

# Politecnico di Torino

## Esame di Stato per L'abilitazione alla professione di Ingegnere

### I Sessione 2001

#### Ramo Ingegneria Meccanica – Tema n. 2

**Argomento della prova: Carrello ferroviario – dimensionamento sospensioni primarie e secondarie e di alcuni componenti del telaio carrello.**

#### **1 Informazioni generali**

In figura 1 viene descritto schematicamente un carrello ferroviario. Vengono indicati nello schema le posizioni degli elementi di cui viene chiesto il dimensionamento nel tema. Il carrello rappresentato è dotato di una sospensione bistadio, il primo stadio di sospensione (sospensione primaria) è caratterizzato da una molla ad elica che sopporta il carico verticale  $c$  da un elemento elastico che mediante un braccetto rigido collega la boccola al telaio carrello e che fornisce la maggior parte della rigidità laterale e longitudinale della sospensione primaria. L'elemento elastico è posto a circa 400 mm dall'asse sala ed ha rigidezze pari a 1000 Kg/mm in direzione laterale ( $y$  in figura 2) e di 500 Kg/mm in direzione longitudinale ( $x$  in figura 2).

La sospensione secondaria è costituita da una molla ad elica che sopporta l'intero carico verticale e laterale. Il carico longitudinale è sopportato da due aste di trascinamento non rappresentate in figura e che in questa sede possono essere considerate infinitamente rigide.

Infine lo spostamento laterale cassa-carrello è ulteriormente limitato da due tamponamenti rigidi bilaterali (non indicati in figura) che intervengono dopo un escursione di 10-15 mm e sono posti ad una quota di 400-500 mm dal pian del ferro.

In figura 2 viene schematizzata una carrozza ferroviaria ed i relativi dati geometrici, di massa e di inerzia del veicolo. I dati si riferiscono ad uno schema per un veicolo per trasporto passeggeri.

Nel dimensionamento delle sospensioni primarie e secondarie di un veicolo ferroviario è necessario effettuare considerazioni di stabilità laterale di marcia ed anche di dinamica verticale secondo criteri di comfort.

La barra antirollio consente di garantire in curva limitate rotazioni della cassa rispetto al carrello in modo da garantire il soddisfacimento dei requisiti di sagoma limite di tracciato (figura 4). In figura 3 viene proposto uno schema di possibile soluzione per l'applicazione di una barra antirollio in un carrello ferroviario. In figura 4 viene descritta l'indicazione geometrica di sagoma limite.

## 2 Dati

- Per il dimensionamento dinamico delle sospensioni considerare una frequenza massima del modo verticale cassa di 1 Hz e garantire una prima frequenza verticale carrello disaccoppiata dal modo di cassa con una differenza di almeno 5 Hz.
- Per il dimensionamento della barra antirollio il veicolo deve poter sopportare una accelerazione laterale massima di  $2 \text{ m/s}^2$  (valore di picco impulsivo da usare per il dimensionamento a snervamento) ed una massima di  $1 \text{ m/s}^2$  da usare per la sagoma.
- Per il dimensionamento a fatica supporre che la sollecitazione dovuta alla linea sia determinabile mediante uno spettro di tensioni indicato in Tabella 1 con elevate tensioni a bassi cicli e basse tensioni a numero elevato di cicli. Nella tabella sono riportati i valori dei numeri di cicli totali previsti per il veicolo dopo una percorrenza di 6000000 di km ripartiti in tre campi di velocità. Il coefficiente  $F_d$  indica il sovraccarico dinamico massimo. Esso va inteso come sovraccarico agente rispetto alla condizione statica pari ad 1 g.

