

MIGLIORAMENTO DELLA ADERENZA DI VEICOLI FUORISTRADA IN CONDIZIONI CRITICHE.

M.Zoli, F.Garbati Pegna

Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale (DIAF)
Università degli Studi di Firenze

1. INTRODUZIONE

In molti paesi tropicali il movimento di autoveicoli è spesso reso difficoltoso, se non impossibile, dalle cattive condizioni delle strade. Infatti spesso accade che la pioggia trasformi le piste in pantani e che il transito di mezzi pesanti provochi buche e solchi profondi tali da compromettere seriamente la transitabilità, con la necessità di ricorrere a traini od a manovre ripetute con ulteriore danneggiamento del fondo stradale.

I tratti critici (figura 1), possono essere brevi ma portano sovente alla chiusura della strada fino a che non sia stato riparato il danno o non siano migliorate le condizioni meteorologiche; così il traffico rimane bloccato per periodi anche lunghi ed intere zone rimangono isolate.

2. OBIETTIVI DELLA SPERIMENTAZIONE

I dispositivi presentati in questo lavoro sono stati pensati per migliorare la mobilità di autovetture di tipo "fuoristrada" in situazioni di questo genere e sono stati realizzati come accessorio da installare al momento in cui la autovettura non sia più in grado di procedere per insufficiente aderenza degli pneumatici con il terreno.

Questi ramponi sono stati realizzati empiricamente, partendo da una idea primitiva che è stata affinata procedendo per tentativi, mediante la costruzione e la sperimentazione di una serie di prototipi. Il modello attuale, oggetto di questa presentazione, ha dato discreti risultati, migliorando notevolmente la mobilità di una autovettura in situazioni limite, ma evidenzia ancora alcuni problemi che ne limiterebbero seriamente l'impiego nella pratica.

Quello che potrebbe quindi sembrare un passo indietro, e cioè il riproporre dispositivi già studiati in agricoltura molti anni fa ed abbandonati per la successiva evoluzione degli pneumatici, è invece una trasposizione della problematica ad un altro settore di interesse agricolo: il trasporto veloce in aree tropicali e su mezzi i cui pneumatici devono comunque conservare caratteristiche stradali.

La sperimentazione non è stata fondata sul calcolo di parametri quali aderenza, slittamento, resistenza al rotolamento o sforzo di trazione ma su la ricerca di una serie di situazioni "tipiche" e, per ciascuna di queste, di un grado di difficoltà tale da rendere impossibile il procedere di una autovettura fuoristrada normalmente equipaggiata. Ciascuna di

queste situazioni è stata affrontata successivamente dalla stessa autovettura con i ramponi.

Questo tipo di approccio è giustificato dal fatto che questi ramponi costituiscono un dispositivo di emergenza che richiede una valutazione essenzialmente in termini di efficacia.

A questi dispositivi sono richieste inoltre semplicità di montaggio, robustezza, possibilità di utilizzo anche per tratti prolungati ma soprattutto installabilità anche in caso di vettura impantanata. Queste caratteristiche sono in parte assenti nelle attrezzature oggi generalmente utilizzate per affrontare le situazioni descritte e cioè le catene da neve ed il verricello: le prime sono installabili solo prima di affrontare l'ostacolo mentre il secondo è limitato dalla lunghezza del cavo e necessita di molto lavoro per affrontare curve o tratti prolungati ed espone inoltre ad un certo rischio l'utilizzatore. Una ulteriore caratteristica ricercata nei ramponi è quella di permettere l'avanzamento incidendo il terreno come farebbe un cingolo e non scavandolo come fanno catene e pneumatici in caso di superfici cedevoli; questo permetterebbe l'utilizzo dei ramponi anche nei nostri ambienti forestali dove spesso percorrere una strada in salita in condizioni di scarsa aderenza significa scavarvi dei solchi che convogliano poi le acque piovane favorendo ruscellamento ed erosione.

