delta angolo monte sost. [°] | lung. camp. valle sos. [m] | lung. camp. monte sos. [m] | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Pressione portante su sostegno Max Min (N) | Tensione campata traente Max Min [N] | | | | | | Pressione traente su sostegno Max Min (N) |
| D2CM | C41 | 451.126 451.070 | 1,83 0,69 | | | | | | | | 73.869 67.435 | | | | | | |
| | C41 | | | 1,22 | 1,22 | 149 | 268 | 3 2 | 5 4 | 36.088 17.557 | | 8.540 | B | 20 | 18.350 | 22.556 | |
| | C42 | 452.025 451.070 | 5,66 2,24 | | | | | | | | 73.565 65.088 | | | | | | |
| | C42 | | | 1,21 | 1,25 | 268 | 373 | 5 4 | 7 6 | 50.093 25.453 | | 11.400 | B | 20 | 21.210 | 22.601 | |
| | C43 | 455.956 452.025 | 10,68 4,30 | | | | | | | | 74.890 60.282 | | | | | | |
| | C43 | | | 1,10 | 1,21 | 373 | 44 | 7 6 | 1 0 | 100.485 76.967 | | 17.922 | A | 30 | 15.335 | 15.199 | |
| | C44 | 455.956 455.956 | 0,28 0,06 | | | | | | | | 81.403 72.737 | | | | | | |
| | C44 | | | 1,18 | 1,21 | 44 | 162 | 1 0 | 3 2 | 63.719 47.840 | | 12.988 | B | 20 | 22.798 | 22.798 | |
| | C45 | 455.956 454.608 | 2,15 0,81 | | | | | | | | 81.345 69.132 | | | | | | |
| | C45 | | | 1,21 | 1,23 | 162 | 397 | 3 2 | 7 6 | 49.145 25.980 | | 11.703 | B | 20 | 21.513 | 22.798 | |
| | C46 | 454.608 453.485 | 12,29 4,88 | | | | | | | | 78.706 65.767 | | | | | | |
| | C46 | | | 1,24 | 1,21 | 397 | 192 | 7 6 | 4 3 | 48.116 23.023 | | 11.514 | B | 20 | 21.324 | 22.730 | |
| C46 | D3AV | 454.159 453.485 | 2,96 1,14 | | | | | | | | 76.135 65.329 | | | | | | |

5.6 SESTA TRATTA DI FUNI PORTANTI, DISPOSITIVO III . DISPOSITIVO IV

| RAMO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|--|---|---------------------------------|---------------------------------|---|---|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|-----------------|-----------------------|
| Campata | Sost. | FUNI PORTANTE | | | | | TRAENTE | | | | | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpata e rulliera [m] | carico su carrello su [N] | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa [N/m] | Sosteg. Critico | |
| | | Tensione campata portante Max Min (N) | Freccia campata portante Max Min (m) | Delta angolo valle sost. [°] | Delta angolo monte sost. [°] | Pressione portante su sostegno Max Min (N) | Tensione campata traente Max Min (N) | Pressione traente su sostegno Max Min (N) | lung. camp. valle sos. [m] | lung. camp. monte sos. [m] | N° veicoli valle sos. | | | | | | N° veicoli monte sos. |
| D3AM | C47 | 921.517 921.062 | 4,26 1,33 | | | | 68.346 32.293 | | | | | | | | | | |
| | C47 | | | 1,74 | 1,79 | 157.943 118.777 | | 12.760 | 206 | 412 | 4 3 | 7 6 | B | 20 | 42.190 | 46.076 | |
| C47 | C48 | 923.367 921.062 | 16,64 5,31 | | | | 64.040 26.241 | | | | | | | | | | |
| | C48 | | | 1,78 | 1,80 | 188.781 139.174 | | 14.984 | 412 | 49 | 7 6 | 1 0 | A | 30 | 34.155 | 30.779 | |
| C48 | C49 | 923.367 923.367 | 0,45 0,07 | | | | 71.368 33.158 | | | | | | | | | | |
| | C49 | | | 1,82 | 1,91 | 170.972 128.588 | | 15.374 | 49 | 342 | 1 0 | 6 5 | B | 20 | 44.804 | 46.168 | |
| C49 | C50 | 923.367 921.062 | 11,39 3,66 | | | | 71.544 28.256 | | | | | | | | | | |
| | C50 | | | 1,82 | 1,83 | 135.484 88.100 | | 12.739 | 342 | 36 | 6 5 | 1 0 | B | 20 | 42.169 | 46.168 | |
| C50 | C51 | 921.062 920.852 | 0,31 0,04 | | | | 67.002 30.022 | | | | | | | | | | |
| | C51 | | | 1,82 | 1,89 | 199.739 150.503 | | 16.522 | 36 | 388 | 1 0 | 7 6 | A | 30 | 34.373 | 30.702 | |
| C51 | C52 | 920.852 914.776 | 15,07 4,73 | | | | 66.610 11.000 | | | | | | | | | | |
| | C52 | | | 1,86 | 1,77 | 129.889 79.003 | | 11.908 | 388 | 90 | 7 6 | 2 1 | B | 20 | 41.338 | 46.043 | |
| C52 | C53 | 914.776 914.147 | 0,97 0,26 | | | | 52.729 10.118 | | | | | | | | | | |
| | C53 | | | 1,82 | 1,82 | 105.857 70.714 | | 8.106 | 90 | 244 | 2 1 | 5 4 | B | 20 | 37.536 | 45.739 | |
| C53 | C54 | 914.147 912.890 | 5,95 1,88 | | | | 51.483 4.797 | | | | | | | | | | |
| | C54 | | | 1,77 | 1,85 | 148.755 100.058 | | 10.980 | 244 | 395 | 5 4 | 7 6 | B | 20 | 40.410 | 45.707 | |
| C54 | C55 | 916.180 912.890 | 15,52 4,93 | | | | 49.217 3.998 | | | | | | | | | | |
| | C55 | | | 1,77 | 1,77 | 137050,27 96820,34 | | 7.597 | 395 | 176 | 7 6 | 3 2 | B | 20 | 37.027 | 45.809 | |
| C55 | D4AV | 919.197 916.180 | 3,24 0,97 | | | | 58.968 14.030 | | | | | | | | | | |