Velocità (Km/h)	Nmin	Nmax	Fd
100	$10^4$	$2.16 \cdot 10^{10}$	1.05
140	$10^4$	$1.9 \cdot 10^{10}$	1.1
180	$10^4$	$0.98 \cdot 10^{10}$	1.15

Tabella 1 : spettro di carico per ciascuna velocità

## III Quesiti

Premesso che elementi molto importanti nella valutazione degli elaborati sono

- l'ordine nello svolgimento del tema
- la chiarezza di esposizione
- l'adozione di soluzioni praticamente realizzabili

il candidato, tenendo conto dei dati indicati al precedente paragrafo, completati dalle sue opportune assunzioni, svolga nell'ordine i seguenti punti

- Dimensionamento delle molle della sospensione primaria tenendo conto dei requisiti statici e dinamici (riguardanti la dinamica verticale) e gli ingombri.
- Dimensionamento delle molle della sospensione secondaria tenendo conto dei requisiti statici e dinamici (riguardanti la dinamica verticale ed il rollio) e gli ingombri.
- Proporre la soluzione di una barra di torsione antirollio tenendo conto dei requisiti di sagoma limite ed il relativo dimensionamento di massima.
- Verifica strutturale a vita infinita delle molle della sospensione primaria e secondaria.
- Verifica strutturale a vita infinita del longherone del telaio carrello (su cui sono collocate le molle primarie e secondarie).
- Disegno di massima della disposizione ed ingombro dei vari elementi.