3.1 VARI PROTOTIPI

Il primo prototipo realizzato si basava su di una serie di 8 piastre di ferro a forma di "U", installate indipendentemente su ciascun pneumatico e collegate, sul lato esterno della ruota, ad una flangia centrale in acciaio per mezzo di tiranti costituiti da cavetti di acciaio, molle e registri; questa flangia era libera, sostenuta in posizione concentrica al mozzo della ruota dai tiranti. Nella parte interna della ruota le piastre erano invece collegate da un cavo in acciaio disposto lungo il bordo del cerchione. Il tipo di dispositivo assomigliava alle catene a settori descritte da Pellizzi (2) fatta eccezione per i tiranti disposti radialmente. Una variante a questo prototipo prevedeva il collegamento alla flangia per mezzo di sole molle. Lo scopo di un collegamento elastico delle piastre alla flangia era quello di permettere al dispositivo di assecondare le deformazioni dello pneumatico nelle situazioni critiche di marcia; ma la adozione di molle non abbastanza robuste, per le difficoltà incontrate nella messa in tensione di molle più adeguate, portava ad una insufficiente aderenza delle piastre allo pneumatico, con conseguente scorrimento e perdita della disposizione simmetrica. La realizzazione di un dispositivo a settori indipendenti inoltre era finalizzato alla

possibilità di un montaggio anche su ruote semi sommerse (poteva così essere montato un settore alla volta nella parte scoperta della ruota facendo poi ruotare questa fino a scoprire il tratto successivo) ma un collegamento delle piastre nella parte interna della ruota (in sostituzione del cavo di acciaio adottato inizialmente per la messa a punto del sistema di tiranti nella parte esterna) che ne salvaguardasse l'indipendenza si presentava difficile da realizzare. Per questi motivi fu ritenuto più conveniente sviluppare un prototipo concettualmente differente che procedere su quelli già realizzati. La figura 2 illustra uno dei prototipi a piastre.

Il secondo prototipo (figura 3) era costituito da una flangia centrale a cui erano saldati perifericamente 8 sostegni di ferro di forma rettangolare. Su ciascuno di questi sostegni si innestava un braccio a forma di "L" costituente il rampone e formato da una barra di ferro con una paletta terminale; il collegamento tra flangia e braccio avveniva tramite 3 bulloni di cui 2 con la funzione di fissaggio ed uno con quella di regolazione. I 2 bulloni di fissaggio attraversavano il braccio in corrispondenza di 2 asole che consentivano un certo scorrimento del braccio sul sostegno in base alla regolazione del terzo bullone. La presa del dispositivo sullo pneumatico avveniva agendo sui bulloni di regolazione in modo da tirare i bracci verso in centro portandoli ad esercitare una forte pressione sul battistrada. I risultati ottenuti con questo prototipo furono incoraggianti, tanto che il modello attuale si discosta poco da esso, ma si verificarono casi di deformazione dei bracci e della flangia a causa delle forti torsioni a cui la struttura era soggetta ed alla sua scarsa elasticità dovuta al fissaggio rigido dei bracci alla flangia.

4. IL MODELLO ATTUALE

La scarsa resistenza alla deformazione del materiale disponibile per la realizzazione dei prototipi e le forti sollecitazioni a cui vengono sottoposti i bracci, se fissati rigidamente ai supporti, in caso di deformazioni degli pneumatici per le irregolarità del terreno, ha portato ad adottare una differente soluzione di accoppiamento braccio-supporto.

Nell'ultimo modello realizzato infatti i supporti sono stati rinforzati con dei ponti formanti una struttura in grado di contenere il braccio con un accoppiamento telescopico, con il doppio vantaggio di sostenere e quindi rinforzare il braccio per tutta la lunghezza del supporto e di legarlo a questo senza bisogno di bulloni, lasciandogli quindi la libertà di un certo scorrimento per assecondare le deformazioni dello pneumatico (gli alloggiamenti per i bulloni sono comunque rimasti ed è possibile, in previsione di sollecitazioni notevoli, irrobustire ulteriormente

l'accoppiamento braccio-supporto con l'inserimento di un bullone per ciascun braccio: se il bullone non viene stretto troppo questo non ostacola lo scorrimento). I bracci a loro volta sono stati rinforzati mediante la saldatura di un ponte di rinforzo nella parte distale della barra e di un dente di appoggio alla spalla dello pneumatico all'estremità della paletta (figure 4 e 5).

Inoltre si è preferito utilizzare 4 ramponi, uno per ciascuna ruota, invece dei 2 sulle sole ruote posteriori inizialmente sperimentati, per distribuire maggiormente le forze e ridurre quindi le sollecitazioni su ciascun rampone.

I ramponi utilizzati per le ruote anteriori però non hanno richiesto le modifiche descritte, in quanto sono generalmente meno soggetti a strattoni ed urti violenti (le ruote posteriori, meno caricate, slittano più frequentemente), non necessitano di rinforzi ed i denti interni potrebbero urtare il telaio durante la marcia con ruote sterzate. Essi sono rimasti quindi pressoché identici al prototipo precedente salvo un miglioramento del sistema di registrazione che ne permette un montaggio più rapido con l'uso di una chiave snodabile. Questo stesso sistema è difficile da realizzare per il modello per le ruote posteriori per la presenza della struttura a ponte sul supporto centrale.