| RAMO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------------|
| Campata | Sost. | FUNDE PORTANTE | | | | | | | | | TRAENTE | | | | | | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | lung. camp. valle sos. | lung. camp. monte sos. | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera | Carico su carrello su | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa | Sostegno Critico |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | | | | | | | Max Min (N) | [N] | Max Min (N) | | [m] | [N] | [N/m] | |
| D3AM | C47 | 450.541 450.298 | 3,40 1,33 | | | | | | | | 77.067 66.499 | | | | | | |
| | C47 | | | 1,20 | 1,16 | 206 | 412 | 4 | 7 | 55.552 35.805 | | 9.952 | B | 20 | 19.762 | 22.527 | |
| | C48 | 451.533 450.298 | 13,31 5,31 | | | | | | | | 76.351 63.995 | | | | | | |
| | C48 | | | 1,21 | 1,23 | 412 | 49 | 7 | 1 | 76.669 51.672 | | 14.521 | A | 30 | 15.443 | 15.051 | |
| | C49 | 451.533 451.533 | 0,32 0,07 | | | | | | | | 77.980 66.390 | | | | | | |
| | C49 | | | 1,24 | 1,28 | 49 | 342 | 1 | 6 | 69.913 49.179 | | 13.698 | B | 20 | 23.508 | 22.577 | |
| | C50 | 451.533 450.298 | 9,15 3,66 | | | | | | | | 77.911 63.212 | | | | | | |
| | C50 | | | 1,23 | 1,25 | 342 | 36 | 6 | 1 | 52.556 28.776 | | 10.747 | B | 20 | 20.557 | 22.577 | |
| | C51 | 450.298 450.185 | 0,22 0,04 | | | | | | | | 75.223 64.445 | | | | | | |
| | C51 | | | 1,24 | 1,27 | 36 | 388 | 1 | 7 | 82.323 59.622 | | 15.299 | A | 30 | 15.360 | 15.010 | |
| | C52 | 450.185 446.928 | 12,01 4,73 | | | | | | | | 74.968 55.591 | | | | | | |
| | C52 | | | 1,25 | 1,21 | 388 | 90 | 7 | 2 | 46.370 21.148 | | 9.848 | B | 20 | 19.658 | 22.509 | |
| | C53 | 446.928 446.591 | 0,75 0,26 | | | | | | | | 68.601 55.917 | | | | | | |
| | C53 | | | 1,24 | 1,21 | 90 | 244 | 2 | 5 | 40.107 22.526 | | 8.101 | B | 20 | 17.911 | 22.346 | |
| | C54 | 446.591 445.917 | 4,76 1,88 | | | | | | | | 67.866 53.570 | | | | | | |
| | C54 | | | 1,18 | 1,19 | 244 | 395 | 5 | 7 | 50.470 26.281 | | 10.567 | B | 20 | 20.377 | 22.330 | |
| | C55 | 447.681 445.917 | 12,45 4,93 | | | | | | | | 66.316 51.003 | | | | | | |
| | C55 | | | 1,18 | 1,20 | 395 | 176 | 7 | 3 | 47.275 27.329 | | 6.868 | B | 20 | 16.678 | 22.384 | |
| | D4AV | 449.298 447.681 | 2,58 0,97 | | | | | | | | 68.915 53.647 | | | | | | |

5.7 SETTIMA TRATTA DI FUNI PORTANTI, DISPOSITIVO IV – STAZIONE DI SCARICO

| | | RAMO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|--|-----------------|-------------|
| Campata | Sost. | FUNI PORTANTE | | | | | TRAENTE | | | lungh. camp. valle sos. [m] | lungh. camp. monte sos. [m] | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera [m] | carico su carrello su [N] | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa [N/m] | Sosteg. Critico | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | Max Min [N] | | | | | | | | | | Max Min [N] |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | [°] | [°] | Max Min (N) | Max Min [N] | Max Min [N] | | | | | | | | | | | |
| D4AM | C56 | 934.066 931.950 | 1,04 0,30 | | | | 68.238 23.610 | | | | | | | | | | | | |
| | C56 | | | 1,76 | 1,77 | 87.797 62.264 | | 9.003 | 99 | 110 | 2 1 | 2 1 | B | 20 | 38.433 | 46.703 | | | |
| | C57 | 935.952 934.066 | 1,24 0,37 | | | | 73.928 30.840 | | | | | | | | | | | | |
| | C57 | | | 1,77 | 1,80 | 125.158 98.940 | | 12.683 | 110 | 97 | 2 1 | 2 1 | B | 20 | 42.113 | 46.798 | | | |
| | C58 | 936.371 935.952 | 1,03 0,29 | | | | 79.088 38.875 | | | | | | | | | | | | |
| | C58 | | | 1,78 | 1,80 | 113.149 79.936 | | 12.538 | 97 | 167 | 2 1 | 3 2 | B | 20 | 41.968 | 46.819 | | | |
| | C59 | 936.371 936.162 | 2,82 0,85 | | | | 80.511 39.338 | | | | | | | | | | | | |
| | C59 | | | 1,83 | 1,86 | 109.519 73.029 | | 13.078 | 167 | 196 | 3 2 | 4 3 | B | 20 | 42.508 | 46.819 | | | |
| | C60 | 936.162 936.162 | 3,80 1,18 | | | | 80.599 37.842 | | | | | | | | | | | | |
| | C60 | | | 1,80 | 1,91 | 153.262 103.245 | | 16.997 | 196 | 410 | 4 3 | 7 6 | A | 30 | 35.376 | 31.205 | | | |
| | C61 | 940.353 936.162 | 16,05 5,16 | | | | 81.315 31.851 | | | | | | | | | | | | |
| | C61 | | | 1,77 | 1,77 | 162.966 113.392 | | 16.495 | 410 | 50 | 7 6 | 1 0 | B | 20 | 45.925 | 47.018 | | | |
| | C62 | 940.856 940.353 | 0,44 0,08 | | | | 93.401 45.956 | | | | | | | | | | | | |
| | C62 | | | 1,78 | 1,95 | 204.729 157.963 | | 23.015 | 50 | 398 | 1 0 | 7 6 | A | 30 | 36.321 | 31.362 | | | |
| | C63 | 940.981 940.856 | 15,21 4,84 | | | | 94.853 48.336 | | | | | | | | | | | | |
| | C63 | | | 1,83 | 1,82 | 191.098 140.997 | | 23.708 | 398 | 212 | 7 6 | 4 3 | A | 30 | 36.428 | 31.366 | | | |
| | C64 | 941.400 940.981 | 4,34 1,36 | | | | 96.638 50.998 | | | | | | | | | | | | |
| | C64 | | | 1,80 | 1,76 | 101.177 59.866 | | 13.298 | 212 | 27 | 4 3 | 1 0 | A | 30 | 36.560 | 31.380 | | | |
| | C64 | SM 941.400 941.398 | 0,22 0,02 | | | | 98.473 53.629 | | | | | | | | | | | | |