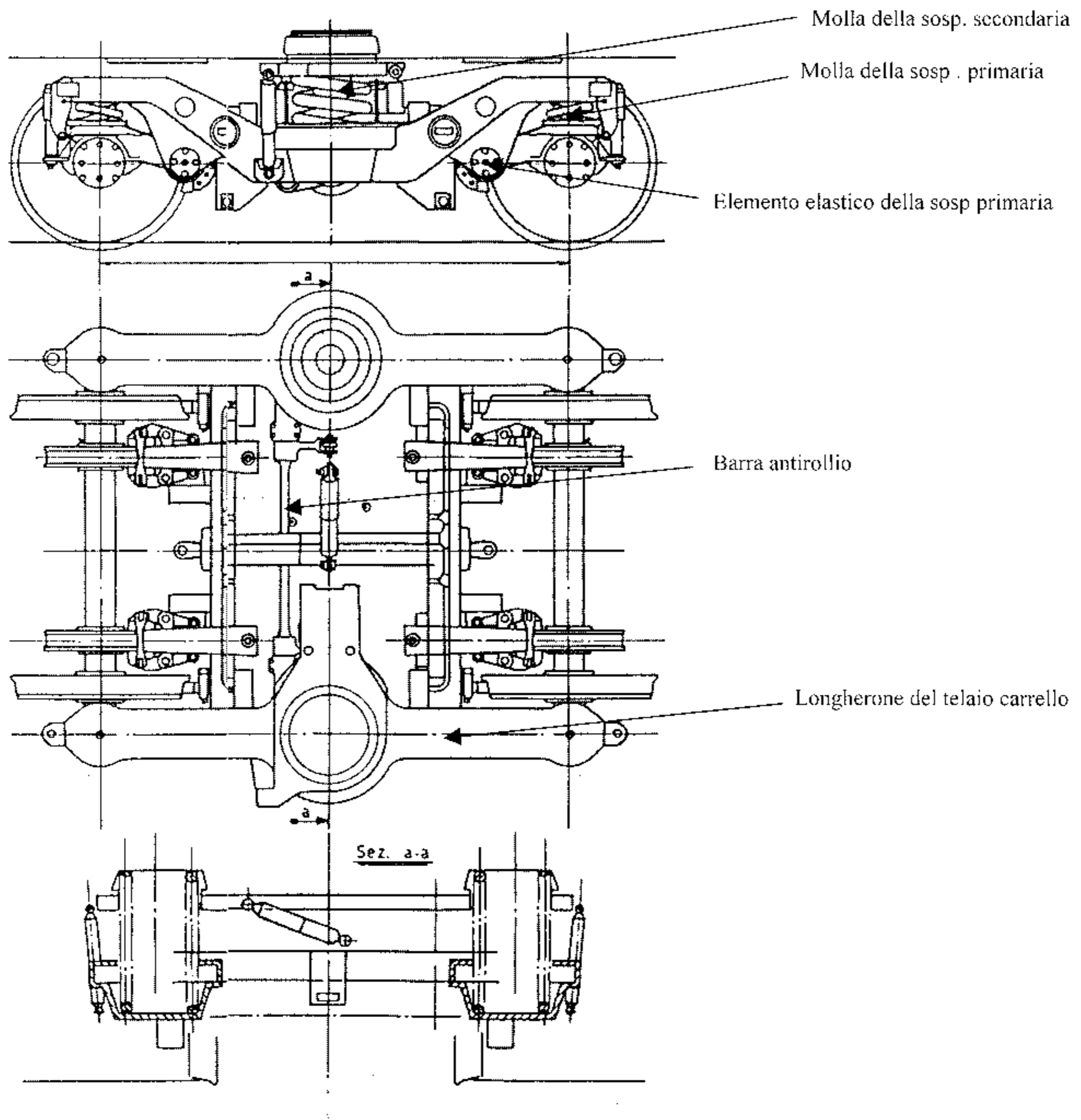


Figura 1: schema di un carrello ferroviario

ALLEGATO 2 : DIMENSIONI GEOMETRICHE DELLA CASSA