Il montaggio può avvenire con i componenti preassemblati (supporto centrale con 7 bracci per le ruote anteriori e supporto centrale con 2 o 3 bracci per le ruote posteriori) e consiste, per ciascun rampone, nell'ingabbiamento della ruota nella struttura del rampone, nell'innesto dei bracci residui e nella messa in tensione dei bracci mediante i bulloni di registrazione.

La possibilità di manovra dopo l'installazione dei primi 5 bracci permette il montaggio dei ramponi anche con ruote affondate nel fango fino all'altezza del mozzo.

I ramponi descritti sono caratterizzati dai seguenti dati:

rampone per ruota anteriore

composizione: un supporto centrale, 8 bracci, 8 bulloni, 16 bulloni a brugola;

peso 19 kg;

diametro 800 mm (installato);

tempo medio di montaggio (preassemblato): 20';

tempo medio di montaggio (singoli componenti): 35';

attrezzatura necessaria: 1 chiave snodabile, 1 chiave esagonale.

rampone per ruota posteriore:

composizione: un supporto centrale, 8 bracci, 8 dadi, 8 bulloni a brugola (facoltativi);

peso 26 kg;

diametro 800 mm (installato);

tempo medio di montaggio (preassemblato): 25';
tempo medio di montaggio (singoli componenti): 30';
attrezzatura necessaria: 1 chiave inglese, 1 chiave esagonale (facoltativa).

5. PROVE E RISULTATI

Le prove sono state condotte nella primavera del 1992, nell'autunno dello stesso anno e nella primavera del 1993 con i ramponi descritti nel paragrafo precedente montati su di una autovettura Land Rover 109 SWD III serie le cui caratteristiche tecniche sono illustrate in tabella 1.

La autovettura in questione ha affrontato, senza e con i ramponi, una serie di ostacoli come di seguito descritto.

a. Strada fangosa con solchi profondi:

senza ramponi l'autovettura non riusciva a rimanere a cavallo dei solchi e vi sprofondava fino a interferire con i 2 differenziali e con le balestre con il terreno rimanendo bloccata in modo tale da poter essere rimossa solo con l'intervento di un trattore a doppia trazione di 58 kw con la tecnica "a strappo". Con i 4 ramponi la vettura riusciva a mantenersi con le ruote fuori dai solchi e quindi a procedere agevolmente, solo in un caso, per una curva affrontata con traiettoria errata vi è sprofondata fino a toccare con le balestre la parte centrale della strada ma ha potuto proseguire risalendo i solchi fino ad uscirne nuovamente pur lasciando tracce prolungate di contatto tra la parte inferiore del veicolo ed il terreno.

b. campo arato dopo piogge intense con pendenza di 12° (20%)

senza ramponi l'auto si è subito arrestata, con i ramponi ha potuto procedere in salita fino a quando il fango tenace si è accumulato sui ramponi in quantità tale da impedire di procedere interferendo con i parafango ed aumentando eccessivamente il diametro delle ruote (l'auto si è arrestata per il troppo sforzo). In questo campo è stata anche effettuata una prova di stabilità trasversale sulla medesima pendenza. Nella prova la vettura non ha evidenziato alcun fenomeno di deriva o di instabilità principalmente grazie alla galleggiabilità ed alla aderenza assicurate dalla massa di fango accumulata sui ramponi.

c. strada inerbita con sottofondo fangoso e pendenza di 20° (36%)

senza ramponi l'auto si è arrestata a metà salita per perdita di aderenza, con i ramponi sulle sole ruote posteriori l'auto ha percorso l'intera salita (circa 100 m.) senza danneggiare eccessivamente il fondo in quanto non si è verificato slittamento delle ruote come si può vedere dalle impronte fotografate in figura 7. I tagli trasversali provocati dai ramponi

rappresentano inoltre un ostacolo allo scorrimento dell'acqua.

d. Collina erbosa con sottofondo asciutto ma sconnesso per piccole frane e pendenza di 29° (55%)

senza ramponi l'auto ha perduto l'aderenza già nella fase di attacco della salita, con i ramponi ha potuto percorrerne una parte, circa 50 m, prima che il motore si spengesse per insufficiente potenza. D'altra parte applicando la formula proposta da Kemp (1) si vede come la pendenza massima affrontabile dalla vettura in questione sia di 24° su superficie inerbita e di 31° su asfalto.

e. autovettura bloccata per affondamento delle ruote posteriori nel fango per circa 10 cm. e perdita di aderenza delle ruote anteriori (figura 8).

l'applicazione dei ramponi alle sole ruote posteriori, possibile anche in situazione di ruote affondate, ha permesso alla vettura di riprendere la marcia.