| RAMO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------------|
| Campata | Sost. | FUNDE PORTANTE | | | | | | | | TRAENTE | | | | | | | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | lung. camp. valle sos. | lung. camp. monte sos. | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera | Carico su carrello su | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa | Sostegno Critico |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | | | | | | | Max Min (N) | Max Min (N) | | [m] | [N] | [N/m] | | |
| D4AM | C56 | 457.299 456.165 | 0,83 0,30 | | | | | | | | 71.897 57.314 | | | | | | |
| | C56 | | | 1,19 | 1,19 | 99 | 110 | 2 1 | 2 1 | 35.510 23.340 | | 7.639 | B | 20 | 17.449 | 22.865 | |
| C56 | C57 | 458.310 457.299 | 0,98 0,37 | | | | | | | | 73.791 59.951 | | | | | | |
| | C57 | | | 1,20 | 1,22 | 110 | 97 | 2 1 | 2 1 | 53.905 41.719 | | 10.769 | B | 20 | 20.579 | 22.916 | |
| C57 | C58 | 458.535 458.310 | 0,81 0,29 | | | | | | | | 75.449 63.403 | | | | | | |
| | C58 | | | 1,20 | 1,20 | 97 | 167 | 2 1 | 3 2 | 46.048 30.237 | | 9.710 | B | 20 | 19.520 | 22.927 | |
| C58 | C59 | 458.535 458.423 | 2,26 0,85 | | | | | | | | 75.714 63.008 | | | | | | |
| | C59 | | | 1,22 | 1,22 | 167 | 196 | 3 2 | 4 3 | 40.975 23.104 | | 9.511 | B | 20 | 19.321 | 22.927 | |
| C59 | C60 | 458.423 458.423 | 3,06 1,18 | | | | | | | | 75.272 62.171 | | | | | | |
| | C60 | | | 1,20 | 1,24 | 196 | 410 | 4 3 | 7 6 | 54.014 29.886 | | 11.767 | A | 30 | 15.363 | 15.281 | |
| C60 | C61 | 460.669 458.423 | 12,94 5,16 | | | | | | | | 74.997 57.496 | | | | | | |
| | C61 | | | 1,15 | 1,20 | 410 | 50 | 7 6 | 1 0 | 64.346 39.905 | | 11.996 | B | 20 | 21.806 | 23.033 | |
| C61 | C62 | 460.939 460.669 | 0,33 0,08 | | | | | | | | 78.441 63.786 | | | | | | |
| | C62 | | | 1,21 | 1,24 | 50 | 398 | 1 0 | 7 6 | 84.584 62.277 | | 15.952 | A | 30 | 15.597 | 15.365 | |
| C62 | C63 | 461.006 460.939 | 12,24 4,84 | | | | | | | | 78.853 64.668 | | | | | | |
| | C63 | | | 1,19 | 1,20 | 398 | 212 | 7 6 | 4 3 | 72.713 48.220 | | 15.466 | A | 30 | 15.628 | 15.367 | |
| C63 | C64 | 461.231 461.006 | 3,50 1,36 | | | | | | | | 78.411 64.543 | | | | | | |
| | C64 | | | 1,18 | 1,20 | 212 | 27 | 4 3 | 1 0 | 40.255 21.678 | | 8.452 | A | 30 | 15.595 | 15.374 | |
| C64 | SM | 461.231 461.230 | 0,15 0,02 | | | | | | | | 78.519 64.891 | | | | | | |

Il riassunto dei valori max, min. e medi dei vari parametri per ogni sostegno del terzo tronco sono i seguenti, per il ramo in salita:

| RAMO SALITA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------------|
| Campata | Sost. | FUNDE PORTANTE | | | | | TRAENTE | | | | | | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera | Carico su carrello su | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa | Sostegno Critico |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | lung. camp. valle sos. [m] | lung. camp. monte sos. [m] | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | | | | | |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | [°] | [°] | Max Min (N) | Max Min (N) | Max Min (N) | | | | | | | | | |
| max | 3 tr | 941.400 | 21,57 | 1,98 | 1,97 | 284.212 | 108607 | 36.819 | 460 | 460 | 8 | 8 | | | 47.066 | 47.018 | |
| min | 3 tr | 893.852 | 0,02 | 1,64 | 1,61 | 52.553 | 3998 | 5.606 | 36 | 27 | 0 | 0 | | | 33.112 | 23.054 | |
| media | 3 tr | 925.000 | 4,00 | 1,80 | 1,81 | 122.729 | 50969 | 13.730 | 212 | 216 | 3 | 3 | | | 39.485 | 42.455 | |