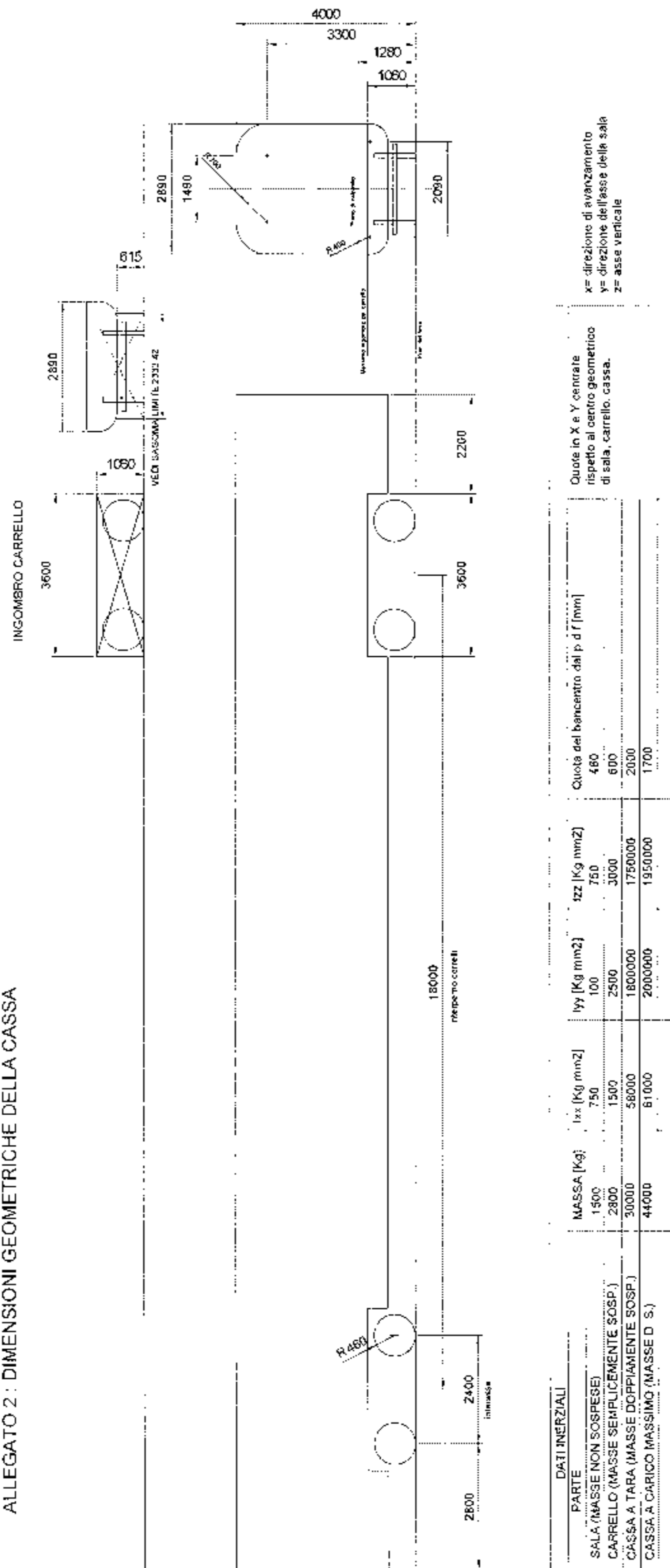


Figura 2: dati geometrici ed inerziali di una carrozza ferroviaria

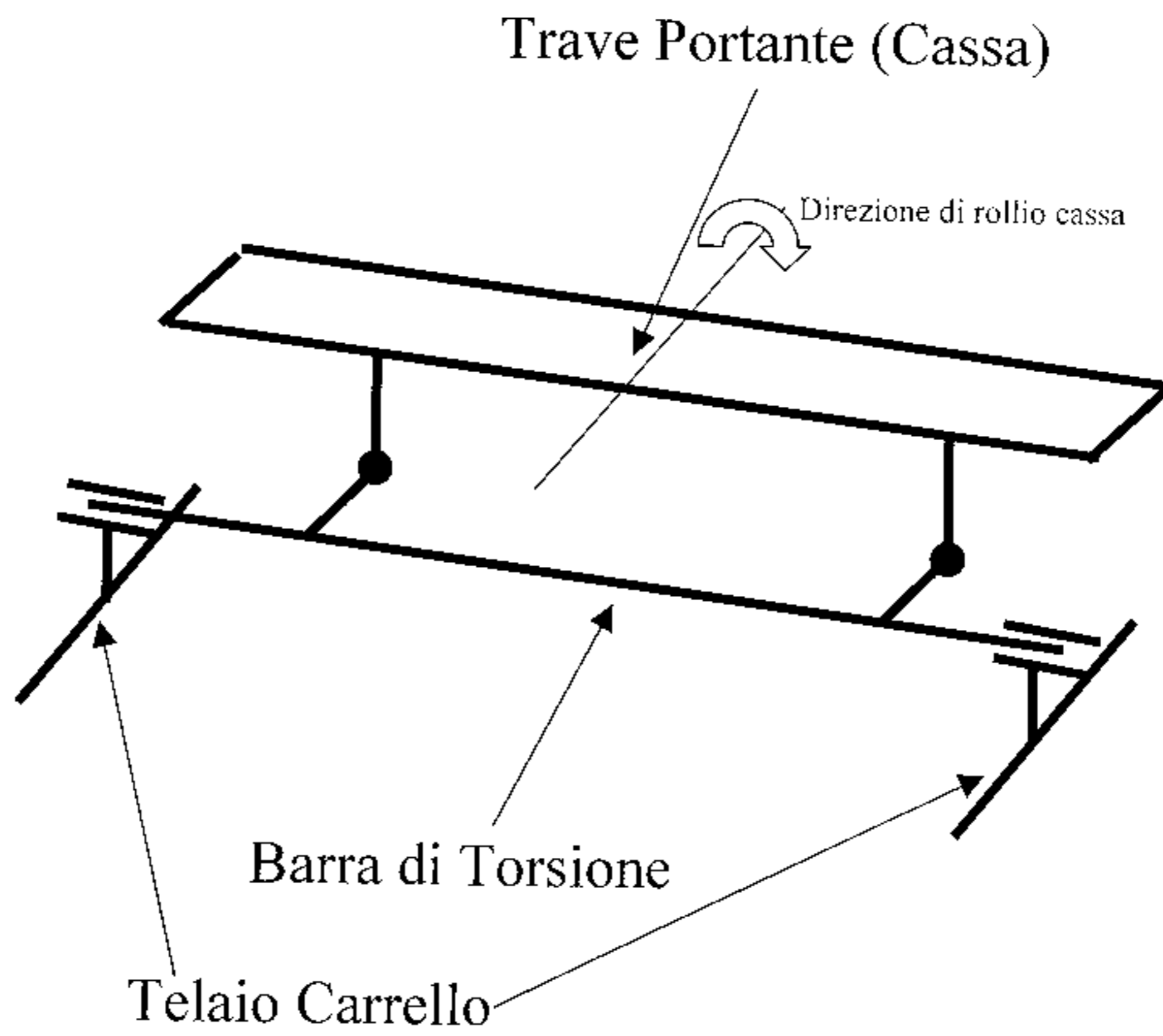