6. LIMITI DEL PROTOTIPO ATTUALE ED OBIETTIVI FUTURI

Il prototipo descritto, sia nella forma per ruote anteriori che in quella per ruote posteriori, ha evidenziato alcuni limiti in parte già accennati ed in particolare:

- scarsa maneggevolezza;
- tendenza alla deformazione se sottoposto a sforzi elevati;
- laboriosità nel montaggio;
- tendenza ad accumulare fango in situazioni limite.

Per superare i limiti evidenziati sarà necessario sperimentare materiali diversi da quello attualmente utilizzato, soprattutto in termini di peso e di resistenza ed elasticità e dovrà essere rivisto il sistema di regolazione (tiraggio) dei bracci per rendere più agevole e più rapida questa operazione, probabilmente unendo le caratteristiche positive del modello per ruote posteriori (innesto a cannocchiale, quindi senza necessità di fissare i bracci mediante viti, con conseguente libertà di scorrimento degli stessi) e di quello per ruote anteriori (bulloni di registrazione in posizione facilmente accessibile e quindi rapidamente regolabili con chiavi snodate). La auto pulizia dei ramponi potrà essere realizzata dando alle palette una certa inclinazione sul battistrada in modo da permettere lo scorrimento del fango.

7. RIASSUNTO

Presso l'officina della Sezione di Meccanica del Dipartimento di Ingegneria Agrarie e Forestale dell'Università di Firenze sono stati realizzati dei ramponi da applicare agli pneumatici di autovetture "fuoristrada" per migliorarne la mobilità in situazioni critiche come quelle riscontrabili in alcuni paesi della fascia tropicale nei periodi piovosi.

Questi ramponi hanno prodotto i risultati sperati permettendo ad una autovettura di affrontare alcune situazioni limite risultate non superabili in condizioni normali, ma hanno evidenziato dei limiti nell'utilizzo pratico dovuti principalmente al peso, ai lunghi tempi di installazione ed alla resistenza del materiale.

Gli obiettivi futuri di questo lavoro sono di individuare materiali più leggeri e resistenti ed una forma di montaggio più pratica.

Si ringraziano i tecnici di officina del Dipartimento sig. Marino Piva e sig. Giancarlo Così.

FIGURE E TABELLE

figura 1: strada resa intransitabile dalla pioggia e dal traffico pesante.

figura 2: prototipo di ramponi a settori.

figura 3: prototipo attualmente in uso per le ruote anteriori: supporto centrale con un braccio montato ed un altro pronto per il montaggio.

figura 4: come figura 3 relativamente al prototipo per ruote posteriori.

figura 5: particolare dell'innesto del braccio nel supporto centrale del modello per ruote posteriori.

figura 6: l'autovettura dotata di ramponi affronta una salita inerbita con pendenza di 29° (55%).

figura 7: impronte degli pneumatici con ramponi su terreno fangoso.

figura 8: montaggio di un rampone con ruota parzialmente affondata nel fango.

tabella 1: Caratteristiche dell'autovettura utilizzata

marca e modello: Land Rover 109 SWD III

motore: 2.286 cc. 4 cilindri ciclo Diesel

potenza max: 44 kw

coppia max: 140 Nm

peso a vuoto: 1.900 kg

rapporto di trasmissione in I marcia: 3,73:1

rapporto di trasmissione riduttore: 2,35:1

rapporto di riduzione finale ai ponti: 4,7:1

diametro ruote: 780 mm

dimensioni pneumatici: 7.50x16

BIBLIOGRAFIA

1) Kemp, H.R.; Climbing Ability of Four-Wheel-Drive Vehicles; Journal of Terramechanics Vol.27, n.1, 1990 pp.7-23

2) Pellizzi, G.; L'Aderenza delle Ruote gommate e i Dispositivi Antislittanti; L'Informatore Agrario 8 Sett.1955 pp.6-8

3) Stagni, E.; Meccanica della Locomozione; 1965 Edizioni Prof. Riccardo Patron Bologna