Il riassunto dei valori max, min. e medi dei vari parametri per ogni sostegno del terzo tronco sono i seguenti, per il ramo in discesa:

| RAMO DISCESA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------------|
| Campata | Sost. | FUNDE PORTANTE | | | | | | | | TRAENTE | | | | | | | |
| | | Tensione campata portante | Freccia campata portante | Delta angolo valle sost. | Delta angolo monte sost. | lung. camp. valle sos. | lung. camp. monte sos. | N° veicoli valle sos. | N° veicoli monte sos. | Pressione portante su sostegno | Tensione campata traente | Pressione traente su sostegno | Tipo Rulliera alta o bassa | Raggio scarpa e rulliera | Carico su carrello su | Pressione su scarpa dovuto Raggio scarpa | Sostegno Critico |
| | | Max Min (N) | Max Min (m) | | | | | | | Max Min (N) | Max Min (N) | | [m] | [N] | [N/m] | | |
| max | 3 tr | 461.231 | 17,03 | 1,40 | 1,43 | 460 | 460 | 8 | 8 | 129.680 | 108.479 | 33.493 | | | 23.508 | 23.033 | |
| min | 3 tr | 435.962 | 0,02 | 1,10 | 1,06 | 36 | 27 | 0 | 0 | 14.120 | 51.003 | 6.868 | | | 15.335 | 11.278 | |
| media | 3 tr | 452.553 | 3,37 | 1,23 | 1,24 | 212 | 216 | 3 | 3 | 45.264 | 74.633 | 12.478 | | | 19.322 | 20.774 | |

6 CONCLUSIONI

6.1 VALUTAZIONE PARAMETRI SOSTEGNI CRITICI

Riportiamo un elenco dei principali parametri relativi ai sostegni "critici" per il lato carichi e per il lato vuoti.

In fondo a ciascuna tabella riportiamo anche i valori massimi, minimi e medi degli stessi parametri relativi a tutta la linea.

| | Sostegni critici | | Tipo rulliera | Pressione max traente | Tensione portante | Pressione portante | Max variaz. Angolo portante | min lungh. campata adiacente | max lungh. campata adiacente | Carico su carrello su scarpa | Pressione su scarpa dovuta al raggio scarpa |
|----------------------------------|------------------|----|---------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| | | | | [N] | [N] | [N] | [°] | [m] | [m] | [N] | [N/m] |
| Lato carichi | Prima tratta | 4 | B | 14.204 | 930.026 | 97.601 | 1,78 | 50 | 87 | 43.634 | 46.501 |
| | | 9 | B | 21.483 | 932.959 | 138.381 | 1,96 | 130 | 380 | 50.913 | 46.648 |
| | Seconda tratta | 17 | B | 10.113 | 911.384 | 107.351 | 1,91 | 156 | 242 | 39.543 | 45.569 |
| | | 24 | A | 33.812 | 922.140 | 284.212 | 1,91 | 36 | 220 | 36.364 | 23.054 |
| | Terza tratta | 29 | B | 8.164 | 893.852 | 131.526 | 1,84 | 212 | 350 | 37.570 | 44.693 |
| | | 30 | B | 7.182 | 901.186 | 114.361 | 1,82 | 212 | 250 | 36.978 | 44.818 |
| | | 32 | B | 11.555 | 938.040 | 137.002 | 1,78 | 62 | 140 | 42.670 | 46.902 |
| | Quarta tratta | 34 | A | 12.826 | 939.227 | 144.466 | 1,79 | 42 | 44 | 35.528 | 31.310 |
| | | 45 | B | 11.263 | 931.140 | 140.630 | 1,81 | 162 | 397 | 43.105 | 46.558 |
| | Quinta tratta | 46 | B | 10.590 | 928.636 | 140.792 | 1,8 | 397 | 192 | 42.288 | 46.432 |
| | | 47 | B | 14.037 | 921.517 | 157.943 | 1,79 | 206 | 412 | 42.190 | 46.076 |
| | Sesta tratta | 49 | B | 13.527 | 923.367 | 170.972 | 1,91 | 49 | 342 | 44.804 | 46.168 |
| | | 51 | A | 14.612 | 921.062 | 199.739 | 1,89 | 36 | 388 | 34.373 | 30.702 |
| | Settima tratta | 59 | B | 11.220 | 936.371 | 109.519 | 1,86 | 167 | 196 | 42.508 | 46.819 |
| Valore massimo in tutta la linea | | | 77.739 | 945.748 | 284.212 | 2,18 | 460 | 460 | 50.913 | 47.018 | |
| Valore minimo in tutta la linea | | | 5.606 | 893.852 | 52.553 | 1,61 | 35 | 27 | 33.112 | 18.835 | |
| Valore medio in tutta la linea | | | 31.271 | 926.622 | 151.503 | 1,92 | 234 | 230 | 42.369 | 37.121 | |