Figura 3: schema della barra antirollio

# ALLEGATO 1

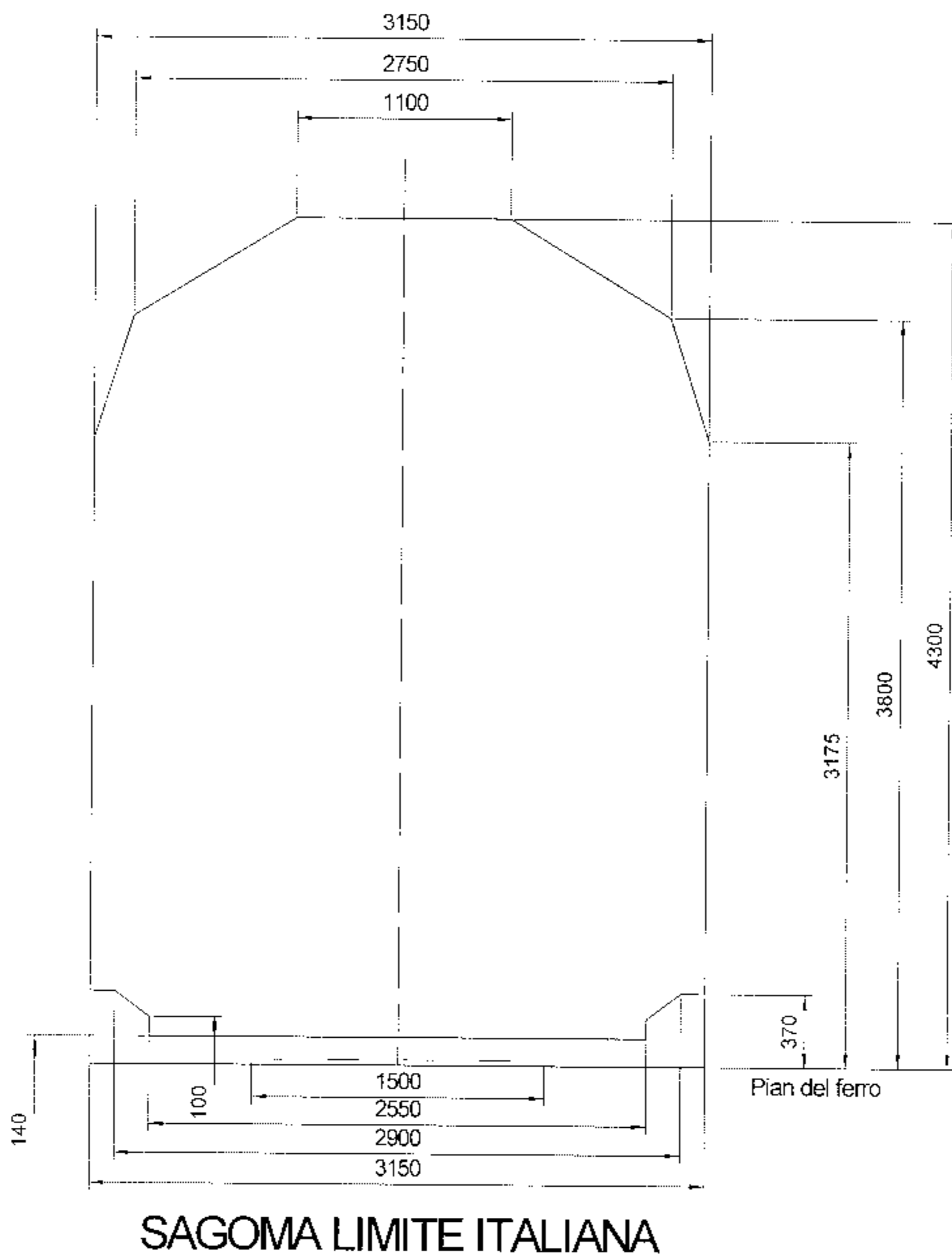


Figura 4: sagoma limite di tracciato