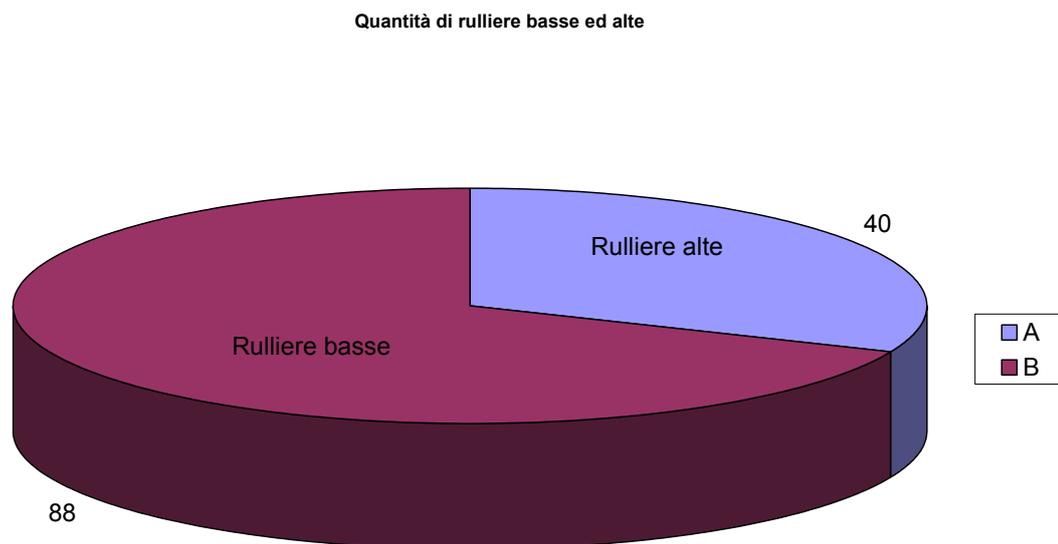
| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|----|--------|---------|---------|--------|------|-----|--------|--------|--------|
| Lato vuoti | Prima tratta | | | | | | | | | | |
| | Seconda tratta | | | | | | | | | | |
| | Terza tratta | 31 | B | 8.672 | 458.863 | 36.482 | 1,19 | 62 | 160 | 18.492 | 22.943 |
| | Quarta tratta | 32 | B | 13.624 | 459.649 | 60.031 | 1,23 | 62 | 140 | 23.434 | 22.982 |
| | | 34 | A | 15.228 | 460.323 | 66.632 | 1,22 | 42 | 44 | 16.610 | 15.344 |
| | Quinta tratta | 45 | B | 11.703 | 455.956 | 49.145 | 1,23 | 162 | 397 | 21.513 | 22.798 |
| | Sesta tratta | 49 | B | 13.698 | 451.333 | 69.913 | 1,28 | 49 | 342 | 23.508 | 22.577 |
| | Settima tratta | 57 | B | 10.769 | 458.310 | 53.905 | 1,22 | 97 | 110 | 20.579 | 22.916 |
| 58 | | B | 9.718 | 458.535 | 46.048 | 1,2 | 97 | 167 | 19.520 | 22.927 | |
| Valore massimo in tutta la linea | | | 33.493 | 464.623 | 129.680 | 1,43 | 460 | 460 | 23.508 | 23.033 | |
| Valore minimo in tutta la linea | | | 5.503 | 435.962 | 14.120 | 1,06 | 35 | 27 | 13.144 | 9.221 | |
| Valore medio in tutta la linea | | | 13.790 | 453.720 | 58.914 | 1,27 | 234 | 230 | 18.020 | 17.054 | |

6.2 RULLI ALTI E BASSI

L'elemento più significativo, che appare dall'esame della tabella del paragrafo precedente è che la frequenza dei sostegni critici è più alta tra i sostegni a rulliere basse, che non su quelli a rulliere alte.

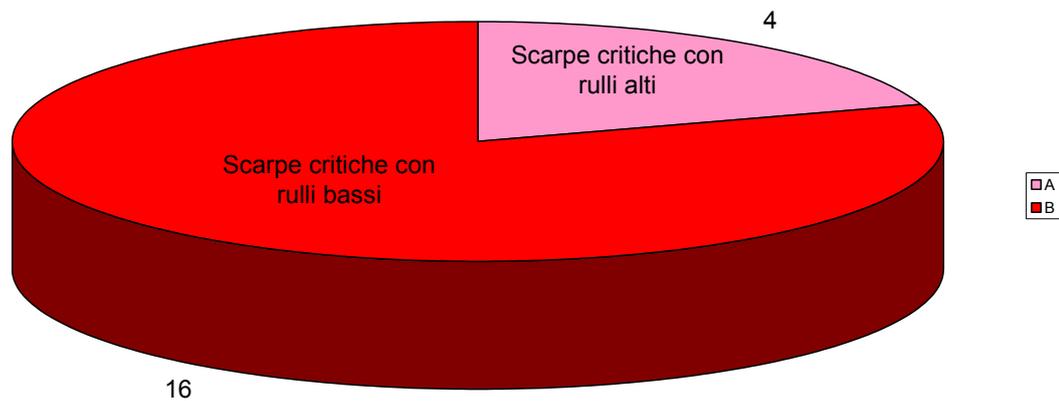
Infatti su di un totale di 64 sostegni presenti a Rio Branco, 44 sostegni (88 rulliere) presentano rulli bassi, mentre 20 sostegni (40 rulliere), presentano rulli alti.

Il grafico a torta sottostante, dove le rulliere basse sono rappresentate in viola e quelle alte in azzurro, dà una idea di questa distribuzione percentuale.



Mentre su di un totale di 20 scarpe dichiarate critiche 16 sono dotate di rulli bassi e solo 4 di rulli alti, con la distribuzione evidenziata dal secondo grafico, dove le scarpe critiche dotate di rulli bassi sono rappresentate in colore rosso e quelle critiche con rulliere alte in colore rosa.

Quantità rulliere basse su scarpe critiche



E' evidente come le rulliere basse critiche siano percentualmente più elevate di quelle alte.

Il fatto si spiega con il motivo indicato in precedenza al paragrafo 5.1:

Nel caso di rulliere basse, al transitare del vagonetto sulla scarpa, tutto il carico verticale dovuto alla componente della fune traente grava sul vagonetto, provocando uno schiacciamento aggiuntivo della fune sulla scarpa per opera delle ruote del carrello del vagonetto.

Inoltre la componente aggiuntiva della fune traente carica ulteriormente la fune portante, incrementando la deviazione della fune portante rispetto a quanto indicato dal calcolo di linea prima riportato, con aumento dell'effetto di fatica sulle funi stesse.

Questi effetti sono invece notevolmente limitati, nel caso di rulliere alte, dalla minore componente di fune traente, gravante sul vagonetto.

6.3 EFFETTO DELL'ENTITÀ DELLA COMPONENTE AGGIUNTIVA DOVUTA ALLA FUNE TRAENTE , IN CASO DI RULLI BASSI.

Abbiamo riportato separatamente, prima per il lato vagonetti carichi e successivamente per quello vagonetti vuoti, la tabella con il valore del carico totale, che tiene conto anche del carico aggiuntivo dovuto alla componente della fune traente sul vagonetto dovuto alla fune traente al passaggio del vagonetto sulla scarpa, in caso di rulliere a rulli bassi.

Abbiamo quindi riportato in un diagramma a barre questi valori, evidenziato in rosso le barre corrispondenti a sostegni "critici".

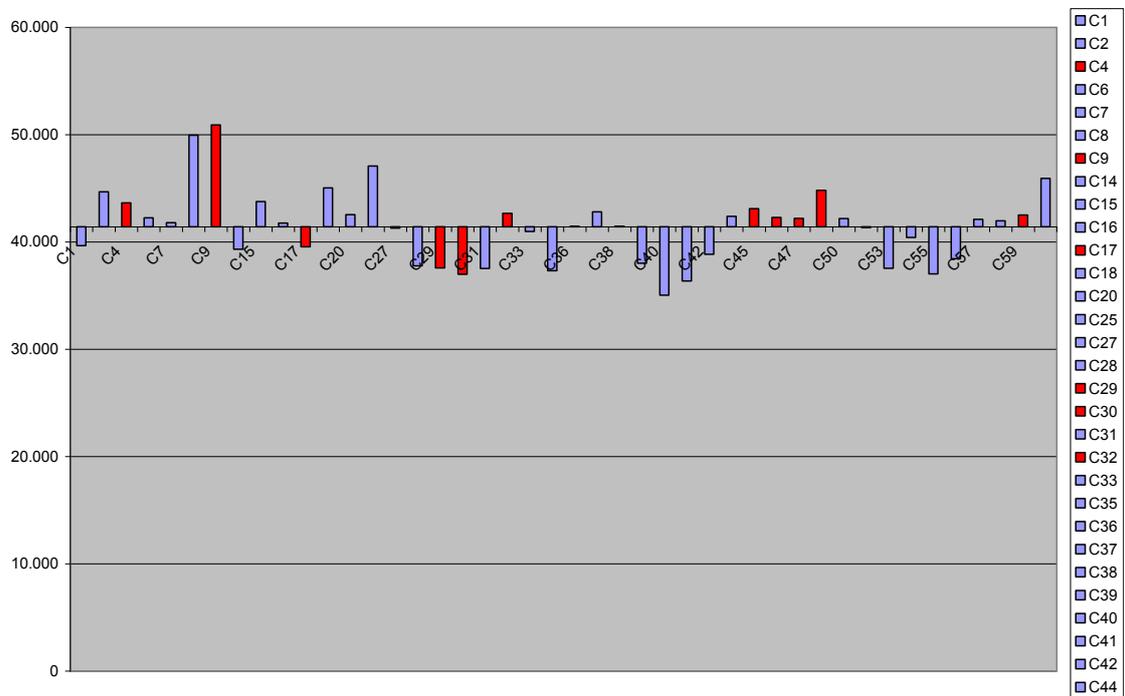
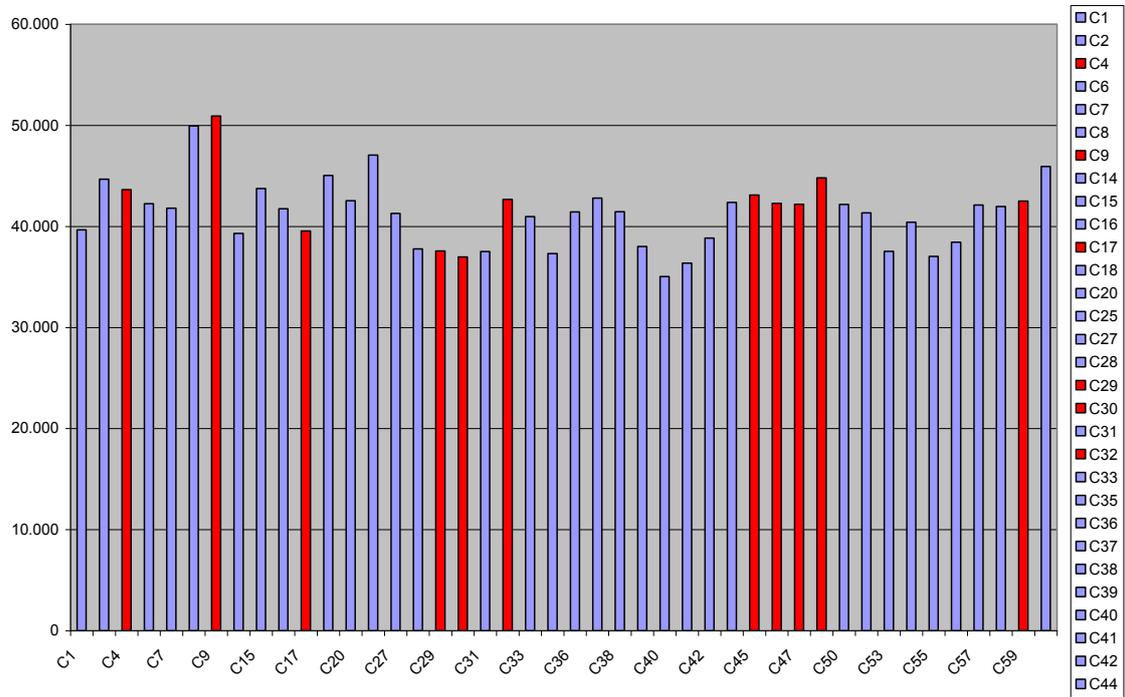
Nel secondo diagramma a barre abbiamo messo in evidenza il valore medio del carico totale, che tiene conto anche del carico aggiuntivo dovuto alla componente della fune traente, sul vagonetto dovuto alla fune traente su tutti i sostegni a rulli bassi.

Risulta che sul ramo vagonetti carichi 8 su 11 sostegni critici hanno un valore di carico aggiuntivo superiore al valore medio, confermando che un elevato valore di questo parametro influisce sulla criticità del sostegno.

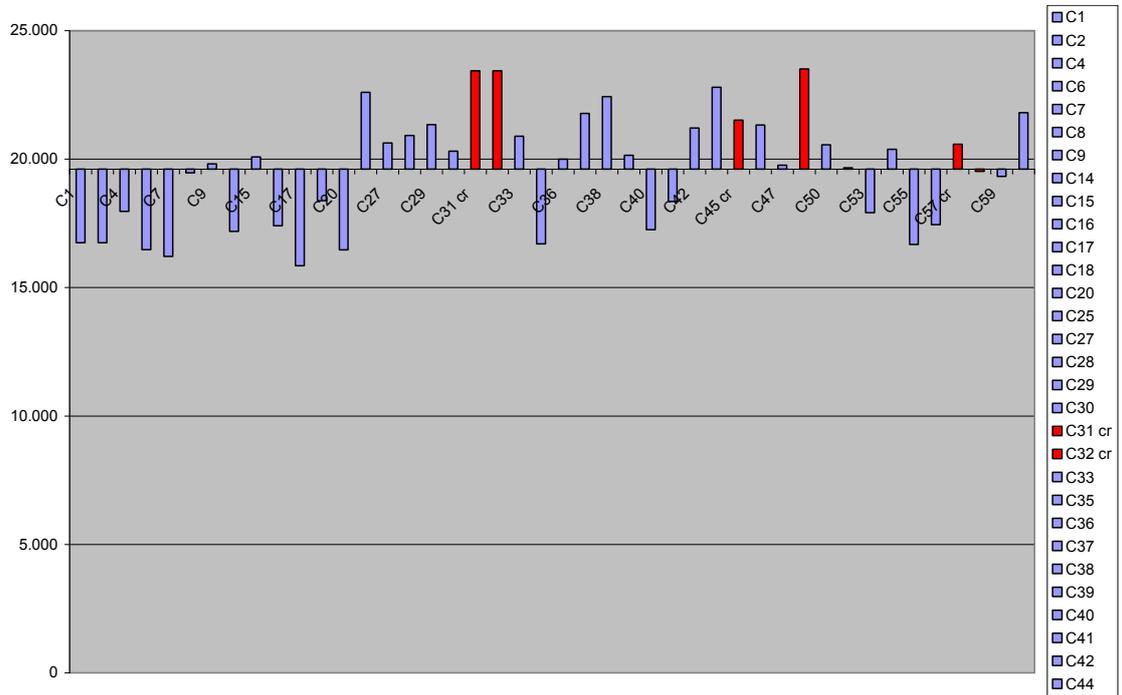
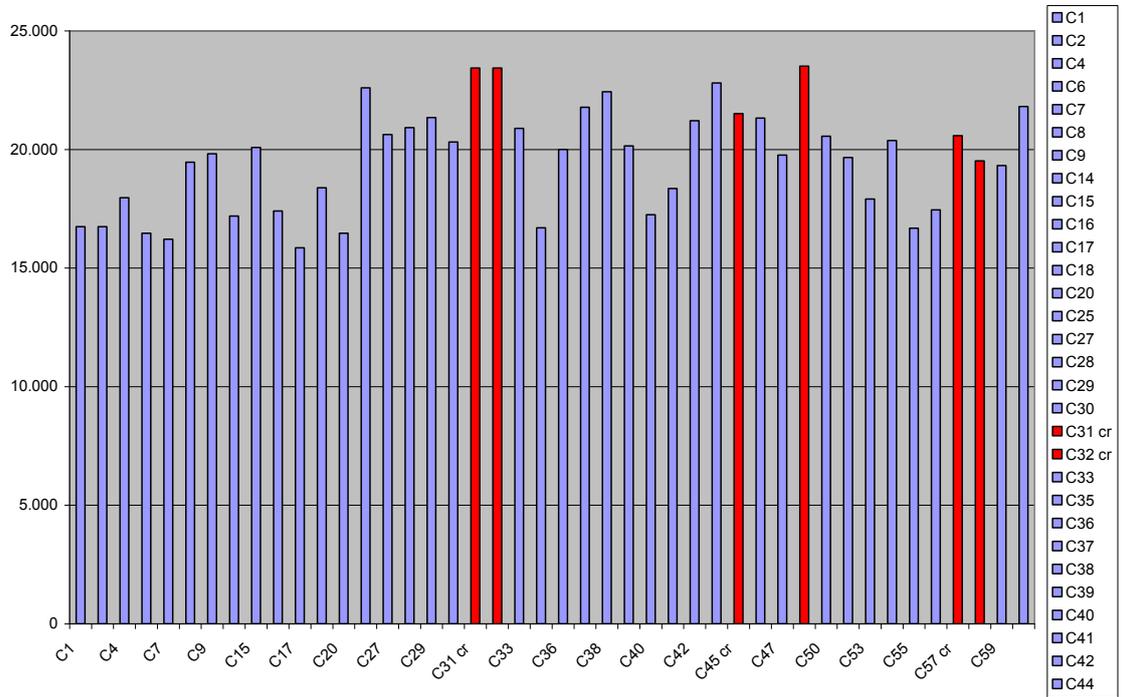
La cosa risulta ancora molto più evidente sul lato vagonetti vuoti, dove 5 sostegni su 5 sostegni critici hanno un valore di carico aggiuntivo decisamente superiore al valore medio.

Riteniamo che la cosa dipenda dal fatto che l'influenza di questo parametro è più evidente sulla fune lato vuoti, dove l'effetto percentuale del carico aggiuntivo è maggiore.

| Tratta fune portante | Tipo rulli | Sost. | Carico su carrello su scarpa [N] |
|----------------------|------------|-------|-------------------------------------|
| Prima tratta | B | C1 | 39.652 |
| | B | C2 | 44.672 |
| | B | C4 | 43.634 |
| | B | C6 | 42.254 |
| | B | C7 | 41.803 |
| | B | C8 | 49.945 |
| | B | C9 | 50.913 |
| Seconda tratta | B | C14 | 39.318 |
| | B | C15 | 43.756 |
| | B | C16 | 41.754 |
| | B | C17 | 39.543 |
| | B | C18 | 45.041 |
| | B | C20 | 42.537 |
| Terza tratta | B | C25 | 47.066 |
| | B | C27 | 41.291 |
| | B | C28 | 37.769 |
| | B | C29 | 37.570 |
| | B | C30 | 36.978 |
| Quarta tratta | B | C31 | 37.521 |
| | B | C32 | 42.670 |
| | B | C33 | 40.969 |
| | B | C35 | 37.313 |
| | B | C36 | 41.443 |
| | B | C37 | 42.801 |
| | B | C38 | 41.463 |
| | B | C39 | 38.008 |
| | B | C40 | 35.036 |
| Quinta tratta | B | C41 | 36.367 |
| | B | C42 | 38.853 |
| | B | C44 | 42.386 |
| | B | C45 | 43.105 |
| | B | C46 | 42.288 |
| Sesta tratta | B | C47 | 42.190 |
| | B | C49 | 44.804 |
| | B | C50 | 42.169 |
| | B | C52 | 41.338 |
| | B | C53 | 37.536 |
| | B | C54 | 40.410 |
| | B | C55 | 37.027 |
| Settima tratta | B | C56 | 38.433 |
| | B | C57 | 42.113 |
| | B | C58 | 41.968 |
| | B | C59 | 42.508 |
| | B | C61 | 45.925 |
| Valore medio | | | 41.412 |



| | | | [N] |
|----------------|---|--------|--------|
| Prima tratta | B | C1 | 16.744 |
| | B | C2 | 16.744 |
| | B | C4 | 17.967 |
| | B | C6 | 16.470 |
| | B | C7 | 16.213 |
| | B | C8 | 19.462 |
| | B | C9 | 19.813 |
| Seconda tratta | B | C14 | 17.189 |
| | B | C15 | 20.082 |
| | B | C16 | 17.403 |
| | B | C17 | 15.850 |
| | B | C18 | 18.379 |
| | B | C20 | 16.466 |
| Terza tratta | B | C25 | 22.598 |
| | B | C27 | 20.624 |
| | B | C28 | 20.915 |
| | B | C29 | 21.342 |
| | B | C30 | 20.309 |
| Quarta tratta | B | C31 cr | 23.434 |
| | B | C32 cr | 23.434 |
| | B | C33 | 20.886 |
| | B | C35 | 16.696 |
| | B | C36 | 19.995 |
| | B | C37 | 21.780 |
| | B | C38 | 22.431 |
| | B | C39 | 20.144 |
| | B | C40 | 17.250 |
| Quinta tratta | B | C41 | 18.350 |
| | B | C42 | 21.210 |
| | B | C44 | 22.798 |
| | B | C45 cr | 21.513 |
| | B | C46 | 21.324 |
| Sesta tratta | B | C47 | 19.762 |
| | B | C49 cr | 23.508 |
| | B | C50 | 20.557 |
| | B | C52 | 19.658 |
| | B | C53 | 17.911 |
| | B | C54 | 20.377 |
| | B | C55 | 16.678 |
| Settima tratta | B | C56 | 17.449 |
| | B | C57 cr | 20.579 |
| | B | C58 cr | 19.520 |
| | B | C59 | 19.321 |
| | B | C61 | 21.806 |
| media | | | 19.612 |



Per quanto riguarda invece i sostegni "critici" con rulliere alte ci limitiamo a rilevare che sono tutti sostegni con una elevata deviazione di fune portante, ed un conseguente carico risultante superiore alla media.

6.4 PROPOSTE

Per migliorare la durata delle funi portante si suggerisce di modificare i seguenti sostegni critici, attualmente dotati di rulli bassi, inserendo delle rulliere di tipo alto

| Fune | Diam. (mm) | Punti critici sostegno |
|--------------------------|---------------|------------------------------|
| Portante - 1° Tronco L.V | 45 | |
| Portante - 1° Tronco L.C | 63 | 4,9 |
| Portante - 2° Tronco L.V | 45 | |
| Portante - 2° Tronco L.C | 63 | 17 |
| Portante - 3° Tronco L.V | 45 | |
| Portante - 3° Tronco L.C | 63 | 29, 30 |
| Portante - 4° Tronco L.V | 45 | 31,32 |
| Portante - 4° Tronco L.C | 63 | 32 |
| Portante - 5° Tronco L.V | 45 | 45 |
| Portante - 5° Tronco L.C | 63 | 45,46 |
| Portante - 6° Tronco L.V | 45 | 49 |
| Portante - 6° Tronco L.C | 63 | 47,49 |
| Portante - 7° Tronco L.V | 45 | 57,58 |
| Portante - 7° Tronco L.C | 63 | 59 |

In questa maniera si dovrebbe di aumentare sensibilmente la durata delle funi portanti, rispetto al valore attuale almeno nei seguenti tronchi:

- Prima tratta, lato carichi
- Seconda tratta, lato carichi
- Quinta tratta, lato vuoti
- Quinta tratta lato carichi
- Sesta tratta, lato vuoti
- Settima tratta, lato vuoti
- Settima tratta, lato carichi

Resterebbero critiche solo le tratte :

- Terza tratta lato carichi
- Quarta tratta, lato vuoti
- Quarta tratta lato carichi
- Sesta tratta, lato carichi

Questa modifica potrebbe quindi diminuire la quantità delle tratte critiche dal numero attuale di undici a solo quattro, quelle in cui si manifestano problemi sulle rulliere di tipo alto.